



Government
of Canada

Gouvernement
du Canada

Canada

GUIDE DE LA LISTE DES MARCHANDISES ET TECHNOLOGIES D'EXPORTATION CONTRÔLÉE DU CANADA



Janvier 2026

INTRODUCTION

La délivrance des licences d'exportation et de courtage en vertu de la *Loi sur les licences d'exportation et d'importation (LLEI)* relève de la Direction générale des contrôles stratégiques des exportations d'Affaires mondiales Canada. Pour aider les exportateurs et les courtiers, la Direction générale des contrôles stratégiques des exportations publie des renseignements importants sur son site Web (www.controlesaexportation.gc.ca), tels que le Manuel des contrôles du courtage et à l'exportation, des avis aux exportateurs, une foire aux questions et les coordonnées des divisions de la Direction générale des contrôles stratégiques des exportations responsables de l'administration des contrôles à l'exportation d'articles spécifiques. Le site Web contient également des liens vers le nouveau système des contrôles des exportations en direct (Nouveau CEED) pour soumettre les demandes de licence par voie électronique

Pour obtenir des renseignements sur le processus de demande de licence d'exportation ou de courtage et des renseignements additionnels sur les contrôles du courtage et à l'exportation, veuillez consulter notre site Web (www.controlesaexportation.gc.ca).

Pour des renseignements détaillés sur les contrôles du courtage et à l'exportation, veuillez consulter le Manuel des contrôles du courtage et à l'exportation : Outil de référence principal pour répondre aux questions des exportateurs et des courtiers au sujet de l'administration des contrôles du courtage et à l'exportation du Canada (sauf l'exportation de billes de bois). Ce manuel contient des renseignements quant à la façon d'obtenir les licences nécessaires pour l'exportation ou le courtage des marchandises et technologies contrôlées et quant à la façon de satisfaire aux exigences de la *Loi sur les licences d'exportation et d'importation* et aux règlements qui s'y rattachent.

Pour obtenir des renseignements sur l'état d'une demande de licence de courtage ou d'exportation :

Les utilisateurs reconnus du système NCEED peuvent vérifier l'état d'une demande de licence soumise en ligne. Les utilisateurs non reconnus peuvent obtenir les coordonnées de la division responsable de l'administration d'un contrôle spécifique via notre site Web (www.controlesaexportation.gc.ca) et peuvent vérifier l'état de leur demande en fournissant le numéro de référence (n° réf.) de leur demande de licence.

Liste des marchandises et technologies d'exportation contrôlée

Le règlement établissant la *Liste des marchandises et technologies d'exportation contrôlée (LMTEC)* du Canada se trouve sur le site Web du ministère de la Justice (www.laws.justice.gc.ca).

Il incombe au demandeur de faire preuve de diligence raisonnable et de vérifier si les modifications apportées s'appliquent aux marchandises et aux technologies qu'il désire exporter ou transférer.

Au moment de sa publication, le présent Guide comprend la liste des articles énumérés dans la LMTEC dont l'exportation est contrôlée conformément à l'article 3 de la *LLEI*. La *LLEI* se trouve sur le site Web du ministère de la Justice (www.laws.justice.gc.ca).

Le Guide comprend les marchandises et technologies militaires, stratégiques et à double usage, de même que toutes les marchandises et technologies d'origine américaine, contrôlées en vertu des engagements pris par le Canada dans le cadre de régimes multilatéraux de contrôle des exportations, d'accords bilatéraux, ainsi que de certains contrôles unilatéraux.

Introduction

Le Guide comprend également les produits forestiers (billes et bois d'œuvre), et les produits agricoles et de nourriture (beurre d'arachides, sucre et produits contenant du sucre, aliments transformés, aliments pour chiens et chats), les vêtements et les véhicules qui sont contrôlés à la suite d'accords commerciaux internationaux auxquels le Canada est partie.

À moins d'avis contraire, les contrôles à l'exportation des articles militaires, stratégiques ou à double usage précisés dans ce guide s'appliquent à toutes destinations à l'exception des États-Unis.

Les versions les plus récentes des listes de contrôle de chacun des régimes multilatéraux de contrôle à l'exportation qui sont actuellement intégrées à cette version du Guide sont les suivantes :

Régime de contrôle des exportations	Dernière mise à jour de la <i>LMTEC</i>
L'Accord de Wassenaar	Décembre 2025
Nuclear Suppliers Group	Juillet 2025
Missile Technology Control Regime	Mars 2024
Australia Group	Juin 2025

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	I
GROUPE 1 – LISTE DES MARCHANDISES À DOUBLE USAGE.....	1
Catégorie 1 : Matériaux spéciaux et équipements connexes	2
LISTE – « EXPLOSIFS »	22
Catégorie 2 : Traitement des matériaux.....	24
TABLEAU – MÉTHODES DE DÉPÔT.....	35
Catégorie 3 : Électronique	47
Catégorie 4 : Calculateurs.....	77
Catégorie 5 – partie 1 : Télécommunications.....	83
Catégorie 5 – partie 2 : Sécurité de l'information	93
Catégorie 6 : Capteurs et « lasers ».....	102
Catégorie 7 : Navigation et aéro-électronique	145
Catégorie 8 : Marine	154
Catégorie 9 : Aérospaciale et propulsion.....	161
GROUPE 2 – LISTE DE MATÉRIEL DE GUERRE.....	176
2-1. Armes à canon lisse d'un calibre de moins de 20 mm, autres armes à feu et armes automatiques d'un calibre de 12,7 mm (calibre de 0,50 pouces) ou moins et accessoires, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :	176
2-2. Armes à canon lisse d'un calibre égal ou supérieur à 20 mm, autres armes ou armements ayant un calibre supérieur à 12,7 mm (calibre de 0,50 pouce), lanceurs spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire et accessoires, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :	177
2-3. Munitions et dispositifs de réglage de fusée, et leurs composants spécialement conçus :	178
2-4. Bombes, torpilles, roquettes, missiles, autres dispositifs et charges explosifs et équipement et accessoires connexes, comme suit, spécialement conçus pour l'usage militaire, et leurs composants spécialement conçus :	179
2-5. Matériel de conduite de tir, matériel de surveillance et d'avertissement, et systèmes et matériel d'essai, d'alignement et de contre-mesure connexes, comme suit, spécialement conçus pour l'usage militaire, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :	180
2-6. Véhicules terrestres et leurs composants, comme suit :	181
2-7. Agents chimiques ou « agents biologiques », « agents anti-émeutes », substances radioactives, équipement, composantes et matériaux connexe, comme suit :	182
2-8. « Matériel énergétique » et substances connexes, comme suit :	185

2-9.	Navires de guerre (de surface ou sous-marins), matériel naval spécialisé, accessoires, composants et autres navires de surface, comme suit :	195
2-10.	« Aéronefs », « véhicules plus légers que l'air », « véhicules aériens sans équipage » (« VAE »), moteurs aéronautiques, « véhicules suborbitaux » et matériel d'« aéronef », matériel connexe et composants, comme suit, spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire :	198
2-11.	Matériel électronique, « engins spatiaux » et composants non visés ailleurs dans la Liste de matériel de guerre, comme suit :	200
2-12.	Systèmes d'armes à énergie cinétique à grande vitesse et matériel connexe, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :	201
2-13.	Matériel et constructions blindés ou de protection, leurs composants, et leurs accessoires, comme suit :	202
2-14.	« Matériel spécialisé pour l'entraînement militaire » ou les mises en situation militaires, simulateurs spécialement conçus pour la formation à l'utilisation des armes à feu ou des armes visées par les articles 2-1. ou 2-2., et ses composants et accessoires spécialement conçus.....	203
2-15.	Matériel d'imagerie ou de contre-mesures, comme suit, spécialement conçu pour l'usage militaire et ses composants et accessoires spécialement conçus :	203
2-16.	Pièces de forge, pièces de fonderie et autres produits non finis, spécialement conçus pour les articles visés aux paragraphes 2-1. à 2-4., 2-6., 2-9., 2-10., 2-12. ou 2-19.	204
2-17.	Autres équipements, matériaux et « bibliothèques », comme suit, et leurs composants spécialement conçus :	204
2-18.	Équipement pour la « production », installations d'essai d'environnement et composants, comme suit :	205
2-19.	Systèmes d'armes à énergie dirigée (DEW), matériel connexe ou de contre-mesure et modèles d'essai, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :	206
2-20.	Matériel cryogénique et « supraconducteur » comme suit, et ses composants et accessoires spécialement conçus :	206
2-21.	« Logiciels » comme suit :	207
2-22.	« Technologie », comme suit :	208
DÉFINITIONS DES TERMES UTILISÉS DANS LES GROUPES 1 ET 2		210
LES ACRONYMES ET LES ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS LES GROUPES 1 ET 2 ..		229
GROUPE 3 – LISTE DE NON PROLIFÉRATION NUCLÉAIRE		234
3-1.	MATIÈRES BRUTES ET PRODUITS FISSILES SPÉCIAUX	234
3-1.1.	Matières brutes.....	234
3-1.2.	Produits fissiles spéciaux	235
3-2.	ÉQUIPEMENTS ET MATIÈRES NON NUCLÉAIRES	235
3-2.1.	Réacteurs nucléaires et équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour ces réacteurs, notamment :	235

3-2.2. Matières non nucléaires pour réacteurs	238
3-2.3. Installations de retraitement des éléments combustibles irradiés, et équipement spécialement conçu ou préparé, notamment :	238
3-2.4. Usines de fabrication d'éléments combustibles pour réacteurs nucléaires, et équipements et composants spécialement conçus ou préparés à cette fin :	241
3-2.5. Usines de séparation des isotopes de l'uranium naturel, de l'uranium appauvri ou de produits fissiles spéciaux et équipements et composants, autres que les appareils d'analyse, spécialement conçus ou préparés à cette fin :	242
3-2.6. Usines de production ou de concentration d'eau lourde, de deutérium et de composés de deutérium, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin	261
3-2.7. Usines de conversion de l'uranium et du plutonium pour la fabrication d'éléments combustibles et de séparation des isotopes d'uranium, telles que définies en 3-2.4. et 3-2.5. respectivement, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin.....	264
3-3. LOGICIEL	267
3-4. TECHNOLOGIE	267
GROUPE 4 – LISTE DE MARCHANDISES À DOUBLE USAGE DANS LE SECTEUR NUCLÉAIRE	268
4-1. ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS	269
4-2. Matières	277
4-3. Équipements et composants pour la séparation isotopique pour l'uranium et composants (autres que ceux de la Liste du Groupe 3)	283
4-4. Équipements liés aux installations de production de l'eau lourde (autres que ceux de la liste du groupe 3)	290
4-5. Équipements d'essai et de mesure pour le développement de dispositifs explosifs nucléaires	291
4-6. Composants pour dispositifs explosifs nucléaires	294
DÉFINITIONS DE TERMES UTILISÉS DANS LES GROUPE 3 ET 4.	298
LES ACRONYMES ET LES ABRÉVIATIONS UTILISÉE DANS LES GROUPE 3 ET 4.	302
GROUPE 5 – MARCHANDISES ET TECHNOLOGIES DIVERSES.....	304
PRODUITS FORESTIERS.....	304
5101. Billes de toutes essences de bois (<i>Toutes destinations</i>).....	304
5102. Bois à pâtes de toutes essences de bois (<i>Toutes destinations</i>).....	304
5103. Blocs, billons, ébauches, planches et tout autre matériel ou produit de cèdre rouge propres à être utilisés pour la fabrication de bardeaux ordinaires ou de bardeaux de fente (<i>Toutes destinations</i>)	304
5104. Produits de bois d'œuvre résineux	304

PRODUITS AGRICOLES ET DE NOURRITURE	304
5200. Produits laitiers et préparations pour nourrissons	304
5201. Beurre d'arachides.....	304
5203. Produits contenant du sucre.....	304
5204. Sucres, sirops et mélasses.....	305
5205 Produits à teneur élevée en sucre.....	305
5206 Produits de confiserie et préparations à base de chocolat	305
5207 Aliments transformés.....	305
5208 Aliments pour chiens et chats.....	306
VÊTEMENTS.....	306
5209 Vêtements.....	306
VÉHICULES	306
5210 Véhicules	306
MARCHANDISES ET TECHNOLOGIES PROVENANT DE L'ÉTRANGER.....	307
MARCHANDISES ET TECHNOLOGIES D'ORIGINE AMÉRICAINE.....	307
5400. Marchandises et technologies d'origine américaine.....	307
MARCHANDISES ET TECHNOLOGIES EN TRANSIT	307
5401. Marchandises et technologies en transit.....	307
AUTRES MARCHANDISES ET TECHNOLOGIES MILITAIRE ET STRATÉGIQUES	308
5501. Armes à rayon laser aveuglantes (Toutes destinations).....	308
5502. Réacteurs de fusion nucléaire.....	308
5503. Mines anti-personnel (Toutes destinations)	308
5504. Marchandises et technologies stratégiques	308
5505. Marchandises et technologies destinées à certaines utilisations (Fourre-tout)	309
5506. Autres marchandises et technologies stratégiques	310
GROUPE 6 – LISTE DU REGIME DE CONTRÔLE DE LA TECHNOLOGIE DES	
MISSILES.....	316
Catégorie I.....	317
6-1. Vecteurs complets	317
6-2. Sous-systèmes complets utilisables avec les vecteurs complets	317
Catégorie II	320

6-3. Équipement et composants de propulsion.....	320
6-4. Propergols, produits chimiques et production de propergol	324
6-5. Réservé à un usage futur	330
6-6. Production de composites structuraux, dépôt pyrolytique et densification, et matériaux structuraux	330
6-7. Réservé à un usage futur	335
6-8. Réservé à un usage futur	335
6-9. Instrumentation, navigation et radiogoniométrie	335
6-10. Commande de vol	339
6-11. Avionique.....	340
6-12. Soutien de lancement	342
6-13. Ordinateurs.....	343
6-14. Convertisseurs analogique-numérique.....	344
6-15. Équipement et installations pour les essais	345
6-16. Modélisation/simulation et intégration de la conception	347
6-17. Furtivité.....	348
6-18. Protection contre les effets nucléaires.....	349
6-19. Autres systèmes de lanceurs complets	349
6-20. Autres sous-systèmes complets.....	350
GROUPE 6 – DÉFINITIONS	352
GROUPE 6 – TERMINOLOGIE	357
UNITÉS, CONSTANTES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS LE GROUPE 6	358
CONVERSIONS UTILISÉES DANS LE GROUPE 6	359
GROUPE 7 – LISTE DE NON-PROLIFÉRATION DES ARMES CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES.....	360
ÉQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS DE PRODUCTION DE PRODUITS CHIMIQUES A DOUBLE USAGE, ARMES CHIMIQUES, LOGICIELS ET TECHNOLOGIE CONNEXE	360
7-1. Équipement, assemblages et composants	360
7-2. Équipements et installations de production.....	360
7-3. Matières de la CAC	367
7-4. Matières du GA	370

7-5. Logiciels	371
7-6. Technologie	371
MATÉRIELS BIOLOGIQUES À DOUBLE USAGE, AGENTS BIOLOGIQUES, LOGICIELS ET TECHNOLOGIES CONNEXES	372
7-11. Équipement, assemblages et composants	372
7-12. Essais biologiques, inspection et équipement de production.....	372
7-13. Matières	375
7-14. Logiciels	381
7-15. Technologie	381
DÉFINITIONS S'APPLIQUANT AU GROUPE 7.....	383
GROUPE 8 - ABROGÉ - JANVIER 2006 (DORS/SOR/2006-16).....	385
GROUPE 9 - TRAITÉ SUR LE COMMERCE DES ARMES	386
9-1. Les chars de combat.....	386
9-2. Les véhicules blindés de combat	386
9-3. Les systèmes d'artillerie de gros calibre.....	386
9-4. Les aéronefs militaires et les systèmes connexes	386
9-5. Les hélicoptères militaires et les systèmes connexes.....	387
9-6. Les navires et sous-marins	387
9-7. Les missiles et lanceurs de missiles	387
9-8. Les armes de petit calibre	387
9-9. Les armes légères.....	388

GROUPE 1 – LISTE DES MARCHANDISES À DOUBLE USAGE

Note 1 :

Les termes entre « guillemets » sont des termes qui sont définis. Voir les définitions des termes utilisés à la fin du Groupe 2. Les renvois à la « Liste de marchandises à double usage » et à la « Liste de matériel de guerre » dans les groupes 1 et 2 se rapportent respectivement au « Groupe 1 - Liste de marchandises à double usage » et au « Groupe 2 - Liste de matériel de guerre ».

Note 2 :

Dans certains cas, les produits chimiques sont classés par nom et numéro de registre CAS. La liste s'applique aux produits chimiques ayant la même formule de structure (y compris les hydrates) quel que soit leur nom ou numéro de registre CAS. Les numéros de registre CAS sont indiqués pour identifier un produit chimique ou un mélange particulier, sans tenir compte de la nomenclature. Les numéros de registre CAS ne peuvent pas être utilisés en tant qu'identificateurs uniques, car certaines formes du produit chimique classé ont des numéros de registre CAS différents, et les mélanges qui contiennent un produit chimique classé peuvent également avoir des numéros de registre CAS différents.

NOTE GÉNÉRALE SUR LA TECHNOLOGIE

L'exportation de « technologie » « nécessaire » au « développement », à la « production » ou à l'« utilisation » d'articles visés par la Liste de marchandises à double usage est contrôlée conformément aux dispositions de chaque catégorie. La « technologie » relative à un produit visé reste visée même lorsqu'elle est applicable à un article libre quelconque.

Les contrôles ne s'appliquent pas à la « technologie » minimale nécessaire à l'installation, à l'exploitation, à la maintenance (vérification) et à la réparation des articles libres ou dont l'exportation a été autorisée.

Note :

Cette clause ne couvre pas la « technologie » visée aux alinéas 1-1.E.2.e., 1-1.E.2.f., 1-8.E.2.a. et 1-8.E.2.b.

Les contrôles ne s'appliquent pas à la « technologie » « relevant du domaine public », à la « recherche scientifique fondamentale » ni à l'information minimale nécessaire au dépôt de demandes de brevets.

NOTE GÉNÉRALE SUR LES LOGICIELS

Les listes ne visent pas les « logiciels » qui sont conformes aux conditions suivantes :

1. Sont couramment à la disposition du public du fait qu'ils sont :
 - a. Vendus directement sur stock, sans restriction, à des points de vente au détail :
 1. En magasin;
 2. Par correspondance;
 3. Par transaction électronique; **ou**
 4. Par téléphone; **et**
 - b. Conçus pour être installés par l'utilisateur sans assistance ultérieure importante de la part du fournisseur; **ou**

Note :

L'alinéa 1 de la Note générale sur les logiciels ne libère pas les « logiciels » visés par la catégorie 5, partie 2 (« sécurité de l'information »).

2. « Relèvent du domaine public »; **ou**
3. Constituent le « code-objet » minimal pour l'installation, l'exploitation, la maintenance (vérification) ou la réparation des articles dont l'exportation a été autorisée.

Note :

Le troisième alinéa de la Note générale sur les logiciels ne libère pas les « logiciels » visés par la catégorie 5, partie 2 (« sécurité de l'information »).

NOTE GÉNÉRALE SUR LA « SÉCURITÉ DE L'INFORMATION »

Les articles ou fonctions assurant la « sécurité de l'information » devraient être déterminés en fonction des dispositions de la catégorie 5, partie 2, même s'il s'agit de composants, de « logiciels » ou de fonctions d'autres articles.

**CATÉGORIE 1 : MATÉRIAUX SPÉCIAUX ET ÉQUIPEMENTS
CONNEXES**

1-1.A. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

1-1.A.1. Composants constitués de composés fluorés, comme suit :

- a. Joints, rondelles d'étanchéité, agents d'étanchéité ou réservoirs souples, spécialement conçus pour des « aéronefs » ou des applications aérospatiales, constitués pour plus de 50 % en poids de l'une des substances visées aux alinéas 1-1.C.9.b. ou 1-1.C.9.c.
- b. Non utilisé depuis 2015
- c. Non utilisé depuis 2015

1-1.A.2. Structures « composites » ou produits laminés, comme suit :

- a. Composés de l'un des matériaux suivants :
 1. Une « matrice » organique et des « matériaux fibreux ou filamenteux » visés aux alinéas 1-1.C.10.c. ou 1-1.C.10.d.; **ou**
 2. Des matériaux préimprégnés ou préformés visés à l'alinéa 1-1.C.10.e.;
- b. Composés d'une « matrice » métallique ou de carbone, et de l'un des matériaux suivants :
 1. « Matériaux fibreux ou filamenteux » au carbone présentant toutes les caractéristiques suivantes:
 - a. Un « module spécifique » supérieur à $10,15 \times 10^6$ m; **et**
 - b. Une « résistance à la traction spécifique » supérieure à $17,7 \times 10^4$ m; **ou**
 2. Matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.10.c.;

Note 1 :

Le paragraphe 1-1.A.2. ne vise pas les structures ou les produits laminés « composites », constitués de « matériaux fibreux ou filamenteux » au carbone imprégnés de résine époxyde, servant à la réparation de structures ou de produits laminés d'« aéronef civil », présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Une superficie ne dépassant pas 1 m^2 ;
- b. Une longueur ne dépassant pas 2,5 m; **et**
- c. Une largeur dépassant 15 mm.

Note 2 :

Le paragraphe 1-1.A.2. ne vise pas les produits semi-finis spécialement conçus à des fins purement civiles comme suit :

- a. Articles de sport;
- b. Produits pour l'industrie de l'automobile;
- c. Produits pour l'industrie des machines-outils;
- d. Produits pour applications médicales.

Note 3 :

L'alinéa 1-1.A.2.b.1. ne vise pas les produits semi-finis contenant jusqu'à deux dimensions de filaments entrecroisés et spécialement conçus pour les applications suivantes :

- a. Fours à traitement thermique pour le revenu des métaux;*
- b. Équipements de production de boules de silicium.*

Note 4 :

L'alinéa 1-1.A.2 ne vise pas les produits finis spécialement conçus pour une application spécifique.

Note 5 :

L'alinéa 1-1.A.2.b.1. ne s'applique pas aux « matériaux fibreux ou filamenteux » de carbone coupés, usinés ou taillés et ayant une longueur égale ou inférieure à 25.0 mm.

- 1-1.A.3. Produits manufacturés en polyimide aromatique non « fusible » sous forme de pellicule, de feuille, de bande ou de ruban, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. Une épaisseur supérieure à 0,254 mm; **ou**
 - b. Revêtus de, ou stratifiés avec, du carbone, du graphite, des métaux ou des substances magnétiques.

Note :

Le paragraphe 1-1.A.3. ne vise pas les produits manufacturés revêtus de, ou stratifiés avec, du cuivre et conçus pour la « production » de cartes de circuits imprimés.

N.B. :

Pour ce qui est des polyimides aromatiques « fusibles » sous quelque forme que ce soit, voir l'alinéa 1-1.C.8.a.3.

- 1-1.A.4. Équipement de protection et de détection et leurs composants, autres que ceux spécialement conçus pour usage militaire, comme suit :
- a. Masques intégraux, filtres et matériel de décontamination connexe, conçus ou modifiés pour assurer la défense contre l'un quelconque des produits suivants et leurs composants spécialement conçus :

Note :

L'alinéa 1-1.A.4.a. inclut les appareils respiratoires filtrants à ventilation assistée (PAPR) conçus ou modifiés en vue de la défense contre les agents ou matériaux énumérés à l'alinéa 1-1.A.4.a.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-1.A.4.a. :

- 1. Les masques intégraux sont aussi connus sous le nom de masques à gaz.*
- 2. Les filtres incluent les cartouches de filtre.*
 - 1. « Agents biologiques »;*
 - 2. « Matières radioactives »;*
 - 3. Armes chimiques; **ou***
 - 4. « Agents anti-émeute »;*
- b. Combinaisons, gants et chaussures de protection, spécialement conçus ou modifiés pour assurer la défense contre l'un des produits suivants :
 - 1. « Agents biologiques »;*
 - 2. « Matières radioactives »; **ou***
 - 3. Armes chimiques;*

- c. Systèmes de détection, spécialement conçus ou modifiés pour la détection ou l'identification de l'un des produits suivants, et leurs composants spécialement conçus :

1. « Agents biologiques »;
2. « Matières radioactives »; **ou**
3. Armes chimiques;

Note :

L'alinéa 1-1.A.4.c. ne s'applique pas aux systèmes de détection limités à la détection de l'un des éléments suivants :

- a. Chlorure de cyanogène (CAS 506-77-4);
 - b. Acide cyanhydrique (CAS 74-90-8);
 - c. Chlore (CAS 7782-50-5);
 - d. Chlorure de carbonyle (phosgène) (CAS 75-44-5);
 - e. Diphosgène (chloroformiate de trichlorométhyle) (CAS 503-38-8);
 - f. Xylyle bromide, ortho (89-92-9), méta (CAS 620-13-3), para (CAS 104-81-4);
 - g. Bromure de benzyle (CAS 100-39-0);
 - h. Iodure de benzyle (CAS 620-05-3);
 - i. Bromoacétone (CAS 598-31-2);
 - j. Bromure de cyanogène (CAS 506-68-3);
 - k. Bromométhyléthylcétone (CAS 816-40-0);
 - l. Chloroacétone (CAS 78-95-5);
 - m. Iodacétate d'éthyle (CAS 623-48-3);
 - n. Iodo-acétone (CAS 3019-04-3);
 - o. Chloropicrine (CAS 76-06-2).
- d. Équipements électroniques conçus pour détecter automatiquement la présence de résidus d'« explosifs » ou identifier ces derniers et utilisant des techniques de « détection de trace » (par exemple, des ondes acoustiques de surface, la spectrométrie à mobilité ionique, la spectrométrie à mobilité différentielle, la spectrométrie de masse).

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.A.4.d., la « détection de trace » désigne la capacité de détecter moins de 1 ppm de vapeur, ou 1 mg de solide ou de liquide.

Note 1 :

L'alinéa 1-1.A.4.d. ne vise pas les équipements spécialement conçus pour une utilisation en laboratoire.

Note 2 :

L'alinéa 1-1.A.4.d. ne vise pas les portails de sécurité sans contact.

Note :

Le paragraphe 1-1.A.4. ne vise pas :

- a. Les dosimètres personnels de surveillance de l'irradiation;
- b. Les équipements de santé et sécurité limités par leur conception ou leur fonction à la protection contre les risques propres à la sécurité domestique ou aux industries civiles, y compris :
 1. les exploitations minières;
 2. les carrières;
 3. l'agriculture;
 4. l'industrie pharmaceutique;

5. le secteur médical;
6. le secteur vétérinaire;
7. l'environnement;
8. la gestion des déchets;
9. l'industrie alimentaire.

Notes techniques :

1. Le paragraphe 1-1.A.4. vise les équipements et les composants qui ont été identifiés, testés avec succès selon les normes nationales ou, à défaut, ayant démontré leur efficacité, pour la détection ou la protection contre les « matières radioactives », les « agents biologiques », les agents toxiques de guerre, les « simulants » ou les « agents anti-émeutes », même si ces équipements ou composants sont utilisés dans les industries civiles, telles que les exploitations minières, les carrières, l'agriculture, l'industrie pharmaceutique, le secteur médical et vétérinaire, l'environnement, la gestion des déchets, ou l'industrie alimentaire.
2. Un « simulant » est une substance ou une matière utilisée à la place d'un agent toxique (chimique ou biologique) dans le cadre de formations, de travaux de recherche, de tests ou d'évaluations.
3. Aux fins de l'alinéa 1-1.A.4., les « matières radioactives » sont celles qui ont été sélectionnées ou modifiées pour accroître leur efficacité dans le but de produire des pertes de vie humaines ou animales, de dégrader l'équipement ou d'endommager des récoltes ou l'environnement.

1-1.A.5. Tenues pare-balles et leurs composants,

- a. Tenues pare-balles souples autres que celles fabriquées conformément aux normes ou spécifications militaires ou leurs équivalents, et leurs composants de conception spéciale;
- b. Les plaques rigides de tenues pare-balles qui fournissent une protection balistique équivalente ou inférieure au niveau IIIA (NIJ 0101.06, juillet 2008), ou leurs « normes équivalentes ».

N.B. 1 :

Pour les « matériaux fibreux ou filamenteux » entrant dans la fabrication de tenues pare-balles, voir le paragraphe 1-1.C.10.

N.B. 2 :

Pour les tenues pare-balles fabriquées selon les normes ou spécifications militaires, voir l'alinéa 2-13.d.

Note 1 :

Le paragraphe 1-1.A.5. ne vise pas les tenues pare-balles lorsque ces dernières accompagnent l'utilisateur en vue d'assurer sa protection personnelle.

Note 2 :

Le paragraphe 1-1.A.5. ne vise pas les tenues pare-balles conçues pour assurer uniquement une protection frontale contre les éclats et le souffle produits par des explosifs d'usage non militaire.

Note 3 :

Le paragraphe 1-1.A.5. ne vise pas les tenues pare-balles conçues pour assurer uniquement une protection contre les couteaux, les piques, les aiguilles ou les traumatismes contondants.

1-1.A.6. Équipements, spécialement conçus ou modifiés pour la destruction des engins explosifs improvisés, comme suit, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :

- a. Véhicules télécommandés;
- b. « Disrupteurs »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.A.6.b., les « disrupteurs » sont des dispositifs spécialement conçus pour prévenir le fonctionnement d'un engin explosif en projetant un liquide, un solide ou un projectile frangible.

N.B. :

Voir aussi le paragraphe 2-4. en ce qui concerne l'équipement spécialement conçu pour usage militaire en vue de la destruction d'engins explosifs improvisés.

Note :

Le paragraphe 1-1.A.6. ne s'applique pas à l'équipement lorsqu'il est accompagné par son opérateur.

- 1-1.A.7. Équipement et dispositifs, spécialement conçus pour amorcer des charges et dispositifs contenant des « matières énergétiques », par des moyens électriques, comme suit :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.A.7., les mots amorce ou allumeur sont parfois utilisés au lieu du mot détonateur.

- a. Ensembles de mise à feu de détonateurs conçus pour déclencher des détonateurs d'explosifs visés à l'alinéa 1-1.A.7.b.;
- b. Détonateurs d'explosifs à commande électrique comme suit :
 1. Amorce à pont (AP);
 2. Fils à exploser (FE);
 3. Percuteur;
 4. Initiateurs à feuille explosive (IFE).

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.A.7.b., les détonateurs en question utilisent tous un petit conducteur électrique (pont, fil à exploser ou feuille) qui se vaporise avec un effet explosif lorsqu'une impulsion électrique rapide à haute intensité passe par ledit conducteur. Dans les détonateurs de type non percuteur, le conducteur à explosion amorce une détonation chimique dans un matériau de contact fortement explosif comme le PETN (tétranitrate de pentaérythritol). Dans les détonateurs à percuteur, la vaporisation à action explosive du conducteur électrique amène un percuteur à passer au-dessus d'un écartement et l'impact du percuteur sur un explosif amorce une détonation chimique. Dans certains cas, le percuteur est actionné par une force magnétique. L'expression détonateur à feuille explosive peut se référer à un détonateur AP ou à un détonateur à percuteur.

N.B. :

Dans le cas des équipements et dispositifs spécialement conçus pour un usage militaire, voir la Liste de matériel de guerre.

- 1-1.A.8. Charges, dispositifs et composants, comme suit :

- a. « Charges formées » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Quantité nette d'explosif (QNE) supérieure à 90 g; **et**
 2. Diamètre de l'enveloppe extérieure égal ou supérieur à 75 mm;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.A.8.a., les « charges formées » sont des charges explosives qui ont une forme destinée à concentrer les effets de la détonation.

- b. Charges coupantes de forme linéaire présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 1. Charge explosif supérieure à 40 g/m; **et**

2. Largeur égale ou supérieure à 10 mm;
- c. Cordeau détonant dont la charge de l'âme explosive est supérieure à 64 g/m;
- d. Outils de coupe, autres que ceux visés à l'alinéa 1-1.A.8.b., et outils de découpage, ayant une QNE supérieure à 3,5 kg.

Note :

Les seuls dispositifs et charges visés à l'alinéa 1-1.A.8. sont ceux qui contiennent des « explosifs » énumérés dans l'Annexe de la Catégorie 1 et des mélanges de ces substances.

1-1.B. ÉQUIPEMENT D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

- 1-1.B.1. Équipement conçu pour la « production » de structures ou de produits laminés « composites » ou de « matériaux fibreux ou filamenteux », comme suit, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :
- a. Machines pour le bobinage de filaments, dont les mouvements de mise en position, d'enroulement et de bobinage de la fibre sont coordonnés et programmés selon trois axes « d'asservissement de position primaire » ou plus, spécialement conçues pour fabriquer des structures ou des produits laminés « composites », à partir de « matériaux fibreux ou filamenteux »;
 - b. « Machines pour la pose de bandes », dont les mouvements de mise en position et de pose de bandes sont coordonnés et programmés selon cinq axes « d'asservissement de position primaire » ou plus, spécialement conçues pour la fabrication de structures « composites » pour cellules d'avions ou de missiles;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.B.1.b., les « machines pour la pose de bandes » ont la capacité de poser une ou plusieurs « bandes de filaments » dont la largeur maximale n'est pas inférieure à 25.4 mm sans toutefois dépasser 304.8 mm, et de couper et redémarrer le défilement de chaque « bande de filaments » pendant le processus de pose.

- c. Machines de tissage multidirectionnel/multidimensionnel ou machines à entrelacer, y compris adaptateurs et ensembles de modification, spécialement conçus ou modifiés pour tisser, entrelacer ou tresser les fibres, pour les structures « composites »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.B.1.c. la technique d'entrelacement inclut le tricotage.

- d. Équipement spécialement conçu ou modifié pour la « production » de « matériaux fibreux ou filamenteux » visés à l'alinéa 1-1.C.10., comme suit :
 1. Équipement pour la transformation de fibres polymériques (telles que polyacrylonitrile, rayonne, brai ou polycarbosilane) en fibres de carbone ou en fibres de carbure de silicium, y compris le dispositif spécial pour la mise en tension du fil au cours du chauffage;
 2. Équipement pour le dépôt chimique en phase vapeur d'éléments ou de composés sur des substrats filamenteux chauffés pour la fabrication de fibres de carbure de silicium;
 3. Équipement pour l'extrusion par voie humide de céramiques réfractaires (comme l'oxyde d'aluminium);
 4. Équipement pour la transformation, par traitement thermique, d'aluminium contenant des fibres de matériaux précurseurs en fibres d'alumine;
- e. Équipement spécialement conçu ou modifié pour la production des préimprégnées par la « méthode de fusion à chaud »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.B.1.e., la « méthode de fusion à chaud » consiste à appliquer une pression et de la chaleur pour imprégner des « matériaux fibreux ou filamenteux » avec de la résine qui a été pré-laminée sur un substrat porteur, tel qu'un film ou du papier.

- f. Équipement d'inspection non destructif spécialement conçu pour les matériaux « composites », comme suit :
 - 1. Systèmes de tomographie à rayons X pour l'inspection 3D visant la détection de défauts;
 - 2. Machines d'essais aux ultrasons, à commande numérique, pour lesquelles les mouvements de positionnement des émetteurs et/ou des récepteurs sont coordonnés simultanément et programmés suivant au moins quatre axes afin de suivre les contours tridimensionnels du composant inspecté;
- g. « Machines pour la pose de câbles de filaments » dont les mouvements de mise en position et de pose de câbles de filaments sont coordonnés et programmés selon deux axes « d'asservissement de position primaire » ou plus, spécialement conçues pour la fabrication de structures « composites » pour cellules d'avions ou de missiles.

Note technique :

Aux fins du paragraphe 1-1.B.1.g., les « machines pour la pose de câbles de filament » ont la capacité de poser une ou plusieurs « bandes de filaments » dont la largeur maximale est inférieure ou égale à 25.4 mm et de couper puis de reprendre la pose de « bandes de filaments » individuels pendant le processus de pose.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-1.B.1. :

- 1. Le contrôle des axes « d'asservissement de position primaire » est le positionnement, sous la direction d'un « logiciel », de l'actionneur final (c.-à-d. la tête) dans l'espace par rapport à l'objet du travail avec une orientation et dans une direction appropriée pour effectuer le processus voulu.
 - 2. Une « bande de filaments » est un bandeau, un câble de filaments ou une fibre de largeur uniforme entièrement ou partiellement imprégné de résine. Les « bandes de filaments » entièrement ou partiellement imprégnées de résine comprennent celles qui sont enduites de poudre sèche adhérent à chaud.
- 1-1.B.2. Équipement conçu pour produire une poudre ou des particules d'alliage métallique et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Spécialement conçus pour empêcher la contamination; **et**
 - b. Spécialement conçus pour être utilisés dans un des processus visés à l'alinéa 1-1.C.2.c.2.
 - 1-1.B.3. Outils, matrices, moules ou montages, pour le « formage à l'état de superplasticité » ou le « soudage par diffusion » du titane, de l'aluminium ou de leurs alliages, spécialement conçus pour la fabrication de l'un des produits suivants :
 - a. Structures pour cellules d'avions ou structures aérospatiales;
 - b. Moteurs d'« aéronefs » ou aérospatiaux; **ou**
 - c. Composants spécialement conçus pour les structures visées à l'alinéa 1-1.B.3.a. ou pour les moteurs visés à l'alinéa 1-1.B.3.b.

1-1.C. MATÉRIAUX

Note technique :

Métaux et alliages

À moins d'indication contraire, les termes « métaux » et « alliages » couvrent les produits sous formes brutes et semi-ouvrées, comme suit :

Formes brutes

Anodes, billes, barres (y compris les barres entaillées et les barres à tréfiler), billettes, blocs, blooms, briquettes, tourteaux, cathodes, cristaux, cubes, dés, grains, granules, lingots, boulettes, gueuses, poudres, rondelles, grenailles, brames, pions, éponges, bâtonnets.

Formes semi-ouvrées (qu'elles soient revêtues ou non, plaquées, percées ou poinçonnées)

- a. Matériaux corroyés ou façonnés fabriqués par laminage, étirage, extrusion, forgeage, extrusion par choc, emboutissage, grainage, atomisation et broyage, à savoir : cornières, gorges, cercles, disques, poussières, flocons, feuilles, produits forgés, plaques, poudres, pièces embouties et estampées, rubans, anneaux, tiges (y compris les baguettes de soudage nues, les fils machine et les fils laminés), profilés, formes, tôles, feuillards, tuyaux et tubes (y compris les tubes ronds, carrés et creux), fils étirés ou extrudés;
- b. Matériaux coulés produits par moulage en coquille ou en moule en sable, en métal, en plâtre ou en moules d'autres types, y compris les produits coulés sous pression, les formes frittées, et les formes fabriquées par un procédé relevant de la métallurgie des poudres.

L'exportation de produits sous des formes non prévues dans la liste et prétendus des produits finis, mais représentant en réalité des formes brutes ou des formes semi-ouvrées, ne restreint en rien la portée des contrôles.

1-1.C.1. Matériaux spécialement conçus pour absorber le rayonnement électromagnétique, ou polymères intrinsèquement conducteurs, comme suit :

- a. Matériaux pour l'absorption de fréquences supérieures à 2×10^8 Hz mais inférieures à 3×10^{12} Hz;

Note 1 :

L'alinéa 1-1.C.1.a. ne vise pas :

- a. Les absorbeurs du type cheveu, constitués de fibres naturelles ou synthétiques, à charge non magnétique pour permettre l'absorption;
- b. Les absorbeurs à perte magnétique nulle, dont la surface incidente est de forme non plane, comprenant les pyramides, les cônes, les prismes et les surfaces spirales;
- c. Les absorbeurs plans présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Constitués de :
 - a. Matériaux en mousse plastique (flexibles ou non flexibles) à charge de carbone, ou matériaux organiques, y compris les liants, produisant un écho de plus de 5 % par rapport au métal sur une largeur de bande supérieure à ± 15 % de la fréquence centrale de l'énergie incidente et incapables de résister à des températures de plus de 450 K (177°C); **ou**
 - b. Matériaux céramiques produisant un écho de plus de 20 % par rapport au métal sur une largeur de bande supérieure à ± 15 % de la fréquence centrale de l'énergie incidente, et incapables de résister à des températures de plus de 800 K (527°C);

Note technique :

Aux fins de la Note 1.c.1. de l'alinéa 1-1.C.1.a., les échantillons pour essais d'absorption devraient être un carré de côté égal à au moins 5 longueurs d'onde de la fréquence centrale, placé dans le champ lointain de la source rayonnante.

2. Possédant une résistance à la traction inférieure à 7×10^6 N/m², **et**
3. Possédant une résistance à la compression inférieure à 14×10^6 N/m²;

- d. Les absorbeurs plans constitués de ferrite frittée, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Une densité supérieure à 4,4; **et**
 2. Une température maximale de service de 548 K (275°C) ou moins;
- e. Les absorbeurs plans à perte magnétique nulle et fabriqués de plastique « mousse à alvéoles ouvertes » ayant une densité de 0,15 g/cm³ ou moins.

Note technique :

Aux fins de la Note 1.e. de l'alinéa 1-1.C.1.a., les « mousses à alvéoles ouvertes » sont des matériaux souples et poreux, dont la structure intérieure est ouverte à l'atmosphère. On les appelle aussi des mousses réticulées.

Note 2 :

La note 1 de l'alinéa 1-1.C.1.a. n'exclut aucunement des contrôles les matières magnétiques assurant l'absorption lorsqu'elles sont incorporées dans la peinture.

- b. Matériaux non transparents à la lumière visible et spécialement conçus pour absorber le rayonnement dans le proche infrarouge ayant une longueur d'onde dépassant 810 nm, mais inférieure à 2 000 nm (fréquences dépassant 150 THz, mais inférieures à 370 THz);

Note :

L'alinéa 1-1.C.1.b. ne vise pas les matériaux spécialement conçus ou formulés pour une des applications suivantes :

- a. Marquage de polymères au « laser »; **ou**
 - b. Soudage de polymères au « laser ».
- c. Matériaux polymériques intrinsèquement conducteurs possédant une « conductivité électrique volumique » supérieure à 10 000 S/m (siemens par mètre) ou une « résistivité surfacique » (par unité de surface) inférieure à 100 ohms/carré, basée sur un ou plusieurs des polymères suivants :
1. Polyaniline;
 2. Polypyrrole;
 3. Polythiophène;
 4. Poly(phénylène-vinylène); **ou**
 5. Poly(thiénylène-vinylène).

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.1.c., la « conductivité électrique volumique » et la « résistivité surfacique » doit être déterminé à l'aide de ASTM D-257 ou à l'aide de standard nationales équivalents.

Note :

L'alinéa 1-1.C.1.c. ne s'applique pas aux matériaux sous forme liquide.

- 1-1.C.2. Alliages métalliques, poudres d'alliages métalliques et matériaux alliés, comme suit :

Note :

Le paragraphe 1-1.C.2. ne s'applique pas aux alliages métalliques, aux poudres d'alliages métalliques et aux matériaux alliés, spécialement formulés aux fins de revêtement.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.2., les alliages métalliques sont des alliages contenant un pourcentage plus élevé en poids du métal indiqué que de tout autre élément.

- a. Alumiures, comme suit :
 - 1. Alumiures de nickel contenant un minimum de 15 % en poids d'aluminium, un maximum de 38 % en poids d'aluminium et au moins un autre élément d'alliage;
 - 2. Alumiures de titane contenant 10 % en poids ou plus d'aluminium et au moins un autre élément d'alliage;
- b. Alliages métalliques, comme suit, fabriqués à partir des poudres ou particules visées à l'alinéa 1-1.C.2.c. :
 - 1. Alliages de nickel présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une « résistance à la rupture sous contrainte » de 10 000 heures ou plus à 923 K (650°C) sous une contrainte de 676 MPa; **ou**
 - b. Une « résistance à la fatigue oligocyclique » de 10 000 cycles ou plus à 823 K (550°C) sous une contrainte maximale de 1 095 MPa;
 - 2. Alliages de niobium présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une « résistance à la rupture sous contrainte » de 10 000 heures ou plus à 1 073 K (800°C) sous une contrainte de 400 MPa; **ou**
 - b. Une « résistance à la fatigue oligocyclique » de 10 000 cycles ou plus à 973 K (700°C) sous une contrainte maximale de 700 MPa;
 - 3. Alliages de titane présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une « résistance à la rupture sous contrainte » de 10 000 heures ou plus à 723 K (450°C) sous une contrainte de 200 MPa; **ou**
 - b. Une « résistance à la fatigue oligocyclique » de 10 000 cycles ou plus à 723 K (450°C) sous une contrainte maximale de 400 MPa;
 - 4. Alliages d'aluminium présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une résistance à la traction égale ou supérieure à 240 MPa à 473 K (200°C); **ou**
 - b. Une résistance à la traction égale ou supérieure à 415 MPa à 298 K (25°C);
 - 5. Alliages de magnésium présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une résistance à la traction égale ou supérieure à 345 MPa; **et**
 - b. Un taux de corrosion inférieur à 1 mm/an dans une solution aqueuse de chlorure de sodium à 3 %, mesuré conformément à la norme ASTM G-31 ou à des équivalents nationaux;

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.2.b. :

- 1. La « résistance à la rupture sous contrainte » doit être mesurée conformément à la norme ASTM E-139 ou à des équivalents nationaux.
- 2. La « résistance à la fatigue oligocyclique » doit être mesurée conformément à la norme ASTM E-606 - « Recommended Practice for Constant-Amplitude Low-Cycle Fatigue » ou à des équivalents nationaux. La contrainte doit être appliquée dans le sens axial avec un rapport moyen des contraintes de 1 et un facteur de concentration des contraintes, K_t , de 1. Le rapport moyen des contraintes est définie comme la contrainte maximale moins la contrainte minimale divisée par la contrainte maximale.

- c. Poudres ou micro-particules d'alliages métalliques ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Constituées de l'un des systèmes de composition suivants :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.2.c.1., X désigne un ou plusieurs éléments d'alliage.

- a. Alliages de nickel (Ni-Al-X, Ni-X-Al), qualifiés pour les pièces ou composants de moteurs à turbine, c'est-à-dire avec moins de 3 particules non-métalliques (introduites au cours du procédé de fabrication) de plus de 100 µm pour 10⁹ particules d'alliage;

Note :

L'alinéa 1-1.C.2.c.1.a. comprend les alliages de nickel qualifiés pour les moteurs à turbine à gaz aéronautiques, aérodérivés, industriels ou marins.

- b. Alliages de niobium (Nb-Al-X ou Nb-X-Al, Nb-Si-X ou Nb-X-Si, Nb-Ti-X ou Nb-X-Ti);
- c. Alliages de titane (Ti-Al-X ou Ti-X-Al);
- d. Alliages d'aluminium (Al-Mg-X ou Al-X-Mg, Al-Zn-X ou Al-X-Zn, Al-Fe-X ou Al-X-Fe); **ou**
- e. Alliages de magnésium (Mg-Al-X ou Mg-X-Al);
2. Obtenues dans un environnement contrôlé par l'un des procédés suivants :
- a. < Atomisation sous vide >;
- b. < Atomisation par gaz >;
- c. < Atomisation centrifuge >;
- d. < Trempe brusque >;
- e. < Trempe sur rouleau > et < comminution >;
- f. < Extraction en fusion > et < comminution >;
- g. < Alliage mécanique >;
- h. < Atomisation au plasma >; **ou**
- i. < Atomisation ultrasonique >; **et**
3. Capable de former des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.2.a. ou 1-1.C.2.b.
- d. Matériaux alliés présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Constitués à partir d'un des systèmes visés à l'alinéa 1-1.C.2.c.1.;
2. Sous forme de paillettes non broyées, de rubans ou de barres minces; **et**
3. Obtenus dans un environnement contrôlé par un des procédés suivants :
- a. < Trempe brusque >;
- b. < Trempe sur rouleau >; **ou**
- c. < Extraction en fusion >.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.2. :

1. < Atomisation sous vide > est un procédé servant à réduire, sous vide, une coulée de métal en fusion en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins par l'évaporation rapide d'un gaz dissous.
2. < Atomisation par gaz > est un procédé servant à réduire une coulée d'alliage métallique en fusion en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins au moyen d'un flux de gaz sous haute pression.
3. < Atomisation centrifuge > est un procédé servant à réduire une coulée ou un cratère de métal en fusion en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins par la force centrifuge.

4. *« Trempe brusque » est un procédé servant à 'solidifier rapidement' une coulée de métal en fusion appuyant contre un bloc refroidi, pour obtenir un produit sous forme de paillettes.*
5. *« Trempe sur rouleau » est un procédé servant à 'solidifier rapidement' une coulée de métal en fusion appuyant contre un bloc refroidi en rotation, pour obtenir un produit sous forme de paillettes, rubans ou barres.*
6. *« Comminution » est un procédé servant à réduire un matériau en particules, par écrasement ou broyage.*
7. *« Extraction en fusion » est un procédé servant à 'solidifier rapidement' et à extraire un alliage sous forme de ruban par l'insertion d'un petit segment d'un bloc refroidi en rotation dans le bain d'un alliage métallique en fusion.*
8. *« Alliage mécanique » est un procédé d'alliage résultant de la liaison, de la cassure et d'une nouvelle liaison de poudres élémentaires et de poudres d'alliage mères par choc mécanique. Des particules non métalliques peuvent être incorporées dans l'alliage par l'addition des poudres appropriées.*
9. *« Atomisation au plasma » est un procédé servant à réduire un métal solide ou une coulée en fusion en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins, au moyen de torches au plasma dans un environnement à gaz inerte.*
10. *« Atomisation ultrasonique » est un procédé servant à réduire une coulée en fusion en gouttelettes d'alliage métallique en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins par vibration ultrasonique.*
11. *Aux fins des Notes techniques de l'alinéa 1-1.C.2., « solidifier rapidement » est un processus de solidification d'un matériau fondu à des vitesses de refroidissement supérieures à 1 000 K/s.*

1-1.C.3. Métaux magnétiques, de tous types et sous toutes formes, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Perméabilité relative initiale égale ou supérieure à 120 000 et épaisseur égale ou inférieure à 0,05 mm;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.3.a., la perméabilité relative initiale doit être mesurée sur des matériaux entièrement recuits.

- b. Alliages magnétostrictifs présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Une magnétostriction de saturation supérieure à 5×10^{-4} ; **ou**
 2. Un facteur de couplage magnétomécanique (k) supérieur à 0,8; **ou**
- c. Feuillards d'alliage amorphe ou « nanocristallin », présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une composition comprenant au moins 75 % en poids de fer, de cobalt ou de nickel;
 2. Une induction magnétique de saturation (B_s) égale ou supérieure à 1,6 T; **et**
 3. L'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une épaisseur égale ou inférieure à 0,02 mm; **ou**
 - b. Une résistivité électrique égale ou supérieure à 2×10^{-4} ohm cm;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.3.c., les matériaux « nanocristallins » sont des matériaux dont la taille des grains cristallins, déterminée par diffraction de rayons X, ne dépasse pas 50 nm.

1-1.C.4. Alliages d'uranium-titane ou alliages de tungstène à « matrice » à base de fer, de nickel ou de cuivre, présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Masse volumique supérieure à 17,5 g/cm³;
- b. Limite d'élasticité supérieure à 880 MPa;

- c. Résistance à la traction maximale supérieure à 1 270 MPa; **et**
- d. Allongement supérieur à 8 %;

1-1.C.5. Conducteurs « composites » « supraconducteurs » en longueurs supérieures à 100 m ou possédant une masse supérieure à 100 g, comme suit :

- a. Conducteurs « composites » « supraconducteurs » contenant un ou plusieurs < filaments > en niobium-titane, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Noyés dans une « matrice » autre qu'une « matrice » de cuivre ou une « matrice » mixte à base de cuivre; **et**
 - 2. Ayant une section transversale inférieure à $0,28 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$ (6 μm de diamètre pour les filaments circulaires);
- b. Conducteurs « composites » « supraconducteurs » constitués d'un ou de plusieurs < filaments > « supraconducteurs » autres que des < filaments > de niobium-titane, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. « Température critique », à une induction magnétique nulle, supérieure à 9,85 K (-263,3°C); **et**
 - 2. Persistance de l'état « supraconducteur » à une température de 4,2 K (-268,95°C), lorsqu'ils sont exposés à un champ magnétique orienté dans quelque direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du conducteur et correspondant à une induction de plus de 12 T avec une intensité de courant critique dépassant 1 750 A/mm² en section transversale globale du conducteur;
- c. « Composites » « supraconducteurs » consistant en au moins un < filament > « supraconducteur », qui demeure « supraconducteur » au-delà de 115 K (-158,15°C).

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.5., les < filaments > peuvent être sous la forme de câbles, de cylindres, de pellicules, de bande ou ruban.

1-1.C.6. Fluides et substances lubrifiantes, comme suit :

- a. Non utilisé depuis 2015
- b. Substances lubrifiantes contenant comme ingrédient principal des éthers ou thio-éthers de phénylène ou d'alkylphénylène, ou leurs mélanges, contenant plus de deux fonctions éther ou thio-éther ou leurs mélanges;
- c. Fluides d'amortissement ou de flottaison présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Une pureté supérieure à 99,8 %;
 - 2. Contenant moins de 25 particules de taille égale ou supérieure à 200 μm par 100 ml; **et**
 - 3. Constitués à au moins 85 % de l'un des produits suivants :
 - a. Dibromotétrafluoréthane (CAS 25497-30-7, 124-73-2, 27336-23-8);
 - b. Polychlorotrifluoréthylène (modifications huileuses et cireuses seulement);
 - ou**
 - c. Polybromotrifluoréthylène;
- d. Fluides de fluorocarbures conçus pour le refroidissement de dispositifs électroniques et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Contenant 85 % ou plus en poids de l'une des substances suivantes ou de leurs mélanges :

- a. Formes monomériques de perfluoropolyalkyléther-triazines ou d'éthers perfluoroaliphatiques;
 - b. Perfluoroalkylamines;
 - c. Perfluorocycloalcanes; **ou**
 - d. Perfluoroalcanes;
2. Densité égale ou supérieure à 1,5 g/mL à 298 K (25°C);
 3. À l'état liquide à 273 K (0°C); **et**
 4. Contenant au moins 60 % en poids de fluor.

Note :

L'alinéa 1-1.C.6.d. ne vise pas les matériaux identifiés et emballés comme produits médicaux.

1-1.C.7. Poudres céramiques, matériaux « composites » à « matrice » céramique et « matériaux précurseurs », comme suit :

- a. Poudres céramiques en diborure de titane (TiB₂) (CAS 12045-63-5) contenant au total moins de 5 000 ppm d'impuretés métalliques, à l'exclusion des adjonctions intentionnelles, présentant une taille moyenne de particules égale ou inférieure à 5 µm et renfermant au plus 10 % de particules de plus de 10 µm;
- b. Non utilisé depuis 2016
- c. Matériaux « composites » à « matrice » céramique comme suit :
 1. Matériaux « composites » céramiques-céramiques à « matrice » de verre ou d'oxyde, renforcés avec un des matériaux suivants :
 - a. Fibres continues présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Étant constituées de l'un des matériaux suivants :
 - a. Al₂O₃ (CAS 1344-28-1); **ou**
 - b. Si-C-N; **et**
 2. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une résistance à la traction égale ou supérieure à 700 MPa à 1 273 K (1 000°C); **et**
 - b. Une limite de fluage égale ou inférieure à 1 % sous une charge de 100 MPa appliquée pendant 100 heures à 1 273 K (1 000°C).
 - b. Fibres présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Étant constituées de l'un des matériaux suivants :
 - a. Si-N;
 - b. Si-C;
 - c. Si-Al-O-N; **ou**
 - d. Si-O-N; **et**
 2. Possédant une « résistance à la traction spécifique » supérieure à 12,7 x 10³ m;
 2. Matériaux « composites » à « matrice » céramique ayant une « matrice » constituée de carbures ou de nitrures de silicium, de zirconium ou de bore;

N.B. :

Pour les articles visés auparavant à l'alinéa 1-1.C.7.c., voir le sous-alinéa 1-1.C.7.c.1.b.

- d. Non utilisé depuis 2016

N.B. :

Pour les articles visés auparavant à l'alinéa 1-1.C.7.d., voir le sous-alinéa 1-1.C.7.c.2.

- e. < Matériaux précurseurs > spécialement conçus pour la « production » de toute(s) phase(s) des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.7.c., comme suit :

1. Polydiorganosilanes;
2. Polysilazanes;
3. Polycarbosilazanes;

Note technique :

Aux fins du paragraphe 1-1.C.7., les < matériaux précurseurs > sont des matériaux polymériques ou métallo-organiques spéciaux utilisés pour la « production » de carbure de silicium, de nitrure de silicium ou de céramiques renfermant du silicium, du carbone et de l'azote.

- f. Non utilisé depuis 2016

N.B. :

Pour les articles visés auparavant à l'alinéa 1-1.C.7.f., voir le sous-alinéa 1-1.C.7.c.1.a.

- 1-1.C.8. Substances polymériques non fluorées, comme suit :

- a. Imides comme suit :

1. Bismaléimides;
2. Polyamides-imides aromatiques (PAI) possédant une < température de transition vitreuse (Tg) > supérieure à 563 K (290°C);
3. Polyimides aromatiques possédant une < température de transition vitreuse (Tg) > supérieure à 505 K (232°C);
4. Polyétherimides aromatiques possédant une < température de transition vitreuse (Tg) > supérieure à 563 K (290°C).

Note :

L'alinéa 1-1.C.8.a. comprend toutes formes liquides ou solides « fusibles », y compris les résines, les poudres, les granules, les pellicules, les feuilles, les bandes et les rubans.

N.B. :

Pour les polyimides aromatiques non « fusibles » sous forme de film, de feuille, de bande ou de ruban, voir le paragraphe 1-1.A.3.

- b. Non utilisé depuis 2014
- c. Non utilisé depuis 2006
- d. Polyarylèneécétones;
- e. Poly(sulfures d'arylène), dans lesquels le groupe arylène est constitué de biphénylène, de triphénylène ou d'une combinaison des deux;
- f. Polybiphénylèneéthersulfone possédant une < température de transition vitreuse (Tg) > supérieur à 563 K (290°C).

Notes techniques :

1. *Aux fins des matériaux thermoplastiques visées à l'alinéa 1-1.C.8.a.2., des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.8.a.4. et des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.8.f., la < température de transition vitreuse (Tg) > est déterminée au moyen de la méthode décrite dans la norme ISO 11357-2 (1999) ou dans des équivalents nationaux.*
2. *Aux fins des thermoplastiques visés à l'alinéa 1-1.C.8.a.2., et des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.8.a.3., la < température de transition vitreuse (Tg) > est déterminée au moyen de la méthode de cintrage à trois points décrite dans la norme ASTM D-7028-07 ou son équivalent national. L'essai doit être effectué au moyen d'un échantillon sec dont le degré de polymérisation a atteint au moins 90 % tel que précisé par la norme ASTM E 2160-04 ou une norme nationale équivalente et dont la polymérisation a été effectuée par une*

combinaison de procédés standard et post-polymérisation permettant d'obtenir la température Tg la plus élevée.

1-1.C.9. Composés fluorés non traités comme suit :

- a. Non utilisé depuis 2015
- b. Polyimides fluorés, contenant 10 % en poids ou plus de fluor combiné;
- c. Élastomères de phosphazène fluoré, contenant 30 % en poids ou plus de fluor combiné.

1-1.C.10. « Matériaux fibreux ou filamenteux » comme suit :

Notes techniques :

1. Aux fins du calcul de la « résistance à la traction spécifique », le « module spécifique » ou la masse spécifique des « matériaux fibreux ou filamenteux » des alinéas 1-1.C.10.a., 1-1.C.10.b., 1-1.C.10.c. ou 1-1.C.10.e.1.b., la résistance à la traction et le module devraient être déterminés au moyen de la méthode A décrite dans la norme ISO 10618 (2004) ou dans des équivalents nationaux.
2. Aux fins de l'évaluation de la « résistance à la traction spécifique », du « module spécifique » ou de la masse spécifique des « matériaux fibreux ou filamenteux » non unidirectionnels (p. ex., tissus, nattes aléatoires ou tresses) du paragraphe 1-1.C.10., ceci doit être basée sur les propriétés mécaniques des monofilaments unidirectionnels qui les composent (p. ex., monofilaments, fils textiles, mèches textiles ou câbles de filament) avant leur traitement en « matériaux fibreux ou filamenteux ».
- a. « Matériaux fibreux ou filamenteux » organiques, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Un « module spécifique » supérieur à $12,7 \times 10^6$ m; **et**
 2. Une « résistance à la traction spécifique » supérieure à $23,5 \times 10^4$ m;

Note :

L'alinéa 1-1.C.10.a. ne vise pas le polyéthylène.

- b. « Matériaux fibreux ou filamenteux » au carbone, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Un « module spécifique » supérieur à $14,65 \times 10^6$ m; **et**
 2. Une « résistance à la traction spécifique » supérieure à $26,82 \times 10^4$ m;

Note :

L'alinéa 1-1.C.10.b. ne vise pas :

- a. Les « matériaux fibreux ou filamenteux » pour la réparation de structures ou de produits laminés d'« aéronef civil », présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une superficie ne dépassant pas 1 m^2 ;
 2. Une longueur ne dépassant pas 2,5 m; **et**
 3. Une largeur dépassant 15 mm;
- b. Les « matériaux fibreux ou filamenteux » au carbone coupé, usiné ou taillé ayant une longueur de 25 mm ou moins.
- c. « Matériaux fibreux ou filamenteux » inorganiques, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Composé de 50 % ou plus par poids de dioxyde de silicium et présentant un « module spécifique » supérieur à $2,54 \times 10^6$ m; **ou**
 - b. Non visés à l'alinéa 1-1.C.10.c.1.a. et présentant un « module spécifique » supérieur à $5,6 \times 10^6$ m; **et**

2. Un point de fusion, de ramollissement, de décomposition ou de sublimation supérieur à 1 922 K (1 649°C) dans un environnement inerte;

Note :

L'alinéa 1-1.C.10.c. ne vise pas :

- a. Les fibres d'alumine polycristallines, polyphasées et discontinues, sous forme de fibres hachées ou de nattes irrégulières, contenant 3 % ou plus en poids de silice et possédant un « module spécifique » inférieur à 10×10^6 m;
 - b. Les fibres de molybdène et d'alliages de molybdène;
 - c. Les fibres de bore;
 - d. Les fibres céramiques discontinues dont le point de fusion, de ramollissement, de décomposition ou de sublimation est inférieur à 2 043 K (1 770°C) dans un environnement inerte.
- d. « Matériaux fibreux ou filamenteux », présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Constitués de l'un des éléments suivants :
 - a. Polyétherimides visés à l'alinéa 1-1.C.8.a.; **ou**
 - b. Substances visées aux alinéas 1-1.C.8.d. à 1-1.C.8.f.; **ou**
 2. Constitués de matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.10.d.1.a. ou 1-1.C.10.d.1.b. et « mélangés » à d'autres fibres visées aux alinéas 1-1.C.10.a., 1-1.C.10.b. ou 1-1.C.10.c.;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.10.d.2., « mélangés » signifie un mélange filament pour filament de fibres thermoplastiques et de fibres de renforcement, afin de produire un renfort fibreux/mélange «matrice» sous une forme entièrement fibreuse.

- e. « Matériaux fibreux ou filamenteux » imprégnées de résine ou de brai (préimprégnées), « Matériaux fibreux ou filamenteux » revêtues de métal ou de carbone (préformées) ou « préformes de fibre de carbone », entièrement ou partiellement imprégnées de résine ou de brai, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Comprenant des « matériaux fibreux ou filamenteux » inorganiques visés à l'alinéa 1-1.C.10.c.; **ou**
 - b. Comprenant des « matériaux fibreux ou filamenteux » organique ou au carbone, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Un « module spécifique » supérieur à $10,15 \times 10^6$ m; **et**
 2. Une « résistance à la traction spécifique » supérieure à $17,7 \times 10^4$ m;**et**
 2. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Imprégnées de résine ou de brai, visé à l'alinéa 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b.;
 - b. Une « température de transition vitreuse mesurée par analyse dynamomécanique (DMA Tg) » égale ou supérieure à 453 K (180°C), lorsqu'elles sont imprégnées de résines phénoliques; **ou**
 - c. Une « température de transition vitreuse mesurée par analyse dynamomécanique (DMA Tg) » égale ou supérieure à 505 K (232°C), lorsqu'elles sont imprégnées de résines non phénoliques et non visé à l'alinéa 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b. ou de brai non visé à l'alinéa 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b.

Note 1:

Les « matériaux fibreux ou filamenteux » en métal ou en carbone (prépréformes) ou « préformes de fibre de carbone », qui ne sont pas imprégnés de résine ou de goudron, sont visés comme « matériaux fibreux ou filamenteux » à l'alinéa 1-1.C.10.a., 1-1.C.10.b. ou 1-1.C.10.c.

Note 2 :

L'alinéa 1-1.C.10.e. ne vise pas :

- a. les « matériaux fibreux ou filamenteux » en carbone imprégnés (préimprégnés) à « matrice » de résine époxyde pour la réparation de structures ou de produits laminés d'« aéronef civil », présentant toute les caractéristiques suivantes :
 1. Une superficie ne dépassant pas 1 m²;
 2. Une longueur ne dépassant pas 2,5 m; **et**
 3. Une largeur dépassant 15 m;
- b. les « matériaux fibreux ou filamenteux » au carbone coupé, usiné ou taillé ayant une longueur de 25 mm ou moins, entièrement ou partiellement imprégnées de résine ou de brai autre que ceux visés à l'alinéa 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b.

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-1.C.10.e. et de la Note 1, les « préformes de fibres de carbone » sont un agencement ordonné de fibres enrobées ou non devant servir de cadre à une phase, avant l'introduction de la « matrice », en vue de former un « composite ».
2. Aux fins des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.10.e., la « température de transition vitreuse mesurée par analyse dynamomécanique (DMA Tg) » est déterminée selon la méthode décrite dans la norme ASTM D 7028-07 ou une norme nationale équivalente, appliquée à un échantillon sec. Dans le cas de matériaux thermodurcissables, le degré de durcissement d'un échantillon sec doit atteindre au moins 90 % selon la norme ASTM E 2160-04 ou une norme nationale équivalente.

1-1.C.11. Métaux et composés, comme suit :

- a. Métaux sous forme de particules de taille inférieure à 60 µm, de forme sphérique, atomisée, sphéroïde, floconnée ou broyée, fabriquées à partir de matériaux composés à 99 % ou plus de zirconium ou de magnésium et de leurs alliages;

Note :

Les métaux et les alliages visés à l'alinéa 1-1.C.11.a. comprennent aussi les métaux ou alliages encapsulés dans de l'aluminium, du magnésium, du zirconium ou du béryllium.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.11.a., le hafnium présent naturellement dans le zirconium (normalement une teneur de 2 % à 7 %) est compté avec le zirconium.

- b. Bore ou alliages de bore, sous forme de particules de taille égale ou inférieure à 60 µm, comme suit :
 1. Bore d'un degré de pureté de 85 % en poids ou plus;
 2. Alliages de bore d'une teneur en bore de 85 % en poids ou plus;

Note :

Les métaux et les alliages visés à l'alinéa 1-1.C.11.b. comprennent aussi les métaux ou alliages encapsulés dans de l'aluminium, du magnésium, du zirconium ou du béryllium.

- c. Nitrate de guanidine (CAS 506-93-4);
- d. Nitroguanidine (NQ) (CAS 556-88-7);
- e. Pentafluorure d'iode (CAS 7783-66-6).

N.B. :

Pour les poudres métalliques mélangées à d'autres substances pour créer un mélange formulé à des fins militaires, voir l'alinéa 2-8.c.5.b.

1-1.C.12. Matériaux, comme suit :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.12., ces matériaux sont normalement utilisés comme sources d'énergie thermique d'origine nucléaire.

- a. Toute forme de plutonium dont la teneur en plutonium 238 est supérieure à 50 % en poids;

Note :

L'alinéa 1-1.C.12.a. ne vise pas :

- a. Les quantités expédiées dont la teneur en plutonium est égale ou inférieure à 1 g;
b. Les quantités expédiées de 3 « gramme effectifs » ou moins, lorsque ces quantités sont contenues dans l'élément capteur d'un instrument.

Note technique :

Aux fins de la Note de l'alinéa 1-1.C.12., « gramme effectif » pour les isotopes de plutonium désigne le poids de l'isotope en gramme.

- b. Toute forme de neptunium 237 « préalablement séparé ».

Note :

L'alinéa 1-1.C.12.b. ne vise pas les quantités expédiées dont la teneur en neptunium 237 est égale ou inférieure à 1 g.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.12.b., « préalablement séparé » est le résultat de tout procédé tendant à élever la concentration de l'isotope contrôlé.

1-1.D. LOGICIEL

- 1-1.D.1. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'équipement visé à la sous-catégorie 1-1.B.
- 1-1.D.2. « Logiciel » pour le « développement » de produits laminés ou de matériaux « composites » à « matrice » organique, à « matrice » métallique ou à « matrice » de carbone.
- 1-1.D.3. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour permettre à l'équipement d'exécuter les fonctions de l'équipement visé à l'alinéa 1-1.A.4.c. ou 1-1.A.4.d.

1-1.E. TECHNOLOGIE

- 1-1.E.1. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » ou la « production » de l'équipement ou des matériaux visés aux alinéas 1-1.A.2. à 1-1.A.5., 1-1.A.6.b., 1-1.A.7., 1-1.B. ou 1-1.C.
- 1-1.E.2. Autre « technologie » comme suit :
- a. « Technologie » pour le « développement » ou la « production » de polybenzothiazoles ou de polybenzoxazoles;
- b. « Technologie » pour le « développement » ou la « production » de composés de fluoroélastomères contenant au moins un monomère vinyléther;

- c. « Technologie » pour la conception ou la « production » des poudres céramiques ou des matériaux céramiques non « composites » suivants :
 - 1. Poudres céramiques présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une des compositions suivantes :
 - 1. Oxydes de zirconium simples ou complexes et oxydes complexes de silicium ou d'aluminium;
 - 2. Nitrures de bore simples (formes cristallines cubiques);
 - 3. Carbures de silicium ou de bore simples ou complexes; **ou**
 - 4. Nitrures de silicium simples ou complexes;
 - b. L'une des impuretés métalliques totales suivantes (excluant les adjonctions intentionnelles) :
 - 1. Moins de 1 000 ppm pour les carbures ou les oxydes simples; **ou**
 - 2. Moins de 5 000 ppm pour les composés complexes ou les nitrures simples; **et**
 - c. Etant l'un des matériaux suivants :
 - 1. Zircon (CAS 1314-23-4) dont la taille moyenne des particules est égale ou inférieure à 1 µm et dont au plus 10 % des particules possèdent une taille supérieure à 5 µm; **ou**
 - 2. Autres poudres céramiques dont la taille moyenne des particules est égale ou inférieure à 5 µm et dont au plus 10 % des particules possèdent une taille supérieure à 10 µm;
 - 2. Matériaux céramiques non « composites » composés des matériaux visés à l'alinéa 1-1.E.2.c.1.;

Note :

L'alinéa 1-1.E.2.c.2. ne vise pas la « technologie » pour les abrasifs.

- d. Non utilisé depuis 2014
- e. « Technologie » pour l'installation, l'entretien ou la réparation des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.1.;
- f. « Technologie » pour la réparation des structures, produits laminés ou matériaux « composites » visés à l'alinéa 1-1.A.2. ou 1-1.C.7.c.;

Note :

L'alinéa 1-1.E.2.f. ne vise pas la « technologie » de réparation des structures d'« aéronefs civils » à l'aide de « matériaux fibreux ou filamenteux » en carbone et de résines époxydes, décrite dans les manuels des constructeurs d'« aéronefs ».

- g. « Bibliothèques » spécialement conçues ou modifiées pour permettre à l'équipement d'exécuter les fonctions de l'équipement visé à l'alinéa 1-1.A.4.c. ou 1-1.A.4.d.

LISTE – « EXPLOSIFS »

1. ADNBF (aminodinitrobenzofuroxane ou 7-amino-4,6-dini-trobenzofurazane-1-oxyde) (CAS 97096-78-1);
2. BNCP (perchlorate de cis-bis (5-nitrotétrazolato)-penta-amine-cobalt (III)) (CAS 117412-28-9);
3. CL-14 (ou diamino-dinitrobenzofuroxane ou 5,7-diamino-4,6-dinitrobenzofurazane-1-oxyde) (CAS 117907-74-1);
4. CL-20 (HNIW ou hexanitrohexaazaisowurtzitane) (CAS 135285-90-4);
5. PC (perchlorate de 2-(5-cyanotétrazolato)-penta-amine-cobalt (III)) (CAS 70247-32-4);
6. DADE (1,1-diamino-2,2-dinitroéthylène, FOX-7) (CAS 145250-81-3);
7. DATB (diaminotrinitrobenzène) (CAS 1630-08-6);
8. DDFP (1,4-dinitrodifurazanopipérazine);
9. DDPO (2,6-diamino-3,5-dinitropyrazine-1-oxyde, PZO) (CAS 194486-77-6);
10. DIPAM (3,3'-diamino-2,2',4,4',6,6'-hexanitrobiphényle ou dipicramide) (CAS 17215-44-0);
11. DNGU (DINGU ou dinitroglycolurile) (CAS 55510-04-8);
12. Furazanes, comme suit :
 - a. DAAOF (diaminoazoxyfurazane);
 - b. DAAZF (diaminoazofurazane) (CAS 78644-90-3);
13. HMX et dérivés, comme suit:
 - a. HMX (cyclotétraméthylènetétranitramine, octahydro-1,3,5,7-tétranitro-1,3,5,7-tétrazine, 1,3,5,7-tétranitro-1,3,5,7-tétraza-cyclooctane, octogen ou octogène) (CAS 2691-41-0);
 - b. analogues difluoroaminés du HMX;
 - c. K-55 (2,4,6,8-tétranitro-2,4,6,8-tétraza-bicyclo-[3,3,0]- octan-3-one ou HMX céto-bicyclique) (CAS 130256-72-3);
14. HNAD (hexanitroadamantane) (CAS 143850-71-9);
15. HNS (hexanitrostilbène) (CAS 20062-22-0);
16. Imidazoles, comme suit :
 - a. BNNII (octahydro-2,5-bis(nitroimino)imidazo [4,5-d]imidazole);
 - b. DNI (2,4-dinitroimidazole) (CAS 5213-49-0);
 - c. FDIA (1-fluoro-2,4-dinitroimidazole);
 - d. NTDNIA (N-(2-nitrotriazolo)-2,4-dinitroimidazole);
 - e. PTIA (1-picryl-2,4,5-trinitroimidazole);
17. NTNMH (1-(2-nitrotriazolo)-2-dinitrométhylènehydrazine);
18. NTO (ONTA ou 3-nitro-1,2,4-triazol-5-one) (CAS 932-64-9);
19. Polynitrocubanes comportant plus de 4 groupes nitro;
20. PYX (2,6-bis(picrylamino)-3,5-dinitropyridine) (CAS 38082-89-2);
21. RDX et dérivés, comme suit :
 - a. RDX (cyclotriméthylènetrinitramine, cyclonite, T4, hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine, 1,3,5-trinitro-1,3,5-triaza-cyclohexane, hexogen ou hexogène) (CAS 121-82-4);
 - b. Céto-RDX (K-6 ou 2,4,6-trinitro-2,4,6-triazacyclo-hexanone) (CAS 115029-35-1);
22. TAGN (nitrate de triaminoguanidine) (CAS 4000-16-2);
23. TATB (triaminotrinitrobenzène) (CAS 3058-38-6);
24. TEDDZ (3,3,7,7-tétrabis(difluoroamine)-octahydro-1,5-dinitro-1,5-diazocine);
25. Tétrazoles comme suit :
 - a. NTAT (nitrotriazol aminotétrazole);

- b. NTNT (1-N-(2-nitrotriazolo)-4-nitrotétrazole);
- 26. Tétryl(trinitrophénylméthylnitramine) (CAS 479-45-8);
- 27. TNAD (1,4,5,8-tétranitro-1,4,5,8-tétraazadécaline) (CAS 135877-16-6);
- 28. TNAZ (1,3,3-trinitroazétidine) (CAS 97645-24-4);
- 29. TNGU (SORGUYL ou tétranitroglycoluryle) (CAS 55510-03-7);
- 30. TNP (1,4,5,8-tétranitro-pyridazino[4,5-d]pyridazine) (CAS 229176-04-9);
- 31. Triazines comme suit :
 - a. DNAM (2-oxy-4,6-dinitroamino-s-triazine) (CAS 19899-80-0);
 - b. NNHT (2-nitroimino-5-nitro-hexahydro-1,3,5-triazine) (CAS 130400-13-4);
- 32. Triazoles comme suit :
 - a. 5-azido-2-nitrotriazole;
 - b. ADHTDN (4-amino-3,5-dihydrazino-1,2,4-triazole dinitramide) (CAS 1614-08-0);
 - c. ADNT (1-amino-3,5-dinitro-1,2,4-triazole);
 - d. BDNTA ((bis-dinitrotriazole)amine);
 - e. DBT (3,3'-dinitro-5,5-bi-1,2,4-triazole) (CAS 30003-46-4);
 - f. DNBT (dinitrobistriazole) (CAS 70890-46-9);
 - g. Non utilisé depuis 2011;
 - h. NTDNT (1-N-(2-nitrotriazolo) 3,5-dinitrotriazole);
 - i. PDNT (1-picryl-3,5-dinitrotriazole);
 - j. TACOT (tétranitrobenzotriazolobenzotriazole)(CAS 25243-36-1);
- 33. Tout explosif non énuméré, possédant une vitesse de détonation supérieure à 8 700 m/s, à une densité maximale, ou une pression de détonation supérieure à 34 GPa (340 kbar);
- 34. Non utilisé depuis 2013
- 35. Nitrocellulose (contenant plus de 12,5 % d'azote) (CAS 9004-70-0);
- 36. Nitroglycol (CAS 628-96-6);
- 37. Tétranitrate de pentaérythritol (PETN) (CAS 78-11-5);
- 38. 2,4,6-Trinitrochlorobenzène (CAS 88-88-0);
- 39. 2,4,6-trinitrotoluène (TNT) (CAS 118-96-7);
- 40. Nitroglycerine (NG) (CAS 55-63-0);
- 41. Tricyclacétonpéroxyde (TATP) (CAS 17088-37-8);
- 42. Mononitrate de guanidine (CAS 506-93-4);
- 43. Nitroguanidine (NQ) (CAS 556-88-7).
- 44. DNAN (2,4-dinitroanisole) (CAS 119-27-7);
- 45. TEX (4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoxa-4,10-diazaisowurtzitane);
- 46. GUDN (dinitramide de guanylurée) FOX-12 (CAS 217464-38-5);
- 47. Tétrazines, comme suit :
 - a. BTAT (Bis(2,2,2-trinitroéthyl)-3,6-diaminotétrazine);
 - b. LAX-112 (3,6-diamino-1,2,4,5-tétrazine-1,4-dioxyde);
- 48. Matériau ionique énergétique ayant un point de fusion entre 343 K (70°C) et 373 K (100°C), et une vitesse de détonation dépassant 6 800 m/s ou une pression de détonation supérieure à 18 GPa (180 kbar);
- 49. BTNEN (Bis(2,2,2-trinitroéthyl)-nitramine) (CAS 19836-28-3);
- 50. FTDO (5,6-(3',4'-furazano)- 1,2,3,4-tétrazine-1,3-dioxyde);
- 51. EDNA (N,N'-Dinitroéthylènediamine) (CAS 505-71-5);
- 52. TKX-50 (Dihydroxylammonium 5,5'-bistétrazole-1,1'-diolate).

CATÉGORIE 2 : TRAITEMENT DES MATÉRIAUX

1-2.A. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

N.B. :

En ce qui concerne les roulements à fonctionnement silencieux, voir l'article 2-9. de la Liste de matériel de guerre.

1-2.A.1. Roulements, systèmes de paliers et composants, comme suit :

- a. Roulements à billes et roulements à rouleaux massifs ayant des tolérances spécifiées par le fabricant conformes à la classe de tolérance 4 ou 2 de la norme ISO 492 (ou d'autres normes nationales équivalentes) ou possédant une meilleure tolérance, et dont les « bagues » et les « éléments roulants » sont en monel ou en béryllium;

Note :

L'alinéa 1-2.A.1.a. ne vise pas les roulements à rouleaux coniques.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-2.A.1.a. :

1. Une « bague » est une pièce annulaire d'un roulement radial comportant un ou plusieurs chemins de roulement (ISO 5593:1997).
 2. Un « élément roulant » est une bille ou un rouleau qui roule entre les chemins de roulement (ISO 5593:1997).
- b. Non utilisé depuis 2010
 - c. Systèmes de paliers magnétiques actifs utilisant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 1. Matériaux dont le champ d'induction est égal ou supérieur à 2,0 T et la limite d'élasticité conventionnelle est d'au moins 414 MPa;
 2. Modèles polarisés homopolaires 3D entièrement magnétiques pour actionneurs;
ou
 3. Capteurs de position haute température pour utilisation à des températures égales ou supérieures à 450 K (177°C).

1-2.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-2.B., les axes de contournage secondaires parallèles, (par exemple un axe *w* sur des aléseuses horizontales ou un axe de rotation secondaire dont l'axe de référence est parallèle à celui de l'axe de rotation principal), ne sont pas comptés dans le nombre total des axes de contournage. Les axes de rotation ne doivent pas nécessairement tourner sur 360°. Un axe de rotation peut être entraîné par un dispositif linéaire (par exemple une vis ou une crémaillère).
2. Aux fins de l'article 1-2.B., le nombre d'axes que l'on peut coordonner simultanément pour « commande de contournage » correspond au nombre d'axes le long ou autour desquels, s'effectuent, pendant le traitement de la pièce usinée, des mouvements simultanés et corrélés entre la pièce usinée et un outil. Sont exclus de ce nombre tout autre axe le long ou autour duquel sont exécutés d'autres déplacements relatifs dans la machine.

Parmi ces axes, on compte :

- a. Les dresseurs des machines;
- b. Les axes de rotation parallèles conçus pour recevoir des pièces séparées;

- c. *Les axes de rotation co-linéaires conçus pour manipuler la même pièce en la maintenant dans un mandrin à partir de bouts différents.*
 3. *Aux fins de l'alinéa 1-2.B., la nomenclature des axes sera conforme à la norme ISO 841 :2001, « Systèmes d'automatisation industrielle et intégration -- Commande numérique des machines -- Système de coordonnées et nomenclature du mouvement ».*
 4. *Aux fins de la présente catégorie, une « broche basculante » est considérée comme un axe de rotation.*
 5. *Aux fins de l'alinéa 1-2.B., la « répétabilité du positionnement unidirectionnel » déclarée peut être utilisée pour chaque modèle de machine-outil, au lieu d'essais individuels de machines et elle est déterminée comme suit :*
 - a. *Choisir cinq machines-outils du modèle à évaluer;*
 - b. *Mesurer la répétabilité des axes linéaires ($R_{\uparrow}, R_{\downarrow}$) conformément à la norme ISO 230-2 :2014 et évaluer la « répétabilité du positionnement unidirectionnel » pour chacun des axes de chacune des machines;*
 - c. *Déterminer la valeur de la moyenne arithmétique de la « répétabilité du positionnement unidirectionnel » pour chaque axe de toutes les machines ensembles. Ces valeurs de moyennes arithmétiques de la « répétabilité du positionnement unidirectionnel » ($\overline{UPR}$) deviennent la valeur déclarée pour chaque axe du modèle ($\overline{UPR}_x, \overline{UPR}_y, \dots$);*
 - d. *Comme la catégorie 2 se rapporte à chaque axe linéaire, il y aura autant de valeurs de « répétabilité du positionnement unidirectionnel » déclarées que d'axes linéaires;*
 - e. *Si un quelconque axe d'un modèle de machine-outil non visée aux alinéas 1-2.B.1.a. à 1-2.B.1.c. possède une « répétabilité du positionnement unidirectionnel » déclarée inférieure ou égale à la « répétabilité du positionnement unidirectionnel » spécifiée pour chaque modèle de machine-outil plus $0,7 \mu\text{m}$, le constructeur devrait être tenu de réaffirmer le niveau de précision à tous les dix-huit mois.*
 6. *Aux fins de l'alinéa 1-2.B., l'incertitude de mesure de la « répétabilité du positionnement unidirectionnel » telle qu'elle est définie par la norme internationale ISO 230/2 :2014 ou des équivalents nationaux, ne doit pas être prise en compte.*
 7. *Aux fins de l'alinéa 1-2.B., la mesure des axes doit être réalisée conformément aux procédures d'essai précisées au par. 5.3.2. de la norme ISO 230-2:2014. Les tests des axes de plus de 2 mètres seront effectués sur des segments de 2 m. Les axes de plus de 4 m nécessitent plusieurs tests (par exemple, deux tests pour les axes de plus de 4 m et jusqu'à 8 m, trois tests pour les axes de plus de 8 m et jusqu'à 12 m), chaque test étant appliqué à des segments de 2 m et distribué à des intervalles égaux sur la longueur de l'axe. Les segments soumis aux tests sont également espacés le long de l'ensemble de l'axe plein, et toute longueur en excès sera répartie de manière uniforme au début, au milieu, et à la fin des segments soumis aux essais. La plus petite valeur de « répétabilité du positionnement unidirectionnel » doit être signalée.*
- 1-2.B.1. *Machines-outils, comme suit, et toute combinaison de celles-ci, pour l'enlèvement ou la découpe des métaux, céramiques ou matériaux « composites », pouvant, conformément aux spécifications techniques du fabricant, être équipées de dispositifs électroniques pour la « commande numérique », comme suit :*

Note 1 :

Le paragraphe 1-2.B.1. ne vise pas les machines-outils spéciales servant uniquement à la fabrication d'engrenages. Pour ces machines-outils, voir le paragraphe 1-2.B.3.

Note 2 :

Le paragraphe 1-2.B.1. ne vise pas les machines-outils spéciales servant uniquement à la fabrication d'un des composants suivants :

- a. *Vilebrequins ou arbres à cames;*
- b. *Outils ou outils de coupe;*
- c. *Vis d'extrudeuse;*
- d. *Pièces de joaillerie facettées ou gravées; ou*

e. *Prothèses dentaires.*

Note 3 :

Une machine-outil possédant au moins deux de trois capacités parmi le tournage, le fraisage et la rectification (p. ex. un tour pouvant servir de fraiseuse) doit être évaluée en fonction de chacun des alinéas 1-2.B.1.a., 1-2.B.1.b. ou 1-2.B.1.c. qui s'applique.

Note 4 :

Une machine-outil ayant une capacité de fabrication additive en plus d'une capacité de tournage, de fraisage ou de rectification doit être évaluée en fonction de chaque alinéa 1-2.B.1.a., b. ou c., selon le cas.

N.B. :

Pour les machines-outils de finition optique, voir le paragraphe 1-2.B.2.

a. Machines-outils de tournage possédant deux axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour une « commande de contournage » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 0,9 µm le long d'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement inférieure à 1,0 m; **ou**
2. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,1 µm le long d'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement égale ou supérieure à 1,0 m;

Note 1 :

L'alinéa 1-2.B.1.a. ne vise pas les machines de tournage spécialement conçues pour la fabrication de lentilles cornéennes, possédant les caractéristiques suivantes :

- a. *Unité de commande machine ou contrôleur machine limitée à l'utilisation d'un logiciel fondé sur l'ophtalmie pour l'entrée de données relatives à la programmation des pièces;*
et
- b. *Aucune capacité de tournage sous vide.*

Note 2 :

L'alinéa 1-2.B.1.a. ne s'applique pas aux tours à barres (Swissturn) qui n'usinent les barres qu'en enfilade si le diamètre maximum des barres est égal ou inférieur à 42 mm et s'il n'est pas possible de monter des mandrins. Les machines peuvent être à même de percer ou de fraiser des pièces d'un diamètre inférieur à 42 mm.

b. Machines-outils de fraisage, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Trois axes linéaires et un axe de rotation pouvant être coordonnés simultanément pour une « commande de contournage » présentant l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes :
 - a. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 0,9 µm le long d'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement inférieure à 1,0 m; **ou**
 - b. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,1 µm le long d'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement égale ou supérieure à 1,0 m;
2. Ayant cinq axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage » et ayant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 0,9 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement inférieure à 1,0 m;

- b. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,4 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement égale ou supérieure à 1 m et inférieure à 4 m; **ou**
 - c. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieures à (meilleure que) 6,0 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement égale ou supérieure à 4 m;
 - d. Non utilisé depuis 2016
3. Machines à pointer ayant une « répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,1 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires; **ou**
4. Découpeuse rapid présentant toutes les caractéristiques suivantes:
- a. « Faux-rond de rotation » et « voile » de la broche inférieurs à (meilleures que) 0,0004 mm lecture totale (TIR); **et**
 - b. Déviation angulaire du mouvement du chariot (lacets, roulis et tangage) inférieure à (meilleure que) 2 secondes d'arc, lecture totale (TIR), sur 300 mm de déplacement.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.1.b.4.a. :

- 1. « Faux-rond de rotation » est le déplacement radial en une révolution de la broche principale mesuré dans un plan perpendiculaire à l'axe de la broche en un point de la surface tournante externe ou interne à essayer (ISO 230-1:2012).
 - 2. « Voile » est le déplacement axial en une révolution de la broche principale mesuré dans un plan perpendiculaire au plateau de la broche en un point proche de la circonférence du plateau de la broche (ISO 230-1:2012).
- c. Machines-outils de rectification présentant une des caractéristiques suivantes :
- 1. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,1 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires; **et**
 - b. Ayant trois ou quatre axes pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage »; **ou**
 - 2. Ayant cinq axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,1 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement inférieure à 1 m;
 - b. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,4 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement égale ou supérieure à 1 m et inférieure à 4 m; **ou**
 - c. « Répétabilité du positionnement unidirectionnel » égale ou inférieure à (meilleure que) 6,0 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement égale ou supérieure à 4 m;

Note :

L'alinéa 1-2.B.1.c. ne vise pas les machines de rectification suivantes :

- a. Machines de rectification externe, interne, ou externe et interne, des cylindres, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Sont limitées à la rectification cylindrique; **et**

2. *Leur capacité se limite à l'usinage de pièces dont le diamètre extérieur ou la longueur ne dépasse pas 150 mm;*
 - b. *Machines spécialement conçues en tant que rectifieuses en coordonnées ne possédant pas un axe z ou un axe w, dont la « répétabilité du positionnement unidirectionnel » est inférieure à (meilleure que) 1,1 µm;*
 - c. *Rectifieuses de surfaces.*
 - d. Machines à décharge électrique autres qu'à fil ayant deux axes de rotation ou plus qui peuvent être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage »;
 - e. Machines-outils pour l'enlèvement des métaux, céramiques ou matériaux « composites », présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Enlèvement de matériau au moyen d'un des procédés suivants :
 - a. Jet d'eau ou d'autres liquides, y compris ceux utilisant des additifs abrasifs;
 - b. Faisceau électronique; **ou**
 - c. Faisceau « laser »; **et**
 2. Ayant au moins deux axes de rotation présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Peuvent être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage »; **et**
 - b. Une « précision » de positionnement inférieure à (meilleure que) 0,003°;
 - f. Machines de perçage pour trous profonds et machines de tournage modifiées pour le perçage de trous profonds, capables de percer des trous dont la profondeur maximale est supérieure à 5 m.
- 1-2.B.2. Machines-outils de finition optique à commande numérique équipées pour l'enlèvement sélectif de matière afin de produire des surfaces optiques non sphériques présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Finition de la forme à moins (meilleure) de 1,0 µm;
 - b. Finition à une rugosité inférieure (meilleure) à 100 nm rms;
 - c. Au moins quatre axes pouvant être coordonnés simultanément de manière à permettre la « commande du contournage »; **et**
 - d. Utilisation d'un des procédés suivants :
 1. « Finition magnétorhéologique » (« FMR »);
 2. « Finition au moyen d'un fluide électrorhéologique » (« FER »); **ou**
 3. « Finition au moyen d'un faisceau de particules énergétiques »;
 4. « Finition au moyen d'un outil à membrane gonflable »; **ou**
 5. « Finition au moyen d'un jet de fluide ».

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.2. :

1. La « FMR » désigne un procédé d'usinage de matériaux utilisant un fluide magnétique abrasif dont la viscosité est régulée par un champ magnétique.
2. La « FER » désigne un procédé d'usinage utilisant un fluide abrasif dont la viscosité est régulée par un champ électrique.
3. La « finition au moyen d'un faisceau de particules énergétiques » utilise des plasmas atomiques réactifs (PAR) ou des faisceaux ioniques pour l'usinage sélectif des matériaux.
4. La « Finition au moyen d'un outil à membrane gonflable » est un processus qui met en jeu une membrane pressurisée qui se déforme pour entrer en contact avec une petite surface de la pièce travaillée.
5. La « finition au moyen d'un jet de fluide » utilise un fluide pour l'enlèvement de matière.

- 1-2.B.3. Machines-outils à « commande numérique », spécialement conçues pour tailler, finir, rectifier ou roder les engrenages droits et à denture hélicoïdale et hélicoïdale double durcis ($R_c = 40$ ou supérieur) présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- Un diamètre du cercle primitif supérieur à 1 250 mm;
 - Une largeur de denture de 15 % ou plus du diamètre du cercle primitif; **et**
 - Finis jusqu'à une qualité AGMA 14 ou meilleure (équivalant à ISO 1328 classe 3).
- 1-2.B.4. « Presses isostatiques » à chaud présentant toutes les caractéristiques suivantes et leurs composants et accessoires spécialement conçus :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.4., les « presses isostatiques » règlent la pression d'une cavité fermée par divers moyens (gaz, liquide, particules solides, etc.) afin de créer dans toutes les directions à l'intérieur de la cavité une pression égale s'exerçant sur une pièce ou un matériau.

- Environnement thermique contrôlé dans la cavité fermée et possédant une cavité de travail d'un diamètre intérieur égal ou supérieur à 406 mm; **et**
- Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - Une pression de travail maximale supérieure à 207 MPa;
 - Un environnement thermique contrôlé supérieur 1 773 K (1 500°C); **ou**
 - Une capacité d'imprégnation aux hydrocarbures et d'élimination des produits gazeux de décomposition résultants.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.4., la dimension de la cavité de travail désigne le diamètre intérieur de la cavité de travail de la presse dans laquelle la température et la pression de travail sont réalisées et ne comprend pas les dispositifs de montage. Cette dimension désignera, selon celle des deux chambres qui contient l'autre, soit le diamètre intérieur de la chambre haute pression soit le diamètre intérieur de la chambre isolée du four, la valeur prise en considération étant la plus petite.

N.B. :

Dans le cas des matrices, des moules et de l'outillage spécialement conçus, voir les numéros 1-1.B.3., 1-9.B.9. et 2-18. de la Liste de matériel de guerre.

- 1-2.B.5. Équipements spécialement conçus pour le dépôt, le traitement et le contrôle en cours d'opération de recouvrements, revêtements et modifications de surface inorganiques, comme suit, pour des substrats précisés dans la colonne 2, par les procédés mentionnés dans la colonne 1 du tableau suivant l'alinéa 1-2.E.3.f., et leurs composants de manutention, placement, manipulation et commande automatisés spécialement conçus :
- Équipements de production par dépôt en phase vapeur par procédé chimique (CVD), présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - Un procédé modifié pour l'une des techniques suivantes :
 - CVD pulsatoire;
 - Dépôt thermique par nucléation contrôlée (CNTD); **ou**
 - CVD assisté ou amélioré par plasma; **et**
 - Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - Joints rotatifs sous vide poussé (inférieur ou égal à 0,01 Pa); **ou**
 - Dispositif de commande de l'épaisseur du revêtement *in situ*;
 - Équipements de production par implantation ionique, possédant des courants de faisceau de 5 mA ou plus;

- c. Équipements de production par dépôt physique en phase vapeur par faisceau d'électrons (EB-PVD), comportant des systèmes d'alimentation de plus de 80 kW et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Système de commande à « laser » du niveau du bain liquide, qui règle avec précision la vitesse d'avance du lingot; **ou**
 - 2. Dispositif de surveillance de la vitesse commandé par ordinateur, fonctionnant selon le principe de la photoluminescence des atomes ionisés dans le flux en évaporation, destiné à contrôler la vitesse de dépôt d'un revêtement contenant deux éléments ou plus;
- d. Équipements de production par pulvérisation de plasma présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Fonctionnement sous atmosphère contrôlée à pression réduite (inférieure ou égale à 10 kPa, mesurée à 300 mm au-dessus de la sortie du pulvérisateur du pistolet) dans une chambre à vide capable d'évacuer l'air jusqu'à 0,01 Pa avant le processus de pulvérisation; **ou**
 - 2. Dispositif de commande de l'épaisseur du revêtement *in situ*;
- e. Équipements de production à dépôt par pulvérisation cathodique, pouvant présenter des densités de courant égales ou supérieures à 0,1 mA/mm² à une vitesse de dépôt égale ou supérieure à 15 µm/h;
- f. Équipements de production à dépôt par arc cathodique, comportant une grille d'électro-aimants pour la commande de direction du spot d'arc à la cathode;
- g. Équipements de production placage ionique, capable de prendre la mesure *in situ* de l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Épaisseur du revêtement sur le substrat et contrôle du débit; **ou**
 - 2. Caractéristiques optiques.

Note :

Les alinéas 1-2.B.5.a., 1-2.B.5.b., 1-2.B.5.e., 1-2.B.5.f. et 1-2.B.5.g. ne visent pas les équipements de dépôt en phase vapeur par procédé chimique, de dépôt par arc cathodique, de dépôt par pulvérisation cathodique, de placage ionique ou d'implantation ionique spécialement conçus pour les outils de coupe ou d'usinage.

- 1-2.B.6. Systèmes, équipements, unités de rétroaction de position et « ensembles électroniques », de contrôle dimensionnel ou de mesure, comme suit :

- a. Machines de mesure à coordonnées (CMM) à commande par ordinateur ou à « commande numérique », dont l'erreur maximale tolérée de mesure de longueur ($E_{0,MPE}$) tridimensionnelle (volumétrique) en tout point de la plage de fonctionnement de la machine (c'est-à-dire la longueur des axes) est égale ou inférieure à (meilleure que) $1,7 + L/1\ 000\ \mu\text{m}$ (L représentant la longueur mesurée, exprimée en millimètres), déterminée conformément à la norme ISO 10360-2 (2009);

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.6.a. :

- 1. *Le $E_{0,MPE}$ de la configuration la plus précise de la CMM indiquée par le fabricant (p. ex., meilleur valeur des paramètres suivants : sonde, longueur de stylet, paramètres de mouvement, milieu ambiant) avec l'usage de « toutes les corrections disponibles » doit être comparée avec le seuil de $1,7 + L/1\ 000\ \mu\text{m}$.*
- 2. *« Toutes les corrections disponibles » sont toutes les mesures envisageables prises par le fabricant pour minimiser les erreurs systématiques de positionnement d'un modèle*

de machine donné ou pour mesurer les erreurs de la machine à mesure de coordonnées particulière.

- b. Instruments ou systèmes de mesure de déplacement linéaire, unités de rétroaction de position linéaire, et « ensembles électroniques », comme suit :

Note :

Les systèmes de mesure à interféromètre et à codeur optique contenant un « laser » sont seulement visés à l'alinéa 1-2.B.6.b.3.

1. « Systèmes de mesure de type non à contact » ayant une « résolution » égale ou inférieure à (meilleure que) 0,2 µm entre 0 et 0,2 mm dans la « gamme de mesure »;

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.6.b.1. :

1. *Les « systèmes de mesure de type non à contact » sont conçus pour mesurer la distance entre la sonde et l'objet mesuré le long d'un vecteur unique, où la sonde ou l'objet mesuré est en mouvement.*
 2. *La « gamme de mesure » désigne la différence entre les distances de fonctionnement minimale et maximale.*
2. Unités de rétroaction de position linéaire spécialement conçues pour les machines-outils et ayant une « précision » globale inférieure à (meilleure que) $(800 + (600 \times L/1\ 000))$ nm (L représentant la longueur équivalente exprimée en millimètres);
3. Systèmes de mesure présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Contenant un « laser »;
 - b. Une « résolution » pour la pleine échelle de 0,200 nm ou moins (meilleure);
et
 - c. Capable de parvenir à une « incertitude de mesure » égale ou inférieure à (meilleure que) $(1,6 + L/2\ 000)$ nm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en millimètres) à tout point dans la portée de mesure, lorsqu'ils sont compensés pour l'indice de réfraction de l'air et mesurés sur une période de 30 secondes à une température de $20 \pm 0,01^\circ\text{C}$;

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-2.B.6.b., « résolution » est le plus petit incrément d'un dispositif de mesure; le bit le moins important sur un instrument numérique.*
 2. *Aux fins de l'alinéa 1-2.B.6.b.3.c., « incertitude de mesure » est le paramètre caractéristique spécifiant avec une fiabilité de 95 %, dans quelle gamme autour de la valeur de sortie se situe la valeur correcte de la variable à mesurer. Ce paramètre comprend les déviations systématiques non corrigées, la largeur du jeu non corrigée et les déviations aléatoires (ISO 10360-2).*
4. « Ensembles électroniques » spécialement conçus pour fournir une capacité de rétroaction dans les systèmes visés à l'alinéa 1-2.B.6.b.3.;
- c. Unités de rétroaction de position rotative spécialement conçues pour les machines-outils ou instruments de mesure de déplacement angulaire, présentant une « précision » de position angulaire égale ou inférieure à (meilleure que) 0,9 seconde d'arc;

Note :

Le sous-alinéa 1-2.B.6.c. ne vise pas les instruments optiques tels que les autocollimateurs, utilisant la lumière collimatée (p. ex. lumière laser) pour détecter le déplacement angulaire d'un miroir.

- d. Équipements destinés à mesurer la rugosité de surface (comprenant les défauts de surface) en mesurant la dispersion optique avec une sensibilité égale ou inférieure à (meilleure que) 0,5 nm.

Note :

1-2.B.6. comprend les machines-outils, autre que ceux visés à l'alinéa 1-2.B.1., pouvant servir de machines de mesure si elles correspondent aux critères établis pour la fonction de machines de mesure ou si elles dépassent ces critères.

- 1-2.B.7. « Robots » présentant l'une des caractéristiques suivantes et leurs unités de commande et « effecteurs terminaux » spécialement conçus :

- a. Non utilisé depuis 2017
- b. Spécialement conçus pour satisfaire aux normes nationales de sécurité relatives aux environnements d'armements potentiellement explosifs;

Note :

L'alinéa 1-2.B.7.b. ne vise pas les « robots » spécialement conçus pour les cabines de peinture au pistolet.

- c. Spécialement conçus ou durcis pour résister à une dose de radiation de plus de 5×10^3 Gy (Si) sans que leur fonctionnement soit altéré; **ou**
- d. Spécialement conçus pour fonctionner à plus de 30 000 m d'altitude.

- 1-2.B.8. « Tables rotatives inclinables » et « broches basculantes », spécialement conçues pour les machines-outils, comme suit :

- a. Non utilisé depuis 2017
- b. Non utilisé depuis 2017
- c. « Tables rotatives inclinables » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Conçues pour les machines-outils pour le tournage, le fraisage ou la rectification; **et**
 - 2. Deux axes de rotation conçues pour être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage ».

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.8.c., une « table rotative inclinable » est une table permettant à la pièce à usiner de tourner et de pivoter autour de deux axes non parallèles.

- d. « Broches basculantes » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Conçues pour les machines-outils pour le tournage, le fraisage ou la rectification; **et**
 - 2. Conçues pour être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage ».

- 1-2.B.9. Machines à repousser ou à fluotourner et machines à fluotourner qui, conformément aux spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipées d'unités de « commande numérique » ou de commande numérique par calculateur et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Trois axes commandés ou plus, dont au moins deux peuvent être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage »; **et**
- b. Molette ou galet de formage exerçant une force supérieure à 60 kN.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.9., les machines combinant les fonctions de repoussage et de fluotournage sont considérées comme ces machines à fluotourner.

1-2.C. MATÉRIAUX

Néant

1-2.D. LOGICIELS

- 1-2.D.1. « Logiciels », autres que ceux visés à l'alinéa 1-2.D.2., comme suit :
- a. Logiciel spécialement conçu ou modifié pour le « développement » ou la « production » des équipements visés aux sous-catégories 1-2.A. ou 1-2.B.
 - b. Logiciel spécialement conçu ou modifié pour l'« utilisation » des équipements visés aux sous-catégories 1-2.A. ou 1-2.B., 1-2.A.1.c., 1-2.B.1., ou 1-2.B.3. à 1-2.B.9.

Note :

Le paragraphe 1-2.D.1. ne s'applique pas à la partie du « logiciel » de programmation qui génère des codes de « commande numérique » utilisés pour usiner diverses pièces.

- 1-2.D.2. « Logiciels » destinés aux dispositifs électroniques, même ceux résidant dans un dispositif ou un système électronique, et permettant à ceux-ci de fonctionner comme une unité de « commande numérique » capable de coordonner simultanément plus de 4 axes pour la « commande de contournage » :

Note 1 :

Le paragraphe 1-2.D.2. ne vise pas les « logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'exploitation de items non visées par la catégorie 2.

Note 2 :

Le paragraphe 1-2.D.2. ne vise pas les « logiciels » destinés à l'équipement visé par le paragraphe 1-2.B.2. Pour les « logiciels » visés par le paragraphe 1-2.B.2., voir le paragraphe 1-2.D.1. et 1-2.D.3.

Note 3 :

Le paragraphe 1-2.D.2. ne vise pas les « logiciels » qui sont exportés avec les items non visées par la catégorie 2 et qui sont essentiels à leur fonctionnement.

- 1-2.D.3. « Logiciels » conçus ou modifiés pour le fonctionnement des équipements visés par le paragraphe 1-2.B.2. et qui convertissent des conceptions optiques, des mesures de pièces et des fonctions d'enlèvement de matière en « commandes numériques » afin de réaliser la forme voulue de pièces.

1-2.E. TECHNOLOGIE

- 1-2.E.1. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » des équipements ou du « logiciel » visés aux sous-catégories 1-2.A., 1-2.B. ou 1-2.D.

Note :

1-2.E.1 inclut la « technologie » pour l'intégration des systèmes de sonde dans les machines de mesure à coordonnées (CMM) visées à l'alinéa 1-2.B.6.a.

- 1-2.E.2. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour la « production » des équipements visés aux sous-catégories 1-2.A. ou 1-2.B.

- 1-2.E.3. Autres « technologie », comme suit :

- a. Non utilisé depuis 2017
- b. « Technologie » des procédés de fabrication par travail des métaux, comme suit :

1. « Technologie » de conception des outils, « matrices » ou montages spécialement conçus pour les procédés suivants :
 - a. « Formage à l'état de superplasticité »;
 - b. « Soudage par diffusion »; **ou**
 - c. « Pressage hydraulique par action directe »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-2.E.3.b.1.c., le « pressage hydraulique par action directe » est un procédé de déformation faisant appel à une vessie souple remplie de liquide et placée en contact direct avec la pièce.

2. Non utilisé depuis 2020

N.B. :

Pour les « technologies » des procédés de fabrication par travail des métaux applicables aux moteurs à turbine à gaz et à leurs composants, voir le paragraphe 1-9.E.3. et la catégorie 2-22.

- c. « Technologie » pour le « développement » ou la « production » des machines et « matrices » de formage hydraulique par étirage, pour la fabrication de structures de cellule d'aéronef;
- d. Non utilisé depuis 2017
- e. « Technologie » pour le développement de « logiciel » d'intégration pour l'incorporation dans des unités de « commande numérique » de systèmes experts servant à la prise en charge, par des décisions à un niveau élevé, des opérations en atelier;
- f. « Technologie » pour l'application des revêtements inorganiques par recouvrement ou modification de surface (spécifiés dans la colonne 3 du tableau des méthodes de dépôt ci-après), sur les substrats non électroniques (spécifiés dans la colonne 2 du tableau ci-après) par les procédés spécifiés dans la colonne 1 du tableau ci-après et définis dans la Note technique.

N.B. :

Il faut lire ce tableau pour viser la « technologie » d'un « procédé de revêtement » particulier uniquement lorsque le revêtement résultant dans la colonne 3 est dans un paragraphe correspondant directement au « substrat » pertinent de la colonne 2. Par exemple, les données techniques sur le « procédé de revêtement » par dépôt en phase vapeur par procédé chimique (CVD) sont incluses pour l'application de « siliciures » sur des substrats constitués de « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » « métallique », mais ne le sont pas pour l'application de « siliciures » sur des substrats constitués de « carbure de tungstène cémenté (16), carbure de silicium (18) ». Dans le second cas, le revêtement résultant n'apparaît pas au paragraphe de la colonne 3 qui correspond directement au paragraphe de la colonne 2 « carbure de tungstène cémenté (16), carbure de silicium (18) ».

TABLEAU – MÉTHODES DE DÉPÔT

Procédé de revêtement (1)*	Substrat	Revêtement résultant
A. Dépôt en phase vapeur par procédé chimique (CVD)	« Superalliages »	Aluminures pour passage internes
	Céramiques (19) et Verres à faible dilatation (14)	Siliciures Carbures Couches diélectriques (15) Diamant Carbone de type diamant (17)
	Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique	Siliciures Carbures Métaux réfractaires Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Aluminures Aluminures alliés (2) Nitrure de bore
	Carbure de tungstène cémenté (16) Carbure de silicium (18)	Carbures Tungstène Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15)
	Molybdène et alliages de molybdène	Couches diélectriques (15)
	Béryllium et alliages de béryllium	Couches diélectriques (15) Diamant Carbone de type diamant (17)
	Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)	Couches diélectriques (15) Diamant Carbone de type diamant (17)
B. Dépôt en phase vapeur par procédé physique par évaporation thermique (TE-PVD)		
B.1. Dépôt en phase vapeur par procédé physique (PVD) par faisceau d'électrons (EB-PVD) (suite)	« Superalliages »	Siliciures alliés Aluminures alliés (2) MCrAlX (5) Zircons modifiées (12) Siliciures Aluminures Leurs mélanges (4)
	Céramiques (19) et Verres à faible dilatation (14)	Couches diélectriques (15)

* Les chiffres entre parenthèses renvoient aux Notes qui suivent le présent Tableau.

Procédé de revêtement (1)*	Substrat	Revêtement résultant
B.1. (con't)	Acier anticorrosion (7)	MCrAlX (5) Zircons modifiées (12) Leurs mélanges(4)
	Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique	Siliciures Carbures Métaux réfractaires Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Nitrure de bore
	Carbure de tungstène cimenté (16)	Carbures Tungstène
	Carbure de silicium (18)	Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15)
	Molybdène et alliages de molybdène	Couches diélectriques (15)
	Béryllium et alliages de béryllium	Couches diélectriques (15) Borures Béryllium
	Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)	Couches diélectriques (15)
B.2. Dépôt en phase vapeur par procédé physique (PVD) par chauffage par résistance assisté par faisceau d'ions (placage ionique)	Alliages de titane (13)	Borures Nitrures
	Céramiques (19) et Verres à faible dilatation (14)	Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)
	Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique	Couches diélectriques (15)
	Carbure de tungstène cimenté (16)	Couches diélectriques (15)
	Carbure de silicium	
	Molybdène et alliages de molybdène	Couches diélectriques (15)
	Béryllium et alliages de béryllium	Couches diélectriques (15)
	Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)	Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)

Procédé de revêtement (1) *	Substrat	Revêtement résultant
B.3. Dépôt en phase vapeur par procédé physique (PVD) par évaporation par « lasers »	Céramiques (19) et Verres à faible dilatation (14)	Siliciures Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)
	Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique	Couches diélectriques (15)
	Carbure de tungstène cimenté (16) Carbure de silicium	Couches diélectriques (15)
	Molybdène et alliages de molybdène	Couches diélectriques (15)
	Béryllium et alliages de béryllium	Couches diélectriques (15)
	Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)	Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)
B.4. Dépôt en phase vapeur par procédé physique (PVD) par arc cathodique	« Superalliages »	Siliciures alliés Aluminures alliés(2) MCrAlX (5)
	Polymères (11) et « Composites » à « matrice » organique	Borures Carbures Nitrures Carbone de type diamant (17)
C. Cimentation en caisse (voir le Paragraphe A. ci-dessus pour la cimentation hors « caisse ») (10)	Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique	Siliciures Carbures Leurs mélanges (4)
	Alliages de titane (13)	Siliciures Aluminures Aluminures alliés (2)
	Métaux et alliages réfractaires (8)	Siliciures Oxydes

Procédé de revêtement (1)*	Substrat	Revêtement résultant
D. Pulvérisation de plasma	« Superalliages »	MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Leurs mélanges (4) Nickel-graphite sujet à abrasion Ni-Cr-Al-Bentonite sujet à abrasion Al-Si-Polyester sujet à abrasion Aluminures alliés (2)
	Alliages d'aluminium (6)	MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Siliciures Leurs mélanges (4)
	Métaux et alliages réfractaires (8)	Aluminures Siliciures Carbures
	Acier anticorrosion (7)	MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Leurs mélanges (4)
	Alliages de titane (13)	Carbures Aluminures Siliciures Aluminures alliés (2) Nickel-graphite sujet à abrasion Ni-Cr-Al-Bentonite sujet à abrasion Al-Si-Polyester sujet à abrasion
E. Dépôt de barbotine	Métaux et alliages réfractaires (8)	Siliciures fondus Aluminures fondus à l'exclusion des éléments de chauffage par résistance
	Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique	Siliciures Carbures Leurs mélanges (4)

Procédé de revêtement (1) *	Substrat	Revêtement résultant
F. Dépôt par pulvérisation cathodique	« Superalliages »	Siliciures alliés Aluminures alliés Aluminures modifiés par un métal noble (3) MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Platine Leurs mélanges (4)
	Céramiques (19) et Verres à faible dilatation (14)	Siliciures Platine Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)
	Alliages de titane (13)	Borures Nitrures Oxydes Siliciures Aluminures Aluminures alliés (2) Carbures
	Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique	Siliciures Carbures Métaux réfractaires Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Nitrure de bore
	Carbure de tungstène cémenté (16) Carbure de silicium (18)	Carbures Tungstène Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Nitrure de bore
	Molybdène et alliages de molybdène	Couches diélectriques (15)
	Béryllium et alliages de béryllium	Borures Couches diélectriques (15) Béryllium
	Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)	Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)
	Métaux et alliages réfractaires (8)	Aluminures Siliciures Oxydes Carbures

Procédé de revêtement (1)*	Substrat	Revêtement résultant
G. Implantation ionique	Aciers pour roulements à haute température	Adjonctions de chrome, de tantale ou niobium (columbium)
	Alliages de titane (13)	Borures Nitrures
	Béryllium et alliages de béryllium	Borures
	Carbure de tungstène cémenté (16)	Carbures Nitrures

TABLEAU - MÉTHODES DE DÉPÔT - NOTES

1. Les termes « procédé de revêtement », désignent aussi bien le revêtement initial que les retouches ou remises en état du revêtement.
2. Les termes « revêtement d'aluminure allié » couvrent les revêtements réalisés en un ou plusieurs stades dans lesquels un ou des éléments sont déposés avant ou pendant l'application du revêtement d'aluminure, même si ce dépôt est effectué par un autre procédé de revêtement. Ces termes ne couvrent pas l'usage multiple de procédés de cémentation en caisse en un seul stade pour réaliser des aluminures alliés.
3. Les termes « revêtement d'aluminure modifié par un métal noble » couvrent les revêtements réalisés en plusieurs stades dans lesquels le ou les métaux nobles sont déposés par un autre procédé de revêtement avant l'application du revêtement d'aluminure.
4. Les termes « Leurs mélanges » couvrent les matériaux infiltrés, les compositions graduées, les dépôts simultanés et dépôts multicouches et sont obtenus par un ou plusieurs des procédés de revêtement énumérés dans le tableau ci-dessus.
5. MCrAlX désigne un alliage de revêtement où M équivaut à du cobalt, du fer, du nickel ou à des combinaisons de ces éléments, et X à du hafnium, de l'yttrium, du silicium, du tantale en toute quantité ou à d'autres adjonctions intentionnelles de plus de 0,01 % en poids en proportions et combinaisons diverses, à l'exclusion :
 - a. Des revêtements de CoCrAlY contenant moins de 22 % en poids de chrome, moins de 7 % en poids d'aluminium et moins de 2 % en poids d'yttrium;
 - b. Des revêtements de CoCrAlY contenant 22 à 24 % en poids de chrome, 10 à 12 % en poids d'aluminium et 0,5 à 0,7 % en poids d'yttrium; **ou**
 - c. Des revêtements de NiCrAlY contenant 21 à 23 % en poids de chrome, 10 à 12 % en poids d'aluminium et 0,9 à 1,1 % en poids d'yttrium.
6. Les termes « alliages d'aluminium » désignent des alliages ayant une résistance à la traction maximale égale ou supérieure à 190 MPa, mesurée à une température de 293 K (20°C).
7. Les termes « acier anticorrosion » désignent les aciers de la série AISI (American Iron and Steel Institute) 300 ou les aciers correspondant à une norme nationale équivalente.
8. Les « métaux réfractaires et leurs alliages » comprennent les métaux suivants et leurs alliages : niobium (columbium), molybdène, tungstène et tantale.
9. Les « matériaux pour fenêtres de capteurs » sont les suivants : alumine, silicium, germanium, sulfure de zinc, séléniure de zinc, arséniure de gallium, diamant, phosphore de gallium, saphir et les halogénures métalliques suivants : matériaux pour fenêtres de capteurs ayant un diamètre supérieur à 40 mm : le fluorure de zirconium et le fluorure d'hafnium.

10. La catégorie 2 ne s'applique pas à la « technologie » afférente à la cémentation en caisse en une seule phase de profils de voilure d'une seule pièce.
11. Les « polymères » suivants : polyimides, polyesters, polysulfures, polycarbonates et polyuréthanes.
12. Par « zircons modifiés », on entend des zircons ayant subi des additions d'autres oxydes métalliques (oxydes de calcium, de magnésium, d'yttrium, de hafnium ou de terres rares) afin de stabiliser certaines phases cristallographiques et compositions de ces phases. Les revêtements servant de barrière thermique constitués de zircons, modifiés à l'aide d'oxyde de calcium ou de magnésium par mélange ou fusion, ne sont pas visés.
13. Les « alliages de titane » désignent seulement des alliages utilisés dans l'aérospatiale, ayant une résistance à la traction maximale égale ou supérieure à 900 MPa, mesurée à 293 K (20°C).
14. Les « verres à faible dilatation » désignent des verres ayant un coefficient de dilatation thermique égal ou inférieur à $1 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ mesuré à 293 K (20°C).
15. Les « couches diélectriques » sont des revêtements composés de plusieurs couches de matériaux isolants dans lesquelles les propriétés d'interférence d'un ensemble de divers matériaux ayant des indices de réfraction différents sont utilisées pour réfléchir, transmettre ou absorber différentes bandes de longueurs d'onde. Les couches diélectriques renvoient à plus de quatre couches diélectriques ou couches « composites » diélectrique/métal.
16. Le carbure de tungstène cémenté ne comprend pas les matériaux d'outils de coupe et de formage consistant en carbure de tungstène/(cobalt, nickel), en carbure de titane/(cobalt, nickel), en carbure de chrome/nickel-chrome et en carbure de chrome/nickel.
17. La « technologie » pour le dépôt de carbone de type diamant sur tout matériau de la liste qui suit n'est pas visée : lecteurs de disquettes et têtes de lecture magnétiques, équipement pour la fabrication de produits jetables, valves de robinet, diaphragmes acoustiques pour haut-parleurs, pièces de moteur pour automobiles, outils de coupe, matrices de presse-poinçonneuse, équipement de bureautique, microphones, instruments médicaux ou moules pour le coulage ou le moulage de plastiques, fabriqués à partir d'alliages renfermant moins de 5 % de béryllium.
18. Le terme « carbure de silicium » ne comprend pas les matériaux pour outils de coupe et outils de forme.
19. Les termes « substrats céramiques », tels qu'utilisés dans cet article, ne comprennent pas les matériaux céramiques contenant 5 % en poids ou plus d'argile ou de ciment, sous forme de composants séparés ou combinés.

TABEAU - MÉTHODES DE DÉPÔT - NOTES TECHNIQUES :

Les procédés spécifiés dans la colonne 1 du tableau ci-dessus sont définis comme suit :

- A. Le dépôt en phase vapeur par procédé chimique (CVD) est un procédé de revêtement par recouvrement ou revêtement par modification de surface par lequel un métal, un alliage, un matériau « composite », un diélectrique ou une céramique est déposé sur un substrat chauffé. Les gaz réactifs sont réduits ou combinés au voisinage du substrat, ce qui entraîne le dépôt du matériau élémentaire, de l'alliage ou du composé souhaité sur le substrat. L'énergie nécessaire à cette décomposition ou réaction chimique peut être fournie par la chaleur du substrat, par un plasma à décharge lumineuse ou par un rayonnement « laser ».

N.B. 1 :

Le CVD comprend les procédés suivants : dépôt hors caisse à flux de gaz dirigé, CVD pulsatoire, dépôt thermique par nucléation contrôlée (CNTD), CVD amélioré par plasma ou assisté par plasma.

N.B. 2 :

Le terme caisse désigne un substrat plongé dans un mélange de poudres.

N.B. 3 :

Les gaz réactifs utilisés dans le procédé hors caisse sont obtenus à l'aide des mêmes réactions et paramètres élémentaires qu'avec le procédé de cémentation en caisse, à ceci près que le substrat à revêtir n'est pas en contact avec le mélange de poudres.

- B. Le dépôt en phase vapeur par procédé physique par évaporation thermique (TE-PVD) est un procédé de revêtement par recouvrement exécuté dans un vide, à une pression inférieure à 0,1 Pa, par lequel une source d'énergie thermique est utilisée pour la vaporisation du matériau de revêtement. Ce procédé donne lieu à la condensation ou au dépôt du matériau évaporé sur des substrats disposés de façon adéquate.

L'addition de gaz à la chambre sous vide pendant le processus de revêtement afin de synthétiser les revêtements composés constitue une variante courante du procédé.

L'utilisation de faisceaux d'ions ou d'électrons ou de plasma, pour activer ou assister le dépôt du revêtement est également une variante courante. On peut également utiliser des instruments de contrôle pour mesurer en cours de processus les caractéristiques optiques et l'épaisseur des revêtements.

Les techniques spécifiques de dépôt en phase vapeur par procédé physique par évaporation thermique (TE-PVD) sont les suivantes :

1. Dépôt en phase vapeur par procédé physique (PVD) par faisceau d'électrons, qui fait appel à un faisceau d'électrons pour chauffer le matériau constituant le revêtement et en provoquer l'évaporation;
2. Dépôt en phase vapeur par procédé physique (PVD) par chauffage par résistance et assisté par procédé ionique, qui fait appel à des sources de chauffage par résistance électrique en combinaison avec un ou des faisceaux ioniques incidents pour produire un flux contrôlé et uniforme du matériau évaporé;
3. Vaporisation par « laser » qui utilise des faisceaux « lasers » pulsés ou en ondes entretenues pour vaporiser le matériau constituant le revêtement;
4. Dépôt par arc cathodique qui utilise une cathode fusible du matériau constituant le revêtement et qui émet une décharge d'arc provoquée à la surface par le contact momentané d'un déclencheur mis à la masse. Les mouvements contrôlés de la formation d'arc attaquent la surface de la cathode, ce qui crée un plasma fortement ionisé. L'anode peut être soit un cône fixé à la périphérie de la cathode par l'intermédiaire d'un isolant, soit la chambre elle-même. La polarisation du substrat sert au dépôt hors de portée visuelle;

N.B. :

Cette définition ne s'applique pas au dépôt par arc cathodique aléatoire avec des substrats non polarisés.

5. Le placage ionique est une modification spéciale d'une technique générale de dépôt en phase vapeur par procédé physique par évaporation thermique (TE-PVD) par laquelle une source d'ions ou un plasma est utilisé pour ioniser le matériau à déposer, une polarisation négative étant appliquée au substrat afin de faciliter l'extraction, hors du plasma, du matériau. L'introduction de matériaux réactifs, l'évaporation de solides à l'intérieur de la chambre de traitement, ainsi que l'utilisation d'instruments de contrôle pour mesurer en cours de processus les caractéristiques optiques et l'épaisseur des revêtements sont des variantes ordinaires de ce procédé.
- C. La cémentation en caisse est un procédé de revêtement par modification de surface ou revêtement par recouvrement, par lequel un substrat est plongé dans un mélange de poudres (caisse) comprenant :
1. Les poudres métalliques à déposer (généralement de l'aluminium, du chrome, du silicium ou des combinaisons de ces métaux);

2. Un activant (généralement un sel haloïde); et
3. Une poudre inerte (la plupart du temps de l'alumine).

Le substrat et le mélange de poudres sont placés dans une cornue qui est portée à une température comprise entre 1 030 K (757°C) et 1 375 K (1 102°C) pendant un temps suffisant pour permettre le dépôt du revêtement.

- D. La pulvérisation de plasma est un procédé de revêtement par recouvrement par lequel un canon (chalumeau vaporisateur) produisant et contrôlant un plasma, reçoit des matériaux de revêtement sous forme de poudre ou de fil, les fait fondre et les projette sur un substrat où se forme ainsi un revêtement intégralement adhérent. La pulvérisation de plasma constitue soit une pulvérisation à faible pression ou une pulvérisation à grande vitesse.

N.B. 1 :

Par basse pression, on entend une pression inférieure à la pression atmosphérique ambiante.

N.B. 2 :

Par grande vitesse, on entend une vitesse du gaz à la sortie du chalumeau supérieure à 750 m/s, calculée à 293 K (20°C) et à une pression de 0,1 MPa.

- E. Le dépôt de barbotine est un procédé de revêtement par modification de surface ou revêtement par recouvrement par lequel une poudre de métal ou de céramique, associée à un liant organique et en suspension dans un liquide, est appliquée à un substrat par pulvérisation, trempage ou étalage. L'ensemble est ensuite séché à l'air ou dans un four puis soumis à un traitement thermique afin d'obtenir le revêtement voulu.
- F. Le dépôt par pulvérisation cathodique est un procédé de revêtement par recouvrement, fondé sur un phénomène de transfert d'énergie cinétique, par lequel des ions positifs sont accélérés par un champ électrique et projetés sur la surface d'une cible (matériau de revêtement). L'énergie cinétique dégagée par le choc des ions est suffisante pour que des atomes de la surface de la cible soient libérés et se déposent sur le substrat placé de façon adéquate.

N.B. 1 :

Le tableau ci-dessus se réfère uniquement au dépôt par pulvérisation cathodique par triode, par magnétron ou réactive qui est utilisé pour augmenter l'adhérence du revêtement et la vitesse de dépôt, et au dépôt par pulvérisation cathodique amélioré par radiofréquences (RF), utilisé pour permettre la vaporisation de matériaux de revêtement non métalliques.

N.B. 2 :

Des faisceaux ioniques à faible énergie (< 5 keV) peuvent être utilisés pour activer le dépôt.

- G. L'implantation ionique est un procédé de revêtement par modification de surface par lequel l'élément à allier est ionisé, accéléré par un gradient de potentiel et implanté dans la zone superficielle du substrat. Cela comprend les procédés dans lesquels l'implantation ionique est effectuée en même temps que le dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons ou le dépôt par pulvérisation cathodique.

TABLEAU - MÉTHODES DE DÉPÔT - ACCORD D'INTERPRÉTATION

Il est entendu que les informations techniques ci-après accompagnant le Tableau des méthodes de dépôt sont destinées à être utilisées le cas échéant.

1. L'information technique de prétraitement des substrats énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
 - a. Paramètres des cycles des bains de nettoyage et de décapage chimique, comme suit :
 1. Composition des bains :
 - a. Pour éliminer les revêtements anciens ou défectueux, les produits de la corrosion ou les dépôts étrangers;

- b. Pour la préparation des substrats vierges;
 - 2. Durée d'immersion dans les bains;
 - 3. Température des bains;
 - 4. Nombre et séquence des cycles de lavage;
 - b. Critères visuels et macroscopiques d'acceptation de la pièce nettoyée;
 - c. Paramètres du cycle de traitement thermique, comme suit :
 - 1. Paramètres de l'atmosphère, comme suit :
 - a. Composition de l'atmosphère;
 - b. Pression de l'atmosphère;
 - 2. Température du traitement thermique;
 - 3. Durée du traitement thermique;
 - d. Paramètres de préparation de la surface du substrat, comme suit :
 - 1. Paramètres de sablage, comme suit :
 - a. Composition du sable;
 - b. Taille et forme des grains de sable;
 - c. Vitesse de projection du sable;
 - 2. Durée et séquence du cycle de nettoyage après sablage;
 - 3. Paramètres de finition de surface;
 - 4. Application d'agents liants pour faciliter l'adhérence;
 - e. Paramètres des techniques de masquage, comme suit :
 - 1. Matériau du masque;
 - 2. Emplacement du masque.
- 2. L'information technique afférente aux méthodes d'assurance de qualité in situ pour l'évaluation des procédés de revêtement énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
 - a. Paramètres de l'atmosphère, comme suit :
 - 1. Composition de l'atmosphère;
 - 2. Pression de l'atmosphère;
 - b. Paramètres de temps;
 - c. Paramètres de température;
 - d. Paramètres d'épaisseur;
 - e. Paramètres d'indice de réfraction;
 - f. Contrôle de la composition.
- 3. L'information technique afférente aux traitements après dépôt des substrats revêtus énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
 - a. Paramètres de grenaillage, comme suit :
 - 1. Composition de la grenaille;
 - 2. Taille de la grenaille;
 - 3. Vitesse de projection de la grenaille;
 - b. Paramètres de nettoyage après grenaillage;
 - c. Paramètres du cycle de traitement thermique, comme suit :
 - 1. Paramètres de l'atmosphère, comme suit :
 - a. Composition de l'atmosphère;
 - b. Pression de l'atmosphère;
 - 2. Cycles temps-température;

- d. Critères visuels et macroscopiques après traitement thermique pour l'acceptation du substrat revêtu;
- 4. L'information technique afférente aux méthodes d'assurance de qualité pour évaluation des substrats revêtus énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
 - a. Critères d'échantillonnage statistique;
 - b. Critères microscopiques pour :
 - 1. L'agrandissement;
 - 2. L'uniformité de l'épaisseur du revêtement;
 - 3. L'intégrité du revêtement;
 - 4. La composition du revêtement;
 - 5. La liaison entre le revêtement et les substrats;
 - 6. L'uniformité de la microstructure;
 - c. Critères pour l'évaluation des propriétés optiques (mesurés en fonction de la longueur d'onde) :
 - 1. Réflectance;
 - 2. Transmission;
 - 3. Absorption;
 - 4. Dispersion;
- 5. Les informations techniques et paramètres relatifs aux procédés spécifiques de revêtement et de modification de surface énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
 - a. Pour le dépôt en phase vapeur par procédé chimique (CVD) :
 - 1. Composition et formule de la source du revêtement;
 - 2. Composition du gaz porteur;
 - 3. Température du substrat;
 - 4. Cycles temps-température-pression;
 - 5. Contrôle du gaz et manipulation de la pièce;
 - b. Pour le dépôt en phase vapeur par procédé physique (TE-PVD) par évaporation thermique :
 - 1. Composition du lingot ou de la source du matériau de revêtement;
 - 2. Température du substrat;
 - 3. Composition du gaz réactif;
 - 4. Vitesse d'avance du lingot ou vitesse de vaporisation du matériau;
 - 5. Cycles temps-température-pression;
 - 6. Manipulation du faisceau et de la pièce;
 - 7. Paramètres « laser », comme suit :
 - a. Longueur d'onde;
 - b. Densité d'énergie;
 - c. Longueur d'impulsion;
 - d. Taux de répétition;
 - e. Source;
 - c. Pour la cémentation en caisse :
 - 1. Composition et formule de la caisse;
 - 2. Composition du gaz porteur;
 - 3. Cycles temps-température-pression;

- d. Pour la pulvérisation de plasma :
 - 1. Composition, préparation et répartition particulière des poudres;
 - 2. Composition et paramètres du gaz d'alimentation;
 - 3. Température du substrat;
 - 4. Paramètres de puissance du canon;
 - 5. Distance de pulvérisation;
 - 6. Angle de pulvérisation;
 - 7. Composition, pression et vitesse d'écoulement du gaz de couverture;
 - 8. Contrôle du canon et manipulation de la pièce;
- e. Pour le dépôt par pulvérisation cathodique :
 - 1. Composition et fabrication de la cible;
 - 2. Positionnement géométrique de la pièce et de la cible;
 - 3. Composition du gaz réactif;
 - 4. Polarisation électrique;
 - 5. Cycles temps-température-pression;
 - 6. Puissance de la triode;
 - 7. Manipulation de la pièce;
- f. Pour l'implantation ionique :
 - 1. Contrôle du faisceau et manipulation de la pièce;
 - 2. Détails de conception de la source d'ions;
 - 3. Techniques de contrôle du faisceau d'ions et paramètres de la vitesse de dépôt;
 - 4. Cycles temps-température-pression;
- g. Pour le placage ionique :
 - 1. Contrôle du faisceau et manipulation de la pièce;
 - 2. Détails de conception de la source d'ions;
 - 3. Techniques de contrôle du faisceau d'ions et paramètres de la vitesse de dépôt;
 - 4. Cycles temps-température-pression;
 - 5. Vitesse d'avance et vitesse de vaporisation du matériau de revêtement;
 - 6. Température du substrat;
 - 7. Paramètres de polarisation du substrat.

CATÉGORIE 3 : ÉLECTRONIQUE

1-3.A. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

Note 1 :

Le statut des équipements et composants décrits à la sous-catégorie 1-3.A., autres que ceux décrits aux alinéas 1-3.A.1.a.3. à 1-3.A.1.a.10., 1-3.A.1.a.12. à 1-3.A.1.a.14., ou 1-3.A.1.b.12., qui sont spécialement conçus pour d'autres équipements ou qui présentent les mêmes caractéristiques fonctionnelles que ceux-ci, est déterminé par le statut de ces autres équipements.

Note 2 :

Le statut des circuits intégrés décrits aux alinéas 1-3.A.1.a.3. à 1-3.A.1.a.9., ou 1-3.A.1.a.12. à 1-3.A.1.a.14., qui sont programmés ou conçus, de façon non modifiable, pour une fonction spécifique d'un autre équipement est déterminé par le statut de cet autre équipement.

N.B. :

Lorsque le fabricant ou le demandeur de la licence ne peut déterminer le statut des autres équipements, le statut des circuits intégrés est déterminé aux alinéas 1-3.A.1.a.3. à 1-3.A.1.a.9., et 1-3.A.1.a.12 à 1-3.A.1.a.14.

Note 3 :

Le statut des plaquettes (finies ou non finies), dans lesquelles la fonction a été déterminée, doit être évalué en fonction des paramètres de l'alinéa 1-3.A.1.a., 1-3.A.1.b., 1-3.A.1.d., 1-3.A.1.e.4., 1-3.A.1.g., 1-3.A.1.h., ou 1-3.A.1.i.

1-3.A.1. Articles électroniques comme suit :

1-3.A.1.a. Circuits intégrés à usage général, comme suit :

Note :

Les circuits intégrés comprennent les types suivants :

- « Circuits intégrés monolithiques »;
- « Circuits intégrés hybrides »;
- « Circuits intégrés à microplaquettes multiples »;
- « Circuits intégrés à film », y compris les circuits intégrés silicium sur saphir;
- « Circuits intégrés optiques »;
- « Circuits intégrés tridimensionnels »;
- « Circuits intégrés monolithiques hyperfréquences » (« CIMH »).

Notes techniques :

Aux fins de la Note de l'alinéa 1-3.A.1.a. :

1. « Circuits intégrés à film » est un réseau d'« éléments de circuit » et d'interconnexions métalliques formé par le dépôt d'un film mince ou épais sur un « substrat » isolant.
2. « Circuits intégrés tridimensionnels » est un ensemble de puces de semi-conducteurs ou de couches actives de dispositifs, intégrés ensemble, et comportant des connexions passant à travers un semi-conducteur traversant entièrement un interposeur, un substrat, une puce, ou une couche pour établir une liaison entre les couches de dispositifs. Un interposeur est une interface qui permet d'établir des connexions électriques.

1-3.A.1.a.1. Circuits intégrés conçus ou prévus comme circuits résistant aux radiations pour supporter :

- a. Une dose totale de 5×10^3 Gy (Si) ou plus;
- b. Un débit de dose de 5×10^6 Gy (Si)/s ou plus; **ou**

- c. Une fluence (flux intégré) des neutrons (équivalent à 1 MeV) de $5 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2$ ou plus sur le silicium, ou une fluence équivalente pour d'autres matériaux;

Note :

Le sous-alinéa 1-3.A.1.a.1.c. ne s'applique pas aux semi-conducteurs métal isolant (MIS).

2. « Microcircuits microprocesseurs », « microcircuits microcalculateurs », microcircuits de micro-commande, circuits intégrés mémoires fabriqués à partir d'un semi-conducteur composé, convertisseurs analogique-numérique, circuits intégrés contenant des convertisseurs analogique-numérique et permettant de stocker ou de traiter les données numérisées, convertisseurs numérique-analogique, circuits intégrés électro-optiques ou « circuits intégrés optiques » conçus pour le « traitement de signal », dispositifs logiques programmables par l'utilisateur, circuits intégrés à la demande dont soit la fonction, soit le statut de l'équipement dans lesquels ils seront utilisés, n'est pas connu du fabricant, processeurs de transformée de Fourier rapide (TFR), mémoires statiques à accès aléatoire (SRAM) ou « mémoires non volatiles », présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.2., les « mémoires non volatiles » sont des mémoires qui conservent les données pour une certaine période de temps après une mise hors tension.

- a. Prévus pour fonctionner à une température ambiante supérieure à 398 K (+125°C);
- b. Prévus pour fonctionner à une température ambiante inférieure à 218 K (-55°C); **ou**
- c. Prévus pour fonctionner dans toute la gamme de températures ambiantes comprise entre 218 K (-55°C) et 398 K (+125°C);

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.a.2. n'est pas applicable aux circuits intégrés conçus pour les automobiles ou les trains civils.

3. « Microcircuits microprocesseurs », « microcircuits micro-calculateurs » et microcircuits de microcommande, fabriqués à partir d'un semiconducteur composé et fonctionnant à une fréquence d'horloge supérieure à 40 MHz;

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.a.3. comprend les processeurs de signaux numériques, les processeurs matriciels numériques et les co-processeurs numériques.

4. Non utilisé depuis 2010
5. Circuits intégrés convertisseurs analogique-numérique (ADC) et numérique-analogique (DAC), comme suit :
 - a. ADC présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Non utilisé depuis 2025
 2. Une résolution de 10 bits ou plus, mais inférieure à 12 bits, avec un « taux d'échantillonnage » supérieure à 600 méga-échantillons par seconde (Méch/s);
 3. Une résolution de 12 bits ou plus, mais inférieure à 14 bits, avec un « taux d'échantillonnage » supérieure à 400 Méch/s;

4. Une résolution de 14 bits ou plus, mais inférieure à 16 bits, avec un « taux d'échantillonnage » supérieure à 250 Méch/s; **ou**
5. Une résolution de 16 bits ou plus avec un « taux d'échantillonnage » supérieure à 65 Méch/s;

N.B. :

Pour les circuits intégrés contenant des convertisseurs analogique-numérique et permettant de stocker ou de traiter les données numériques, voir l'alinéa 1-3.A.1.a.14.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.5.a. :

1. Une résolution de n bits correspond à une quantisation de 2^n niveaux.
 2. La résolution du ADC est le nombre de bits de la sortie numérique qui représente l'entrée analogique mesurée. Le nombre effectif de bits (ENOB) n'est pas utilisé pour déterminer la résolution du ADC.
 3. Pour les « ADC à canaux multiples », le « taux d'échantillonnage » n'est pas combiné et le « taux d'échantillonnage » est le taux maximal d'un seul canal.
 4. Pour les « ADC à entrelacement » ou pour les « ADC à canaux multiples » qui possèdent un mode de fonctionnement entrelacé, les « taux d'échantillonnage » sont combinés et le « taux d'échantillonnage » est le taux combiné maximal total de tous les canaux entrelacés.
- b. DAC présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Une résolution de 10 bits ou plus, mais inférieure à 12 bits, et un « taux de mise à jour corrigé » de plus de 3 500 Méch/s; **ou**
 2. Une résolution de 12 bits ou plus et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Un « taux de mise à jour corrigé » de plus de 1 250 Méch/s mais ne pas dépassant 3 500 Méch/s, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Un temps d'établissement de moins de 9 ns pour arriver à ou à moins de 0,024 % de la valeur pleine échelle à l'application d'un échelon pleine échelle; **ou**
 2. Une « dynamique de modulation sans parasites » (SFDR) de plus de 68 dBc (porteuse) à la synthèse d'un signal analogique pleine échelle de 100 MHz ou de la fréquence la plus élevée en dessous de 100 MHz spécifiée pour un signal analogique pleine échelle; **ou**
 - b. Un « taux de mise à jour corrigé » de plus de 3 500 Méch/s;

Notes techniques:

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.5.b. :

1. La « dynamique de modulation sans parasites » (SFDR) est le rapport de la valeur efficace de la fréquence porteuse (composante maximale du signal) à l'entrée du DAC sur la valeur efficace de la composante suivante la plus large de bruit ou de distorsion harmonique à la sortie.
2. La SFDR est déterminée directement à partir du tableau des spécifications ou à partir des tracés de caractérisation de la SFDR en fonction de la fréquence.
3. Un signal pleine échelle est un signal dont l'amplitude dépasse -3 dBfs (pleine échelle).
4. Le « taux de mise à jour corrigé » pour les DAC :

- a. *Pour les DAC classiques (sans interpolation), le « taux de mise à jour corrigé » est le taux auquel le signal numérique est converti en signal analogique et auquel les valeurs de la sortie analogique sont modifiées par le DAC. Les DAC dont le mode d'interpolation peut être désactivé (facteur d'interpolation de un) sont considérés comme des DAC classiques (sans interpolation).*
 - b. *Pour les DAC à interpolation (DAC à suréchantillonnage), le « taux de mise à jour corrigé » est le taux de mise à jour du DAC divisé par le plus petit facteur d'interpolation. Le « taux de mise à jour corrigé » d'un DAC à interpolation peut porter différents noms, notamment :*
 - débit de données d'entrée;
 - taux d'entrée de mots;
 - taux d'échantillonnage d'entrée;
 - taux total d'entrée de bus maximal;
 - cadence d'horloge maximale à l'entrée d'horloge du DAC.
6. Circuits intégrés électro-optiques et « circuits intégrés optiques » conçus pour le « traitement de signal », présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une ou plusieurs diodes « laser » internes;
 - b. Un ou plusieurs photodétecteurs internes; **et**
 - c. Des guides d'onde optiques;
7. Dispositifs logiques programmables par l'utilisateur présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Un nombre maximal d'entrées/sorties numériques à extrémité unique de plus de 700; **ou**
 - b. Un « débit de données unidirectionnel série cumulé de crête d'émetteur-récepteur » de 500 Gb/s ou plus;

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.a.7. comprend :

- Dispositifs logiques programmables complexes (CPLD);
- Circuits à matrice de portes programmables par l'utilisateur (FPGA);
- Dispositifs logiques programmables par l'utilisateur (FPLD);
- Dispositifs d'interconnexion programmables par l'utilisateur (FPIC).

N.B. :

Pour les circuits intégrés contenant des dispositifs logiques programmables par l'utilisateur qui sont combinés à un convertisseur analogique-numérique, voir l'alinéa 1-3.A.1.a.14.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.7. :

1. *Le nombre maximal d'entrées/sorties numériques mentionné à l'alinéa 1-3.A.1.a.7. est aussi désigné comme le nombre maximal d'entrées/sorties utilisateur ou le nombre maximal d'entrées/sorties disponibles, que le circuit intégré soit en boîtier ou à nu.*
 2. *Le « débit de données unidirectionnel série cumulé de crête d'émetteur-récepteur » est le produit du débit de données de crête unidirectionnel d'un émetteur-récepteur de données multiplié par le nombre d'émetteurs-récepteurs dont est pourvu une matrice FPGA.*
8. Non utilisé depuis 1999
 9. Circuits intégrés pour réseaux neuronaux;

10. Circuits intégrés à la demande dont soit la fonction, soit le statut de l'équipement dans lesquels ils seront utilisés, n'est pas connu du fabricant, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Plus de 1 500 sorties;
 - b. < Temps de propagation de la porte de base > typique de moins de 0,02 ns;
ou
 - c. Fréquence de fonctionnement supérieure à 3 GHz;

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.10.b. :

1. Le < temps de propagation de la porte de base > est la valeur correspondant à la porte de base utilisée dans un « microcircuit intégré monolithique ». Pour une < famille > de « microcircuits intégrés monolithiques », cette valeur peut être spécifiée, soit comme le temps de propagation par porte typique pour une < famille > donnée, soit comme le temps de propagation typique par porte pour une < famille > donnée.
 2. Le < temps de propagation de la porte de base > ne doit pas être confondu avec les temps d'entrée/sortie d'un « microcircuit intégré monolithique » complexe.
 3. La < famille > est l'ensemble des microcircuits intégrés dont la méthodologie et les normes de fabrication, à l'exception de leurs fonctionnalités respectives, intègrent les trois éléments suivants :
 - a. L'architecture logicielle et matérielle commune;
 - b. La technologie de conception et de procédés commune; **et**
 - c. Les caractéristiques de base communes.
11. Circuits intégrés numériques, autres que ceux décrits aux alinéas 1-3.A.1.a.3. à 1-3.A.1.a.10. et 1-3.A.1.a.12., fabriqués à partir de tout semi-conducteur composé et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Nombre de portes équivalent de plus de 3 000 (portes à deux entrées); **ou**
 - b. Fréquence d'inversion supérieure à 1,2 GHz;
 12. Processeurs de transformée de Fourier rapide (TFR), présentant une durée d'exécution nominale de TFR complexe à N points inférieure à $(N \log_2 N)/20\,480$ ms, N étant le nombre de points;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.12., lorsque que N est égal à 1 024 points, la formule donne une durée d'exécution de 500 µs;

13. Circuits intégrés de synthétiseur numérique direct (DDS) ayant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une fréquence d'horloge de convertisseur numérique-analogique (DAC) de 3,5 GHz ou plus et une résolution de DAC de 10 bits ou plus, mais de moins de 12 bits; **ou**
 - b. Une fréquence d'horloge de DAC de 1,25 GHz ou plus et une résolution de DAC de 12 bits ou plus;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.13., la fréquence d'horloge de convertisseur numérique-analogique peut être spécifiée sous forme de fréquence d'horloge principale ou de fréquence d'horloge d'entrée.

14. Circuits intégrés qui réalisent ou sont programmables pour réaliser tout ce qui suit :

- a. Conversions analogique-numérique présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Non utilisé depuis 2025
 - 2. Une résolution de 10 bits ou plus, mais inférieure à 12 bits, avec un « taux d'échantillonnage » supérieur à 1,0 Géc/s;
 - 3. Une résolution de 12 bits ou plus, mais inférieure à 14 bits, avec un « taux d'échantillonnage » supérieur à 1,0 Géc/s;
 - 4. Une résolution de 14 bits ou plus, mais inférieure à 16 bits, avec un « taux d'échantillonnage » supérieur à 400 méga-échantillons par seconde (Méch/s); ou
 - 5. Une résolution de 16 bits ou plus avec un « taux d'échantillonnage » supérieur à 180 Méch/s; et
- b. Une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Stockage de données numériques; **ou**
 - 2. Traitement de données numériques.

N.B.1. :

Pour les circuits intégrés à convertisseur analogique-numérique, voir le sous-alinéa 1-3.A.1.a.5.a.

N.B.2. :

Pour les dispositifs logiques programmables par l'utilisateur, voir l'alinéa 1-3.A.1.a.7.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.a.14.:

- 1. Une résolution de n bits correspond à une quantification de 2^n niveaux.
- 2. La résolution du ADC est le nombre de bits de la sortie numérique qui représente l'entrée analogique mesurée. Le nombre effectif de bits (ENOB) n'est pas utilisé pour déterminer la résolution du ADC.
- 3. Pour les circuits intégrés avec « ADC à canaux multiples » non entrelacés, le « taux d'échantillonnage » n'est pas combiné et le « taux d'échantillonnage » est le taux maximal d'un seul canal.
- 4. Pour les circuits intégrés avec « ADC à entrelacement » ou avec « ADC à canaux multiples » qui possèdent un mode de fonctionnement entrelacé, les « taux d'échantillonnage » sont combinés et le « taux d'échantillonnage » est le taux combiné maximal total de tous les canaux entrelacés.

1-3.A.1.b. Articles hyperfréquences ou à ondes millimétriques, comme suit :

Notes technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.b., le paramètre puissance de sortie de crête en saturation peut aussi s'appeler puissance de sortie, puissance de sortie en saturation, puissance de sortie maximale, puissance de sortie de crête ou enveloppe de puissance de sortie de crête, dans les fiches techniques des produits.

- 1. « Dispositifs électroniques à vide » et cathodes, comme suit :

Note 1 :

L'alinéa 1-3.A.1.b.1. ne vise pas les « dispositifs électroniques à vide » conçus ou prévus pour fonctionner dans une bande de fréquences et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Ne dépasse pas 31,8 GHz; **et**
- b. Est « attribuée par l'UIT » pour les services de radiotélé-communications, mais non pour le radiorepérage.

Note 2 :

L'alinéa 1-3.A.1.b.1. ne vise pas les « dispositifs électroniques à vide » non-« qualifiés pour usage spatial » présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *Puissance de sortie moyenne égale ou inférieure à 50 W; et*
- b. *Conçus ou classés pour fonctionner dans une bande de fréquences présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *Fréquence supérieure à 31,8 GHz sans dépasser 43,5 GHz; et*
 2. *Fréquence « attribuée par l'UIT » pour les services de radiocommunications, mais non pour le radiorepérage;*
- a. « Dispositifs électroniques à vide » à ondes progressives, à impulsions ou à ondes entretenues, comme suit :
 1. Dispositifs fonctionnant à des fréquences supérieures à 31,8 GHz;
 2. Dispositifs comportant un réchauffeur de cathode ayant un temps de montée inférieur à 3 secondes jusqu'à la puissance RF nominale;
 3. Dispositifs à cavités couplées, ou leurs dérivés, ayant une « bande passante fractionnelle » de plus de 7 % ou une puissance de crête supérieure à 2,5 kW;
 4. Dispositifs basés sur des circuits à hélices, à guide d'ondes replié, ou à guide d'ondes en serpent, ou leurs dérivés, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Bande passante instantanée » de plus d'une octave, et produit de la puissance moyenne (exprimée en kW) par la fréquence (exprimée en GHz) supérieur à 0,5;
 - b. « Bande passante instantanée » d'une octave ou moins et produit de la puissance moyenne (exprimée en kW) par la fréquence (exprimée en GHz) supérieur à 1,0;
 - c. « Qualifiés pour l'usage spatial »; **ou**
 - d. Comportant un canon à électrons à grille;
 5. Dispositifs ayant une « bande passante fractionnelle » égale ou supérieure à 10 %, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Un faisceau d'électrons annulaire;
 - b. Un faisceau d'électrons non axisymétrique; **ou**
 - c. Des faisceaux d'électrons multiples;
- b. « Dispositifs électroniques à vide » amplificateurs à champs croisés ayant un gain supérieur à 17 dB;
- c. Cathodes thermoioniques conçues pour « dispositifs électroniques à vide » produisant une densité de courant en émission dans les conditions de fonctionnement nominales dépassant 5 A/cm² ou une densité de courant pulsé (non continu) dans les conditions de fonctionnement nominales dépassant 10 A/cm²;
- d. « Dispositifs électroniques à vide » pouvant fonctionner en « bimode »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.b.1.d., « bimode » signifie que le courant de faisceau des « dispositifs électroniques à vide » peut être modifié intentionnellement pour fonctionner en mode à ondes entretenues et en mode pulsé en utilisant une grille et produire une puissance de sortie en crête de modulation supérieure à la puissance de sortie en ondes entretenues.

2. Amplificateurs à « circuits intégrés monolithiques hyperfréquences » (« CIMH ») présentant l'une des caractéristiques suivantes :

N.B. :

Pour les amplificateurs « CIMH » ayant un déphaseur intégré, voir l'alinéa 1-3.A.1.b.12.

- a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz pouvant atteindre 6,8 GHz avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 15 %, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 75 W (48,75 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,7 GHz, mais ne dépassant pas 2,9 GHz;
 - 2. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 55 W (47,4 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,9 GHz, mais ne dépassant pas 3,2 GHz;
 - 3. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 40 W (46 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,2 GHz, mais ne dépassant pas 3,7 GHz; **ou**
 - 4. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 20 W (43 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,7 GHz, mais ne dépassant pas 6,8 GHz;
- b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6,8 GHz et pouvant atteindre 16 GHz avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %, et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 10 W (40 dBm) à toute fréquence supérieure à 6,8 GHz, mais ne dépassant pas 8,5 GHz; **ou**
 - 2. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 5 W (37 dBm) à toute fréquence supérieure à 8,5 GHz, mais ne dépassant pas 16 GHz;
- c. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 3 W (34,77 dBm) à toute fréquence supérieure à 16 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
- d. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,1 nW (-70 dBm) à toute fréquence supérieure à 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37 GHz;
- e. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 1 W (30 dBm) à toute fréquence supérieure à 37 GHz, mais ne dépassant pas 43,5 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
- f. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 31,62 mW (15 dBm) à toute fréquence supérieure à 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
- g. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 10 mW (10 dBm) à toute fréquence supérieure à 75 GHz, mais ne dépassant pas 90 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 5 %; **ou**

- h. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,1 nW (-70 dBm) à toute fréquence supérieure à 90 GHz.

Note 1 :

Non utilisé depuis 2010

Note 2 :

Le statut des « CIMH » dont la fréquence de fonctionnement prévue inclut des fréquences énumérées dans plus d'une bande de fréquences, tels que définis aux alinéas 1-3.A.1.b.2.a. à 1-3.A.1.b.2.h., est déterminé par le seuil minimum de puissance de crête de sortie à saturation.

Note 3 :

Les notes 1 et 2 figurant dans 1-3.A. précisent que l'alinéa 1-3.A.1.b.2. ne vise pas les « CIMH », si ces circuits sont spécialement conçus pour d'autres applications, par exemple télécommunications, radars, automobiles.

3. Transistors hyperfréquences discrets qui sont l'un des suivantes :
- a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz et pouvant atteindre 6,8 GHz et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 400 W (56 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,7 GHz, mais ne dépassant pas 2,9 GHz;
 - 2. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 205 W (53,12 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,9 GHz, mais ne dépassant pas 3,2 GHz;
 - 3. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 115 W (50,61 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,2 GHz, mais ne dépassant pas 3,7 GHz; **ou**
 - 4. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 60 W (47,78 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,7 GHz, mais ne dépassant pas 6,8 GHz;
 - b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6,8 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 50 W (47 dBm) à toute fréquence supérieure à 6,8 GHz, mais ne dépassant pas 8,5 GHz;
 - 2. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 15 W (41,76 dBm) à toute fréquence supérieure à 8,5 GHz, mais ne dépassant pas 12 GHz;
 - 3. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 40 W (46 dBm) à toute fréquence supérieure à 12 GHz, mais ne dépassant pas 16 GHz; **ou**
 - 4. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 7 W (38,45 dBm) à toute fréquence supérieure à 16 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz;
 - c. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,5 W (27 dBm) à toute fréquence supérieure à 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37 GHz;
 - d. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 1 W (30 dBm) à toute fréquence supérieure à 37 GHz, mais ne dépassant pas 43,5 GHz;

- e. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,1 nW (-70 dBm) à toute fréquence supérieure à 43,5 GHz;
ou
- f. Autres que ceux visés aux alinéas 1-3.A.1.b.3.a. à 1-3.A.1.b.3.e. et prévus pour fonctionner avec une puissance de crête à saturation de sortie supérieure à 5 W (37,0 dBm) à toutes les fréquences dépassant 8,5 GHz, jusqu'à 31,8 GHz inclusivement;

Note 1 :

Le statut d'un transistor selon 1-3.A.1.b.3.a. à 1-3.A.1.b.3.e. dont la fréquence nominale comprend des fréquences figurant dans plus d'une plage de fréquences, tel que défini aux alinéas 1-3.A.1.b.3.a. à 1-3.A.1.b.3.e., est déterminé d'après le seuil minimum de puissance de crête à saturation.

Note 2 :

L'alinéa 1-3.A.1.b.3. vise les puces seules, les puces montées sur support et les puces intégrées dans des boîtiers. Certains transistors discrets peuvent aussi être désignés comme amplificateurs de puissance, mais le statut de ces transistors discrets est déterminé à l'alinéa 1-3.A.1.b.3.

- 4. Amplificateurs à semiconducteurs hyperfréquences et ensembles/modules hyperfréquence contenant des amplificateurs à semiconducteurs, qui sont un des suivantes :
 - a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz, mais ne dépassant pas 6,8 GHz avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 15 % et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 500 W (57 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,7 GHz, mais ne dépassant pas 2,9 GHz;
 - 2. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 270 W (54,3 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,9 GHz, mais ne dépassant pas 3,2 GHz;
 - 3. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 200 W (53 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,2 GHz, mais ne dépassant pas 3,7 GHz; **ou**
 - 4. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 90 W (49,54 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,7 GHz, mais ne dépassant pas 6,8 GHz;
 - b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6,8 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 % et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 70 W (48,45 dBm) à toute fréquence supérieure à 6,8 GHz, mais ne dépassant pas 8,5 GHz;
 - 2. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 50 W (47 dBm) à toute fréquence supérieure à 8,5 GHz, mais ne dépassant pas 12 GHz;
 - 3. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 30 W (44,77 dBm) à toute fréquence supérieure à 12 GHz, mais ne dépassant pas 16 GHz; **ou**

4. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 20 W (43 dBm) à toute fréquence supérieure à 16 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz;
- c. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,5 W (27 dBm) à toute fréquence supérieure à 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37 GHz;
- d. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 2 W (33 dBm) à toute fréquence supérieure à 37 GHz, mais ne dépassant pas 43,5 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
- e. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 43,5 GHz et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,2 W (23 dBm) à toute fréquence supérieure à 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
 2. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 20 mW (13 dBm) à toute fréquence supérieure à 75 GHz, mais ne dépassant pas 90 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 5 %; **ou**
 3. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,1 nW (-70 dBm) à toute fréquence supérieure à 90 GHz.
- f. Non utilisé depuis 2016

N.B. 1 :

Pour les amplificateurs « CIMH », voir l'alinéa 1-3.A.1.b.2.

N.B. 2 :

Pour les « modules d'émission et de réception », et les « modules d'émission », voir l'alinéa 1-3.A.1.b.12.

N.B. 3 :

Pour les convertisseurs et les mélangeurs harmoniques, conçus pour étendre la gamme de fonctionnement ou de fréquences des analyseurs de signaux, des générateurs de signaux, des analyseurs de réseau ou des récepteurs d'essai hyperfréquences, voir 1-3.A.1.b.7.

Note 1 :

Non utilisé depuis 2010

Note 2 :

Le statut d'un article dont la fréquence de fonctionnement nominale inclut des fréquences énumérées dans plus d'une bande de fréquences, tels que définis aux alinéas 1-3.A.1.b.4.a. à 1-3.A.1.b.4.e., est déterminé par le seuil minimum de puissance de crête de sortie à saturation.

5. Filtres passe-bande ou coupe-bande accordables électroniquement ou magnétiquement, comportant plus de 5 résonateurs accordables capables de s'accorder sur une bande de fréquences de 1,5:1 ($f_{\max}/f_{\min}$) en moins de 10 μ s et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Bande passante de plus de 0,5 % de la fréquence centrale; **ou**
 - b. Bande de réjection de moins de 0,5 % de la fréquence centrale;
6. Non utilisé depuis 2003

7. Convertisseurs et mélangeurs harmoniques, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour étendre la gamme de fréquences des « analyseurs de signaux » au-delà de 110 GHz;
 - b. Conçus pour étendre la plage de fonctionnement des générateurs de signaux comme suit :
 1. Au-delà de 110 GHz;
 2. Pour une puissance de sortie supérieure à 100 mW (20 dBm) à tout point dans la gamme de fréquence supérieure à 43,5 GHz mais ne dépassant pas 110 GHz;
 - c. Conçus pour étendre la plage de fonctionnement des analyseurs de réseaux comme suit :
 1. Au-delà de 110 GHz;
 2. Pour une puissance de sortie supérieure à 100 mW (20 dBm) à tout point dans la gamme de fréquence supérieure à 43,5 GHz mais dépassant pas 110 GHz;
 3. Non utilisé depuis 2023
 - d. Conçus pour étendre la gamme de fréquence des récepteurs d'essai hyperfréquences au-delà de 110 GHz;
8. Amplificateurs de puissance hyperfréquences contenant des « dispositifs électroniques à vide » visés à l'alinéa 1-3.A.1.b.1. et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Fréquences de fonctionnement supérieures à 3 GHz;
 - b. Rapport de la puissance de sortie moyenne sur la masse supérieure à 80 W/kg; **et**
 - c. Volume inférieur à 400 cm³;

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.b.8. ne vise pas l'équipement conçu ou prévu pour fonctionner dans une bande « attribuée par l'UIT » pour des services de radio-télécommunications, mais non pour le radiorepérage.

9. Modules de puissance hyperfréquence (MPH) constitués, au moins, d'un « dispositifs électroniques à vide » à ondes progressives, d'un « circuit intégré monolithique hyperfréquence » (« CIMH ») et d'un conditionneur de puissance électronique intégré et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. « Temps de mise en marche » de l'état d'arrêt à l'état entièrement opérationnel, inférieur à 10 secondes;
 - b. Volume inférieur au produit de la puissance nominale maximale en watts par la valeur 10 cm³/W; **et**
 - c. « Bande passante instantanée » supérieure à 1 octave ($f_{\max.} > 2f_{\min.}$) et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Pour les fréquences égales ou inférieures à 18 GHz, une puissance de sortie RF supérieure à 100 W; **ou**
 2. Fréquence supérieure à 18 GHz.

Notes techniques

1. Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.b.9., le « temps de mise en marche » désigne le temps de passage de l'état entièrement arrêté à l'état entièrement opérationnel, c.-à-d. qu'il comprend le temps de préchauffage du MPH.

2. Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.b.9., dans le cas d'une puissance nominale maximale de 20 W, par exemple, le volume serait calculé comme suit : $20 \text{ W} \times 10 \text{ cm}^3/\text{W} = 200 \text{ cm}^3$.
10. Oscillateurs ou ensembles oscillateurs, dont les spécifications indiquent qu'ils fonctionnent avec un bruit de phase en bande latérale unique (BLU), exprimé en dBc/Hz, inférieur à (meilleur que) $-(126+20 \log_{10} F - 20 \log_{10} f)$ à tous les points dans la plage de $10 \text{ Hz} \leq F \leq 10 \text{ kHz}$;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.b.10., F est le décalage de la fréquence de fonctionnement exprimé en Hz et f est la fréquence de fonctionnement en MHz.

11. « Ensembles électroniques » « synthétiseurs de fréquence » présentant un « temps de commutation de fréquence » correspondant à l'une des caractéristiques suivantes :
- Inférieur à 143 ps;
 - Inférieur à 100 μs pour toute commutation de fréquence dépassant 2,2 GHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 4,8 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz;
 - Non utilisé depuis 2016
 - Inférieur à 500 μs pour toute commutation de fréquence dépassant 550 MHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37 GHz;
 - Inférieur à 100 μs pour toute commutation de fréquence supérieure à 2,2 GHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 37 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz;
 - Inférieur à 100 μs pour toute commutation de fréquence supérieure à 5,0 GHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 75 GHz, mais ne dépassant pas 90 GHz; **ou**
 - Inférieur à 1 ms pour toute commutation de fréquence supérieure à 90 GHz.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.b.11., un « synthétiseur de fréquence » est tout type de source de fréquence, indépendamment de la technique effectivement utilisée, fournissant une ou plusieurs sorties de multiples fréquences de sortie simultanées ou de remplacement, commandées par, dérivées de ou assujetties à un nombre moindre de fréquences étalons (ou maître).

N.B. :

Dans le cas des « analyseurs de signaux » polyvalents, les générateurs de signaux, analyseurs de réseau et récepteurs d'essai hyperfréquences, voir les alinéas 1-3.A.2.c., 1-3.A.2.d., 1-3.A.2.e. et 1-3.A.2.f., respectivement.

12. « Modules d'émission et de réception », « CIMH d'émission et de réception », « modules d'émission » et « CIMH d'émission », prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- Une puissance de sortie de crête en saturation (en watt), P_{sat} , supérieure à 505,62 divisée par le carré de la fréquence d'exploitation maximale (en GHz) $[P_{\text{sat}} > 505,62 \text{ W} \cdot \text{GHz}^2 / f_{\text{GHz}}^2]$ pour n'importe quel canal;
 - Une « bande passante fractionnelle » de 5 % ou plus pour n'importe quel canal;

- c. Un côté planaire ayant une longueur d (en cm) égale ou inférieure à 15 divisée par la fréquence d'exploitation la plus basse en GHz
 $[d \leq 15 \text{ cm} * \text{GHz} * N / f_{\text{GHz}}]$ où N est le nombre de canaux d'émission ou d'émission et de réception; **et**
- d. Un déphaseur variable par canal avec commande électronique.

Notes techniques

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.b.12 :

1. Un « module d'émission et de réception » est un « ensemble électronique » multifonction qui fournit une commande de phase et d'amplitude bidirectionnelle pour l'émission et la réception des signaux.
2. Un « module d'émission » est un « ensemble électronique » qui fournit une commande de phase et d'amplitude pour l'émission des signaux.
3. Un « CIMH d'émission et de réception » est un « CIMH » multifonction qui fournit une commande de phase et d'amplitude bidirectionnelle pour l'émission et la réception des signaux.
4. Un « CIMH d'émission » est un « CIMH » qui fournit une commande de phase et d'amplitude pour l'émission des signaux.
5. Une fréquence de 2,7 GHz devrait être utilisée comme fréquence d'exploitation la plus basse (f_{GHz}) dans la formule à l'alinéa 1-3.A.1.b.12.c. pour les modules d'émission et de réception ou les modules d'émission dont la bande de fonctionnement nominale descend jusqu'à 2,7 GHz et moins
 $[d \leq 15 \text{ cm} * \text{GHz} * N / 2,7 \text{ GHz}]$.
6. L'alinéa 1-3.A.1.b.12. vise les « modules d'émission et de réception » ou les « modules d'émission » avec ou sans dissipateur de chaleur. La valeur d dans la formule à l'alinéa 1-3.A.1.b.12.c. ne comprend aucune partie du « module d'émission et de réception » ou du « module d'émission » qui fonctionne comme un dissipateur de chaleur.
7. Les « modules d'émission et de réception », « modules d'émission », « CIMH d'émission et de réception » ou « CIMH d'émission » peuvent ou non avoir N éléments d'antenne rayonnante intégrée, où N est le nombre de canaux d'émission ou de canaux d'émission et de réception.

1-3.A.1.c. Dispositifs utilisant les ondes acoustiques, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

1. Dispositifs utilisant les ondes acoustiques de surface et les ondes acoustiques rasantes (peu profondes), présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Fréquence porteuse supérieure à 6 GHz;
 - b. Fréquence porteuse supérieure à 1 GHz mais inférieure à 6 GHz et possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. « Réjection de fréquence des lobes latéraux » supérieure à 65 dB;
 2. Produit du temps de propagation maximal (exprimé en μs) par la bande passante (exprimée en MHz) supérieur à 100;
 3. Largeur de bande supérieure à 250 MHz; **ou**
 4. Temps de propagation dispersif supérieur à 10 μs ; **ou**
 - c. Fréquence porteuse de 1 GHz ou moins et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Produit d'un temps de retard et d'une largeur de bande maximums (temps en μs et largeur de bande en MHz) de plus de 100;
 2. Retard de dispersion de plus de 10 μs ; **ou**

3. « Rejection de fréquence des lobes latéraux » supérieure à 65 dB et largeur de bande supérieure à 100 MHz;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.c.1., la « réjection de fréquence des lobes latéraux » est la valeur maximale de réjection précisée dans la fiche technique.

2. Dispositifs utilisant les ondes acoustiques de volume permettant un traitement direct du signal à des fréquences supérieures à 6 GHz;
3. Dispositifs de « traitement de signal » acousto-optiques, faisant appel à une interaction entre ondes acoustiques (de volume ou de surface) et ondes lumineuses permettant le traitement direct du signal ou d'images, y compris l'analyse spectrale, la corrélation ou la convolution;

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.c. ne vise pas les dispositifs utilisant les ondes acoustiques qui jouent un seul rôle de filtre passe-bande, passe-bas, passe-haut ou coupe-bande, ou une fonction de résonance.

- 1-3.A.1.d. Dispositifs et circuits électroniques contenant des composants fabriqués à partir de matériaux « supraconducteurs », spécialement conçus pour fonctionner à des températures inférieures à la « température critique » d'au moins un des constituants « supraconducteurs » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Commutation de courant pour circuits numériques utilisant des portes « supraconductrices » avec un produit du temps de propagation par porte (exprimé en secondes) par la puissance dissipée par porte (exprimée en watts) inférieur à 10^{-14} J; **ou**
2. Sélection de fréquence à toutes les fréquences utilisant des circuits résonants ayant des facteurs de qualité (Q) dépassant 10 000;

- 1-3.A.1.e. Dispositifs à haute énergie comme suit :

1. « Piles » comme suit :
 - a. « Piles primaires » présentant l'une des caractéristiques suivantes à 20°C :
 1. Une « densité d'énergie » dépassant 550 Wh/kg et une « densité de puissance continue » dépassant 50 W/kg; **ou**
 2. Une « densité d'énergie » dépassant 50 Wh/kg et une « densité de puissance continue » dépassant 350 W/kg.
 - b. « Piles secondaires » ayant une « densité d'énergie » supérieure à 500 Wh/kg à 20°C;

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.1., la « densité d'énergie » (Wh/kg) est obtenue en divisant le produit de la tension nominale et de la capacité nominale en ampères-heures (Ah) par la masse en kilogrammes. Si la capacité nominale n'est pas indiquée, on obtient la densité d'énergie en divisant le produit du carré de la tension nominale et de la durée de décharge en heures par la résistance de décharge en ohms et la masse en kilogrammes.*
2. *Aux fins du de l'alinéa 1-3.A.1.e.1., une « pile » est défini comme un dispositif électrochimique composé d'une électrode positive, d'une électrode négative, d'un électrolyte, et constituant une source d'énergie électrique. Elle constitue la composante de base d'une batterie.*
3. *Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.1.a., une « pile primaire » est une « pile » qui n'est pas conçue pour être chargée par une autre source.*

4. Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.1.b., une « pile secondaire » est une « pile » qui est conçue pour être chargée par une source électrique externe.
5. Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.1.a., la « densité de puissance continue » (W/kg) est la tension nominale multipliée par le courant de décharge continu maximal en ampères (A) divisé par la masse en kilogrammes. La « densité de puissance continue » est également appelée la puissance massique.

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.e. ne vise pas les batteries, y compris les batteries à une seule « pile ».

2. Condensateurs à capacité de stockage d'énergie élevée, comme suit :
 - a. Condensateurs à décharge unique ayant une fréquence de répétition inférieure à 10 Hz, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Tension nominale égale ou supérieure à 5 kV;
 2. Densité d'énergie égale ou supérieure à 250 J/kg; **et**
 3. Énergie totale égale ou supérieure à 25 kJ;
 - b. Condensateurs ayant une fréquence de répétition de 10 Hz ou plus (à décharges successives) et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Tension nominale égale ou supérieure à 5 kV;
 2. Densité d'énergie égale ou supérieure à 50 J/kg;
 3. Énergie totale égale ou supérieure à 100 J; **et**
 4. Durée de vie égale ou supérieure à 10 000 cycles charge/décharge;

N.B. :

Voir aussi la Liste de matériel de guerre.

3. Électro-aimants et solénoïdes « supraconducteurs », spécialement conçus pour un temps de charge/décharge complète inférieur à une seconde et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.e.3. ne vise pas les électro-aimants ou solénoïdes « supraconducteurs » spécialement conçus pour les équipements médicaux d'imagerie par résonance magnétique (IRM).

- a. Énergie délivrée pendant la décharge supérieure à 10 kJ au cours de la première seconde;
- b. Diamètre intérieur des bobinages porteurs de courant supérieur à 250 mm; **et**
- c. Prévus pour une induction magnétique supérieure à 8 T ou une « densité de courant globale » à l'intérieur des bobinages de plus de 300 A/mm²;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.3.c., la « densité de courant globale » est le nombre total d'ampères tours dans la bobine (c'est-à-dire le nombre de tours multiplié par le courant maximal porté par chaque tour) divisé par la section transversale totale de la bobine (y compris les filaments supraconducteurs, la matrice métallique dans laquelle les filaments supraconducteurs sont incorporés, le matériau d'encapsulation, toute voie de refroidissement, etc.).

4. Piles solaires, ensembles pile-interconnexion-couvercle (PIC), panneaux solaires, et réseaux de piles solaires, qui sont « qualifiés pour l'usage spatial », offrant un rendement moyen minimal supérieur à 20 % à une température

d'utilisation de 301 K (28°C) en conditions d'éclairage simulé < AM0 > avec éclairement énergétique de 1 367 Watts par mètre carré (W/m²);

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.4., < AM0 >, c.-à-d. le < rayonnement solaire hors atmosphère >, désigne la luminance spectrale énergétique du Soleil au-dessus de l'atmosphère lorsque la distance entre la Terre et le Soleil correspond à une unité astronomique (UA).

- 1-3.A.1.f. Codeurs de position absolue à arbre de type à entrée rotative ayant une « précision » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,0 secondes d'arc, et leurs anneaux, disques ou échelles de codeur spécialement conçus;
- 1-3.A.1.g. Dispositif thyristor semi-conducteur à commutation pulsatoire de et < module de thyristors >, utilisant des méthodes de contrôle de commutation électrique, optique ou de radiation d'électron et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Une vitesse maximale d'augmentation de courant (di/dt) en activation supérieure à 30 000 A/μs et une tension maximale en état d'arrêt supérieure à 1 100 V; **ou**
 2. Une vitesse maximale d'augmentation de courant (di/dt) en activation supérieure à 2 000 A/μs et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une tension maximale en état d'arrêt égale ou supérieure à 3 000 V; **et**
 - b. Une crête de courant égale ou supérieure à 3 000 A.

Note 1 :

L'alinéa 1-3.A.1.g. comprend :

- Redresseurs commandés au silicium (SCR);
- Thyristors à déclenchement électrique (ETT);
- Thyristors déclenché par lumière (LTT);
- Thyristors à commutation à grille intégrée (IGCT);
- Thyristors blocables (GTO);
- Thyristors commandés par MOS (MCT);
- Solidtrons.

Note 2 :

L'alinéa 1-3.A.1.g. ne vise pas les dispositifs et < modules de thyristors > intégrés dans des équipements conçus pour les trains civils ni les « aéronefs civils ».

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.g., un < module de thyristors > contient un ou plusieurs dispositifs thyristors.

- 1-3.A.1.h. Commutateurs, diodes ou < modules > de puissance à semi-conducteur, présentant toutes les caractéristiques suivantes:
1. Prévus pour une température maximale de fonctionnement de jonction supérieure à 488 K (215°C);
 2. Tension de pointe répétitive à l'état bloqué (tension de blocage) supérieure à 300 V; **et**
 3. Courant continu supérieur à 1 A;

Note 1 :

La tension de pointe répétitive à l'état bloqué visée à l'alinéa 1-3.A.1.h. inclut la tension drain-source, la tension collecteur-émetteur, la tension inverse de pointe répétitive et la tension de pointe répétitive à l'état bloqué.

Note 2 :

L'alinéa 1-3.A.1.h. inclut:

- Les transistors à effet de champ à jonction (JFET);
- Les transistors à effet de champ à jonction verticale (VJFET);
- Les transistors à effet de champ à oxydes métalliques (MOSFET);
- Les transistors à double diffusion à effet de champ à oxydes métalliques (DMOSFET);
- Les transistors bipolaires à grille isolée (IGBT);
- Les transistors à haute mobilité d'électrons (HEMT);
- Les transistors bipolaires à jonctions (BJT);
- Les thyristors ou redresseurs commandés au silicium (SCR);
- Les thyristors blocables (GTO);
- Les thyristors de puissance (ETO);
- Les diodes PiN;
- Les diodes Schottky.

Note 3 :

Le paragraphe 1-3.A.1.h. ne vise pas les commutateurs, diodes ou « modules », intégrés dans des équipements destinés aux automobiles civiles, aux trains civils ou aux « aéronefs civils ».

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.h., les « modules » contiennent un ou plusieurs commutateurs ou diodes de puissance à semi-conducteurs.

- 1-3.A.1.i. Modulateurs électro-optiques d'intensité, d'amplitude ou de phase, conçus pour les signaux analogiques et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Une fréquence de fonctionnement maximale supérieure à 10 GHz mais inférieure à 20 GHz, une perte d'insertion optique égale ou inférieure à 3 dB et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une « tension demi-onde » ($\langle V\pi \rangle$) inférieure à 2,7 V lorsqu'elle est mesurée à une fréquence inférieure ou égale à 1 GHz; **ou**
 - b. Une valeur $\langle V\pi \rangle$ inférieure à 4 V lorsqu'elle est mesurée à une fréquence supérieure à 1 GHz; **ou**
 2. Une fréquence de fonctionnement maximale égale ou supérieure à 20 GHz, une perte d'insertion optique égale ou inférieure à 3 dB et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une valeur $\langle V\pi \rangle$ inférieure à 3,3 V lorsqu'elle est mesurée à une fréquence égale ou inférieure à 1 GHz; **ou**
 - b. Une valeur $\langle V\pi \rangle$ inférieure à 5 V lorsqu'elle est mesurée à une fréquence supérieure à 1 GHz.

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.i. comprend les modulateurs électro-optiques ayant des connecteurs d'entrée et de sortie optiques (p. ex., des raccords en queue de cochon fibres-optiques).

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.i., la « tension demi-onde » ($\langle V\pi \rangle$) est la tension appliquée nécessaire pour déphaser de 180 degrés la longueur d'onde de la lumière qui se propage à travers le modulateur optique.

- 1-3.A.2. « Ensembles électroniques », modules et équipements, à usage général, comme suit :

- 1-3.A.2.a. Matériels d'enregistrement et oscilloscopes, comme suit :

1. Non utilisé depuis 2013
2. Non utilisé depuis 2013
3. Non utilisé depuis 2013
4. Non utilisé depuis 2013
5. Non utilisé depuis 2015

N.B. :

Pour les numériseurs de formes d'ondes et les enregistreurs de signaux transitoires, voir 1-3.A.2.h.

6. Enregistreurs numériques de données présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Un « débit continu » maintenu de plus de 6,4 Gbit/s sur un disque ou sur un module mémoire à semi-conducteurs; **et**
 - b. « Traitement de signaux » des données d'un signal radiofréquence pendant qu'elles sont enregistrées;

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.a.6. :

1. *Pour les enregistreurs ayant une structure de bus parallèle, le « débit continu » est la vitesse maximale, multipliée par le nombre de bits dans un mot.*
 2. *Le « débit continu » est le débit maximal de données que l'instrument peut stocker sur disque ou sur mémoire à semi-conducteurs sans aucune perte d'information tout en assurant le taux d'échantillonnage et la conversion analogique-numérique.*
7. Oscilloscopes en temps réel présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une tension de bruit verticale efficace (rms) inférieure à 2 % de la pleine échelle au réglage de l'échelle verticale qui produit la plus faible valeur de bruit;
 - b. Une « fréquence maximale à 3dB » supérieure à 90 GHz sur n'importe quel canal.

Note :

L'alinéa 1-3.A.2.a.7. ne s'applique pas aux oscilloscopes à échantillonnage en temps équivalent.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.a.7.b. :

1. *La « fréquence maximale à 3dB » est la plus grande des valeurs suivantes :*
 - a. *La bande passante à 3 dB de l'oscilloscope;*
 - b. *L'extrémité supérieure maximale de la plage de fréquences de toute « fenêtre de bande passante déplaçable ».*
2. *La « fenêtre de bande passante déplaçable » est un filtre passe-bande avec une fréquence centrale ou une plage définissable par l'utilisateur.*

1-3.A.2.b. Non utilisé depuis 2009

1-3.A.2.c. « Analyseurs de signaux » comme suit :

1. « Analyseurs de signaux » ayant une résolution de bande passante à 3dB supérieure à 40 MHz n'importe où dans la gamme de fréquences supérieure à 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37 GHz;
2. « Analyseurs de signaux » ayant un niveau de bruit moyen affiché (DANL) de moins de (meilleure que) -160 dBm/Hz n'importe où dans la gamme de fréquences supérieure à 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 110 GHz;
3. « Analyseurs de signaux » ayant une fréquence de plus de 110 GHz;

4. « Analyseurs de signaux » ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. « Bande passante en temps réel » supérieure à 520 MHz; **et**
 - b. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Une probabilité de découverte de 100 %, avec une réduction de moins de 3 dB par rapport à l'amplitude maximale en raison de lacunes ou d'effets de crénelage, touchant les signaux ayant une durée de 8 µs ou moins; **ou**
 2. Une fonction de « déclenchement de masque fréquentiel » ayant une probabilité de déclenchement (capture) de 100 % pour les signaux ayant une durée de 8 µs ou moins;

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.c.4.a., la « bande passante en temps réel » est la plus large gamme de fréquences pour laquelle l'analyseur peut continuellement transformer les données dans le domaine temporel entièrement en résultats dans le domaine fréquentiel, à l'aide de transformées de Fourier ou autre transformée de temps discret qui traite chaque point de temps entrant, sans une réduction de l'amplitude mesurée de plus de 3 dB en dessous de l'amplitude du signal réel causée par des lacunes ou des effets de fenêtrage, tandis qu'il émet ou affiche les données transformées.*
2. *Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.c.4.b.1. la probabilité de découverte se nomme aussi probabilité d'interception ou probabilité de capture.*
3. *Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.c.4.b.1., la durée pour une probabilité de découverte de 100 % est équivalente à la durée minimale de signal correspondant à l'incertitude de la mesure de niveau spécifiée.*
4. *Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.c.4.b.2. le « déclenchement de masque fréquentiel » est un mécanisme dont la fonction de déclenchement est en mesure de sélectionner une gamme de fréquences qui est un sous-ensemble de la bande de fréquences d'acquisition tout en ne tenant pas compte d'autres signaux qui peuvent aussi être présents dans la même plage de fréquences d'acquisition. Un « déclenchement de masque fréquentiel » peut comporter plusieurs ensembles de limites indépendants.*

Note :

L'alinéa 1-3.A.2.c.4. ne vise pas les « analyseurs de signaux » utilisant uniquement des filtres de bande passante à pourcentage constant (également connus sous le nom de filtres d'octaves ou de filtres d'octaves partiels).

5. Non utilisé depuis 2016

1-3.A.2.d. Générateurs de signaux présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Spécifié pour produire des signaux modulés en impulsions ayant toutes les caractéristiques suivantes à tout point dans la plage de fréquences au-delà de 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37 GHz :
 - a. Une « durée d'impulsion » inférieure à 25 ns; **et**
 - b. Un rapport marche/arrêt égal ou supérieur à 65 dB;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.d.1.a., la « durée de l'impulsion » est définie comme l'intervalle de temps entre le front avant de l'impulsion qui atteint 50 % de l'amplitude de l'impulsion et le point du flanc arrière de l'impulsion qui atteint 50 % de l'amplitude de l'impulsion.

2. Une puissance de sortie supérieure à 100 mW (20 dBm) n'importe où dans la gamme de fréquences supérieure à 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 110 GHz;

3. « Temps de commutation de fréquence » satisfaisant à l'un des critères suivants :
 - a. Non utilisé depuis 2012
 - b. Inférieur à 100 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 2,2 GHz dans la gamme de fréquences dépassant 4,8 GHz mais ne dépassant pas 31,8 GHz;
 - c. Non utilisé depuis 2014
 - d. Inférieur à 500 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la gamme de fréquences dépassant 31,8 GHz mais ne dépassant pas 37 GHz;
 - e. Inférieur à 100 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 2,2 GHz dans la gamme de fréquences dépassant 37 GHz mais ne dépassant pas 75 GHz; **ou**
 - f. Non utilisé depuis 2014
 - g. Inférieur à 100 µs pour toute commutation de fréquence supérieure à 5,0 GHz dans la plage de fréquences au-delà de 75 GHz, mais ne dépassant pas 110 GHz.
4. Un bruit de phase en bande latérale unique (BLU), exprimé en dBc/Hz, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Inférieur à (meilleur que) $-(126 + 20 \log_{10} F - 20 \log_{10} f)$ à tout point dans la plage de $10 \text{ Hz} \leq F \leq 10 \text{ kHz}$ à tout point dans la plage de fréquences dépassant 3,2 GHz mais ne dépassant pas 110 GHz; **ou**
 - b. Inférieur à (meilleur que) $-(206 - 20 \log_{10} f)$ à tout point dans la plage de $10 \text{ kHz} < F \leq 100 \text{ kHz}$ à tout point dans la plage de fréquences dépassant 3,2 GHz mais ne dépassant pas 110 GHz;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.d.4., F représente le décalage par rapport à la fréquence de fonctionnement exprimée en Hz et f la fréquence de fonctionnement exprimée en MHz;

5. Une « largeur de bande de modulation RF » des signaux de la bande de base numérique, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Dépassant 2,2 GHz dans la gamme de fréquences dépassant 4,8 GHz, mais ne pas dépassant 31,8 GHz;
 - b. Dépassant 550 MHz dans la gamme de fréquence dépassant 31,8 GHz, mais ne pas dépassant 37 GHz;
 - c. Dépassant 2,2 GHz dans la gamme de fréquences dépassant 37 GHz, mais ne pas dépassant 75 GHz.; **ou**
 - d. Dépassant 5,0 GHz dans la gamme de fréquences dépassant 75 GHz, mais ne dépassant pas 110 GHz; **ou**

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.d.5., la « largeur de bande de modulation RF » est la largeur de bande de radiofréquences (RF) occupée par un signal de bande de base codé modulé sur un signal RF. On utilise aussi le terme largeur de bande d'information ou largeur de bande de modulation vectorielle. La modulation numérique I/Q est la méthode technique permettant de produire un signal de sortie RF à modulation vectorielle, et on spécifie généralement que ce signal a une « largeur de bande de modulation RF ».

6. Une fréquence maximale supérieure à 110 GHz;

Note 1 :

L'alinéa 1-3.A.2.d. inclut les générateurs de fonctions et de formes d'ondes arbitraires.

Note 2 :

L'alinéa 1-3.A.2.d. ne vise pas les équipements dans lesquels la fréquence de sortie est produite par l'addition ou la soustraction de deux fréquences ou de plus de deux fréquences obtenues par des oscillateurs à quartz, ou par une addition ou une soustraction suivie d'une multiplication du résultat.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.d., la fréquence maximale de sortie d'un générateur de fonctions ou de formes d'ondes arbitraires est calculée en divisant le taux d'échantillonnage, en échantillons/seconde, par le facteur 2,5.

- 1-3.A.2.e. Analyseurs de réseaux présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Une puissance de sortie supérieure à 100 mW (20 dBm) à tout point dans la plage de fréquences de fonctionnement dépassant 43,5 GHz mais ne dépassant pas 110 GHz;
 2. Non utilisé depuis 2023
 3. 'Fonctionnalité de mesure de vecteur non-linéaire' à des fréquences supérieures à 50 GHz mais ne dépassant pas 110 GHz; **ou**

Note Technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.e.3., la 'fonctionnalité de mesure de vecteur non-linéaire' est la capacité d'un instrument d'analyser les résultats des tests des dispositifs entraînés dans le domaine de signaux large ou dans la plage de distorsion non-linéaire.

- 1-3.A.2.f. Récepteurs d'essai hyperfréquences présentant toutes les caractéristiques suivantes:
1. Fréquence maximale de fonctionnement supérieure à 43,5 GHz; **et**
 2. Capacité de mesure simultanée de l'amplitude et de la phase;

- 1-3.A.2.g. Étalons de fréquence atomiques présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. « Qualifiés pour l'usage spatial »;
 2. Sans rubidium et une stabilité à long terme inférieure à (meilleure que) 1×10^{-11} /mois; **ou**
 3. Non « qualifiés pour l'usage spatial » et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Étalon de rubidium;
 - b. Une stabilité à long terme inférieure à (meilleure que) 1×10^{-11} /mois; **et**
 - c. Une consommation totale inférieure à 1 watt;

- 1-3.A.2.h. « Ensembles électroniques », modules ou équipements, spécifiés pour accomplir tout ce qui suit :
1. Conversion analogique-numérique présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Non utilisé depuis 2025;
 - b. Une résolution de 10 bits ou plus, mais inférieure à 12 bits, avec un un « taux d'échantillonnage » supérieur à 1,0 Géc/s;
 - c. Une résolution de 12 bits ou plus, mais inférieure à 14 bits, avec un un « taux d'échantillonnage » supérieur à 1,0 Géc/s;
 - d. Une résolution de 14 bits ou plus, mais inférieure à 16 bits, avec un un « taux d'échantillonnage » supérieur à 400 méga-échantillons par seconde (Méch/s); **ou**

- e. Une résolution de 16 bits ou plus avec un « taux d'échantillonnage » supérieur à 180 Méc/s; **et**
- 2. L'une ou l'autre des tâches suivantes :
 - a. Sortie de données numérisées;
 - b. Stockage de données numérisées; **ou**
 - c. Traitement de données numérisées.

N.B. :

Les enregistreurs numériques de données, les oscilloscopes, les « analyseurs de signaux », les générateurs de signaux, les analyseurs de réseaux et les récepteurs d'essai hyperfréquences, sont visés aux alinéas 1-3.A.2.a.6., 1-3.A.2.a.7., 1-3.A.2.c., 1-3.A.2.d., 1-3.A.2.e. et 1-3.A.2.f., respectivement.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.h. :

1. Une résolution de n bits correspond à une quantification de 2^n niveaux.
2. La résolution du ADC est le nombre de bits de la sortie numérique qui représente l'entrée analogique mesurée. Le nombre effectif de bits (ENOB) n'est pas utilisé pour déterminer la résolution du ADC.
3. Pour les « ensembles électroniques », modules, ou équipements à canaux multiples non entrelacés, le « taux d'échantillonnage » n'est pas combiné et le « taux d'échantillonnage » est le taux maximal d'un seul canal.
4. Pour les « ensembles électroniques », modules, ou équipements à canaux multiples entrelacés, les « taux d'échantillonnage » sont combinés et le « taux d'échantillonnage » est le taux combiné maximal total de tous les canaux entrelacés.

Note :

L'alinéa 1-3.A.2.h. inclut les cartes ADC, les numériseurs de formes d'ondes, les cartes d'acquisition de données, les cartes d'acquisition de signaux et les enregistreurs de signaux transitoires.

- 1-3.A.3. Systèmes de gestion thermique à refroidissement par atomisation, comportant un équipement de manipulation et de reconditionnement des fluides en circuit fermé, logé dans une enceinte scellée dans laquelle un fluide diélectrique est pulvérisé sur des composants électroniques à l'aide de pulvérisateurs spécialement conçus pour maintenir ces composants électroniques dans leur plage de températures de fonctionnement, et leurs composants spécialement conçus.

1-3.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

- 1-3.B.1. Équipements pour la fabrication de dispositifs ou de matériaux semi-conducteurs, comme suit, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :
- a. Équipements conçus pour la croissance épitaxiale, comme suit :
 1. Équipements conçus ou modifiés pour produire une couche de tout matériau autre que le silicium, d'épaisseur uniforme avec une précision de $\pm 2,5$ % sur une distance de 75 mm ou plus;

Note :

L'alinéa 1-3.B.1.a.1. inclut les équipements d'épitaxie par couche atomique (ALE).

 2. Réacteurs de dépôt en phase vapeur par procédé chimique organo-métallique (MOCVD) conçus pour la croissance épitaxiale de semi-conducteurs composés de matériaux comportant deux des éléments suivants ou plus : aluminium, galium, indium, arsenic, phosphore, antimoine, oxygène, ou azote;

3. Équipements de croissance épitaxiale à jet moléculaire utilisant des sources gazeuses ou solides;
- b. Équipements conçus pour l'implantation ionique et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Non utilisé depuis 2012
 2. Conçus et optimisés pour fonctionner à une énergie de faisceau égale ou supérieure à 20 keV et un courant de faisceau égal ou supérieur à 10 mA pour un implant d'hydrogène, de deutérium ou d'hélium;
 3. Capacité d'écriture directe;
 4. Énergie de faisceau de 65 keV ou plus et courant de faisceau de 45 mA ou plus, pour l'implantation à haute énergie d'oxygène dans un « substrat » constitué d'un matériau semi-conducteur chauffé; **ou**
 5. Conçus et optimisés pour fonctionner à une énergie de faisceau de 20 keV ou plus et un courant de faisceau de 10 mA ou plus et destinés à être utilisés comme implants de silicium dans un « substrat » de matériau semiconducteur chauffé à 600°C ou plus;
- c. Non utilisé depuis 2015
- d. Non utilisé depuis 2011
- e. Systèmes centraux de manipulation des plaquettes, à chargement automatique à chambres multiples, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Interfaces pour l'entrée et la sortie des plaquettes, conçus pour être connectés à plus de deux « équipements de traitement de semi-conducteurs » de différente fonction et visés à l'alinéa 1-3.B.1.a.1, 1-3.B.1.a.2., 1-3.B.1.a.3. ou 1-3.B.1.b.; **et**
 2. Conçus pour former un système intégré dans un environnement sous vide pour le « traitement séquentiel multiple des plaquettes »;

Note :

L'alinéa 1-3.B.1.e. ne vise pas les systèmes automatiques robotisés de manipulation de plaquettes spécialement conçus pour le traitement parallèle multiple des plaquettes.

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-3.B.1.e.1., les « équipements de traitement de semi-conducteurs » sont des outils modulaires utilisés pour effectuer le traitement matériel en « production » de semi-conducteurs et qui jouent des rôles différents, tel que le dépôt, l'implantation ou le traitement thermique.
 2. Aux fins de l'alinéa 1-3.B.1.e.2., le « traitement séquentiel multiple des plaquettes » désigne la capacité de traiter chaque tranche avec des « équipements de traitement de semi-conducteurs » différents, par exemple en transférant chaque tranche d'un outil à un autre et ensuite à un troisième et ainsi de suite au moyen d'un système central de manipulation des tranches à chargement automatique et à chambres multiples.
- f. Équipements de lithographie comme suit :
 1. Photorépétiteurs d'alignement et d'exposition (photo-répétiteurs directs) ou équipements de répétition et d'exploration (explorateurs) pour le traitement de plaquettes utilisant des méthodes optiques ou à rayons X et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Longueur d'onde de la source lumineuse inférieure à 193 nm; **ou**
 - b. Capables de produire des figures dont la « dimension de l'élément résoluble minimal » (ERM) est égale ou inférieure à 45 nm;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.B.1.f.1.b., la « dimension de l'élément résoluble minimal » (ÉRM) est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{ÉRM} = \frac{\left(\frac{\text{longueur d'onde}}{\text{de la source lumineuse d'exposition en nm}} \right) \times (\text{facteur K})}{\text{ouverture numérique}}$$

où le facteur K = 0,35.

2. Équipement de lithographie par impression permettant de produire des détails de 45 nm ou moins.

Note :

L'alinéa 1-3.B.1.f.2. comprend :

- Outils de micro-impression par contact;
- Outils de gaufrage à chaud;
- Outils de lithographie par nano-impression;
- Outils de lithographie par impression S-FIL (Step and Flash Imprint Lithography).

3. Équipements spécialement conçus pour la production de masques présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Un faisceau électronique, un faisceau ionique ou un faisceau « laser » avec focalisation et balayage du faisceau; **et**
 - b. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Un spot dont la largeur totale à mi-hauteur (LTMH) est inférieure à 65 nm et un placement des images inférieur à 17 nm (moyenne +3 sigma); **ou**
 - 2. Non utilisé depuis 2015
 - 3. Une erreur d'alignement de la deuxième couche inférieure à 23 nm (moyenne +3 sigma) sur le masque;
4. Équipement conçu pour le traitement de dispositifs utilisant des méthodes d'écriture directe, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Un faisceau électronique avec focalisation et balayage du faisceau;
 - b. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une dimension minimale du faisceau égale ou inférieure à 15 nm;
 - 2. Une erreur d'alignement inférieure à 27 nm (moyenne +3 sigma);
- g. Masques et réticules, conçus pour les circuits intégrés visés à l'alinéa 1-3.A.1.;
- h. Masques multicouches comportant une couche à décalage de phase non visés à l'alinéa 1-3.B.1.g. et conçus pour être utilisés par de l'équipement lithographique utilisant une source lumineuse avec une longueur d'onde inférieure à 245 nm;

Note :

L'alinéa 1-3.B.1.h. ne vise pas les masques multicouches comportant une couche à décalage de phase conçus pour la fabrication de dispositifs à mémoire non visés à l'alinéa 1-3.A.1.

N.B. :

Consulter le paragraphe 1-6.B.2. pour les masques et les réticules, spécialement conçus pour les capteurs optiques.

- i. Modèles de lithographie par impression conçus pour circuits intégrés visés à l'alinéa 1-3.A.1.

- j. « Blancs de substrat » pour masques, ayant une structure réflectrice multicouches constituée de molybdène et de silicium, et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Spécialement conçus pour la lithographie dans l'« ultraviolet extrême (UVE) » ;
et
 - 2. Conformés à la norme SEMI P37;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.B.1.j., l'expression « ultraviolet extrême (UVE) » désigne les longueurs d'onde du spectre électromagnétique supérieures à 5 nm et inférieures à 124 nm.

- 1-3.B.2. Équipements d'essai conçus pour l'essai de dispositifs à semi-conducteurs finis ou non finis, comme suit, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :
 - a. Pour l'essai des paramètres S des articles visés à l'alinéa 1-3.A.1.b.3.;
 - b. Non utilisé depuis 2004
 - c. Pour l'essai des articles visés à l'alinéa 1-3.A.1.b.2.

1-3.C. MATÉRIAUX

- 1-3.C.1. Matériaux hétéro-épitaxiés consistant en un « substrat » comportant des couches multiples empilées obtenues par croissance épitaxiale de l'un des matériaux suivants :
 - a. Silicium (Si);
 - b. Germanium (Ge);
 - c. Carbure de silicium (SiC);
 - d. Composés III/V de gallium ou d'indium;

Note :

1-3.C.1.d. ne vise pas à un « substrat » comportant une ou plusieurs couches épitaxiales de type P en GaN, InGaN, AlGaIn, InAlN, InAlGaIn, GaP, GaAs, AlGaAs, InP, InGaP, AlInP ou InGaAlP, indépendamment de la séquence des éléments, sauf si la couche épitaxiale de type P est entre des couches de type N.

- e. Oxyde de gallium (Ga₂O₃); **ou**
 - f. Diamant.
- 1-3.C.2. Résines photosensibles (résists) comme suit, et « substrats » revêtus de résine photosensible comme suit :
 - a. Résines photosensibles (résists) conçues pour la lithographie des semi-conducteurs comme suit :
 - 1. Résines photosensibles (résists) positives adaptées (optimisées) pour l'emploi à des longueurs d'onde inférieures à 193 nm, mais égales ou supérieures à 15 nm;
 - 2. Résines photosensibles adaptées (optimisées) pour l'emploi à des longueurs d'onde inférieures à 15 nm mais égales ou supérieures à 1 nm;
 - b. Toutes résines photosensibles (résists) destinées à être utilisées sous l'effet de faisceaux électroniques ou ioniques, ayant une sensibilité de 0,01 micro-coulomb/mm² ou meilleure;
 - c. Non utilisé depuis 2012
 - d. Toutes résines photosensibles (résists) optimisées pour des technologies de formation d'images de surface;

- e. Toutes résines photosensibles (résists) conçues ou optimisées pour les équipements de lithographie par impression visés à l'alinéa 1-3.B.1.f.2. qui utilisent un procédé soit thermique soit photoréticulable.

1-3.C.3. Composés organo-inorganiques comme suit :

- a. Composés organométalliques d'aluminium, de gallium et d'indium présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Une pureté (pureté du métal) supérieure à (meilleure que) 99,999 %; et
 - 2. L'élément d'aluminium, de gallium ou d'indium est lié directement à un carbone de la partie organique de la molécule.
- b. Composés organoarséniés, organoantimoniés et organo-phosphorés présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Une pureté (pureté de l'élément inorganique) supérieure à (meilleure que) 99,999 %; et
 - 2. L'élément d'arsenic, d'antimoine ou de phosphore est lié directement à un carbone de la partie organique de la molécule.

1-3.C.4. Hydrures de phosphore, d'arsenic ou d'antimoine, ayant une pureté supérieure à (meilleure que) 99,999 %, même dilués dans des gaz inertes ou dans l'hydrogène.

Note :

Le paragraphe 1-3.C.4. ne vise pas les hydrures contenant 20 % molaire ou plus de gaz inertes ou d'hydrogène.

1-3.C.5. Matériaux à résistivité élevée, comme suit :

- a. « Substrats » de semi-conducteurs en carbure de silicium (SiC), de nitrure de gallium (GaN), de nitrure d'aluminium (AlN), de nitrure de gallium d'aluminium (AlGaIn), d'oxyde de gallium (Ga₂O₃) ou de diamant, ou lingots, boules ou autres préformes de ces matières, ayant une résistivité supérieure à 10 000 ohm-cm à 20°C;
- b. « Substrats » polycristallins ou « substrats » en céramique polycristalline, ayant une résistivité supérieure à 10 000 ohm-cm à 20°C et comportant au moins une couche non épitaxiale monocristalline de silicium (Si), de carbure de silicium (SiC), de nitrure de gallium (GaN), de nitrure d'aluminium (AlN), de nitrure de gallium d'aluminium (AlGaIn), d'oxyde de gallium (Ga₂O₃) ou de diamant, à la surface du « substrat ».

N.B. :

Pour les matériaux consistant en un « substrat » visé à l'alinéa 1-3.C.5. comportant au moins une couche épitaxiale, voir l'alinéa 1-3.C.1. ou 1-3.C.6.

1-3.C.6. Matériaux, non visés à l'alinéa 1-3.C.1., consistant en un « substrat » visé à l'alinéa 1-3.C.5 comportant au moins une couche épitaxiale de carbure de silicium, de nitrure de gallium, de nitrure d'aluminium, de nitrure de gallium d'aluminium, d'oxyde de gallium (Ga₂O₃) ou de diamant.

1-3.D. LOGICIEL

1-3.D.1. « Logiciel » spécialement conçu pour le « développement » ou la « production » d'équipements visés aux alinéas 1-3.A.1.b. à 1-3.A.2.h. ou la sous-catégorie 1-3.B.

1-3.D.2. « Logiciel » spécialement conçu pour l'« utilisation » des équipements visés aux alinéas 1-3.B.1.a. à 1-3.B.1.f. ou 1-3.B.2.

- 1-3.D.3. Logiciel de « lithographie computationnelle » spécialement conçu pour le « développement » de modèles sur des masques ou des réticules de lithographie par ultraviolet extrême.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.D.3., la « lithographie computationnelle » est l'utilisation de la modélisation informatique pour prédire, corriger, optimiser et vérifier la performance d'imagerie du processus de lithographie sur une gamme de modèles, de processus et de conditions de système.

- 1-3.D.4. « Logiciel » spécialement conçu pour le « développement » d'équipements visés au paragraphe 1-3.A.3.
- 1-3.D.5. « Logiciel » spécialement conçu pour rétablir le fonctionnement normal d'un microordinateur, « microcircuit microprocesseur » ou « microcircuit microcalculateur » en moins de 1 ms après une perturbation par une impulsion électromagnétique (IEM) ou une décharge électrostatique (DES), et ce, sans perte de continuation des opérations.
- 1-3.D.6. « Logiciel » de « conception assistée par ordinateur appliquée à l'électronique » (« CAO ») spécialement conçu pour le « développement » de circuits intégrés ayant une structure de « transistor à effet de champ à grille environnante (*Gate-All-Around*) » (« GAAFET ») et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- Spécialement conçus pour l'implémentation du niveau « transfert de registres » (« RTL ») au format « Geometrical Database Standard II » (« GDSII »), ou une norme équivalente; **ou**
 - Spécialement conçus pour l'optimisation des règles de puissance ou de synchronisation.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-3.D.6. :

- Les « logiciels » de « conception assistée par ordinateur appliquée à l'électronique » (« CAO ») forment une catégorie d'outils servant à la conception, à l'analyse, à l'optimisation et à la validation de la performance de circuits intégrés ou de cartes de circuits imprimés.
- Le « transfert de registres » (« RTL ») est un niveau d'abstraction conceptuel qui modélise les circuits numériques synchrones en fonction du cheminement des signaux numériques entre les registres matériels, ainsi que des opérations logiques appliquées à ces signaux.
- La norme « Geometrical Database Standard II » (« GDSII ») est un format de fichier de base de données utilisé dans le cadre de l'échange de données sur les circuits intégrés ou les dessins des masques des circuits intégrés.

1-3.E. TECHNOLOGIE

- 1-3.E.1. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » ou la « production » des équipements ou matériaux visés aux sous-catégories 1-3.A.1., 1-3.A.2., 1-3.B. ou 1-3.C.

Note 1 :

Non utilisé depuis 2025

Note 2 :

Le paragraphe 1-3.E.1. ne vise pas la « technologie » pour les circuits intégrés visés aux alinéas 1-3.A.1.a.3. à 1-3.A.1.a.12. présentant les caractéristiques suivantes :

- Faisant appel à une « technologie » de 0.130 µm; **et**
- Comprenant des structures multicouches avec trois couches métalliques ou moins.

Note 3 :

L'alinéa 1-3.E.1. ne s'applique pas aux « trousse de conception de processus » à moins qu'elles ne comportent des bibliothèques qui implémentent des fonctions ou des technologies pour les articles visés à l'alinéa 1-3.A.1.

Note technique :

Aux fins de la Note 3 de l'alinéa 1-3.E.1., une « trousse de conception de processus » est un outil logiciel fourni par un fabricant de semi-conducteurs pour s'assurer que les pratiques et règles de conception requises sont prises en compte afin de produire avec succès une conception de circuit intégré spécifique dans un processus semi-conducteur spécifique, conformément aux contraintes technologiques et de fabrication (chaque procédé de fabrication de semi-conducteurs possède sa propre « trousse de conception de processus »).

1-3.E.2. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, autre que celle visée au paragraphe 1-3.E.1., pour le « développement » ou la « production » de « microcircuits microprocesseurs », « microcircuits microcalculateurs », noyaux de microcircuits de micro-commande comportant une unité arithmétique et logique ayant une largeur d'accès égale ou supérieure à 32 bits et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. « Unité de traitement vectoriel » conçue pour exécuter simultanément plus de deux calculs sur des vecteurs en « virgule flottante » (tableaux unidimensionnels de nombres de 32 bits ou plus);

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.E.2.a., une « unité de traitement vectoriel » est un élément de processeur comprenant des instructions intégrées qui exécutent simultanément plusieurs calculs sur des vecteurs en « virgule flottante » (tableaux unidimensionnels de nombres de 32 bits ou plus), et comprenant au moins une unité arithmétique et logique vectorielle et des registres vectoriels d'au moins 32 éléments chacun.

- b. Conçue pour exécuter, dans un cycle, plus de quatre opérations en « virgule flottante » de 64 bits ou plus; **ou**
- c. Conçue pour exécuter, dans un cycle, plus de huit opérations de multiplication-addition en « virgule fixe » de 16 bits (p. ex. manipulation numérique de données analogiques qui ont été préalablement converties sous forme numérique, qu'on appelle aussi « traitement de signal »).

Note 1 :

L'alinéa 1-3.E.2. ne vise pas la « technologie » des extensions multimédia.

Note 2 :

L'alinéa 1-3.E.2. ne vise pas la « technologie » pour les noyaux de microprocesseur présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *Faisant appel à une technologie de 0.130 µm ou plus; et*
- b. *Comprenant des structures multicouches avec cinq couches métalliques ou moins.*

Note 3 :

L'alinéa 1-3.E.2. comprend la « technologie » pour le « développement » ou la « production » des processeurs de signaux numériques et des processeurs matriciels numériques.

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-3.E.2.a. et 1-3.E.2.b., une « virgule flottante » est défini dans la norme IEEE-754.*
2. *Aux fins de l'alinéa 1-3.E.2.c., une « virgule fixe » désigne un nombre réel de largeur fixe comportant à la fois un nombre entier et un nombre fractionnaire, et qui ne comprend pas les formats de nombres entiers seulement.*

1-3.E.3. Autres « technologies » pour le « développement » ou la « production » de ce qui suit :

- a. Dispositifs microélectroniques à vide;
- b. Dispositifs semi-conducteurs électroniques à hétérostructure tels que les transistors à haute mobilité d'électrons (HEMT), transistors bipolaires à hétérojonction (HBT), dispositifs à puits quantique et à super-réseaux;

Note :

L'alinéa 1-3.E.3.b. ne vise pas la technologie des HEMT fonctionnant à des fréquences inférieures à 31,8 GHz et des HBT fonctionnant à des fréquences inférieures à 31,8 GHz.

- c. Dispositifs électroniques à « supraconducteurs »;
- d. Substrats de diamant pour composants électroniques.
- e. Substrats de silicium sur isolant (SOI) pour les circuits intégrés dans lesquels l'isolant est un dioxyde de silicium;
- f. Substrats de carbure de silicium pour des composants électroniques;
- g. « Dispositifs électroniques à vide » fonctionnant à des fréquences égales ou supérieures à 31,8 GHz;
- h. Substrats d'oxyde de gallium pour composants électroniques.

- 1-3.E.4. « Technologie » « nécessaire » pour trancher, meuler et polir des plaquettes de silicium de 300 mm de diamètre afin d'obtenir une « plage des moindres carrés avant du site » (« SFQR ») inférieure ou égale à 20 nm en tout point de 26 mm x 8 mm sur la surface avant de la plaquette avec une exclusion des bords inférieure ou égale à 2 mm.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-3.E.4., « SFQR » désigne la plage d'écart maximal et d'écart minimal par rapport au plan de référence avant, calculée selon la méthode des moindres carrés avec toutes les données relatives à la surface avant, y compris les limites du site à l'intérieur d'un site.

CATÉGORIE 4 : CALCULATEURS

Note 1 :

Les calculateurs, matériels connexes et « logiciel » assurant des fonctions de télécommunications ou de « réseaux locaux » doivent être évalués également en regard des caractéristiques de performances définies dans la catégorie 5 - partie 1 (Télécommunications).

Note 2 :

Les unités de commande assurant une interconnexion directe des bus ou des voies d'unités centrales de traitement, de la « mémoire centrale » ou des contrôleurs de disques, ne sont pas considérées comme des équipements de télécommunications décrits dans la catégorie 5 - partie 1 (Télécommunications).

N.B. :

Pour le statut du « logiciel » spécialement conçu pour la commutation de paquets, voir la catégorie 5.D.1. (Télécommunications).

Note technique :

Aux fins de la Note 2, la « mémoire centrale » est le stockage primaire de données ou d'instructions permettant un accès rapide par une unité centrale de traitement. Il s'agit du stockage interne d'un « ordinateur numérique » et de toute extension hiérarchique de celui-ci, tel que le stockage en cache ou le stockage étendu à accès non séquentiel.

Note 3 :

Non utilisé depuis 2015

1-4.A. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

1-4.A.1. Calculateurs électroniques et matériels connexes, présentant l'une des caractéristiques suivantes, leurs « ensembles électroniques », et leurs composants spécialement conçus :

- a. Spécialement conçus pour présenter l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Prévus pour fonctionner à une température ambiante inférieure à 228 K (-45°C) ou supérieure à 358 K (85°C); **ou**

Note :

L'alinéa 1-4.A.1.a.1. n'est pas applicable aux calculateurs spécialement conçus pour les automobiles, les trains civils ou les « aéronefs civils ».

2. Résistance aux radiations à un niveau dépassant l'une quelconque des spécifications suivantes :
 - a. Dose totale 5×10^3 Gy (Si);
 - b. Débit de dose 5×10^6 Gy (Si)/s; **ou**
 - c. Modification par événement unique 1×10^{-8} erreur/bit/jour;

Note :

L'alinéa 1-4.A.1.a.2. ne vise pas les ordinateurs spécialement conçus pour les « aéronefs civils ».

- b. Non utilisé depuis 2009

1-4.A.2. Non utilisé depuis 2003

- 1-4.A.3. « Calculateurs numériques », « ensembles électroniques », et leurs matériels connexes, comme suit et leurs composants spécialement conçus :

Note 1 :

Le paragraphe 1-4.A.3. comprend :

- Les processeurs vectoriels;
- Les processeurs matriciels;
- Les processeurs de signaux numériques;
- Les processeurs logiques;
- Les équipements conçus pour le « renforcement d'images ».

Note 2 :

Le statut des « calculateurs numériques » ou matériels connexes décrits au paragraphe 1-4.A.3. est déterminé par le statut d'autres équipements ou systèmes, à condition que :

- a. Les « calculateurs numériques » ou matériels connexes soient essentiels au fonctionnement de ces autres équipements ou systèmes;
- b. Les « calculateurs numériques » ou matériels connexes ne soient pas un « élément principal » de ces autres équipements ou systèmes; et

N.B. 1 :

Le statut des équipements pour le « traitement de signal » ou le « renforcement d'image » spécialement conçus pour d'autres équipements et ayant des fonctions limitées à celles nécessaires au fonctionnement desdits équipements, est déterminé par le statut de ces équipements, même s'ils dépassent le critère d'« élément principal ».

N.B. 2 :

En ce qui concerne le statut des « calculateurs numériques » ou de leurs matériels connexes pour équipements de télécommunications, voir la catégorie 5 - partie 1 (Télécommunications).

- c. La « technologie » afférente aux « calculateurs numériques » et matériels connexes est déterminée par la sous-catégorie 1-4.E.

- 1-4.A.3.a. Non utilisé depuis 2011

- b. « Calculateurs numériques » ayant une « performance de crête corrigée » (« PCC ») dépassant 70.0 téraflops pondérées (TP);
- c. « Ensembles électroniques » spécialement conçus ou modifiés afin de renforcer les performances par agrégation de processeurs de sorte que la « PCC » de l'agrégation dépasse la limite prévue à l'alinéa 1-4.A.3.b.;

Note 1 :

L'alinéa 1-4.A.3.c. ne s'applique qu'aux « ensembles électroniques » et aux interconnexions programmables ne dépassant pas la limite définie à l'alinéa 1-4.A.3.b., lorsqu'ils sont expédiés sous forme d'« ensembles électroniques » non intégrés.

Note 2 :

L'alinéa 1-4.A.3.c. ne vise pas les « ensembles électroniques » spécialement conçus pour un produit ou une famille de produits dont la configuration maximale ne dépasse pas la limite définie à l'alinéa 1-4.A.3.b.

- d. Non utilisé depuis 2001
- e. Non utilisé depuis 2015

N.B. :

Pour les « ensembles électroniques », modules ou équipements, effectuant des conversions analogique-numérique, voir le paragraphe 1-3.A.2.h.

- f. Non utilisé depuis 1998

- g. Équipements spécialement conçus pour additionner les performances de « calculateurs numériques » ou d'équipements associés en fournissant des interconnexions externes permettant la transmission de données à des débits supérieurs à 2,0 Goctets/s par liaison.

Note :

L'alinéa 1-4.A.3.g. ne vise pas les équipements d'interconnexion interne (par exemple, fonds de panier ou bus), les équipements d'interconnexion passive, les « contrôleurs d'accès au réseau » ni les « contrôleurs de communications ».

Notes techniques :

Aux fins de la Note de l'alinéa 1-4.A.3.g. :

1. *Un « contrôleur d'accès au réseau » est une interface matérielle à un réseau de commutation réparti. Le « contrôleur d'accès au réseau » utilise un support commun qui fonctionne en permanence au même « taux de transfert numérique » en utilisant l'arbitrage (par exemple, détection de jeton ou de porteuse) pour la transmission. Indépendamment de tout autre dispositif, il choisit les paquets de données ou les groupes de données (par exemple, IEEE 802) qui lui sont adressés. C'est un ensemble qui peut être intégré à des équipements informatiques ou de télécommunications pour assurer l'accès aux communications.*
2. *Un « contrôleur de communications » est une interface matérielle contrôlant la circulation des informations numériques synchrones ou asynchrones. Il s'agit d'un ensemble qui peut être intégré à un équipement informatique ou de télécommunications pour assurer l'accès aux télécommunications.*

- 1-4.A.4. Calculateurs comme suit et leurs matériels connexes, « ensembles électroniques » et composants, spécialement conçus :

- a. « Calculateurs à réseaux systoliques »;
- b. « Calculateurs neuronaux »;
- c. « Calculateurs optiques ».

Notes techniques

1. *Aux fins de l'alinéa 1-4.A.4.a., les « calculateurs à réseaux systoliques » sont des calculateurs où le débit et la modification des données sont contrôlables dynamiquement par l'utilisateur au niveau de la porte logique.*
2. *Aux fins de l'alinéa 1-4.A.4.b., les « calculateurs neuronaux » sont des dispositifs de calcul conçus ou modifiés pour imiter le comportement d'un neurone ou d'une collection de neurones, c'est à dire un dispositif de calcul qui se distingue par sa capacité de moduler les poids et les nombres des interconnexions d'une multiplicité de composants de calcul basée sur des données précédentes.*
3. *Aux fins de l'alinéa 1-4.A.4.c., les « calculateurs optiques » sont des calculateurs conçus ou modifiés pour utiliser la lumière pour représenter les données et dont les éléments de logique de calcul sont basés sur des dispositifs optiques directement connectés.*

- 1-4.A.5. Systèmes, équipements et composants, spécialement conçus ou modifiés pour générer, commander et contrôler, ou livrer le « logiciel d'intrusion ».

1-4.B. MATÉRIEL D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

Néant

1-4.C. MATÉRIAUX

Néant

1-4.D. LOGICIEL

Note :

Le statut du « logiciel » pour les équipements décrits dans d'autres catégories est régi par la catégorie pertinente.

- 1-4.D.1. « Logiciel » comme suit :
- a. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement » ou la « production » d'équipements ou de « logiciel » visés aux sous-catégories 1-4.A. ou 1-4.D.;
 - b. « Logiciel » autre que ceux visés à l'alinéa 1-4.D.1.a., spécialement conçu ou modifié pour le « développement » ou la « production » des équipements comme suit :
 1. « Calculateurs numériques » ayant une « performance de crête corrigée » (« PCC ») dépassant 24 téraflops pondérés (TP);
 2. « Ensembles électroniques » spécialement conçus ou modifiés afin de renforcer les performances par agrégation de processeurs, de sorte que la « PCC » de l'agrégation dépasse la limite prévue de l'alinéa 1-4.D.1.b.1.
- 1-4.D.2. Non utilisé depuis 2014
- 1-4.D.3. Non utilisé depuis 2009
- 1-4.D.4. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour générer, commander et contrôler, ou livrer le « logiciel d'intrusion ».

Note :

L'alinéa 1-4.D.4. ne s'applique pas aux « logiciels » spécialement conçus et limités pour fournir des mises à jour ou des mises à niveau de « logiciel » répondant à toutes les conditions suivantes :

- a. *La mise à jour ou la mise à niveau ne fonctionne qu'avec l'autorisation du propriétaire ou de l'administrateur du système qui le reçoit; et*
- b. *Après la mise à jour ou la mise à niveau, le « logiciel » mis à jour ou mis à niveau n'est pas l'un des logiciels suivants :*
 1. *Un « logiciel » visé à l'alinéa 1-4.D.4.; ou*
 2. *Un « logiciel d'intrusion ».*

1-4.E. « TECHNOLOGIE »

- 1-4.E.1. « Technologie » comme suit :
- a. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements ou du « logiciel » visés aux sous-catégories 1-4.A. ou 1-4.D.;
 - b. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie autre que celle visée à l'alinéa 1-4.E.1.a., pour le « développement » ou la « production » des équipements comme suit :
 1. « Calculateurs numériques » ayant une « performance de crête corrigée » (« PCC ») dépassant 24 téraflops pondérés (TP);
 2. « Ensembles électroniques » spécialement conçus ou modifiés pour renforcer les performances par agrégation de processeurs, de sorte que la « PCC » de l'agrégation dépasse la limite définie à l'alinéa 1-4.E.1.b.1.;
 - c. « Technologie » pour le « développement » de « logiciel d'intrusions ».

Note 1 :

Les alinéas 1-4.E.1.a. et 1-4.E.1.c. ne s'appliquent pas à la « divulgation des vulnérabilités » ou à la « réponse aux cyberincidents ».

Note 2

La Note 1 ne porte pas atteinte aux droits des autorités nationales à vérifier le respect des alinéas 1-4.E.1.a. et 1-4.E.1.c.

NOTE TECHNIQUE SUR LA « PERFORMANCE DE CRÊTE CORRIGÉE » (« PCC ») :

La « PCC » est un taux de crête corrigé auquel les « calculateurs numériques » exécutent des additions et des multiplications en virgule flottante de 64 bits ou plus.

Abréviations utilisées dans la présente note technique

n nombre de processeurs dans le « calculateur numérique »

i numéro du processeur (i,...n)

t_i temps de cycle du processeur (t_i = 1/F_i)

F_i fréquence du processeur

V_i vitesse calculée maximale en virgule flottante

W_i facteur d'ajustement de l'architecture

La « PCC » est exprimée en Téraflopps pondérés (TP), en unités de 10¹² opérations en virgule flottante corrigées par seconde.

DESCRIPTION DE LA MÉTHODE DE CALCUL DE LA « PCC »

1. Pour chaque processeur i, déterminer le nombre maximal d'opérations en virgule flottante de 64 bit ou plus (OVF_i), exécuté par cycle pour chaque processeur du « calculateur numérique ».

Note : Pour déterminer OVF, n'inclure que les additions ou multiplications de 64 bits ou plus. Toutes les opérations en virgule flottante doivent être exprimées en opérations par cycle de processeur; les opérations qui exigent plusieurs cycles peuvent être exprimées en résultats fractionnaires par cycle. Pour les processeurs incapables d'exécuter des calculs sur des opérandes en virgule flottante de 64 bits ou plus, la vitesse efficace calculée V est zéro.

2. Calculer la vitesse en virgule flottante V pour chaque processeur V_i = OVF_i / t_i.
3. Calculer « PCC » comme « PCC » = W₁ x V₁ + W₂ x V₂ + ... + W_n x V_n.
4. Pour les « processeurs vectoriels », W_i = 0,9. Pour les « processeurs non vectoriels », W_i = 0,3.

Note 1 : Pour les processeurs exécutant des opérations composées au cours d'un cycle, telles que des additions et des multiplications, chaque opération est comptée.

Note 2 : Pour un processeur en pipeline, la vitesse efficace calculée V est la vitesse en pipeline, (une fois que le pipeline est rempli), ou la vitesse non en pipeline, le chiffre à retenir étant celui de la vitesse la plus élevée.

Note 3 : La vitesse calculée V de chaque processeur concerné doit être agrégée sous sa valeur maximale théoriquement possible, avant que la « PCC » de la combinaison n'en soit déduite. Des opérations simultanées sont supposées exister lorsque le fabricant du calculateur stipule, dans un manuel ou une brochure du calculateur, l'existence d'un fonctionnement ou d'une exécution en mode concurrent, parallèle ou simultané.

Note 4 : Les processeurs qui sont limités aux fonctions entrée-sortie ou aux fonctions de périphériques (par exemple les unités de disques, les communications et les écrans vidéo) ne sont pas inclus dans le calcul de la « PCC ».

Note 5 : Les valeurs de « PCC » ne doivent pas être calculées pour les combinaisons de processeurs (inter)connectées par des « réseaux locaux », des réseaux étendus, des connexions/dispositifs à entrées/sorties partagées, des contrôleurs d'entrée/sortie et toutes interconnexions de communications mises en œuvre par le « logiciel ».

Note 6 : Les valeurs « PCC » doivent être calculées pour les combinaisons de processeurs comprenant des processeurs spécialement conçus pour améliorer les performances par agrégation, fonctionnant simultanément et partageant leur mémoire.

Notes techniques :

1. *Aggrégation de tous les processeurs et accélérateurs fonctionnant simultanément et tous réalisés sur la même pastille.*
2. *Les combinaisons de processeurs partagent la mémoire lorsque n'importe quel processeur est capable d'accéder à n'importe quel emplacement mémoire du système par l'intermédiaire de la transmission matérielle par des lignes de cache ou des mots de mémoire, sans la participation d'aucun mécanisme logiciel, pouvant être réalisé en utilisant des « ensembles électroniques » spécifiés à l'alinéa 1-4.A.3.c.*

Note 7 : Un processeur vectoriel est défini comme un processeur ayant des instructions incorporées qui visent à exécuter simultanément des calculs multiples sur des vecteurs à virgule flottante (tableaux unidimensionnels de 64 bits ou plus), avec au moins 2 unités fonctionnelles vectorielles et 8 registres vectoriels d'au moins 64 éléments chacun.

CATÉGORIE 5 – PARTIE 1 : TÉLÉCOMMUNICATIONS

Note 1 :

Le statut des composants, des équipements d'essai et de production et de leur « logiciel », spécialement conçus pour les équipements ou systèmes de télécommunications, est déterminé par la catégorie 5 - partie 1.

N.B. :

Pour les « lasers » conçus spécialement pour les équipements ou systèmes de télécommunications, se reporter au paragraphe 1-6.A.5.

Note 2 :

Les « calculateurs numériques », matériels connexes ou « logiciel », lorsqu'ils sont essentiels au fonctionnement et au soutien des équipements de télécommunications décrits dans la présente catégorie, sont considérés comme des composants spécialement conçus, à condition que ce soient les modèles standard normalement fournis par le fabricant. Il convient d'entendre par là, les systèmes informatiques d'exploitation, d'administration, de maintenance, d'ingénierie ou de facturation.

1-5.A.1. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

1-5.A.1. Systèmes de télécommunications, équipements, composants et accessoires, comme suit :

- a. Tout type d'équipement de télécommunications présentant l'une des caractéristiques, réalisant l'une des fonctions ou comportant l'un des éléments suivants :
 - 1. Spécialement conçus pour résister aux effets transitoires électroniques ou à l'impulsion électromagnétique consécutifs à une explosion nucléaire;
 - 2. Spécialement durcis contre les rayonnements gamma, neutroniques ou ioniques;
 - 3. Spécialement conçus pour fonctionner à des températures inférieures à 218 K (-55°C); **ou**
 - 4. Spécialement conçus pour fonctionner à des températures supérieures à 397 K (124°C);

Note 1:

L'alinéa 1-5.A.1.a.3. et 1-5.A.1.a.4. s'appliquent uniquement aux équipements électroniques.

Note 2 :

Les alinéas 1-5.A.1.a.2., 1-5.A.1.a.3. et 1-5.A.1.a.4. ne visent pas les équipements conçus ou modifiés pour être utilisés à bord d'« engins spatiaux ».

- b. Systèmes et équipements de télécommunications et composants et accessoires spécialement conçus, ayant l'une des caractéristiques, fonctions ou caractéristiques suivantes :
 - 1. Systèmes sous-marins de communications non attachés présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une fréquence porteuse acoustique en dehors de la plage de 20 à 60 kHz;
 - b. L'utilisation d'une fréquence porteuse électromagnétique inférieure à 30 kHz;
 - c. Utilisant des techniques d'orientation du faisceau électroniques; **ou**
 - d. Utilisant des « lasers » ou des diodes électroluminescentes (DEL), ayant une longueur d'onde de sortie supérieure à 400 nm et inférieure à 700 nm, dans un « réseau local »;

2. Étant des équipements radio fonctionnant dans la bande de 1,5 MHz à 87,5 MHz et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Prévision et sélection automatiques des fréquences et « taux de transfert numériques totaux » par voie afin d'optimiser l'émission; **et**
 - b. Comprenant une configuration d'amplificateur de puissance linéaire ayant la capacité de traiter simultanément des signaux multiples à une puissance de sortie de 1 kW ou plus dans la gamme de fréquences de 1,5 MHz ou plus mais moins de 30 MHz, ou de 250 W ou plus dans la gamme de fréquences de 30 MHz ou plus mais ne dépassant pas 87,5 MHz, sur une « bande passante instantanée » d'une octave ou plus avec un taux d'harmonique de sortie et de distorsion inférieur à (meilleur que) -80 dB;
3. Étant des équipements radio employant des techniques à « spectre étalé », y compris à « sauts de fréquences », autres que ceux visés à l'alinéa 1-5.A.1.b.4. et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Codes d'étalement programmables par l'utilisateur; **ou**
 - b. Bande passante d'émission totale égale à 100 fois ou plus de 100 fois la bande passante de l'une quelconque des voies d'information et supérieure à 50 kHz;

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.b.3.b. ne vise pas l'équipement radio spécialement conçu pour une utilisation avec un des systèmes suivants :

- a. Les systèmes de radio-communication cellulaire civils; **ou**
- b. Les stations terrestres de communications par « satellites » fixes ou mobiles destinées aux télécommunications civiles commerciales.

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.b.3. ne vise pas les équipements conçus pour fonctionner à une puissance de sortie de 1 W ou moins.

4. Étant des équipements radio employant des techniques de modulation à bande ultra-large, ayant des codes de découpage en canaux programmables par l'utilisateur, des codes de brouillage ou des codes d'identification de réseau et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une largeur de bande supérieure à 500 MHz; **ou**
 - b. Une « bande passante fractionnelle » de 20 % ou plus;
5. Étant des récepteurs radio à commande numérique présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Plus de 1 000 canaux;
 - b. « Temps de commutation de canal » inférieur à 1 ms;
 - c. Exploration ou balayage automatique d'une partie du spectre électromagnétique; **et**
 - d. Identification des signaux reçus ou du type d'émetteur; **ou**

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.b.5. ne vise pas l'équipement radio spécialement conçu pour être utilisés avec des systèmes de radiocommunication cellulaire civils.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.1.b.5.b., le « temps de commutation de canal » désigne le temps (délai) pour passer d'une fréquence de réception à l'autre, pour arriver à ou à sein de $\pm 0,05$ % de la fréquence de réception finale spécifiée. Les articles ayant une

gamme de fréquences déterminée de moins de $\pm 0,05$ % de part et d'autre de la fréquence centrale sont définis comme étant incapables d'effectuer la commutation de fréquence de canal.

6. Utilisant les fonctions du « traitement de signal » numérique pour le
« vocodage » à des vitesses inférieures à 700 bits/s;

Notes techniques :

1. Pour le « vocodage » à vitesse variable, l'alinéa 1-5.A.1.b.6. est applicable au signal de sortie de « vocodage » de la parole continue.
 2. Aux fins de l'alinéa 1-5.A.1.b.6., le « vocodage » est défini comme la technique permettant de prendre des échantillons de la voix humaine et ensuite de les convertir en un signal numérique, compte tenu des caractéristiques spécifiques du langage humain.
- c. Fibres optiques d'une longueur de plus de 500 m et spécifiées par le fabricant comme ayant la capacité de supporter un « essai de mise à l'épreuve » de la résistance à la rupture égale ou supérieure à 2×10^9 N/m²;

N.B. :

Pour les câbles ombilicaux sous-marins, voir l'alinéa 1-8.A.2.a.3.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.1.c., l'« essai de mise à l'épreuve » est l'essai de production en ligne ou hors ligne appliquant de façon dynamique une contrainte de traction prescrite sur une longueur de fibre de 0,5 à 3 m à une vitesse de 2 à 5 m/s dans des galets enrouleurs d'un diamètre d'environ 150 mm. La température ambiante présente une valeur nominale de 293 K (20°C) et une humidité relative de 40 %. Des normes nationales équivalentes peuvent être utilisées aux fins d'exécution de l'essai de mise à l'épreuve.

- d. « Antennes à réseaux phasés, électroniquement orientables » comme suit :
1. Prévues pour fonctionner à des fréquences supérieures à 31,8 GHz mais ne dépassant pas 57 GHz, ayant une puissance apparente rayonnée (PAR) égale ou supérieure à +20 dBm (puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) de 22,15 dBm);
 2. Prévues pour fonctionner à des fréquences supérieures à 57 GHz mais ne dépassant pas 66 GHz, ayant une PAR égale ou supérieure à +24 dBm (PIRE de 26,15 dBm);
 3. Prévues pour fonctionner à des fréquences supérieures à 66 GHz mais ne dépassant pas 90 GHz, ayant une PAR égale ou supérieure à +20 dBm (PIRE de 22,15 dBm);
 4. Prévues pour fonctionner à des fréquences supérieures à 90 GHz;

Note 1 :

L'alinéa 1-5.A.1.d. ne vise pas les « antennes à réseaux phasés, électroniquement orientables » destinées aux systèmes d'atterrissage aux instruments répondant aux normes de l'OACI couvrant les systèmes d'atterrissage hyperfréquences (MLS).

Note 2 :

L'alinéa 1-5.A.1.d. ne s'applique pas aux antennes spécialement conçues pour toute application suivante :

- a. Systèmes de radiocommunications par réseau WLAN ou par réseau cellulaire civil;
- b. HDMI sans fil ou répondant à la norme IEEE 802.15; **ou**
- c. Les stations terrestres de communication par « satellite », fixes ou mobiles, destinées aux télécommunications civiles commerciales.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.1.d., une « antenne à réseaux phasés, électroniquement orientable » est une antenne formant un faisceau au moyen d'un couplage de phase, (c'est-à-dire que la direction du faisceau est commandée par les coefficients d'excitation complexes des éléments rayonnants) et que la direction de ce faisceau peut être modifiée (aussi bien en émission qu'en réception) en azimut ou en élévation, ou les deux, par l'application d'un signal électrique.

- e. Équipement de radiogoniométrie fonctionnant à des fréquences supérieures à 30 MHz et présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 - 1. « Bande passante instantanée » de 10 MHz ou plus; **et**
 - 2. Capable de trouver une ligne de relèvement pour les transmetteurs radio non coopérants avec une durée de signal inférieure à 1 ms.
- f. Équipement mobile d'interception ou de brouillage des télécommunications et équipement de surveillance de telles télécommunications, comme suit:
 - 1. Équipement d'interception conçu pour l'extraction de la voix ou des données transmises par voie hertzienne;
 - 2. Équipement d'interception non visé à l'alinéa 1-5.A.1.f.1, conçu pour extraire les informations d'identification d'un dispositif client ou d'un abonné (p. ex., IMSI, TIMSI ou IMEI), la signalisation ou d'autres métadonnées transmises par voie hertzienne;
 - 3. Matériel de brouillage spécialement conçu ou modifié pour brouiller, bloquer, neutraliser, détériorer ou détourner, intentionnellement et sélectivement, des services de télécommunication cellulaire mobile et remplissant l'une des fonctions suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 - a. Simulation des fonctions de l'équipement du réseau d'accès radio;
 - b. Détection et exploitation des caractéristiques spécifiques du protocole de télécommunication mobile utilisé (par exemple, GSM); **ou**
 - c. Exploitation des caractéristiques spécifiques du protocole de télécommunication mobile utilisé (par exemple, GSM);
 - 4. Équipement de surveillance RF conçu ou modifié pour détecter l'utilisation des équipements visés aux alinéas 1-5.A.1.f.1., 1-5.A.1.f.2. ou 1-5.A.1.f.3.

Note :

Les alinéas 1-5.A.1.f.1. et 1-5.A.1.f.2. ne visent aucun des éléments suivants :

- a. *Équipement spécifiquement conçu pour l'interception de signaux analogique de radio mobile privée (PMR), IEEE 802.11 WLAN;*
- b. *Équipement conçu pour les exploitants de réseaux de télécommunications mobiles;*
ou
- c. *Équipement conçu pour le « développement » ou la « production » d'équipements ou systèmes de télécommunications mobiles.*

N.B. :

- 1. *Voir aussi la Liste de matériel de guerre.*
- 2. *Pour les récepteurs radio, voir l'alinéa 1-5.A.1.b.5.*
- g. Systèmes ou équipements de localisation cohérente passive (LCP) conçus spécialement pour la détection et la poursuite d'objets mobiles par mesure des signaux radiofréquences ambiants émis par des émetteurs autres que des émetteurs radar;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.1.g., les émetteurs autres que les émetteurs radar peuvent comprendre les stations de base de radio, de télévision ou de télécommunications cellulaires.

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.g. ne vise aucun des suivants :

- a. *L'équipement radio-astronomique; ou*
- b. *Les systèmes ou équipement, qui dépendent d'une forme d'émission radio de la cible.*
- h. Équipements s'opposant au fonctionnement d'engins explosifs improvisés (EEI) et équipements connexes, comme suit :
 1. Équipement d'émission radiofréquences (RF), non visé à l'alinéa 1-5.1.1.f et conçu ou modifié pour prématurément activer ou empêcher le déclenchement d'engins explosifs improvisés (EEI).
 2. Équipement utilisant des techniques conçues pour permettre les radiocommunications sur les mêmes canaux de fréquences que ceux sur lesquels les équipements visés à l'alinéa 1-5.A.1.h.1. émettent;

N.B. :

Voir aussi la Liste de matériel de guerre.

- i. Non utilisé depuis 2012

N.B. :

Pour les articles visés antérieurement à l'alinéa 1-5.A.1.i, voir l'alinéa 1-5.A.1.f.

- j. Systèmes ou équipement de surveillance des communications de réseau IP, et composants spécialement conçus, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Effectuant toutes les opérations suivantes sur un réseau IP de classe entreprise (p. ex. réseau dorsal IP d'échelle nationale) :
 - a. Analyse au niveau de la couche application (p. ex. la couche 7 du modèle d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI) (ISO/CEI 7498-1));
 - b. Extraction de métadonnées sélectionnées et de contenus d'applications sélectionnés (p. ex. voix, vidéo, messages, pièces jointes); **et**
 - c. Indexation des données extraites; **et**
 2. Spécialement conçus pour effectuer toutes les suivantes :
 - a. Exécution de recherches en fonctions de « sélecteurs constants »; **et**
 - b. Cartographie du réseau relationnel d'un individu ou d'un groupe de personnes.

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.j. ne s'applique pas aux systèmes ou équipements, spécialement conçus pour une des suivantes :

- a. *Objectifs de marketing ;*
- b. *Évaluation de la qualité de service (QoS) du réseau; ou*
- c. *Évaluation de la qualité d'expérience (QdE).*

1-5.B.1. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

- 1-5.B.1. Équipements, composants et accessoires d'essai, d'inspection et de production de télécommunications, comme suit :

- a. Équipements et leurs composants et accessoires spécialement conçus pour le « développement » ou la « production » des équipements, des fonctions ou des éléments visés au paragraphe 1-5.A.1.;

Note :

L'alinéa 1-5.B.1.a. ne vise pas les équipements de caractérisation des fibres optiques.

- b. Équipements, et leurs composants et accessoires spécialement conçus, spécialement destiné au « développement » d'un des équipements de transmission des télécommunications ou de commutation suivant :

- 1. Non utilisé depuis 2009
- 2. Équipements faisant appel à un « laser » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Présentant une longueur d'onde de transmission de plus de 1 750 nm;
 - b. Non utilisé depuis 2015
 - c. Non utilisé depuis 2016
 - d. Faisant appel aux techniques analogiques et présentant une bande passante supérieure à 2,5 GHz; **ou**

Note :

L'alinéa 1-5.B.1.b.2.d. ne vise pas les équipements spécialement conçus pour le « développement » de systèmes de télévision commerciale.

- 3. Non utilisé depuis 2009
- 4. Équipements radio faisant appel aux techniques de modulation d'amplitude en quadrature (MAQ) au-delà du niveau 1 024.
- 5. Non utilisé depuis 2011

1-5.C.1. MATÉRIAUX

Néant

1-5.D.1. LOGICIEL

1-5.D.1. « Logiciel » comme suit :

- a. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements ou des matériaux, visés au paragraphe 1-5.A.1.;
- b. Non utilisé depuis 2014
- c. « Logiciel » spécifique spécialement conçu ou modifié pour fournir l'une des caractéristiques, l'une des fonctions ou l'un des éléments des équipements, visés au paragraphe 1-5.A.1. ou 1-5.B.1.;
- d. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement » d'un des équipements de transmission des télécommunications ou de commutation suivants :
 - 1. Non utilisé depuis 2009
 - 2. Équipements faisant appel à un « laser » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Présentant une longueur d'onde de transmission de plus de 1 750 nm; **ou**
 - b. Faisant appel aux techniques analogiques et présentant une bande passante supérieure à 2,5 GHz; **ou**

Note :

L'alinéa 1-5.D.1.d.2.b. ne vise pas le « logiciel » spécialement conçu pour le « développement » de systèmes de télévision commerciale.

3. Non utilisé depuis 2009
4. Équipements radio faisant appel aux techniques de modulation d'amplitude en quadrature (MAQ) au-delà du niveau 1 024;
- e. « Logiciel » autre que celui visé à l'alinéa 1-5.D.1.a. ou 1-5.D.1.c., spécialement conçu ou modifié à des fins de surveillance ou d'analyse aux fins de l'application de la loi, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Exécution de recherches à partir de « sélecteurs constants » du contenu des communications ou des métadonnées obtenues d'un fournisseur de services de communication au moyen d'une « interface de transfert »; **et**

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-5.D.1.e., une « interface de transfert » est une interface physique et logique conçue à l'intention d'un organisme d'application de la loi autorisé au moyen de laquelle on demande des mesures d'interception ciblées d'un fournisseur de services de communication, alors que les résultats de l'interception sont remis par ce fournisseur de services de communication à l'autorité qui en fait la demande. « L'interface de transfert » est intégrée aux systèmes ou à l'équipement (comme les appareils de médiation) qui reçoivent et valident la demande d'interception et qui transmettent ensuite à l'autorité qui en fait la demande uniquement les résultats de l'interception répondant à la demande validée.*
2. *Les « interfaces de transfert » peuvent être prescrites dans les normes internationales (incluant, entre autres, ETSI TS 101 331, ETSI TS 101 671, 3GPP TS 33.108) ou les équivalents nationaux.*
2. Mappage du réseau de relations ou suivi du mouvement ou de la localisation d'individus ciblés à partir des résultats des recherches sur le contenu des communications ou des métadonnées ou des recherches décrites à l'alinéa 1-5.D.1.e.1.

Note :

L'alinéa 1-5.D.1.e. ne s'applique pas au « logiciel » spécialement conçu ou modifié pour une des raisons suivantes :

- a. *Facturation;*
- b. *Qualité du service (QS) sur le réseau;*
- c. *Qualité de l'expérience (QE);*
- d. *Dispositifs de médiation; **ou***
- e. *Paieement ou opération bancaire sur téléphone portable.*

1-5.E.1. TECHNOLOGIE

1-5.E.1. « Technologie » comme suit :

- a. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » (à l'exclusion de l'exploitation) des équipements, fonctions ou caractéristiques, visés au paragraphe 1-5.A.1., ou « logiciels » visés à l'alinéa 1-5.D.1.a. ou 1-5.D.1.e.;
- b. « Technologie » spécifique comme suit :
 1. « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » d'équipements de télécommunications spécialement conçus pour servir à bord d'« engins spatiaux »;

2. « Technologie » pour le « développement » ou l'« utilisation » des techniques de communication « laser » permettant l'acquisition et la poursuite automatiques des signaux et le maintien des communications à travers les milieux exoatmosphériques ou sous-marins;
3. « Technologie » pour le « développement » d'équipement de réception de station de base de système radio cellulaire dont les capacités de réception permettant le fonctionnement multibande, multicanal, multimode, avec algorithme de multicodage ou multiprotocole peuvent être modifiées par des changements apportés au « logiciel »;
4. « Technologie » pour le « développement » de techniques à « spectre étalé », y compris les techniques à « sauts de fréquence »;

Note :

L'alinéa 1-5.E.1.b.4. ne vise pas la technologie pour le « développement » d'un des systèmes suivants :

- a. Les systèmes de radiocommunication cellulaire civils; **ou**
- b. Les stations terrestres de communications par satellites fixes ou mobiles destinées aux télécommunications civiles commerciales.

- c. « Technologie » conforme à la Note générale de technologie, pour le « développement » ou la « production » de l'un des équipements suivants :
 1. Non utilisé depuis 2016
 2. Équipements faisant appel à un « laser » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Présentant une longueur d'onde de transmission de plus de 1 750 nm;
 - b. Non utilisé depuis 2015
 - c. Non utilisé depuis 2016
 - d. Faisant appel aux techniques de multiplexage de division en longueur d'ondes de porteuses optiques espacées de moins de 100 GHz; **ou**
 - e. Faisant appel aux techniques analogiques et présentant une largeur de bande passante supérieure à 2,5 GHz;

Note :

L'alinéa 1-5.E.1.c.2.e. ne vise pas la « technologie » pour les systèmes de télévision commerciale.

N.B. :

Pour la « technologie » de « développement » ou de « production » d'équipement autre que de télécommunications utilisant un « laser », voir le paragraphe 1-6.E.

3. Équipements utilisant la « commutation optique » et possédant un temps de commutation inférieur à 1 ms;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.E.1.c.3., la « commutation optique » performe le routage ou la commutation de signaux sous forme optique sans conversion en signaux électriques.

4. Équipements radio présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Techniques de modulation d'amplitude en quadrature (MAQ) au-delà du niveau 1 024;
 - b. Fonctionnant à des fréquences d'entrée et de sortie supérieures à 31,8 GHz;

ou

Note :

L'alinéa 1-5.E.1.c.4.b. ne vise pas la « technologie » pour les équipements conçus ou modifiés aux fins d'utilisation dans toute bande de fréquences « attribuée par l'UIT » aux services de radiocommunication, mais non pour le radiorepérage.

- c. Exploitant la bande de 1,5 MHz à 87,5 MHz et incorporant des techniques adaptatives offrant une suppression de plus de 15 dB d'un signal brouilleur; **ou**
- 5. Non utilisé depuis 2011
- 6. Équipements mobiles présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Fonctionnant à une longueur d'onde optique supérieure ou égale à 200 nm et inférieure ou égale à 400 nm; **et**
 - b. Fonctionnant comme un « réseau local »;
- d. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » ou la « production » d'amplificateurs de puissance à « circuits intégrés monolithiques hyperfréquences » (« CIMH ») spécialement conçus pour les télécommunications et qui sont l'une des suivantes :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.E.1.d., le paramètre puissance de crête de sortie à saturation peut aussi s'appeler puissance de sortie, puissance de sortie en saturation, puissance de sortie maximale, puissance de sortie de crête ou enveloppe de puissance de sortie de crête, dans les fiches techniques des produits.

- 1. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz sans dépasser 6,8 GHz avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 15 %, et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 75 W (48,75 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,7 GHz, mais ne dépassant pas 2,9 GHz;
 - b. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 55 W (47,4 dBm) à toute fréquence supérieure à 2,9 GHz, mais ne dépassant pas 3,2 GHz;
 - c. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 40 W (46 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,2 GHz, mais ne dépassant pas 3,7 GHz; **ou**
 - d. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 20 W (43 dBm) à toute fréquence supérieure à 3,7 GHz, mais ne dépassant pas 6,8 GHz;
- 2. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6,8 GHz, mais sans dépasser 16 GHz avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %, et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 10 W (40 dBm) à toute fréquence supérieure à 6,8 GHz, mais ne dépassant pas 8,5 GHz; **ou**
 - b. Une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 5 W (37 dBm) à toute fréquence supérieure à 8,5 GHz, mais ne dépassant pas 16 GHz;
- 3. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 3 W (34,77 dBm) à toute fréquence supérieure à 16 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
- 4. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,1 nW (-70 dBm) à toute fréquence supérieure à 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37 GHz;

5. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 1 W (30 dBm) à toute fréquence supérieure à 37 GHz, mais ne dépassant pas 43,5 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
 6. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 31,62 mW (15 dBm) à toute fréquence supérieure à 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 10 %;
 7. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 10 mW (10 dBm) à toute fréquence supérieure à 75 GHz, mais ne dépassant pas 90 GHz, et avec une « bande passante fractionnelle » de largeur supérieure à 5 %; ou
 8. Prévus pour fonctionner à une puissance de sortie de crête à saturation supérieure à 0,1 nW (-70 dBm) à toute fréquence supérieure à 90 GHz;
- e. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » ou la « production » de dispositifs et circuits électroniques spécialement conçus pour les télécommunications et contenant des composants fabriqués à partir de matériaux « supraconducteurs », spécialement conçus pour fonctionner à des températures inférieures à la « température critique » d'au moins un des constituants « supraconducteurs » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Commutation de courant pour circuits numériques utilisant des portes « supraconductrices » avec un produit du temps de propagation par porte (exprimé en secondes) par la puissance dissipée par porte (exprimée en watts) inférieur à 10^{-14} J; **ou**
 2. Sélection de fréquence à toutes les fréquences utilisant des circuits résonants ayant des facteurs de qualité (Q) dépassant 10 000.

CATÉGORIE 5 – PARTIE 2 : SÉCURITÉ DE L'INFORMATION

Note 1 :

Non utilisé depuis 2015

Note 2 :

La catégorie 5 - partie 2, ne vise pas les produits lorsqu'ils accompagnent leur utilisateur pour son usage personnel.

Note 3 : Note sur la cryptologie

Les paragraphes 1-5.A.2., 1-5.D.2.a.1., 1-5.D.2.b. et 1-5.D.2.c.1., ne visent pas les articles suivants :

a. Articles qui répondent à toutes les conditions suivantes :

- 1. Généralement offerts au public en étant vendus, sans restriction à partir de stocks à des points de vente au détail par l'entremise des transactions suivantes :
 - a. Transactions au comptoir;*
 - b. Transactions postales;*
 - c. Transactions électroniques; ou*
 - d. Transactions téléphoniques;**
- 2. La fonctionnalité de cryptologie ne peut pas être facilement modifiée par l'utilisateur;*
- 3. Conçus aux fins d'installation par l'utilisateur sans soutien significatif accru de la part du fournisseur; et*
- 4. Au besoin, les détails des articles sont accessibles et seront fournis, sur demande, à l'autorité appropriée dans le pays de l'exportateur afin de s'assurer de leur conformité aux conditions décrites aux alinéas 1. à 3. ci-dessus;*

b. Les composants matériels ou le « logiciel exécutable » des articles existants décrits au paragraphe a. de la présente Note, qui ont été conçus pour lesdits articles, et qui remplissant toutes les conditions suivantes :

- 1. La « sécurité de l'information » n'est pas la fonction ou l'ensemble de fonctions principaux du composant ou du « logiciel exécutable »;*
- 2. Le composant ou le « logiciel exécutable » ne change aucune fonction cryptographique des articles existants, ou il n'ajoute aucune nouvelle fonction cryptographique aux articles existants;*
- 3. L'ensemble de caractéristiques du composant ou du « logiciel exécutable » est fixe et il n'est pas conçu ou modifié en fonction des demandes d'un client; et*
- 4. Lorsque c'est nécessaire selon l'autorité appropriée du pays exporteur, les détails du composant ou du « logiciel exécutable », et les détails des articles finaux connexes sont accessibles et seront fournis à l'autorité à sa demande, afin d'évaluer la conformité avec les conditions ci-dessus.*

Note technique :

Aux fins de la Note sur la cryptologie, « logiciel exécutable » signifie « logiciel » sous forme exécutable, d'un composant matériel existant exclu du paragraphe 1-5.A.2. par la Note sur la cryptologie.

Note :

Le « logiciel exécutable » ne comprend pas d'images binaires complètes du « logiciel » exécuté dans un article final.

Note à la Note sur la cryptologie :

- 1. Pour rencontrer les conditions du paragraphe a. de la Note 3, toutes les conditions suivantes doivent être respectées :
 - a. L'article présente un intérêt potentiel pour une vaste gamme de personnes et d'entreprises; et**

- b. *Le prix et l'information au sujet de la fonctionnalité principale de l'article doivent être disponibles avant l'achat sans qu'il soit nécessaire de consulter le vendeur ou le fournisseur. Une simple demande de prix n'est pas considérée comme une consultation.*
2. *Lorsqu'elles déterminent la validité du paragraphe a. de la Note 3, les autorités nationales peuvent prendre en compte divers facteurs comme la quantité, le prix, les réseaux de vente existants, les clients représentatifs, l'usage habituel ou toute pratique discriminatoire du fournisseur.*

1-5.A.2. SYSTÈMES DE « SÉCURITÉ DE L'INFORMATION », LEURS ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

« SÉCURITÉ DE L'INFORMATION » CRYPTOGRAPHIQUE

- 1-5.A.2. Systèmes, équipements et composants, pour la « sécurité de l'information », comme suit :

N.B. :

Pour les équipements de réception de « système de navigation par satellite » contenant ou utilisant du décryptage, voir le paragraphe 1-7.A.5.

- a. Conçus ou modifiés pour utiliser la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit », comme suit :
1. Articles ayant la « sécurité de l'information » comme fonction principale;
 2. Systèmes, équipement ou composants de communication numérique ou de réseautage, non visés au sous-alinéa 1-5.A.2.a.1.;
 3. Ordinateurs, autres articles ayant comme fonction principale le stockage ou le traitement de l'information, et leurs composants, non visés aux sous-alinéas 1-5.A.2.a.1. ou 1-5.A.2.a.2.;

N.B. :

Pour les systèmes d'exploitation, voir aussi les sous-alinéas 1-5.D.2.a.1. et 1-5.D.2.c.1.

4. Articles, non visés aux sous-alinéas 1-5.A.2.a.1. à 1-5.A.2.a.3., pour lesquels la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit », répond à toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Elle appuie une fonction non principale de l'article; **et**
 - b. Elle est effectuée par un équipement ou un « logiciel » intégré qui, en tant qu'article autonome, serait visé par la catégorie 5 - partie 2.

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-5.A.2.a., la « cryptographie pour la confidentialité des données » est la « cryptologie » qui utilise des techniques numériques pour une fonction ou une capacité cryptographique qui est utilisable ou peut être rendue utilisable, autre que celles précisées ci-dessous :
 - a. « Authentification »;
 - b. Signature numérique;
 - c. Intégrité des données;
 - d. Non-répudiation;
 - e. Gestion des droits numériques, y compris l'exécution d'un « logiciel » protégé;
 - f. Chiffrement ou déchiffrement pour des fonctions de divertissement, de diffusion commerciale de masse ou de gestion de dossiers médicaux;
 - g. Fonctions de « réseau personnel » sans fil mettant en oeuvre seulement des normes cryptologiques publiées ou commerciales;

- h. *Opérations de cryptologie spécialement conçus et limités aux usages bancaires ou aux transactions monétaires, y compris la collecte et le relevé des tarifs ou des fonctions de crédit;*
- i. *Gestion de clés à l'appui et limitée aux fonctions et capacités décrites aux paragraphes a. à h. ci-dessus; ou*
- j. *Fonctions ou capacités cryptologiques qui n'ont pas été activées, et qui ne peuvent être activées qu'au moyen d'une « activation cryptographique » sécurisée.*

N.B. :

Pour les « jetons d'activation cryptographique », voir les alinéas 1-5.A.2.b., 1-5.D.2.b. et 1-5.E.2.b.

- 2. *Aux fins de l'alinéa 1-5.A.2.a., « algorithme de sécurité décrit » signifie :*
 - a. *Un « algorithme symétrique » faisant appel à une longueur de clé de plus de 56 bits;*

Notes techniques :

Aux fins de la Note technique 2.a. de l'alinéa 1-5.A.2.a. :

- 1. *« Algorithme symétrique » est un algorithme cryptographique utilisant des clefs identiques pour le chiffrement et le déchiffrement.*
- 2. *La confidentialité des données constitue une application courante des « algorithmes symétriques ».*
- b. *Un « algorithme asymétrique » où la sécurité de l'algorithme est fondée sur l'une des caractéristiques suivantes :*
 - 1. *Factorisation des nombres entiers de plus de 512 bits (p. ex. RSA);*
 - 2. *Calcul des logarithmes discrets dans un groupe multiplicatif d'une dimension de champ supérieure à 512 bits (p. ex. Diffie-Hellman sur $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$); ou*
 - 3. *Logarithmes discrets dans un groupe différent de celui mentionné au paragraphe b.2. de plus de 112 bits (p. ex. Diffie-Hellman sur une ellipse); ou*
- c. *Un « algorithme asymétrique » où la sécurité de l'algorithme est fondée sur un des problèmes suivants :*
 - 1. *des problèmes du vecteur le plus court ou le plus proche associés à des réseaux (p. ex. NewHope, Frodo, NTRUEncrypt, Kyber, Titanium);*
 - 2. *la découverte d'isogènes entre des courbes elliptiques super singulières (p. ex. l'encapsulation de clés isogènes super singulières); ou*
 - 3. *le décodage de codes aléatoires (p. ex. McEliece, Niederreiter).*

Note technique :

Un algorithme décrit par la Note technique 2.c. peut être décrit comme étant post-quantique, à l'épreuve de l'informatique quantique ou résistant à l'informatique quantique.

Note 1 :

Au besoin selon l'autorité appropriée dans le pays de l'exportateur, les détails des articles doivent être accessibles et fournis sur demande à l'autorité appropriée en vue d'établir ce qui suit :

- a. *Si l'article rencontre les critères énoncés aux alinéas 1-5.A.2.a.1. à a.4.; ou*
- b. *Si la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » peut être utilisée sans « activation cryptographique » sécurisée.*

Note 2 :

L'alinéa 1-5.A.2.a. ne vise pas les articles suivants, ni leurs composants de « sécurité de l'information » spécialement conçus :

- a. *Cartes à microprocesseur et « dispositifs de lecture/écriture » pour ces cartes comme suit :*

1. *Carte à microprocesseur ou document personnel à lecture électronique (p. ex., carte à jeton, passeport électronique) qui répond à l'une des conditions suivantes :*
 - a. *La « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » rencontre toutes les conditions suivantes :*
 1. *Son utilisation est limitée aux équipements ou systèmes auxquels l'alinéa 1-5.A.2.a. ne s'applique pas pour des raisons autres que la Note sur la cryptologie (Note 3 de la Catégorie 5 - Partie 2); et;*
 2. *Sa reprogrammation en vue d'une autre utilisation est impossible; ou*
 - b. *Remplissant toutes les conditions suivantes :*
 1. *Ils sont spécialement conçus et limités pour protéger les « données personnelles » qui y sont stockées;*
 2. *Ils ont été, ou peuvent seulement être, personnalisés à des fins de transactions publiques ou commerciales ou pour l'identification personnelle; et*
 3. *Lorsque la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » n'est pas accessible par l'utilisateur.*

Note technique :

Aux fins de la Note 2.a.1.b.1. de l'alinéa 1-5.A.2.a., les « données personnelles » comprennent toute donnée propre à une personne ou à une entité, comme la valeur monétaire stockée et les données nécessaires pour « l'authentification ».

2. *« Dispositifs de lecture/écriture »;*

Note technique :

Aux fins de la Note 2.a.2. de l'alinéa 1-5.A.2.a., les « dispositifs de lecture/écriture » comprennent l'équipement qui communique avec les cartes à microprocesseur ou les documents à lecture électronique par l'intermédiaire d'un réseau.

- b. *Non utilisé depuis 2023*

N.B. :

Pour les éléments précédemment décrits dans la Note 2.b., voir le paragraphe h. de la Note technique 1 de l'alinéa 1-5.A.2.a.

- c. *Radiotéléphones portatifs ou mobiles conçus pour un usage civil, autres que les téléphones satellitaires, qui sont incapables de l'une des caractéristiques suivantes :*
 1. *Émettre des données cryptées directement à un autre radiotéléphone ou équipement (à l'exception de l'équipement de réseau d'accès radio (RAN)); ou*
 2. *Transmettre des données cryptées par l'intermédiaire d'équipement de réseau d'accès radio (p. ex., contrôleur de réseau radio (CRR) ou contrôleur de station de base (CSB));*
- d. *Équipements de téléphonie sans fil qui sont incapables de chiffrement de bout en bout, où la plage efficace maximale de fonctionnement sans fil non amplifié (p. ex. un saut non relayé simple entre la station de base terminale et la station de base domestique) est inférieure à 400 mètres selon les spécifications du fabricant;*
- e. *Radiotéléphones mobiles ou portables et dispositifs clients sans fil semblables conçus pour un usage civil, qui ont été personnalisés pour une application industrielle civile spécifique, présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *Les dispositifs non personnalisés rencontrent les conditions de la Note sur la cryptologie (Note 3 de la Catégorie 5 - Partie 2); et*
 2. *La « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » des dispositifs non personnalisés n'est pas affectée*

par la personnalisation et ne met en œuvre que des normes cryptologiques publiées ou commerciales;

f. *Non utilisé depuis 2023*

N.B. :

Pour les éléments précédemment décrits dans la Note 2.f., voir le paragraphe g. de la Note technique 1 de l'alinéa 1-5.A.2.a.

- g. *Équipements du réseau d'accès radio (RAN) pour télécommunications cellulaires mobiles conçus à des fins civiles, répondant aux alinéas a.2. à a.4. de la partie a. de la Note sur la cryptologie (Note 3 de la Catégorie 5 - Partie 2), ayant une puissance de sortie RF limitée à 0,1 W (20 dBm) ou moins, et soutenant 32 utilisateurs simultanées ou moins.*
- h. *Routeurs, commutateurs, passerelles ou relais, pour lesquels la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » est limitée aux tâches d'« opérations, administration ou maintenance » (« OAM ») mettant en œuvre seulement des normes cryptologiques publiées ou commerciales;*
- i. *Ordinateurs ou serveurs d'usage général, pour lesquels la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » est conforme à toutes les conditions suivantes :*
 - 1. *Met en œuvre seulement des normes cryptologiques publiées ou commerciales; et*
 - 2. *Présente l'une des caractéristiques suivantes :*
 - a. *Fait partie intégrante d'une unité centrale de traitement (UCT) qui répond aux conditions de la Note 3 de la catégorie 5 - partie 2;*
 - b. *Fait partie intégrante d'un système d'exploitation auquel l'alinéa 1-5.D.2. ne s'applique pas; ou*
 - c. *Est limité aux activités « OAM » de l'équipement. ou*
- j. *Articles spécialement conçus pour une « application industrielle civile connectée », répondant à toutes les conditions suivantes :*
 - 1. *Étant l'un des articles suivants :*
 - a. *Un appareil de point d'extrémité de réseau répondant à l'une des conditions suivantes :*
 - 1. *la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » est limitée à la protection des « données non arbitraires » ou des tâches d'« opérations, administration ou maintenance » (« OAM »); ou*
 - 2. *l'appareil est limité à une « application industrielle civile connectée » spécifique; ou*
 - b. *De l'équipement de réseautage répondant à toutes les conditions suivantes :*
 - 1. *étant spécialement conçu pour communiquer avec les appareils spécifiés à l'alinéa j.1.a. ci-dessus; et*
 - 2. *la « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » est limitée au soutien de l'« application industrielle civile connectée » des appareils spécifiés à l'alinéa j.1.a. ci-dessus, ou des tâches d'« OAM » de cet équipement de réseautage ou d'autres articles spécifiés à l'alinéa j. de cette Note; et*
 - 2. *Où « cryptographie pour la confidentialité des données » présentant un « algorithme de sécurité décrit » met seulement en œuvre des normes cryptologiques publiées ou commerciales, et où la fonctionnalité cryptographique ne peut pas être changée facilement par l'utilisateur.*

Notes techniques :

- 1. *Aux fins de la Note j. de l'alinéa 1-5.A.2.a., le terme « application industrielle civile connectée » désigne une application réseautée destinée aux consommateurs ou à*

l'industrie civile autre que la « sécurité de l'information », les communications numériques, ainsi que le réseautage ou l'informatique à des fins générales.

2. *Aux fins de la Note j.1.a.1. de l'alinéa 1-5.A.2.a., le terme « données non arbitraires » désigne les données provenant de capteurs ou d'appareils de mesure liées directement à la stabilité, au rendement ou à la mesure physique d'un système (p. ex. : température, pression, débit, masse, volume, tension, emplacement physique, etc.) qui ne peuvent pas être modifiées par l'utilisateur de l'appareil.*

- b. Étant un « jeton d'activation cryptographique » ;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.2.b., un « jeton d'activation cryptographique » est un article conçu ou modifié pour l'une des fonctions suivantes :

1. *Convertir, par « activation cryptographique », un article non visé à la catégorie 5 – Partie 2 en un article visé aux alinéas 1-5.A.2.a. ou 1-5.D.2.c.1., et non libéré par la Note sur la cryptologie (Note 3, catégorie 5 – Partie 2); ou*
2. *Permettre, par « activation cryptographique », d'autres fonctions spécifiées à l'alinéa 1-5.A.2.a. d'un article déjà spécifié dans la Catégorie 5 – Partie 2.*

- c. Conçus ou modifiés pour utiliser ou effectuer la « cryptographie quantique »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.2.c., la « cryptographie quantique » est également connue sous le nom de distribution quantique de clés ou QKD.

- d. Conçus ou modifiés pour employer des techniques cryptologiques pour générer des codes de découpage en canaux, des codes de brouillage ou des codes d'identification de réseau pour les systèmes utilisant des techniques de modulation de bande ultra-large et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Une largeur de bande supérieure à 500 MHz; **ou**
 2. Une « bande passante fractionnelle » de 20 % ou plus;
- e. Conçus ou modifiés pour employer des techniques cryptologiques pour générer le code d'étalement pour le « spectre étalé », autres que ceux visées à l'alinéa 1-5.A.2.d., y compris le code de saut pour les systèmes à « sauts de fréquence ».

« SÉCURITÉ DE L'INFORMATION » NON-CRYPTOGRAPHIQUE

- 1-5.A.3. Systèmes, équipements et composants, pour la « sécurité de l'information » non-cryptographique, comme suit :

- a. Systèmes de câbles de télécommunication conçus ou modifiés pour utiliser des moyens mécaniques, électriques ou électroniques pour détecter les intrusions subreptices;

Note :

Le paragraphe 1-5.A.3.a. s'applique seulement à la sécurité de la couche physique. Aux fins du paragraphe 1-5.A.3.a., la couche physique comprend la couche 1 du modèle de référence de l'interconnexion de systèmes ouverts (OSI) [ISO/CEI 7498-1].

- b. Spécialement conçus ou modifiés pour réduire les émanations compromettantes de signaux porteurs d'information, au-delà de ce qui est nécessaire dans le cadre des normes de santé, de sécurité ou de brouillage électromagnétique.

DÉJOUER, AFFAIBLIR OU CONTOURNER LA « SÉCURITÉ DE L'INFORMATION »

- 1-5.A.4. Systèmes, équipements et composants pour déjouer, affaiblir ou contourner la « sécurité de l'information », comme suit :

- a. Conçus ou modifiés pour effectuer des « fonctions cryptanalytiques ».

Note :

Le paragraphe 1-5.A.4.a. inclut les systèmes ou équipements conçus ou modifiés pour effectuer des « fonctions cryptanalytiques » au moyen de la rétroingénierie.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.4.a., les « fonctions cryptanalytiques » sont conçues pour déjouer des mécanismes cryptographiques afin d'en tirer des variables confidentielles ou des données sensibles, y compris du texte en clair, des mots de passe ou des clés cryptographiques.

- b. Articles non visés à l'alinéa 1-4.A.5. ou 1-5.A.4.a., conçus pour réaliser toutes les activités suivantes :
1. « Extraire des données brutes » d'un ordinateur ou d'un appareil de communication; **et**
 2. Contourner le processus « d'authentification » ou d'autorisation de l'appareil afin de réaliser la fonction décrite à l'alinéa 1-5.A.4.b.1.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.A.4.b.1., « extraire des données brutes » d'un ordinateur ou d'un appareil de communication consiste à récupérer les données binaires d'un dispositif de stockage, comme une mémoire vive, ou un disque dur de l'appareil sans qu'elles ne soient interprétées par le système d'exploitation ou le système de classement de l'appareil.

Note 1 :

L'alinéa 1-5.A.4.b. ne s'applique pas aux systèmes ou à l'équipement spécialement conçus pour le « développement » ou la « production » d'un ordinateur ou d'un appareil de communication.

Note 2 :

Le paragraphe 1-5.A.4.b. ne s'applique pas aux :

- a. Débogueurs, hyperviseurs;
- b. Articles servant uniquement à l'extraction des données logiques;
- c. Articles pour extraction de données en retirant une puce ou de la manière décrite dans la norme JTAG; **ou**
- d. Articles spécialement conçus et limités au débridage ou à l'accès au segment racine.

1-5.B.2. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

- 1-5.B.2. Équipements d'essai, de contrôle et de production de « sécurité de l'information », comme suit :
- a. Équipements spécialement conçus pour le « développement » ou la « production » des équipements visés au paragraphe 1-5.A.2., 1-5.A.3., 1-5.A.4. ou à l'alinéa 1-5.B.2.b.;
 - b. Équipements de mesure spécialement conçus pour évaluer et valider les fonctions de « sécurité de l'information » des équipements visés au paragraphe 1-5.A.2., 1-5.A.3., 1-5.A.4. ou des « logiciels » visés à l'alinéa 1-5.D.2.a. ou 1-5.D.2.c.

1-5.C.2. MATÉRIAUX

Néant

1-5.D.2. LOGICIEL

1-5.D.2. « Logiciel » comme suit :

- a. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'un des articles suivants :
 1. Des équipements visés au paragraphe 1-5.A.2. ou des « logiciels » visés à l'alinéa 1-5.D.2.c.1.;
 2. Des équipements visés au paragraphe 1-5.A.3. ou des « logiciels » visés à l'alinéa 1-5.D.2.c.2.; **ou**
 3. Équipements ou « logiciels », comme suit :
 - a. Équipements visés à l'alinéa 1-5.A.4.a. ou des « logiciels » visés à l'alinéa 1-5.D.2.c.3.a.;
 - b. Équipements visés à l'alinéa 1-5.A.4.b. ou des « logiciels » visés à l'alinéa 1-5.D.2.c.3.b.;
- b. « Logiciel » présentant les caractéristiques d'un « jeton d'activation cryptographique » visé à l'alinéa 1-5.A.2.b.;
- c. « Logiciel » présentant les caractéristiques, ou exécutant ou simulant les fonctions de, l'un des articles suivants :
 1. Des équipements visés au paragraphe 1-5.A.2.a., 1-5.A.2.c., 1-5.A.2.d. ou 1-5.A.2.e.;

N.B. :

Pour le « logiciel » de décryptage pour l'équipement de réception de « système de navigation par satellite », voir 1-7.D.5.

Note :

L'alinéa 1-5.D.2.c.1. ne s'applique pas aux « logiciels » dont le rôle est limité aux tâches « OAM » mettant en œuvre seulement des normes cryptologiques publiées ou commerciales.

2. Des équipements visés au paragraphe 1-5.A.3.; **ou**
3. Équipements comme suit :
 - a. Équipements visés à l'alinéa 1-5.A.4.a.;
 - b. Équipements visés à l'alinéa 1-5.A.4.b.;

Note :

L'alinéa 1-5.D.2.c.3.b. ne s'applique pas au « logiciel d'intrusion ».

- d. Non utilisé depuis 2016

N.B. :

Pour les articles visés auparavant à l'alinéa 1-5.D.2.d., voir 1-5.D.2.b.

1-5.E.2. TECHNOLOGIE

1-5.E.2. « Technologie » comme suit :

- a. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements visés aux paragraphes 1-5.A.2., 1-5.A.3., 1-5.A.4. ou 1-5.B.2., ou du « logiciel » visés aux paragraphes 1-5.D.2.a. ou 1-5.D.2.c.

N.B. :

Pour la « technologie » de décryptage pour l'équipement de réception de « système de navigation par satellite », voir 1-7.E.5.

Note:

L'alinéa 1-5.E.2.a. ne s'applique pas à la « technologie » pour l'équipement visé à l'alinéa 1-5.A.4.b., 1-5.D.2.a.3.b. ou 1-5.D.2.c.3.b.

- b. « Technologie » présentant les caractéristiques d'un « jeton d'activation cryptographique » visé à l'alinéa 1-5.A.2.b.

Note :

Le paragraphe 1-5.E.2. inclut les données techniques sur la « sécurité de l'information » résultant de procédures effectuées pour évaluer ou déterminer la mise en oeuvre de fonctions, caractéristiques ou techniques visées dans la Catégorie 5 - Partie 2.

CATÉGORIE 6 : CAPTEURS ET « LASERS »

1-6.A. ÉQUIPEMENTS, ENSEMBLES ET COMPOSANTS

1-6.A.1. ACOUSTIQUE

Systèmes, équipements et composants acoustiques, comme suit :

1-6.A.1.a. Systèmes et équipements acoustiques marins, et leurs composants spécialement conçus, comme suit :

1-6.A.1.a.1. Systèmes, équipements actifs (émetteurs ou émetteurs et récepteurs) et leurs composants spécialement conçus, comme suit :

Note :

L'alinéa 1-6.A.1.a.1. ne vise pas :

- a. *Les écho-sondeurs fonctionnant à la verticale au-dessous de l'appareil, ne possédant pas de fonction de balayage de plus de $\pm 20^\circ$ et limités à la mesure de la profondeur d'eau, de la distance d'objets immergés ou enterrés ou à la détection de bancs de poissons;*
- b. *Les balises acoustiques, comme suit :*
 1. *Les balises de détresse acoustiques;*
 2. *Les émetteurs d'impulsions sous-marins (pingers) spécialement conçus pour retrouver une position sous-marine ou y retourner.*
- a. Équipement acoustique de levé des fonds marins, comme suit :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.1.a., l'« amélioration » comprend la capacité de corriger par des moyens externes.

1. Équipement de levé pour navires de surface conçu pour l'établissement de cartes topographiques des fonds marins et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçu pour effectuer des mesures sous un angle supérieur à 20° de la verticale;
 - b. Conçu pour mesurer des topographies de fonds marins à des fonds marins de plus de 600 m;
 - c. « Résolution de sondage » de moins de 2; **et**
 - d. « Amélioration » de la « précision » en profondeur par compensation de tous les facteurs suivants :
 1. Mouvements du capteur acoustique;
 2. Propagation des ondes dans l'eau du capteur au fond et du fond au capteur; **et**
 3. Vitesse du son au capteur;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.1.a.1.c., la « résolution de sondage » est la largeur de la bande au fond (en degrés) divisée par le nombre maximal de sondages par bande.

2. Équipement de levé sous-marin pour l'établissement de cartes topographiques des fonds marins et une des caractéristiques suivantes :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.1.a.2., la pression acoustique nominale du capteur détermine la profondeur nominale.

- a. Ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Conçu ou modifié pour fonctionner à des profondeurs dépassant 300 m; **et**
 - 2. « Taux de sondage » de plus de 3 800 m/s; **ou**

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.1.a.2.a.2., le « taux de sondage » est le produit de la vitesse maximale (en m/s) à laquelle le capteur peut fonctionner et du nombre maximal de sondages par bande, en supposant une couverture de 100 %. Dans le cas des systèmes qui produisent des sondages dans deux directions (sonars 3D), le « taux de sondage » maximal dans l'une ou l'autre direction devrait être utilisé.

- b. Équipement de levé non visé à l'alinéa 1-6.A.1.a.1.a.2.a., ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Conçu ou modifié pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 100 m;
 - 2. Conçu pour prendre des mesures à un angle dépassant 20° par rapport à la verticale;
 - 3. Ayant une des caractéristiques suivantes :
 - a. Fréquence de fonctionnement inférieure à 350 kHz; **ou**
 - b. Conçu pour mesurer la topographie du fond marin à une distance supérieure à 200 m à partir du capteur acoustique; **et**
 - 4. « Amélioration » de la « précision » en profondeur par compensation de tous les facteurs suivants :
 - a. Mouvements du capteur acoustique;
 - b. Propagation dans l'eau du capteur au fond et du fond au capteur; **et**
 - c. Vitesse du son au capteur;
- 3. Sonar à balayage latéral (SBL) ou sonar à synthèse d'ouverture (SSO), conçu pour l'imagerie des fonds marins et présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs réseaux acoustics de transmission et réception spécialement conçus :
 - a. Conçu ou modifié pour fonctionner à des profondeurs dépassant 500 m;
 - b. Un « taux de couverture de surface » de plus de 570 m²/s à la portée maximale avec une 'résolution longitudinale; **et**
 - c. Une « résolution transversale » inférieure à 15 cm;

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.1.a.3. :

- 1. Le « taux de couverture de surface » (en m²/s) correspond au double du produit de la portée du sonar (en m) et de la vitesse maximale à laquelle le sonar peut fonctionner (en m/s) à cette distance.
- 2. La « résolution longitudinale » (en cm), pour les SBL seulement, correspond au produit de la largeur (horizontale) du faisceau (en degrés) et de la portée du sonar (en m) et de 0,873.

3. La « résolution transversale » (en cm) correspond à 75 divisé par la largeur de bande du signal (en kHz).
- b. Systèmes ou réseaux émetteurs et récepteurs conçus pour la détection ou la localisation d'objets, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

N.B. :

Pour l'équipement acoustique de levé des fonds marins, voir l'alinéa 1-6.A.1.a.1.a.

1. Fréquence d'émission inférieure à 10 kHz;
2. Pression sonore supérieure à 224 dB (référence 1 µPa à 1 m) pour les équipements ayant leur fréquence de fonctionnement dans la bande comprise entre 10 kHz et 24 kHz inclus;
3. Pression sonore supérieure à 235 dB (référence 1 µPa à 1 m) pour les équipements ayant leur fréquence de fonctionnement dans la bande comprise entre 24 kHz et 30 kHz;
4. Formation de faisceaux de moins de 1° sur tout axe et ayant une fréquence de fonctionnement inférieure à 100 kHz;
5. Conçus pour mesurer des distances d'objets avec une portée supérieure à 5 120 m; **ou**
6. Conçus pour supporter, en fonctionnement normal, la pression de profondeurs supérieures à 1 000 m, et comportant des transducteurs présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. À compensation dynamique de la pression; **ou**
 - b. Utilisant dans leurs éléments de transduction un matériau autre que le titanate-zirconate de plomb;
- c. Projecteurs acoustiques (y compris les transducteurs), comportant des éléments piézo-électriques, magnétostrictifs, électrostrictifs, électrodynamiques ou hydrauliques fonctionnant séparément ou selon une combinaison déterminée, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Note 1 :

Le statut des projecteurs acoustiques, y compris les transducteurs, spécialement conçus pour un autre équipement non visé au paragraphe 1-6.A.1 est déterminé par le statut de cet autre équipement.

Note 2 :

L'alinéa 1-6.A.1.a.1.c. ne vise ni les sources électroniques à direction du son exclusivement verticale, ni les sources de bruit mécaniques (par exemple, canons pneumatiques ou canons à vapeur) ni les sources de bruit chimiques (par exemple, explosifs).

Note 3:

Les éléments piézo-électriques visés par le paragraphe 1-6.A.1.a.1.c. comprennent ceux fabriqués à partir de monocristaux de plomb-magnésium-niobate/plomb-titanate ($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$, ou PMN-PT) issus d'une solution solide ou de monocristaux de plomb-indium-niobate/plomb-magnésium-niobate/plomb-titanate ($\text{Pb}(\text{In}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3\text{-Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$, ou PIN-PMN-PT) issus d'une solution solide.

1. Fonctionnant sur fréquences inférieures à 10 kHz et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Non conçu pour fonctionner en continu avec un cycle de service de 100 % et produisant un « niveau source efficace en champ libre (NS_{eff}) » dépassant $(10 \log(f) + 169,77) \text{dB}$ (référence 1 µPa à 1 m),

où f est la fréquence en hertz de la réponse à la tension d'émission (RTE) maximale sous 10kHz; **ou**

- b. Conçu pour fonctionner en continu avec un cycle de service de 100 % et produisant un « niveau source efficace en champ libre ($NS_{eff.}$) » émis continuellement et dépassant $(10 \log (f)+159,77)$ dB (référence 1 μ Pa à 1 m), où f est la fréquence en hertz de la réponse à la tension d'émission (RTE) maximale sous 10kHz; **ou**

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.1.c.1., le « niveau source en champ libre ($NS_{eff.}$) » est défini le long de l'axe de réponse maximale et dans le champ éloigné du projecteur acoustique. Il peut être calculé à partir de la réponse à la tension d'émission au moyen de l'équation suivante : $NS_{eff.} = (RTE + 20 \log V_{eff})$ dB (réf. 1 μ Pa à 1 m), où $NS_{eff.}$ est le niveau de la source, RTE est la réponse à la tension d'émission et $V_{eff.}$ est la tension d'attaque du projecteur.

2. Non utilisé depuis 2014

N.B. :

Pour les articles précédemment visés au paragraphe 1-6.A.1.a.1.c.2., voir le paragraphe 1-6.A.1.a.1.c.1.

3. Dotés d'une suppression des lobes secondaires supérieure à 22 dB;
- d. Systèmes et équipements acoustiques pour déterminer la position des navires de surface ou des véhicules submersibles et ayant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
1. Portée de détection supérieure à 1 000 m; **et**
 2. Erreur de positionnement déterminée de moins de 10 m valeur efficace (moyenne quadratique) mesurée à une distance de 1 000 m;

Note :

L'alinéa 1-6.A.1.a.1.d. comprend :

- a. Les équipements qui utilisent le « traitement de signal » cohérent entre deux ou plus de deux balises et l'unité d'hydrophone transportée par le navire de surface ou le véhicule submersible;
 - b. Les équipements capables d'effectuer une correction automatique des erreurs de propagation de la vitesse du son pour le calcul d'un point.
- e. Sonars actifs individuels, spécialement conçus ou modifiés pour détecter, localiser et classer automatiquement les nageurs ou plongeurs, ayant toutes les caractéristiques suivantes, et réseaux acoustiques de transmission et réception spécialement conçus :
1. Portée de détection supérieure à 530 m;
 2. Erreur de positionnement déterminée de moins de 15 m valeur efficace (moyenne quadratique) mesurée à une distance de 530 m; **et**
 3. Largeur de bande du signal impulsif émis supérieure à 3 kHz;

N.B. :

Pour les systèmes de détection de plongeurs spécialement conçus pour l'usage militaire, voir la Liste de matériel de guerre.

Note :

Aux fins du paragraphe 1-6.A.1.a.1.e., lorsque plusieurs portées de détection sont précisées pour divers environnements, on utilise la portée de détection maximale.

- 1-6.A.1.a.2. Systèmes passifs, équipements et leurs composants spécialement conçus, comme suit :

Note :

L'alinéa 1-6.A.1.a.2. vise aussi l'équipement de réception, reliés ou non en fonctionnement normal à un équipement actif séparé, ainsi que leurs composants spécialement conçus.

- a. Hydrophones présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Note :

Le statut des hydrophones spécialement conçus pour un autre équipement est déterminé par le statut de cet équipement.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a. :

1. *Les hydrophones se composent d'un ou de plusieurs éléments détecteurs produisant un seul canal acoustique de sortie. Ceux qui contiennent des éléments multiples peuvent être qualifiés de batteries d'hydrophones.*
2. *Les transducteurs sous-marins conçus pour fonctionner à titre de récepteurs passifs sont des hydrophones.*
1. Comprenant des éléments capteurs souples continus;
2. Comprenant des ensembles d'éléments capteurs souples discrets dont le diamètre ou la longueur est inférieur à 20 mm et dont l'écart entre les éléments est inférieur à 20 mm;
3. Comprenant l'un des éléments capteurs suivants :
 - a. Fibres optiques;
 - b. < Pellicules polymériques piézo-électriques > autres que le polyfluorure de vinylidène (PCDF) et ses copolymères [P(VDF-TrFE) et P(VDF-TFE)];
 - c. < Composites piézo-électriques souples >;
 - d. Monocristaux piézoélectriques de plomb-magnésium-niobate/plomb-titanate (c.-à-d. $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 , ou PMN-PT) issus d'une solution solide; **ou**
 - e. Monocristaux piézoélectriques de plomb-indium-niobate/plomb-magnésium-niobate/plomb-titanate ($\text{Pb}(\text{In}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ - $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 , ou PIN-PMN-PT) issus d'une solution solide.
4. Une < sensibilité d'hydrophone > supérieure à (meilleure que) -180 dB à toute profondeur sans compensation de l'accélération;
5. Conçus pour fonctionner à des profondeurs de plus de 35 m avec compensation de l'accélération; **ou**
6. Conçus pour fonctionner à des profondeurs de plus de 1 000 m et ayant une < sensibilité d'hydrophone > supérieure à (meilleure que) -230 dB en dessous de 4 kHz;

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a.3.b., les éléments capteurs à < pellicule polymérique piézo-électrique > sont constitués d'une pellicule polymérique polarisée qui est étiré sur un support ou sur une bobine (mandrin) et fixé à ceux-ci.*

2. *Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a.3.c., les éléments capteurs à « composite piézo-électrique souple » sont constitués de particules ou de fibres céramiques piézo-électriques combinées à un composé en caoutchouc, en polymère ou en époxy isolant et transparent du point de vue acoustique, dans lequel le composé est une partie intégrante des éléments capteurs.*
 3. *Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a., la « sensibilité d'hydrophone » correspond à vingt fois le logarithme en base 10 du rapport de la tension de sortie efficace à une référence de 1 V efficace, lorsque le capteur de l'hydrophone sans préamplificateur est placé dans un champ acoustique à ondes planes ayant une pression efficace de 1 µPa. Par exemple, un hydrophone d'une sensibilité de -160 dB (référence de 1 V par µPa) donnera une tension de sortie de 10^{-8} V dans ce champ, tandis qu'un hydrophone d'une sensibilité de -180 dB ne produira qu'une tension de sortie de 10^{-9} V. Ainsi, une sensibilité de -160 dB est meilleure qu'une sensibilité de -180 dB.*
- b. Batteries d'hydrophones acoustiques remorquées présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.b., les batteries d'hydrophones se composent de plusieurs hydrophones produisant plusieurs voies de sortie acoustiques.

1. Espacement de moins de 12,5 m entre les groupes d'hydrophones ou « modifiable » pour assurer un espacement de moins de 12,5 m entre ces groupes;
2. Conçus ou « modifiable » pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 35 m;
3. Comportant des capteurs de cap visés à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.d.;
4. Comportant des câbles de batteries renforcés longitudinalement;
5. Diamètre de la batterie assemblée inférieur à 40 mm;
6. Non utilisé depuis 2007
7. Caractéristiques d'hydrophones visées à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a.; **ou**
8. Capteurs hydroacoustiques à base d'accéléromètres visés à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.g.;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.b., le terme « modifiable » signifie qu'il existe des moyens de modifier le câblage ou les interconnexions afin de modifier l'espacement d'un groupe d'hydrophones ou les limites de profondeur de fonctionnement. Ces moyens sont : du câblage de rechange représentant plus de 10 % du nombre de câbles, des blocs d'ajustement d'espacement de groupes d'hydrophones ou des dispositifs internes de limitation de profondeur qui sont ajustables ou qui contrôlent plus d'un groupe d'hydrophones.

- c. Équipement de traitement spécialement conçu pour les batteries d'hydrophones acoustiques remorquées, ayant une « programmabilité accessible à l'utilisateur » et traitement du domaine temps ou fréquence et corrélation, y compris l'analyse spectrale, le filtrage numérique et la formation de faisceau au moyen de transformée de Fourier rapide ou d'autres transformées ou processus;
- d. Capteurs de cap comportant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une « précision » inférieure à (meilleure que) 0,5°; **et**

2. Conçus pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 35 m ou ayant un dispositif de détection de profondeur pouvant être ajusté ou retiré pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 35 m;

N.B. :

Pour les systèmes inertiels de cap, voir 1-7.A.3.c.

- e. Systèmes de câbles de fond ou en baie présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Comportant des hydrophones selon les spécifications énoncées à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a.;
 2. Comportant des modules de signal de groupes d'hydrophones multiplexés ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 35 m ou ayant un dispositif de détection de profondeur pouvant être ajusté ou retiré pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 35 m; **et**
 - b. Pouvant être échangés en exploitation avec des modules de batteries d'hydrophones acoustiques; **ou**
 3. Intégrant des capteurs hydroacoustiques à base d'accéléromètres comme ceux visés à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.g.;
- f. Équipement de traitement, spécialement conçu pour les systèmes de câbles de fond ou en baie, avec « programmabilité accessible à l'utilisateur » et traitement du domaine temps ou fréquence et corrélation, y compris l'analyse spectrale, le filtrage numérique et la formation de faisceau au moyen de Transformée de Fourier rapide ou d'autres transformées ou processus;
- g. Capteurs hydroacoustiques à base d'accéléromètres présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Composés de trois accéléromètres montés selon trois axes distincts;
 2. Ayant une « sensibilité à l'accélération » d'ensemble supérieure à (meilleure que) 48 dB (référence 1 000 mV eff. par 1 g);
 3. Conçu pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 35 mètres; **et**
 4. Fréquence de fonctionnement inférieure à 20 kHz.

Note:

L'alinéa 1-6.A.1.a.2.g. ne vise pas les capteurs de vitesse de particules ou les géophones.

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.g., les capteurs hydroacoustiques à base d'accéléromètres capteurs sont aussi connus sous le nom de capteurs vectoriels.*
2. *Aux fins de l'alinéa 1-6.A.1.a.2.g.2., la « sensibilité à l'accélération » correspond à vingt fois le logarithme en base 10 du rapport de la tension de sortie efficace à une référence de 1 V efficace, lorsque le capteur de l'hydrophone sans préamplificateur est placé dans un champ acoustique à ondes planes présentant une accélération efficace de 1 g (c.-à-d. 9,81 m/s²).*

- 1-6.A.1.b. Équipement d'enregistrement sonar à calcul de vitesse par corrélation ou Doppler, conçu pour la détermination de la vitesse horizontale de l'équipement porteur par rapport au fond, comme suit :

1. Équipement d'enregistrement sonar à calcul de vitesse par corrélation, ayant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Conçu pour fonctionner à des distances supérieures à 500 m entre le porteur de cet équipement et le fond; **ou**
 - b. Ayant une « précision » en vitesse inférieure à (meilleure que) 1 % de la vitesse;
2. Équipement d'enregistrement sonar à calcul de vitesse doppler ayant une « précision » en vitesse inférieure à (meilleure que) 1 % de la vitesse.

Note 1 :

Le paragraphe 1-6.A.1.b. ne s'applique pas aux échosondeurs limités aux fonctions suivantes :

- a. *Mesure de la profondeur de l'eau;*
- b. *Mesure de la distance d'objets submergés ou enfouis; **ou***
- c. *Détection des poissons.*

Note 2 :

Le paragraphe 1-6.A.1.b. ne s'applique pas à l'équipement spécialement conçu pour l'installation à bord de navires de surface.

1-6.A.1.c. Non utilisé depuis 2010

N.B. :

Pour les systèmes acoustiques dissuasifs contre les plongeurs, voir l'alinéa 1-8.A.2.r.

1-6.A.2. CAPTEURS OPTIQUES

Capteurs ou équipements optiques et leurs composants, comme suit :

1-6.A.2.a. Détecteurs optiques comme suit :

1-6.A.2.a.1. Détecteurs semi-conducteurs « qualifiés pour l'usage spatial », comme suit :

Note :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.2.a.1., les détecteurs à semi-conducteurs « qualifiés pour l'usage spatial » incluent les « matrices plan focal ».

- a. Détecteurs semi-conducteurs « qualifiés pour l'usage spatial », présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Réponse de crête dans la gamme de longueur d'onde dépassant 10 nm mais ne dépassant pas 300 nm; **et**
 2. Réponse de moins de 0,1 % par rapport à la réponse de crête pour des longueurs d'onde de plus de 400 nm;
- b. Détecteurs semi-conducteurs « qualifiés pour l'usage spatial » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Réponse de crête dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 900 nm mais non supérieure à 1 200 nm; **et**
 2. « Constante de temps » de réponse de 95 ns ou moins;
- c. Détecteurs semi-conducteurs « qualifiés pour l'usage spatial » ayant une réponse de crête dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 200 nm mais non supérieure à 30 000 nm;
- d. « Matrices plan focal » « qualifiées pour l'usage spatial » comportant plus de 2 048 éléments par matrice et ayant une réponse de crête dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 300 nm mais non supérieure à 900 nm;

- 1-6.A.2.a.2. Tubes intensificateurs d'image et leurs composants spécialement conçus, comme suit :

Note :

Le paragraphe 1-6.A.2.a.2. ne s'applique pas aux tubes photomultiplicateurs qui ne sont pas destinés à l'imagerie et dont comportent un dispositif de détection d'électrons dans l'espace vide limité à une des caractéristiques suivantes :

- a. Une seule anode de métal; **ou**
- b. Des anodes de métal ayant un écartement entre centres supérieur à 500 µm.
- a. Tubes intensificateurs d'image présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Ayant une réponse de crête dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 400 nm mais non supérieure à 1 050 nm;
 2. Amplification électronique de l'image au moyen d'un des dispositifs suivants :
 - a. Une matrice de microcanaux présentant un espacement des trous (espacement centre à centre) égal ou inférieur à 12 µm; **ou**
 - b. Un dispositif de détection d'électrons avec un pas de pixel non groupés de 500 µm ou moins, conçu ou modifié spécialement pour effectuer la « multiplication de charge » autrement qu'au moyen d'une matrice de microcanaux; **et**
 3. Une des photocathodes suivantes :
 - a. Photocathodes multialcalines (p. ex. S-20 et S-25) ayant une sensibilité lumineuse dépassant 350 µA/lm;
 - b. Photocathodes à l'arséniure de gallium (AsGa) ou à l'arséniure de gallium-indium (AsInGa); **ou**
 - c. Autres photocathodes à semi-conducteurs « composés III/V » ayant une « sensibilité d'énergie radiante » maximale supérieur à 10 mA/W;
- b. Tubes amplificateurs d'image ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une réponse de crête dans la plage de longueurs d'onde dépassant 1 050 nm, mais ne dépassant pas 1 800 nm;
 2. Amplification électronique de l'image au moyen d'un des dispositifs suivants :
 - a. Matrice à microcanaux présentant un espacement des trous (espacement centre à centre) égal ou inférieur à 12 µm; **ou**
 - b. Détecteur d'électrons avec pas de pixel non groupés de 500 µm ou moins, conçu ou modifié spécialement pour effectuer la « multiplication de charge » autrement qu'au moyen d'une matrice de microcanaux; **et**
 3. Photocathodes à semiconducteurs faisant partie des « composés III/V » (p. ex., AsGa ou AsInGa) et photocathodes à transfert d'électrons, ayant une « sensibilité d'énergie radiante » maximale supérieure à 15 mA/W;
- c. Composants conçus spécialement, comme suit :
 1. Matrice à microcanaux présentant un espacement des trous (espacement centre à centre) égal ou inférieur à 12 µm;
 2. Un dispositif de détection d'électrons avec un pas de pixel non groupés de 500 µm ou moins, spécialement conçu ou modifié pour

effectuer la « multiplication de charge » autrement qu'au moyen d'une matrice de microcanaux;

3. Photocathodes à semiconducteurs faisant partie des « composés III/V » (p. ex., AsGa ou AsInGa) et photocathodes à transfert d'électrons;

Note :

L'alinéa 1-6.A.2.a.2.c.3. ne vise pas les photocathodes à semiconducteurs composites conçus pour obtenir une des « sensibilités d'énergie radiante » maximales suivantes :

- a. 10 mA/W ou moins à la réponse de crête dans la plage de longueurs d'onde supérieures à 400 nm, mais ne dépassant pas 1 050 nm; **ou***
- b. 15 mA/W ou moins à la réponse de crête dans la plage de longueurs d'onde supérieures à 1 050 nm, mais ne dépassant pas 1 800 nm.*

- 1-6.A.2.a.3. « Matrices plan focal » qui ne sont pas « qualifiées pour un usage spatial », comme suit:

N.B. :

Les « matrices plan focal » non « qualifiées pour l'usage spatial » à « microbolomètre » ne sont que visées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.2.a.3., les groupages de détecteurs à éléments multiples linéaires ou en mosaïque sont appelés « matrices plan focal ».

Note 1 :

L'alinéa 1-6.A.2.a.3. comprend les éléments photo-conducteurs et les éléments photovoltaïques.

Note 2 :

L'alinéa 1-6.A.2.a.3. ne vise pas :

- a. Les cellules photoconductrices encapsulées à éléments multiples (pas plus de 16 éléments) utilisant le sulfure de plomb ou le sélénure de plomb;*
- b. Les détecteurs pyroélectriques utilisant un des matériaux suivants :*
 - 1. Sulfate de triglycine et variantes;*
 - 2. Titanate de zirconium-lanthane-plomb et variantes;*
 - 3. Tantalate de lithium;*
 - 4. Fluorure de polyvinylidène et variantes; **ou***
 - 5. Niobate de strontium-baryum et variantes;*
- c. Les « matrices plan focal » conçues ou modifiées spécialement pour obtenir une « multiplication de charge » et limité par la conception à une « sensibilité d'énergie radiante » maximale de 10 mA/ W ou moins pour les longueurs d'ondes supérieures à 760 nm, présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
 - 1. Comportant un mécanisme de limitation de réponse conçu pour ne pas être enlevé ou modifié; **et***
 - 2. L'une des caractéristiques suivantes :*
 - a. Le mécanisme de limitation de réponse est intégré ou combiné à l'élément détecteur; **ou***
 - b. La « matrice à plan focal » peut fonctionner seulement si le mécanisme de limitation de réponse est en place;*

Note technique :

Aux fins de la Note 2.c.2.a. de l'alinéa 1-6.A.2.a.3., un mécanisme de limitation de réponse intégré à l'élément détecteur est conçu pour rendre le détecteur inutilisable s'il est enlevé ou modifié.

- d. *Matrices de thermopiles de moins de 5 130 éléments.*
- a. « Matrices plan focal » non « qualifiées pour l'usage spatial » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Comportant des éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 900 nm mais non supérieure à 1 050 nm; **et**
 2. Une des caractéristiques suivantes :
 - a. Ayant une « constante de temps » de réponse de moins de 0,5 ns; **ou**
 - b. Conçu ou modifié spécialement pour effectuer la « multiplication de charge » et ayant une « sensibilité d'énergie radiante » maximale de plus de 10 mA/W;
- b. « Matrices plan focal » non « qualifiées pour l'usage spatial » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Comportant des éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 050 nm mais non supérieure à 1 200 nm; **et**
 2. L'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Ayant une « constante de temps » de réponse de 95 ns ou moins; **ou**
 - b. Conçu ou modifié spécialement pour effectuer la « multiplication de charge » et ayant une « sensibilité d'énergie radiante » maximale de plus de 10 mA/W;
- c. « Matrices plan focal » non linéaires (deux dimensions) non « qualifiées pour l'usage spatial » comportant des éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 200 nm mais non supérieure à 30 000 nm;

N.B. :

Les « matrices plan focal » non « qualifiées pour l'usage spatial » à « microbolomètre » à base de silicium ou d'un autre matériau ne sont que visées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f.

- d. « Matrices plan focal » linéaires (une dimension) non « qualifiées pour l'usage spatial », présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Comportant des éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 200 nm mais non supérieure à 3 000 nm; **et**
 2. L'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Rapport de la dimension de la direction de balayage de l'élément détecteur à la dimension de la direction perpendiculaire de balayage de l'élément détecteur de moins de 3,8; **ou**
 - b. Système de traitement du signal dans l'élément détecteur;

Note :

L'alinéa 1-6.A.2.a.3.d. ne s'applique pas aux « matrices plan focal » ne comportant pas plus de 32 éléments dont les éléments détecteurs sont seulement en germanium.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.2.a.3.d.a. :

1. La « direction de balayage » est définie comme l'axe qui est parallèle au réseau linéaire d'éléments détecteurs.
 2. La « direction de balayage perpendiculaire » est définie comme étant l'axe perpendiculaire au réseau linéaire d'éléments détecteurs.
- e. « Matrices plan focal » linéaires (une dimension) non « qualifiées pour l'usage spatial », ayant une réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 3 000 nm mais non supérieure à 30 000 nm;
- f. « Matrices plan focal » infrarouges non linéaires (deux dimensions) non « qualifiées pour l'usage spatial », à base d'un matériau « microbolomètre », comportant des éléments individuels dont la réponse non filtrée se situe dans la gamme de longueurs d'onde égale ou supérieure à 8 000 nm mais non supérieure à 14 000 nm;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f. un « microbolomètre » est défini comme un détecteur d'imagerie thermique qui, à la suite d'un changement de température causé par l'absorption d'un rayonnement infrarouge, permet de générer un signal utilisable.

- g. « Matrices plan focal » non « qualifiées pour l'usage spatial » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Comportant des éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 400 nm mais non supérieure à 900 nm;
 2. Spécialement conçues ou modifiées pour effectuer la « multiplication de charge » et ayant une « sensibilité d'énergie radiante » maximale de plus de 10 mA/W pour les longueurs d'onde supérieures à 760 nm; **et**
 3. Comportant plus de 32 éléments;

1-6.A.2.b. « Capteurs d'imagerie monospectraux » et « capteurs d'imagerie multispectraux », conçus à des fins de télédétection et comportant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Champ de vision instantané (IFOV) de moins de 200 µrad (microradians); **ou**
2. Prévus pour fonctionner dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 400 nm mais non supérieure à 30 000 nm, et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Fournissant une sortie de données d'imagerie en format numérique; **et**
 - b. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. « Qualifiés pour l'usage spatial »; **ou**
 2. Conçus pour l'usage aéronautique embarqué, utilisant des détecteurs autres qu'au silicium et ayant un champ de vision instantané (IFOV) inférieur à 2,5 mrad (milliradians);

Note :

L'alinéa 1-6.A.2.b.1. ne vise pas les « capteurs d'imagerie monospectraux » dont la réponse de crête est dans la plage de fréquences supérieures à 300 nm, mais ne dépassant pas 900 nm et comportant seulement l'un des détecteurs non « qualifiés pour un usage spatial » ou des « matrices plan focal » non « qualifiées pour usage spatial » suivant :

- a. Dispositifs à couplage de charge (CCD) non conçus ou modifiés pour effectuer une « multiplication de charges »; **ou**
- b. Dispositifs à semi-conducteurs métal-oxyde (CMOS) non conçus ou modifiés pour effectuer une « multiplication de charges ».

- 1-6.A.2.c. Équipements d'imagerie à « vision directe » incorporant l'un des éléments suivants :
1. Des tubes intensificateurs d'image présentant les caractéristiques énumérées à l'alinéa 1-6.A.2.a.2.a. ou 1-6.A.2.a.2.b.;
 2. Des « matrices plan focal » présentant les caractéristiques énumérées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.; **ou**
 3. Des détecteurs à semiconducteurs visés à l'alinéa 1-6.A.2.a.1;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.2.c., les termes « vision directe » se réfèrent à un équipement d'imagerie fonctionnant dans le spectre visible ou l'infrarouge, qui présente à un observateur humain une image visible sans la convertir en un signal électronique pour affichage sur écran de télévision et qui ne peut enregistrer ou emmagasiner l'image par des moyens photographiques, électroniques ou autres.

Note :

L'alinéa 1-6.A.2.c. ne vise pas les équipements suivants, lorsqu'ils incorporent des photocathodes autres qu'à l'arséniure de gallium (GaAs) ou à l'arséniure de gallium-indium (InGaAs) :

- a. *Systèmes servant à détecter des présences indésirables et à donner l'alarme dans des locaux industriels ou civils ou systèmes de contrôle ou de comptage de la circulation ou des mouvements dans l'industrie;*
- b. *Équipement médical;*
- c. *Équipements industriels utilisés pour l'examen, le tri ou l'analyse des propriétés des matériaux;*
- d. *Détecteurs de flamme pour fours industriels;*
- e. *Équipements spécialement conçus pour l'usage en laboratoire.*

- 1-6.A.2.d. Composants auxiliaires spéciaux pour capteurs optiques, comme suit :
1. Systèmes de refroidissement cryogéniques « qualifiés pour l'usage spatial »;
 2. Systèmes de refroidissement cryogéniques non « qualifiés pour l'usage spatial » ayant une température de la source de refroidissement inférieure à 218 K (-55°C), comme suit :
 - a. À cycle fermé et ayant une durée moyenne avant défaillance (MTTF) prévu ou une moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) prévu, dépassant 2 500 heures;
 - b. Minirefroidisseurs Joule-Thomson (JT) à auto-régulation à diamètres d'alésage (extérieurs) de moins de 8 mm;
 3. Fibres optiques de détection fabriquées spécialement en vue de présenter une composition ou une structure bien précise, ou modifiées à l'aide d'un revêtement en vue d'être sensibles aux ondes acoustiques, à la chaleur, à l'inertie, aux ondes électromagnétiques ou au rayonnement nucléaire;

Notes :

1. *L'alinéa 1-6.A.2.d.3 ne vise pas les fibres optiques de détection encapsulées spécialement conçues pour la détection dans les trous de forage.*
2. *L'alinéa 1-6.A.2.d.3. ne vise pas les grilles de Bragg à fibre optique spécialement conçues pour la détection thermique, ayant une température maximale de détection inférieure à 423 K (150 °C) et une température minimale de détection supérieure à 173 K (-100 °C).*

1-6.A.2.e. Non utilisé depuis 2008

1-6.A.2.f. « Circuits intégrés de lecture » (« ROIC ») spécialement conçus pour les « matrices plan focal » visées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.

Note :

L'alinéa 1-6.A.2.f. ne s'applique pas aux « circuits intégrés de lecture » spécialement conçus pour les applications automobiles civiles.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.2.f., un « circuit intégré de lecture » (« ROIC ») est un circuit intégré conçu pour soutenir une « matrice plan focal » ou être lié à celle-ci, et utilisé pour lire et sortir (c.-à-d. extraire et enregistrer) les signaux produits par les éléments du détecteur. Le « ROIC » lit, au minimum, la charge des éléments du détecteur en extrayant la charge et en appliquant une fonction de multiplexage d'une manière qui conserve les informations relatives de position spatiale et d'orientation des éléments du détecteur pour le traitement à l'intérieur ou à l'extérieur du « ROIC ».

1-6.A.3. APPAREILS DE PRISES DE VUES

Appareils, systèmes ou équipements de prises de vues, et leurs composants, comme suit :

- 1-6.A.3.a. Appareils de prises de vues d'instrumentation et leurs composants spécialement conçus, comme suit :

Note :

Les appareils de prises de vues d'instrumentation visés aux alinéas 1-6.A.3.a.3. à 1-6.A.3.a.5. et comportant des structures modulaires doivent être évalués en fonction de leurs capacités maximales, en utilisant des fiches de connexion disponibles conformes aux spécifications du fabricant de l'appareil de prise de vue.

1. Non utilisé depuis 2017
2. Non utilisé depuis 2017
3. Appareils de prises de vues à balayage électroniques ayant une résolution temporelle inférieure à (meilleure que) 50 ns;
4. Caméras électroniques à image intégrale ayant une vitesse de plus de 1 million d'images/s;
5. Caméras électroniques présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Vitesse d'obturation électronique (capacité de suppression de faisceau) de moins de 1 µs par image complète; **et**
 - b. Temps de lecture permettant une cadence de plus de 125 images complètes par seconde;
6. Fiches de connexion présentant les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçues spécialement pour des appareils de prises de vues d'instrumentation comportant des structures modulaires visées à l'alinéa 1-6.A.3.a.; **et**
 - b. Permettant à ces caméras de respecter les caractéristiques spécifiées aux alinéas 1-6.A.3.a.3., 1-6.A.3.a.4. ou 1-6.A.3.a.5., conformément aux spécifications du fabricant;

- 1-6.A.3.b. Caméras d'imagerie comme suit :

Note :

L'alinéa 1-6.A.3.b. ne vise ni les caméras de télévision ni les caméras vidéo spécialement conçues pour être utilisées dans la télédiffusion.

- 1-6.A.3.b.1. Caméras vidéo contenant des capteurs à semi-conducteurs, dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 10 nm, mais non-supérieure à 30 000 nm et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Plus de 4×10^6 « pixels actifs » par élément de surface sensible pour les caméras monochromes (noir et blanc);
 - 2. Plus de 4×10^6 « pixels actifs » par élément de surface sensible pour les caméras couleurs comportant trois éléments de surface sensible; **ou**
 - 3. Plus de 12×10^6 « pixels actifs » pour les caméras couleurs à éléments de surface sensible comportant un élément de surface sensible; **et**
- b. Possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Miroirs optiques visés à l'alinéa 1-6.A.4.a.;
 - 2. Équipement de contrôle optique visé à l'alinéa 1-6.A.4.d.; **ou**
 - 3. Capacité d'annotation de « données de poursuite » générées par la caméra;

Notes techniques :

- 1. Aux fins de l'alinéa 1-6.A.3.b.1., les caméras vidéo numériques devraient être évaluées en fonction du nombre maximal de « pixels actifs » utilisés pour capturer des images vidéo;
- 2. Aux fins de l'alinéa 1-6.A.3.b.1.b.3., les « données de poursuite » de la caméra constituent l'information nécessaire pour définir l'orientation de la ligne de visée par rapport à la Terre. Cette information comprend : 1) l'angle horizontal entre la ligne de visée de la caméra par rapport à la direction du champ magnétique de la Terre, et 2) l'angle vertical entre la ligne de visée de la caméra et l'horizon de la Terre.

- 1-6.A.3.b.2. Caméras à balayage et systèmes de caméras à balayage présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Une réponse de crête située dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 10 nm, mais non-supérieure à 30 000 nm;
 - b. Groupages de détecteurs linéaires de plus de 8 192 éléments par groupage; **et**
 - c. Balayage mécanique dans une direction;

Note :

Le paragraphe 1-6.A.3.b.2. ne s'applique pas aux caméras à balayage ou systèmes de caméras à balayage, spécialement conçus pour un des usages suivants :

- a. Photocopieuses industrielles ou à usage domestique;
- b. Numériseurs d'image conçus spécialement pour des applications de numérisation civiles fixes à courte distance (p. ex., reproduction d'images ou impression d'éléments inclus dans des documents, des œuvres picturales ou des photographies); **ou**
- c. Équipement médical.

- 1-6.A.3.b.3. Caméras utilisant des tubes intensificateurs d'image visés à l'alinéa 1-6.A.2.a.2.a. ou 1-6.A.2.a.2.b.;

- 1-6.A.3.b.4. Caméras d'imagerie, non visées à l'alinéa 1-6.A.2.b., comportant des « matrices plan focal » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Comportant des « matrices plan focal » visées aux alinéas 1-6.A.2.a.3.a. à 1-6.A.2.a.3.e.;
- b. Comportant des « matrices plan focal » visées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f.; **ou**
- c. Comportant des « matrices plan focal » visées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.g.;

Note 1 :

Les caméras d'imagerie décrites à l'alinéa 1-6.A.3.b.4. comprennent les « matrices plan focal » combinées à des composants électroniques possédant une capacité de « traitement de signal » supérieure à celle de circuits intégrés de lecture, suffisante pour générer au minimum un signal analogique ou numérique lorsqu'ils sont mis sous tension.

Note 2 :

Le sous-alinéa 1-6.A.3.b.4.a. ne vise pas les caméras comportant des « matrices plan focal » linéaires qui sont pourvus de douze éléments ou moins, ne faisant pas appel à l'intégration dans le temps au sein de l'élément et conçues pour les fins suivantes :

- a. *Systèmes d'alarme d'intrusion ou de trafic industriels ou civils, ou systèmes de décompte ou de contrôle du mouvement industriels;*
- b. *Équipements industriels utilisés aux fins d'inspection ou de surveillance du flux de chaleur dans les édifices, les équipements ou les procédés industriels;*
- c. *Équipements industriels utilisés aux fins d'inspection, de tri ou d'analyse des propriétés des matériaux;*
- d. *Équipements spécialement conçus pour usage en laboratoire; **ou***
- e. *Équipements médicaux.*

Note 3 :

Le sous-alinéa 1-6.A.3.b.4.b. ne vise pas les caméras d'imagerie présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. *Cadence de prises de vue égale ou inférieure à 9 Hz;*
- b. *Toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *« Champ de vision instantané (IFOV) » horizontal ou vertical minimum d'au moins 2 mrad (milliradians);*

Note technique :

Aux fins de la Note 3.b.1. de l'alinéa 1-6.A.3.b.4., le « champ de vision instantané (IFOV) » est la plus petite des valeurs « IFOV horizontal » ou « IFOV vertical ».

« IFOV horizontal » = champ de vision horizontal (FOV)/nombre d'éléments détecteurs dans le plan horizontal.

« IFOV vertical » = champ de vision vertical (FOV)/nombre d'éléments détecteurs dans le plan vertical.

2. *Lentille à focale fixe non conçue pour être enlevée;*
3. *Aucun affichage « vision directe »; **et***
4. *Une des caractéristiques suivantes :*
 - a. *Ne possède pas la capacité de produire une image du champ de vision détectée; **ou***
 - b. *Conçue pour un seul type d'application et pour ne pas être modifiée par l'utilisateur; **ou***
- c. *La caméra a été conçue spécialement en vue d'être installée dans un véhicule terrestre pour passagers civils et présente toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *L'emplacement et la configuration de la caméra dans le véhicule ont pour seul objectif d'aider le conducteur à utiliser le véhicule de manière sécuritaire;*
 2. *La caméra est utilisable uniquement lorsqu'elle est installée dans l'un des véhicules suivants :*
 - a. *Le véhicule terrestre pour passagers civils pour lequel elle a été conçue et le véhicule pèse moins de 4500 kg (poids brut du véhicule); **ou***
 - b. *Une installation d'essai et de maintenance spécialement conçue et autorisée; **et***

3. *La caméra comporte un mécanisme actif qui la rend inutilisable lorsqu'elle est retirée du véhicule auquel elle était destinée.*

Note :

Lorsque nécessaires, les détails sur l'article seront fournis au responsable approprié, à sa demande, dans le pays exportateur, en vue d'assurer la conformité aux conditions décrites aux notes 3.b.4. et 3.c. ci-dessus.

Note 4 :

L'alinéa 1-6.A.3.b.4.c. ne s'applique pas aux caméras d'imagerie présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. *Présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *Lorsque la caméra est spécialement conçue pour être installée en tant que composant intégré dans des systèmes ou des équipements intérieurs et à prises murales, limités par la conception à un seul type d'application, comme suit:*
 - a. *Surveillance de procédé industriel, contrôle de qualité, ou analyse des propriétés de matériaux;*
 - b. *Équipement de laboratoire spécialement conçu pour la recherche scientifique;*
 - c. *Équipement médical;*
 - d. *Équipement de détection de fraude financière;*
 2. *Ne peut fonctionner que lorsqu'elle est installée dans l'un des équipements suivants:*
 - a. *Le ou les systèmes ou équipements auxquels elle était destinée; **ou***
 - b. *Une installation de maintenance autorisée, et spécialement conçu; **et***
 3. *La caméra comporte un mécanisme actif qui empêche le fonctionnement de la caméra lorsqu'elle est enlevée du ou des système(s) ou équipement(s) pour lesquels elle était destinée;*
- b. *Lorsque la caméra a été conçue spécialement en vue d'être installée dans un véhicule terrestre pour passagers civils ou des traversiers de véhicules et de passagers civils et présentant l'une des caractéristiques suivantes :*
 1. *L'emplacement et la configuration de la caméra dans le véhicule ou le traversier de passagers ont pour seul objectif d'aider le conducteur ou l'opérateur à utiliser le véhicule ou le traversier de passagers de manière sécuritaire;*
 2. *Ne peut fonctionner que dans l'un des équipements suivants :*
 - a. *Le véhicule terrestre pour passagers civils pour lequel il était destiné, et le véhicule pèse moins de 4 500 kg (poids brut du véhicule);*
 - b. *Le traversier de passagers et véhicules auquel il était destiné dont la longueur hors tout (LHT) est égale ou supérieure à 65 m; **ou***
 - c. *Une installation d'essai et de maintenance spécialement conçue et autorisée; **et***
 3. *La caméra comporte un mécanisme actif qui empêche le fonctionnement de la caméra lorsqu'elle est enlevée du ou des système(s) ou équipement(s) pour lesquels elle était destinée;*
- c. *Limitée par la conception à une « sensibilité d'énergie radiante » maximale de 10 mW/W ou moins pour des longueurs d'onde dépassant 760 nm, et présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *Comportant un mécanisme de limitation de la réponse conçu de manière à ne pas pouvoir être enlevé ou modifié;*
 2. *Incorpore un mécanisme actif qui empêche la caméra de fonctionner lorsqu'on enlève le mécanisme de limitation de la réponse; **et***

3. *N'est pas spécialement conçue ou modifiées pour une utilisation sous-marine; ou*
- d. *Présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *N'incorporant pas d'affichage « vision directe » ou d'images électronique;*
 2. *Na pas de moyen pour transmettre un signal de sortie d'image affichable du champ de vision détecté;*
 3. *La « matrice plan focal » ne peut fonctionner que dans la caméra pour laquelle elle était prévue; et*
 4. *La « matrice plan focal » incorpore un mécanisme actif qui l'empêche de manière permanente de fonctionner lorsqu'on l'enlève de la caméra pour laquelle elle était prévue.*

Note :

Au besoin, les détails de l'article seront fournis sur demande aux responsables appropriés dans le pays de l'exportateur afin d'évaluer la conformité avec les conditions énoncées dans la Note 4 ci-dessus.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.3.b.4, la « vision directe » désigne une caméra d'imagerie fonctionnant dans la bande infrarouge du spectre, présentant à l'observateur humain une image visuelle grâce à un micro-dispositif d'affichage disposé près de l'oeil, qui comporte un mécanisme de sécurité.

- 1-6.A.3.b.5. Caméras d'imagerie comportant les détecteurs à semi-conducteurs visés à l'alinéa 1-6.A.2.a.1.

1-6.A.4. OPTIQUE

Équipement et composants optiques, comme suit :

- 1-6.A.4.a. Miroirs optiques (réflecteurs), comme suit :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.4.a., le seuil d'endommagement par laser (SEL) est mesuré conformément à la norme ISO 21254-1:2011.

1. « Miroirs déformables » ayant une ouverture optique active plus grande que 10 mm et présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus:
 - a. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Fréquence de résonance mécanique de 750 Hz ou plus; **et**
 2. Plus de 200 actionneurs; **ou**
 - b. Un seuil d'endommagement par laser (SEL) ayant une des valeurs suivantes :
 1. Supérieur à 1 kW/cm² au moyen d'« un laser à ondes entretenues »; **ou**
 2. Supérieur à 2 J/cm² au moyen d'impulsions « laser » de 20 ns avec une fréquence de récurrence de 20 Hz;

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.4.a.1. :

1. *Les « miroirs déformable » sont des miroirs présentant l'une des caractéristiques suivantes :*
 - a. *Une seule surface de réflexion optique continue qui est déformée de manière dynamique par l'application de couples ou de forces individuels afin de compenser les distorsions présentes dans la forme d'onde optique incidente sur le miroir; ou*

- b. *Ayant des éléments optiques multiples de réflexion pouvant être repositionnés de manière individuelle et dynamique par l'application de couples ou de forces afin de compenser les distorsions présentes dans la forme d'onde optique incidente sur le miroir.*
2. *Les « miroirs déformables » sont également connus sous le nom de miroirs optiques adaptatifs.*
2. Miroirs monolithiques légers, d'une « densité équivalente » moyenne de moins de 30 kg/m² et d'une masse totale supérieure à 10 kg;
3. Structures légères de miroirs « composites » ou cellulaires, d'une « densité équivalente » moyenne de moins de 30 kg/m² et d'une masse totale supérieure à 2 kg;

Note :

Les paragraphes 1-6.A.4.a.2. et 1-6.A.4.a.3. ne s'appliquent pas aux miroirs spécialement conçus pour diriger le rayonnement solaire pour des installations d'héliostats terrestres.

4. Miroirs spécialement conçus pour des porte-miroirs de guidage de faisceau visés à l'alinéa 1-6.A.4.d.2.a. ayant une planéité de $\lambda/10$ ou meilleure (λ est égal à 633 nm) et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. Un diamètre ou une longueur d'axe principal de 100 mm ou plus; ou
 - b. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Un diamètre ou une longueur d'axe principal supérieur à 50 mm, mais inférieur à 100 mm; **et**
 - 2. Un seuil d'endommagement par laser (SEL) ayant une des valeurs suivantes :
 - a. Supérieure à 10 kW/cm² au moyen d'un « laser à ondes entretenues »; **ou**
 - b. Supérieure à 20 J/cm² au moyen d'impulsions « laser » de 20 ns avec une fréquence de récurrence de 20 Hz;

N.B. :

Pour les miroirs optiques spécialement conçus pour les équipements lithographiques, voir l'alinéa 1-3.B.1.

- 1-6.A.4.b. Composants optiques composés de sélénure de zinc (ZnSe) ou de sulfure de zinc (ZnS) transmettant dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 3 000 nm mais non supérieure à 25 000 nm, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Volume supérieur à 100 cm³; **ou**
 2. Diamètre (ou longueur de l'axe principal) supérieur à 80 mm et épaisseur (profondeur) supérieure à 20 mm;
- 1-6.A.4.c. Composants « qualifiés pour l'usage spatial » pour systèmes optiques, comme suit :
1. Composants allégés jusqu'à moins de 20 % de « densité équivalente » par rapport à une ébauche pleine ayant la même ouverture et la même épaisseur;
 2. Substrats bruts, surfaces de substrat traité à revêtements (monocouches ou multi-couches, métalliques ou diélectriques, conducteurs, semi-conducteurs, ou isolants), ou à films protecteurs;
 3. Segments ou ensembles de miroirs conçus pour être assemblés dans l'espace en un système optique ayant une ouverture collectrice équivalente à ou plus grande que celle d'une optique unique de 1 m de diamètre;

4. Composants fabriqués à partir de matériaux « composites » ayant un coefficient de dilatation thermique linéaire, dans toute direction coordonnée, égal ou inférieur à $5 \times 10^{-6}/K$;
- 1-6.A.4.d. Équipements optiques de contrôle, comme suit :
1. Équipements spécialement conçus pour préserver la forme de surface ou l'orientation des composants « qualifiés pour l'usage spatial » visés aux alinéas 1-6.A.4.c.1. ou 1-6.A.4.c.3.;
 2. Équipement d'orientation, de suivi, de stabilisation et d'alignement de résonateur comme suit :
 - a. Porte-miroir d'orientation de faisceau conçu pour recevoir des miroirs ayant un diamètre ou une longueur d'axe principal supérieur à 50 mm et présentant toutes les caractéristiques suivantes, et équipements de commande électronique spécialement conçus :
 1. Déplacement angulaire maximal de ± 26 mrad ou plus;
 2. Fréquence de résonance mécanique de 500 Hz ou plus; **et**
 3. « Précision » angulaire de 10 μ rad (microradians) ou moins (meilleur);
 - b. Équipement d'alignement de résonateur ayant une largeur de bande égale ou supérieure à 100 Hz et une « précision » de 10 μ rad ou moins (meilleur);
 3. Cardans présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Un débattement maximum supérieur à 5°;
 - b. Une bande passante égale ou supérieure à 100 Hz;
 - c. Erreurs de pointage angulaire égales ou inférieures à 200 μ rad (microradians); **et**
 - d. Présentant l'un des ensembles de caractéristiques suivants :
 1. Ayant un diamètre ou une longueur de l'axe principal supérieur à 0,15 m mais non supérieur à 1 m et capables d'effectuer des accélérations angulaires supérieures à 2 rad (radians)/s²; **ou**
 2. Ayant un diamètre ou une longueur de l'axe principal supérieur à 1 m et capables d'effectuer des accélérations angulaires supérieures à 0,5 rad (radians)/s²;
 4. Non utilisé depuis 2014
- 1-6.A.4.e. < Éléments optiques asphériques > ayant toutes les caractéristiques suivantes :
1. La plus grande dimension de l'ouverture optique est supérieure à 400 mm;
 2. La rugosité surfacique est inférieure à 1 nm (moyenne quadratique) pour des longueurs d'échantillonnage égales ou supérieures à 1 mm; **et**
 3. La valeur absolue du coefficient d'expansion thermique linéaire est inférieure à $3 \times 10^{-6}/K$ à 25°C;

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-6.A.4.e., un « élément optique asphérique » est tout élément utilisé dans un système optique dont la ou les surfaces d'imagerie sont conçues pour différer de la forme d'une sphère idéale.
2. Aux fins de l'alinéa 1-6.A.4.e.2., les fabricants ne sont pas tenus de mesurer la rugosité surfacique à moins que l'élément optique n'ait été conçu ou fabriqué dans le but de respecter ou de surpasser le paramètre de contrôle.

Note :

L'alinéa 1-6.A.4.e. ne vise pas les éléments optiques asphériques ayant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. *La plus grande dimension de l'ouverture optique inférieure à 1 m et un rapport longueur focale sur ouverture égal ou supérieur à 4,5:1;*
- b. *La plus grande dimension de l'ouverture optique égale ou supérieure à 1 m et un rapport longueur focale sur ouverture égal ou supérieur à 7:1;*
- c. *Conçu comme élément optique de Fresnel, de lentille à facettes, comme élément à géométrie en ruban ou en prisme ou diffracteur;*
- d. *Fabrique de verre borosilicaté ayant un coefficient d'expansion thermique linéaire supérieur à $2,5 \times 10^{-6}/K$ à 25°C; ou*
- e. *Élément optique d'appareil de radiographie présentant des caractéristiques de réflexion interne (p. ex. miroir à tubes).*

N.B. :

Dans le cas des éléments optiques asphériques expressément conçu pour le matériel lithographique, voir le paragraphe 1-3.B.1.

1-6.A.4.f. Équipement de mesure dynamique de fronts d'onde présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. *« Fréquence d'image » égale ou supérieure à 1 kHz; et*
2. *Une précision de front d'onde égale ou inférieure à (meilleure que) $\lambda/20$ à la longueur d'onde prévue.*

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.4.f., on entend par « fréquence d'image » une fréquence à laquelle tous les « pixels actifs » de la « matrice plan focal » sont intégrés pour enregistrer les images projetées par l'optique du capteur de front d'onde.

1-6.A.5. LASERS

« Lasers », composants et équipement optique, comme suit :

Note 1 :

Les « lasers » pulsés comprennent les lasers à ondes entretenues avec superposition d'impulsions.

Note 2 :

Les « lasers » à excimères, à semi-conducteurs, chimiques, à CO, à CO₂ et à Nd : verre à « impulsions non répétitives » sont visés seulement à l'alinéa 1-6.A.5.d.

Note 3 :

L'alinéa 1-6.A.5. comprend les « lasers » à fibre.

Note 4 :

On détermine le statut de contrôle des « lasers » à conversion de fréquence (c.-à-d. à changement de fréquence) effectuée par des moyens autres que le pompage d'un « laser » par un autre « laser » en appliquant les paramètres de contrôle à la sortie du « laser » source et à la sortie optique ayant subi une conversion de fréquence.

Note 5 :

L'alinéa 1-6.A.5. ne vise pas les « lasers » suivants :

- a. *lasers à rubis avec énergie de sortie inférieure à 20 J;*
- b. *lasers à azote;*
- c. *lasers à krypton.*

Note technique :

Aux fins des l'alinéas 1-6.A.5.a. et 1-6.A.5.b., le terme « monomode transverse » se rapporte à des « lasers » ayant un profil de faisceau avec un facteur M^2 inférieur à 1,3, alors que le terme « multimode transverse » se rapporte à des « lasers » ayant un profil de faisceau avec un facteur M^2 égal ou supérieur à 1,3.

- 1-6.A.5.a. « Lasers à ondes entretenues » non « accordables » possédant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Longueur d'onde de sortie inférieure à 150 nm, et avec puissance de sortie supérieure à 1 W;
 2. Longueur d'onde de sortie de 150 nm ou plus mais ne dépassant pas 510 nm avec puissance de sortie supérieure à 30 W;

Note :

L'alinéa 1-6.A.5.a.2. ne vise pas les « lasers » à argon ayant une puissance de sortie égale ou inférieure à 50 W.

3. Longueur d'onde de sortie supérieure à 510 nm mais ne dépassant pas 540 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Sortie « monomode transverse » et avec puissance de sortie supérieure à 50 W; **ou**
 - b. Sortie « multimode transverse » et avec puissance de sortie supérieure à 150 W;
4. Longueur d'onde de sortie supérieure à 540 nm mais ne dépassant pas 800 nm et avec puissance de sortie supérieure à 30 W;
5. Longueur d'onde de sortie supérieure à 800 nm mais ne dépassant pas 975 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Sortie « monomode transverse » et avec puissance de sortie supérieure à 50 W; **ou**
 - b. Sortie « multimode transverse » et avec puissance de sortie supérieure à 80 W;
6. Longueur d'onde de sortie supérieure à 975 nm mais ne dépassant pas 1 150 nm, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Sortie « monomode transverse » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Puissance de sortie dépassant 2 kW; **ou**
 2. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Puissance de sortie dépassant 500 W; **et**
 - b. Largeur de bande spectrale de moins de 40 GHz; **ou**
 3. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Puissance de sortie dépassant 1,5 kW; **et**
 - b. Largeur de bande spectrale supérieure ou égale à 40 GHz et inférieure à 100 GHz; **ou**
 - b. Sortie « multimode transverse » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Non utilisé depuis 2025
 2. Puissance de sortie supérieure à 3 kW;

Note 1 :

L'alinéa 1-6.A.5.a.6.b. ne vise pas les « lasers » industriels < multimodes transverses > ayant une puissance de sortie supérieure à 3 kW mais ne dépassant pas 6 kW, dont la masse totale est supérieure à 1 200 kg. Aux fins de la présente note, la masse totale comprend tous les composants requis pour faire fonctionner le « laser », p. ex. le « laser » lui-même, l'alimentation et l'échangeur de chaleur, mais ne comprend pas l'optique externe pour le conditionnement ou la distribution du faisceau.

Note 2 :

L'alinéa 1-6.A.5.a.6.b. ne vise pas les « lasers » industriels à < multimodes transverse > présentant une des caractéristiques suivantes :

- a. *Non utilisé depuis 2018*
 - b. *Non utilisé depuis 2025*
 - c. *Non utilisé depuis 2025*
 - d. *Non utilisé depuis 2025*
 - e. *Puissance de sortie dépassant 3 kW, mais sans dépasser 12 kW et ayant un PPF dépassant 3,2 mm•mrad;*
 - f. *Non utilisé depuis 2018*
 - g. *Non utilisé depuis 2018*
 - h. *Puissance de sortie dépassant 12 kW, mais sans dépasser 20 kW et ayant un PPF dépassant 3,9 mm•mrad; ou*
 - i. *Puissance de sortie dépassant 20 kW, mais sans dépasser 40 kW et ayant un PPF dépassant 5 mm•mrad;*
7. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 150 nm mais ne dépassant pas 1 555 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. < Monomode transverse > et avec puissance de sortie supérieure à 50 W; **ou**
 - b. < Multimode transverse > et avec puissance de sortie supérieure à 80 W;
 8. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 555 nm mais ne dépassant pas 1 850 nm, et avec puissance de sortie supérieure à 1 W;
 9. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 850 nm mais ne dépassant pas 2 100 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. < Monomode transverse > et avec puissance de sortie supérieure à 1 W; **ou**
 - b. < Multimode transverse > et avec puissance de sortie supérieure à 120 W;
ou
 10. Longueur d'onde de sortie supérieure à 2 100 nm et avec puissance de sortie supérieure à 1 W;
- 1-6.A.5.b. < Lasers pulsés > non « accordables » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.5.b., un < laser pulsé > est un « laser » dont la « durée d'impulsion » est inférieure ou égale à 0,25 seconde.

1. Longueur d'onde de sortie inférieure à 150 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W; **ou**
 - b. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 1 W;

2. Longueur d'onde de sortie de 150 nm ou plus mais ne dépassant pas 510 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Énergie de sortie supérieure à 1,5 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 30 W; **ou**
 - b. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 30 W;

Note :

L'alinéa 1-6.A.5.b.2.b. ne vise pas les « lasers » à argon ayant une « puissance de sortie moyenne » égale ou inférieure à 50 W.

3. Longueur d'onde de sortie supérieure à 510 nm mais ne dépassant pas 540 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Sortie < monomode transverse > et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 1,5 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 50 W; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 80 W; **ou**
 - b. Sortie < multimode transverse > et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 1,5 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 150 W; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 150 W;
4. Longueur d'onde de sortie dépassant 540 nm, mais sans dépasser 800 nm et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Durée d'impulsion » inférieure à 1 ps et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie dépassant 0,005 J par impulsion et « puissance de crête » dépassant 5 GW; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 20 W; **ou**
 - b. « Durée d'impulsion » égale ou supérieure à 1 ps et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie dépassant 1,5 J par impulsion et « puissance de crête » dépassant 30 W; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 30 W;
5. Longueur d'onde de sortie dépassant 800 nm, mais sans dépasser 975 nm et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Durée d'impulsion » inférieure à 1 ps et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie dépassant 0,005 J par impulsion et « puissance de crête » dépassant 5 GW; **ou**
 2. Sortie < monomode transverse > et « puissance de sortie moyenne » dépassant 20 W;
 - b. « Durée d'impulsion » égale ou supérieure à 1 ps, et ne dépassant pas 1 µs et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie dépassant 0,5 J par impulsion et « puissance de crête » dépassant 50 W;
 2. Sortie < monomode transverse > et « puissance de sortie moyenne » dépassant 20 W; **ou**

3. Sortie < multimode transverse > et « puissance de sortie moyenne » dépassant 50 W; **ou**
- c. « Durée d'impulsion » dépassant 1 μ s et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie dépassant 2 J par impulsion et « puissance de crête » dépassant 50 W;
 2. Sortie < monomode transverse > et « puissance de sortie moyenne » dépassant 50 W; **ou**
 3. Sortie < multimode transverse > et « puissance de sortie moyenne » dépassant 80 W.
6. Longueur d'onde de sortie dépassant 975 nm, mais sans dépasser 1 150 nm et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Durée d'impulsion » inférieure à 1 ps, et l'une des caractéristiques suivantes :
 1. « Puissance de crête » de sortie dépassant 2 GW par impulsion;
 2. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 30 W; **ou**
 3. Énergie de sortie dépassant 0,002 J par impulsion;
 - b. « Durée d'impulsion » égale ou supérieure à 1 ps et inférieure à 1 ns, et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. « Puissance de crête » de sortie dépassant 5 GW par impulsion;
 2. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 50 W; **ou**
 3. Énergie de sortie dépassant 0,1 J par impulsion;
 - c. « Durée d'impulsion » égale ou supérieure à 1 ns, mais sans dépasser 1 μ s et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Sortie < monomode transverse > et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Puissance de crête » dépassant 100 MW;
 - b. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 20 W et limitée par sa conception à une fréquence de répétition d'impulsion inférieure à ou égale à 1 kHz;
 - c. « Rendement de prise murale » supérieur à 12 %, « puissance de sortie moyenne » dépassant 100 W et capable de fonctionner à une fréquence de répétition d'impulsions supérieure à 1 kHz;
 - d. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 150 W et capable de fonctionner à une fréquence de répétition d'impulsions supérieure à 1 kHz; **ou**
 - e. Énergie de sortie dépassant 2 J par impulsion; **ou**
 2. Sortie < multimode transverse > et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Puissance de crête » dépassant 400 MW;
 - b. « Rendement de prise murale » supérieur à 18 % et « puissance de sortie moyenne » dépassant 500 W;
 - c. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 2 kW; **ou**
 - d. Énergie de sortie dépassant 4 J par impulsion; **ou**
 - d. « Durée d'impulsion » dépassant 1 μ s et présentant une des caractéristiques suivantes :

1. Sortie « monomode transverse » et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Puissance de crête » dépassant 500 kW;
 - b. « Rendement de prise murale » supérieur à 12 % et « puissance de sortie moyenne » dépassant 100 W; **ou**
 - c. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 150 W; **ou**
2. Sortie « multimode transverse » et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Puissance de crête » dépassant 1 MW;
 - b. « Rendement de prise murale » supérieur à 18 % et « puissance de sortie moyenne » dépassant 500 W; **ou**
 - c. « Puissance de sortie moyenne » dépassant 2 kW;
7. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 150 nm mais ne dépassant pas 1 555 nm, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Durée d'impulsion » ne dépassant pas 1 µs et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 0,5 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 50 W;
 2. Sortie « monomode transverse » et avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 20 W; **ou**
 3. Sortie « multimode transverse » et avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 50 W; **ou**
 - b. « Durée d'impulsion » dépassant 1 µs et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 2 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 50 W;
 2. Sortie « monomode transverse » et avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 50 W; **ou**
 3. Sortie « multimode transverse » et avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 80 W;
8. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 555 nm mais ne dépassant pas 1 850 nm, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Énergie de sortie supérieure à 100 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W; **ou**
 - b. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 1 W;
9. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 850 nm mais ne dépassant pas 2 100 nm, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Monomode transverse » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 100 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 1 W; **ou**
 - b. « Multimode transverse » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 100 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 10 kW; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 120 W; **ou**
10. Longueur d'onde de sortie supérieure à 2 100 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Énergie de sortie supérieure à 100 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W; **ou**
 - b. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 1 W;
- 1-6.A.5.c. « Lasers » « accordables » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- 1. Longueur d'onde de sortie inférieure à 600 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W; **ou**
 - b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W;

Note :

L'alinéa 1-6.A.5.c.1. ne s'applique pas aux « lasers » à colorants ni aux autres « lasers » à liquide, qui présentent une sortie multimode et une longueur d'onde de 150 nm ou plus, sans toutefois dépasser 600 nm, ainsi que toutes les caractéristiques suivantes :

- 1. Énergie de sortie de moins de 1,5 J par impulsion ou une « puissance de crête » de moins de 20 W;
 - 2. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues de moins de 20 W.
- 2. Longueur d'onde de sortie de 600 nm ou plus mais ne dépassant pas 1 400 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Énergie de sortie supérieure à 1 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 20 W; **ou**
 - b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 20 W; **ou**
 - 3. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 400 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W; **ou**
 - b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W;

Note :

L'alinéa 1-6.A.5.c.3. ne s'applique pas aux « lasers » « accordables » ayant une puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W et ne pas dépassant 10 W, une consommation électrique égale ou supérieure à 250 W et une masse totale supérieure à 50 kg. Aux fins de la présente note, la masse totale comprend tous les composants nécessaires au fonctionnement du « laser », par exemple le « laser », l'alimentation électrique, l'échangeur de chaleur, mais exclut les optiques externes destinées au conditionnement ou à la transmission du faisceau.

- 1-6.A.5.d. Autres « lasers », non visés aux alinéas 1-6.A.5.a., 1-6.A.5.b. ou 1-6.A.5.c., comme suit :

- 1. « Lasers » à semi-conducteurs comme suit :

Note 1 :

L'alinéa 1-6.A.5.d.1. comprend les « lasers » à semi-conducteurs ayant des connecteurs de sortie optiques (p. ex. fibre amorcée).

Note 2 :

Le statut de contrôle des « lasers » à semi-conducteurs conçus spécialement pour d'autre équipement dépend du statut de contrôle de l'autre équipement.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.5.d.1.e. :

1. Les « lasers » à semi-conducteurs sont couramment appelés des diodes « laser ».
2. Une « barre » (aussi nommée « barre » « laser » à semi-conducteurs, « barre » de diodes « laser » ou « barre » de diodes) se compose de plusieurs « lasers » à semi-conducteurs montés dans un réseau à configuration unidimensionnelle.
3. Une « pile de réseaux » est constituée de multiples « barres » formant un « réseaux » à deux dimensions de « lasers » à semi-conducteurs.
- a. « Lasers » à semi-conducteurs monomodes transverses individuels présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Longueur d'onde égale ou inférieure à 1 570 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 2,0 W; **ou**
 2. Longueur d'onde supérieure à 1 570 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 500 mW;
- b. « Lasers » à semi-conducteurs multimodes transverses individuels présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Longueur d'onde inférieure à 780 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 25 W;
 2. Longueur d'onde égale ou supérieure à 780 nm et inférieure à 1 100 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 30 W;
 3. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 100 nm et inférieure à 1 400 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 25 W;
 4. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 400 nm et inférieure à 1 900 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 2,5 W; **ou**
 5. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 900 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure 1 W;
- c. Réseaux individuels de « barres » de « lasers » à semi-conducteurs présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Longueur d'onde inférieure à 1 400 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 100 W;
 2. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 400 nm et inférieure à 1 900 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 25 W; **ou**
 3. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 900 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 10 W;
- d. « Piles de réseaux » de « lasers » (réseaux bidimensionnels) à semi conducteurs présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Longueur d'onde inférieure à 1 400 nm présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues inférieure à 3 kW et présentant une « densité de puissance » de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 500 W/cm²;
 - b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues égale ou supérieure à 3 kW, mais inférieure ou égale à 5 kW, et présentant une « densité de puissance » de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 350 W/cm²;

- c. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 5 kW;
- d. < Densité de puissance > impulsive de crête supérieure à $2\,500\text{ W/cm}^2$; **ou**

Note :

Le paragraphe 1-6.A.5.d.1.d.1.d. ne s'applique pas aux dispositifs monolithiques fabriqués par épitaxie.

- e. Puissance de sortie totale moyenne ou entretenue avec cohérence spatiale, supérieure à 150 W;
2. Longueur d'onde supérieure ou égale à 1 400 nm, mais inférieure à 1 900 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues inférieure à 250 W et < densité de puissance > de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 150 W/cm^2 ;
 - b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues égale ou supérieure à 250 W, mais inférieure ou égale à 500 W et présentant une < densité de puissance > de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 50 W/cm^2 ;
 - c. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 500 W;
 - d. < Densité de puissance > impulsive de crête supérieure à 500 W/cm^2 ; **ou**

Note :

Le paragraphe 1-6.A.5.d.1.d.2.d. ne s'applique pas aux dispositifs monolithiques fabriqués par épitaxie.

- e. Puissance de sortie totale moyenne ou entretenue avec cohérence spatiale supérieure à 15 W;
3. Longueur d'onde supérieure ou égale à 1 900 nm présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. < Densité de puissance > de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 50 W/cm^2 ;
 - b. Puissance de sortie moyenne ou entretenue supérieure à 10 W; **ou**
 - c. Puissance de sortie totale moyenne ou entretenue avec cohérence spatiale supérieure à 1.5 W; **ou**
4. Au moins une < barre > « laser » telle que visée à l'alinéa 1-6.A.5.d.1.c.;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.5.d.1.d., la < densité de puissance > signifie la puissance de sortie totale du « laser » divisée par l'aire de l'émetteur de la < pile de réseaux >.

- e. < Piles de réseaux > de « lasers » à semi conducteurs autres que celles visées à l'alinéa 1-6.A.5.d.1.d., présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Conçue spécialement ou modifiée en vue d'être combinée avec d'autres < piles de réseau > afin de former une plus grande < pile de réseau >; **et**
 - 2. Connexions intégrées communes pour l'électronique et le refroidissement;

Note 1 :

Les « piles de réseaux » formées en combinant les « piles de réseaux » « laser » visées à l'alinéa 1-6.A.5.d.1.e., mais qui ne sont pas conçues pour permettre une combinaison additionnelle ou pour être modifiées sont visées à l'alinéa 1-6.A.5.d.1.d.

Note 2

Les « piles de réseaux » formées en combinant les « piles de réseaux » « laser » visées à l'alinéa 1-6.A.5.d.1.e. et qui sont conçues pour permettre une combinaison additionnelle ou pour être modifiées sont visées à l'alinéa 1-6.A.5.d.1.e.

Note 3 :

L'alinéa 1-6.A.5.d.1.e. ne s'applique pas aux ensembles modulaires de « barres » simples conçues pour être intégrées dans des réseaux linéaires empilés bout à bout.

2. « Lasers » au monoxyde de carbone (CO), présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Énergie de sortie supérieure à 2 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 5 kW; **ou**
 - b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 5 kW;
3. « Lasers » au gaz carbonique (CO₂), présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Puissance de sortie en ondes entretenues supérieure à 15 kW;
 - b. Sortie pulsée ayant une « durée d'impulsion » supérieure à 10 µs, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 10 kW; **ou**
 2. « Puissance de crête » supérieure à 100 kW; **ou**
 - c. Sortie pulsée ayant une « durée d'impulsion » égale ou inférieure à 10 µs, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie d'impulsion supérieure à 5 J par impulsion; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 2,5 kW;
4. « Lasers » à excimères présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Longueur d'onde de sortie ne dépassant pas 150 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 1 W;
 - b. Longueur d'onde de sortie supérieure à 150 nm mais ne dépassant pas 190 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 1,5 J par impulsion; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 120 W;
 - c. Longueur d'onde de sortie supérieure à 190 nm mais ne dépassant pas 360 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 10 J par impulsion; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 500 W; **ou**
 - d. Longueur d'onde de sortie supérieure à 360 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Énergie de sortie supérieure à 1,5 J par impulsion; **ou**
 2. « Puissance de sortie moyenne » supérieure à 30 W;

N.B. :

Pour les « lasers » à excimères spécialement conçus pour l'équipement de lithographie, voir l'alinéa 1- 3.B.1.

5. « Lasers chimiques » comme suit :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.5.d.5., un « laser chimique » est un « laser » dans lequel les agents actifs sont excités par une énergie issue d'une réaction chimique.

- a. « Lasers » à fluorure d'hydrogène (HF);
- b. « Lasers » à fluorure de deutérium (DF);
- c. « Lasers à transfert » comme suit :
 1. « Lasers » à dioxyde d'iode (O₂-I);
 2. « Lasers » à fluorure de deutérium-gaz carbonique (DF-CO₂);

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.5.d.5.c., les « lasers à transfert » sont des « lasers » excités par un transfert d'énergie obtenu par la collision d'un atome ou d'une molécule ne produisant pas d'effet laser avec un atome ou une molécule produisant un effet laser.

6. « Lasers » à Nd : verre à « impulsions non répétitives » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. « Durée d'impulsion » ne dépassant pas 1 µs et énergie de sortie supérieure à 50 J par impulsion; **ou**
 - b. « Durée d'impulsion » supérieure à 1 µs et énergie de sortie supérieure à 100 J par impulsion;

- 1-6.A.5.e. Composants, comme suit :

1. Miroirs refroidis par « refroidissement actif » ou par refroidissement par tubes de chaleur;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.5.e.1., le « refroidissement actif » est une technique de refroidissement pour composants optiques, mettant en jeu des fluides en mouvement sous la surface des composants (spécifiquement à moins de 1 mm en-dessous de la surface optique) afin de supprimer la chaleur de l'optique.

2. Miroirs optiques et composants optiques et électro-optiques à transmission optique totale ou partielle, autres que des combineurs fusionnés à fibre optique et des grilles diélectriques multicouches (GDM) spécialement conçus pour être utilisés avec des « lasers » visés;

Note :

Les combineurs à fibre optique et les GDM sont visés à l'alinéa 1-6.A.5.e.3.

3. Composants de « laser » à fibre optique, comme suit :
- a. Combineurs à fibre optique fusionnés multimode à multimode présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Affaiblissement d'insertion meilleur (moins) que ou égal à 0,3 dB maintenu pour une puissance de sortie nominale constante totale ou en ondes entretenues (excluant la puissance de sortie transmise par le noyau monomode, le cas échéant) dépassant 1 000 W; **et**
 2. Nombre de fibres d'entrée égal ou supérieur à 3;
 - b. Combineurs à fibre optique fusionnés monomode à multimode présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Affaiblissement d'insertion meilleur (moins) que 0,5 dB maintenu pour une puissance de sorte nominale constante totale ou en ondes entretenues dépassant 4 600 W;
2. Nombre de fibres d'entrée égal ou supérieur à 3; **et**
3. Présentant l'une des caractéristiques suivantes:
 - a. Produit des paramètres du faisceau (PPF) mesuré à la sortie ne dépassant pas 1,5 mm mrad pour un nombre de fibres d'entrée inférieur ou égal à 5;
 - b. Un PPF mesuré à la sortie ne dépassant pas 2,5 mm mrad pour un nombre de fibres d'entrée supérieur à 5; **ou**
 - c. GDM présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Conçu pour effectuer la combinaison spectrale ou cohérente des faisceaux de 5 « lasers » à fibre optique ou plus; **et**
 2. Seuil d'endommagement par « laser » (SEL) à ondes entretenues supérieur ou égal à 10 kW/cm²;

1-6.A.5.f. Équipements optiques comme suit :

N.B. :

En ce qui concerne les éléments optiques à ouverture commune capables de servir dans les applications de « lasers à très grande puissance » (« SHPL »), voir l'article 2-19. Note 2.d. de la Liste de matériel de guerre.

1. Non utilisé depuis 2017

N.B. :

Pour les articles précédemment visés à l'alinéa 1-6.A.5.f.1., voir l'alinéa 1-6.A.4.f.

2. Équipements de diagnostic de « laser » spécialement conçus pour la mesure dynamique des erreurs d'orientation angulaire du faisceau d'un système de « lasers à très grande puissance » (« SHPL ») et ayant une « précision » angulaire égale ou inférieure à (meilleure que) 10 µrad (microradians);
3. Équipements et composants optiques, spécialement conçus pour la combinaison cohérente de faisceaux dans un système « SHPL » à réseau phasé et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Une « précision » de 0,1 µm ou moins (meilleure), pour les longueurs d'onde supérieures à 1 µm; **ou**
 - b. Une « précision » de $\lambda/10$ ou moins (meilleure) à la longueur d'onde prévue, pour les longueurs d'onde égales ou inférieures à 1 µm;
4. Télescopes de projection spécialement conçus pour être utilisés avec des systèmes de « lasers à très grande puissance » (« SHPL »);

1-6.A.5.g. < Équipement laser de détection acoustique > présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Puissance de sortie « laser » en ondes entretenues égale ou supérieure à 20 mW;
2. Stabilité de fréquence « laser » égale ou inférieure à (meilleure que) 10 MHz;
3. Longueur d'onde « laser » égale ou supérieure à 1 000 nm et ne dépassant pas 2 000 nm;
4. Résolution de système optique inférieure à (meilleure que) 1 nm; **et**
5. Rapport signal/bruit optique égale ou supérieure à 10³.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.5.g., l'« équipement « laser » de détection acoustique » est parfois appelé microphone laser ou microphone de détection de flux de particule.

1-6.A.6. CAPTEURS MAGNÉTIQUES ET À CHAMP ÉLECTRIQUE

« Magnétomètres », « gradiomètres magnétiques », « gradiomètres magnétiques intrinsèques », capteurs à champ électriques sous-marins et « systèmes de compensation », et leurs composants spécialement conçus, comme suit :

Note :

Le paragraphe 1-6.A.6. ne vise pas les instruments spécialement conçus pour les applications relatives à la pêche ou pour effectuer des mesures biomagnétiques en vue de diagnostics médicaux.

1-6.A.6.a. « Magnétomètres » et sous-systèmes, comme suit :

1. « Magnétomètres » utilisant une « technologie » des « supraconducteurs » (SQUID) et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Systèmes SQUID conçus pour être utilisés dans une application stationnaire, sans sous-système spécialement conçu pour réduire le bruit pendant le déplacement, ayant un « sensibilité » égal ou inférieur à (meilleur que) 50 fT (valeur efficace) par racine carrée de Hz, à une fréquence de 1 Hz; **ou**
 - b. Systèmes SQUID dont la « sensibilité » du magnétomètre en déplacement est égal ou inférieur à (meilleur que) 20 pT (valeur efficace) par racine carrée Hz, à une fréquence de 1 Hz, spécialement conçus pour réduire le bruit pendant le déplacement;
2. « Magnétomètres » utilisant une « technologie » de pompage optique ou de précession nucléaire (protons/Overhauser), ayant une « sensibilité » inférieur à (meilleur que) 20 pT (valeur efficace) par racine carrée de Hz;
3. « Magnétomètres » utilisant une « technologie » de sonde magnétométrique ayant une « sensibilité » égal ou inférieur à (meilleur que) 10 pT (valeur efficace) par racine carrée de Hz, à une fréquence de 1 Hz;
4. « Magnétomètres » à bobine d'induction ayant une « sensibilité » inférieur à (meilleur que) l'une des valeurs suivantes :
 - a. 0,05 nT (valeur efficace)/racine carrée de Hz, à des fréquences inférieures à 1 Hz;
 - b. 1×10^{-3} nT (valeur efficace)/racine carrée de Hz, à des fréquences égales ou supérieures à 1 Hz mais non supérieures à 10 Hz; **ou**
 - c. 1×10^{-4} nT (valeur efficace)/racine carrée de Hz, à des fréquences supérieures à 10 Hz;
5. « Magnétomètres » à fibres optiques ayant un « sensibilité » inférieur à (meilleur que) 1 nT (valeur efficace) par racine carrée de Hz;

1-6.A.6.b. Capteurs de champ électrique sous-marins ayant une « sensibilité » inférieur à (meilleur que) 8 nanovolts par mètre par racine carrée de Hz, mesurée à 1 Hz;

1-6.A.6.c. « Gradiomètres magnétiques » comme suit :

1. « Gradiomètres magnétiques » utilisant des « magnétomètres » multiples visés à l'alinéa 1-6.A.6.a.;
2. « Gradiomètres magnétiques intrinsèques » à fibres optiques, dont la « sensibilité » du gradient de champ magnétique est inférieur à (meilleur que) 0,3 nT/m (valeur efficace) par racine carrée de Hz;

3. « Gradiomètres magnétiques intrinsèques » utilisant une « technologie » autre que celle des fibres optiques, ayant une « sensibilité » du gradient de champ magnétique inférieur à (meilleur que) 0,015 nT/m (valeur efficace) par racine carrée de Hz;
- 1-6.A.6.d. « Systèmes de compensation » magnétique pour capteurs magnétiques ou capteurs de champ électrique sous-marins, dont la performance est égale ou supérieure aux paramètres de contrôle visés aux alinéas 1-6.A.6.a., 1-6.A.6.b. ou 1-6.A.6.c.
- 1-6.A.6.e Récepteurs électromagnétiques sous-marins comprenant des capteurs de champs magnétiques visés à l'alinéa 1-6.A.6.a. ou des capteurs de champs électriques sous-marins visés à l'alinéa 1-6.A.6.b.

Note technique :

Aux fins du paragraphe 1-6.A.6., la « sensibilité » (niveau de bruit) est la moyenne quadratique du plancher de bruit limité par le dispositif qui est le signal le plus faible qui peut être mesuré.

1-6.A.7. GRAVIMÈTRES

Gravimètres et gradiomètres à gravité, comme suit :

- a. Gravimètres conçus ou modifiés pour l'usage terrestre et ayant une « précision » statique de moins de (meilleure que) 10 µGal;

Note :

Le paragraphe 1-6.A.7.a. ne vise pas les gravimètres au sol du type à élément de quartz (Worden).

- b. Gravimètres conçus pour plates-formes mobiles et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Une « précision » statique de moins de (meilleure que) 0,7 mGal; **et**
 2. Une « précision » en service (opérationnelle) de moins de (meilleure que) 0,7 mGal avec un « temps d'atteinte de l'état stable » de moins de 2 minutes quelle que soit la combinaison des compensations et influences dynamiques en jeu;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.7.b.2., le « temps d'atteinte de l'état stable » (aussi désigné comme temps de réponse du gravimètre) est la période pendant laquelle les effets perturbants des accélérations induites par la plateforme (bruit haute fréquence) sont réduits.

- c. Gradiomètres à gravité.

1-6.A.8. RADARS

Systèmes, équipements et ensembles radars présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :

Note :

Le paragraphe 1-6.A.8. ne vise pas les équipements suivants :

- Radars secondaires de surveillance (SSR);
- Radars d'automobiles civiles;
- Visuels ou moniteurs utilisés pour le contrôle de la circulation aérienne (ATC) ne comportant pas plus de 12 éléments de résolution par millimètre;
- Radars météorologiques;
- Radars d'approche de précision (PAR) conformes aux normes de l'OACI et utilisant des réseaux linéaires (unidimensionnels) orientables électroniquement ou des antennes passives à positionnement mécanique.

- a. Fonctionnant sur des fréquences de 40 GHz à 230 GHz et ayant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Puissance de sortie moyenne supérieure à 100 mW; **ou**
 2. « Précision » de localisation de 1 m ou moins (meilleure) en distance et de 0,2 degré ou moins (meilleure) en azimut;
- b. Ayant une fréquence accordable supérieure à $\pm 6,25\%$ de la « fréquence de fonctionnement centrale »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.8.b., la « fréquence de fonctionnement centrale » correspond à la moitié de la somme de la fréquence de fonctionnement spécifiée la plus élevée et de la fréquence de fonctionnement spécifiée la plus faible.

- c. Capables de fonctionner en mode simultané sur plus de deux fréquences porteuses;
- d. Capables de fonctionner en mode radar à synthèse d'ouverture (SAR), en mode radar à synthèse d'ouverture inverse (ISAR) ou en mode radar embarqué à balayage latéral (SLAR);
- e. Comprenant des antennes à réseaux à balayage électronique;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.8.e., les antennes à réseau à balayage électronique sont également appelées antennes à réseau électroniquement orientables.

- f. Capables de rechercher la hauteur de buts non concourants;
- g. Spécialement conçus pour fonctionner en mode embarqué (montés sur ballon ou cellule d'avion) et ayant une capacité de « traitement de signal » Doppler pour la détection de cibles mobiles;
- h. Dotés d'un système de traitement de signaux radar et faisant appel à l'une des catégories de techniques suivantes :
 1. Des techniques de « spectre étalé (radar) »; **ou**
 2. Des techniques d'« agilité de fréquence (radar) »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.8.h., « agilité de fréquence (radar) » s'applique à toute technique par laquelle la fréquence porteuse d'un émetteur radar à impulsion est modifiée selon une séquence pseudo-aléatoire, entre impulsions ou groupes d'impulsions, d'une quantité supérieure ou égale à la bande passante de l'impulsion.

- i. Assurant un fonctionnement au sol avec une « portée instrumentée » maximale supérieure à 185 km;

Note :

L'alinéa 1-6.A.8.i. ne vise pas :

- a. Les radars de surveillance des lieux de pêche;
- b. Les matériels radar au sol spécialement conçus pour le contrôle de la circulation aérienne en cours de vol, et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une « portée instrumentée » maximale de 500 km ou moins;
 2. Une configuration telle que les données relatives aux cibles radar puissent être transmises uniquement de l'installation radar à un ou plusieurs centres ATC civile;
 3. Pas de capacités de télécommande de la vitesse de balayage du radar à partir du centre ATC en cours de vol; **et**
 4. Installés de façon permanente;
- c. Les radars de poursuite des ballons-sondes météorologiques.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.8.i., la « portée instrumentée » est la gamme de détection spécifiée de la cible précise d'un radar.

- j. Consistant en matériels radar à « laser » ou LIDAR et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. « Qualifiés pour l'usage spatial »;
 2. Faisant appel à des techniques de détection hétérodynes ou homodynes cohérentes et ayant un pouvoir séparateur angulaire inférieur à (meilleur que) 20 µrad (microradians); **ou**
 3. Conçus pour effectuer des levés bathymétriques aériens du littoral correspondant au niveau 1a de la norme de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) (5ème édition, février 2008) pour les levés hydrographiques et employant un ou plusieurs « lasers » ayant une longueur d'onde supérieure à 400 nm mais ne dépassant pas 600 nm;

Note 1 :

Les matériels LIDAR spécialement conçus pour la topographie sont visés seulement à l'alinéa 1-6.A.8.j.3.

Note 2 :

L'alinéa 1-6.A.8.j. ne vise pas le matériel LIDAR spécialement conçu pour l'observation météorologique.

Note 3 :

Les paramètres de l'Ordre 1a de la 5e édition de février 2008 du OHI se résument comme suit :

Précision horizontale (niveau de confiance de 95 %) = 5 m + 5 % de la profondeur.

Précision de profondeur pour les faibles profondeurs (niveau de confiance de 95 %)

= $\pm \sqrt{(a^2 + (b*d)^2)}$, où :

a = 0,5 m = erreur constante de profondeur, c.-à-d. la somme de toutes les erreurs constantes de profondeur

b = 0,013 = facteur de l'erreur liée à la profondeur

*b*d = erreur liée à la profondeur, c.-à-d. la somme de toutes les erreurs liées à la profondeur*

d = profondeur

Détection d'éléments topographiques

= fonctions cubiques > 2 m à des profondeurs jusqu'à 40 m;

10 % de la profondeur au-delà de 40 m.

- k. Comportant des sous-systèmes de « traitement de signaux » utilisant la « compression d'impulsions » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Un rapport de « compression d'impulsions » supérieur à 150; **ou**
 2. Une durée d'impulsion comprimée inférieure à 200 ns; **ou**

Note :

L'alinéa 1-6.A.8.k.2. ne vise pas les « radars maritimes » ou « radar des services du trafic maritime » bidimensionnels, présentant toutes les caractéristiques suivantes ;

a. Rapport de « compression d'impulsions » ne dépassant pas 150;

b. Durée d'impulsion comprimée supérieure à 30 ns;

c. Une seule antenne tournante à balayage mécanique;

*d. Puissance de crête de sortie ne dépassant pas 250 W; **et***

e. Incapables de fonctionner avec « saut de fréquences ».

1. Comportant des sous-systèmes de traitement de données et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. « Poursuite automatique de la cible » fournissant à l'une quelconque des rotations de l'antenne la position prévue de la cible au-delà du moment de passage suivant du faisceau d'antenne; **ou**

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.8.1.1., la « poursuite automatique de la cible » est une technique permettant de déterminer et de fournir automatiquement à la sortie une valeur extrapolée de la position la plus probable de la cible, en temps réel.

Note :

Le paragraphe 1-6.A.8.1.1. ne vise pas les capacités d'alertes de conflit des systèmes ATC ni les « radars maritimes ».

2. Non utilisé depuis 2010
3. Non utilisé depuis 2010
4. Configuré pour fournir la superposition et la corrélation, ou fusion de données de cible en moins de six secondes à partir de deux ou plus de deux capteurs radar « géographiquement dispersés » afin d'améliorer la performance cumulatif au-delà d'un seul capteur visé à l'alinéa 1-6.A.8.f ou 1-6.A.8.i.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.8.1.4., les capteurs sont considérés comme étant « géographiquement dispersés » lorsque les emplacements sont éloignés de plus de 1 500 m les uns des autres dans toute direction. Les capteurs mobiles sont toujours considérés comme « géographiquement dispersés ».

N.B. :

Voir aussi le paragraphe 2-5.b.

Note :

L'alinéa 1-6.A.8.1. ne vise pas les systèmes, matériels ou ensembles conçus pour les « services du trafic maritime ».

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-6.A.8. :

1. Le « radar maritime » est un radar qui est conçu pour naviguer de manière sécuritaire en mer, dans les eaux intérieures et à proximité des rives.
2. Les « services du trafic maritime » sont des services de surveillance et de contrôle de la circulation maritime semblables aux services de contrôle de la circulation aérienne pour les « aéronefs ».

1-6.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

1-6.B.1. ACOUSTIQUE

Néant

1-6.B.2. CAPTEURS OPTIQUES

Masques et réticules, spécialement conçus pour les capteurs optiques visés à l'alinéa 1-6.A.2.a.1.b. ou 1-6.A.2.a.1.d.

1-6.B.3. APPAREILS DE PRISES DE VUES

Néant

1-6.B.4. OPTIQUE

Équipements optiques comme suit :

- a. Équipements destinés à mesurer le facteur de réflexion absolue avec une « précision » égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % de la valeur de réflexion;
- b. Équipements, autres que les équipements de mesure par dispersion des surfaces optiques, ayant une ouverture nette supérieure à 10 cm, spécialement conçus pour la mesure optique sans contact d'une forme (profil) de surface optique non plane avec une « précision » égale ou inférieure à (meilleure que) 2 nm par rapport au profil souhaité.

Note :

Le paragraphe 1-6.B.4. ne vise pas les microscopes.

1-6.B.5. LASERS

Néant

1-6.B.6. CAPTEURS MAGNÉTIQUES ET À CHAMP ÉLECTRIQUE

Néant

1-6.B.7. GRAVIMÈTRES

Équipements de production, d'alignement et d'étalonnage de gravimètres au sol ayant une « précision » statique moins (meilleure) que 0,1 mGal.

1-6.B.8. RADARS

Systèmes de mesure de la section transversale des radars à impulsions ayant une largeur d'impulsion de 100 ns ou moins, et leurs composants spécialement conçus.

1-6.C. MATÉRIAUX

1-6.C.1. ACOUSTIQUE

Néant

1-6.C.2. CAPTEURS OPTIQUES

Matériaux pour capteurs optiques comme suit :

- a. Tellure (Te) élémentaire ayant une pureté égale ou supérieure à 99,9995 %;
- b. Monocristaux, y compris leurs plaquettes épitaxiales, d'un des éléments suivants :
 1. Tellure de cadmium et de zinc (CdZnTe) dont la fraction molaire de zinc est inférieure à 6 % en poids;
 2. Tellure de cadmium (CdTe), quel que soit le niveau de pureté; **ou**
 3. Tellure de mercure et de cadmium (HgCdTe), quel que soit le niveau de pureté.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.C.2.b.1., la fraction molaire est définie comme le rapport de moles de ZnTe à la somme des moles de CdTe et de ZnTe dans le cristal.

1-6.C.3. APPAREILS DE PRISES DE VUES

Néant

1-6.C.4. OPTIQUE

Matériaux optiques, comme suit :

- a. « Substrats bruts » en sélénure de zinc (ZnSe) et sulfure de zinc (ZnS) obtenus par dépôt en phase vapeur par procédé chimique et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Un volume de plus de 100 cm³; **ou**
 2. Un diamètre de plus de 80 mm et une épaisseur égale ou supérieure à 20 mm;
- b. Matériaux électro-optiques et matériaux optiques non linéaires suivants :
 1. Arséniate de potassium titanyl (KTA) (CAS 59400-80-5);
 2. Sélénure de gallium-argent (AgGaSe₂, aussi connu comme AGSE) (CAS 12002-67-4);
 3. Sélénure de thallium-arsenic (Tl₃AsSe₃, également désigné par l'acronyme TAS) (CAS 16142-89-5);
 4. Diphosphure de zinc-germanium (ZnGeP₂, aussi connu comme ZGP);
 5. Sélénure de gallium (GaSe) (CAS 12024-11-2);
- c. Matériaux optiques non linéaires autre que ceux visés au paragraphe 1-6.C.4.b présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une susceptibilité du troisième ordre dynamique (aussi connue comme non fixe) non linéaire ($\chi^{(3)}$, chi 3) égale ou supérieure à 10⁻⁶ m²/V²; **et**
 - b. Un temps de réponse inférieur à 1 ms; **ou**
 2. Une susceptibilité du deuxième ordre non linéaire ($\chi^{(2)}$, chi 2) de 3,3×10⁻¹¹ m/V ou supérieure;
- d. « Substrats bruts » de carbure de silicium ou de dépôt béryllium/béryllium (Be/Be) d'un diamètre ou d'une longueur de l'axe principal supérieur à 300 mm;
- e. Verre, y compris la silice fondue, le verre phosphaté, le verre fluoro-phosphaté, le fluorure de zirconium (ZrF₄) (CAS 7783-64-4) et le fluorure de hafnium (HfF₄) (CAS 13709-52-9) et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Concentration hydroxyle ion (OH-) inférieure à 5 ppm;
 2. Moins de 1 ppm d'impuretés métalliques intégrées; **et**
 3. Homogénéité élevée (variation de l'indice de réfraction) inférieure à 5 x 10⁻⁶;
- f. Matériaux de diamant synthétique, ayant des taux d'absorption inférieurs à 10⁻⁵ cm⁻¹ pour des longueurs d'onde supérieures à 200 nm mais non supérieures à 14 000 nm.

1-6.C.5. LASERS

Matériaux « laser » comme suit :

- a. Matériaux cristallins synthétiques hôtes pour « lasers », sous forme brute, comme suit :
 1. Saphir dopé au titane;
 2. Non utilisé depuis 2012
- b. Fibres à double gaine dopées aux métaux de terres rares présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Longueur d'onde « laser » nominale de 975 nm à 1 150 nm et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Diamètre moyen du cœur égal ou supérieur à 25 µm; **et**
 - b. < Ouverture numérique > (< ON >) du cœur inférieure à 0,065; **ou**

Note :

Le paragraphe 1-6.C.5.b.1. ne s'applique pas aux fibres à double gaine ayant un diamètre interne de gaine de verre supérieur à 150 µm mais inférieur à 300 µm.

2. Longueur d'onde « laser » nominale supérieure à 1 530 nm et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Diamètre moyen du cœur égal ou supérieur à 20 µm; **et**
 - b. « ON » du cœur inférieure à 0,1.

Note :

L'alinéa 1-6.C.5.b. inclut les fibres assemblées avec des embouts.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.C.5.b., l'« ouverture numérique » (« ON ») du cœur est mesurée aux longueurs d'onde d'émission de la fibre.

1-6.C.6. CAPTEURS MAGNÉTIQUES ET À CHAMP ÉLECTRIQUE

Néant

1-6.C.7. GRAVIMÈTRES

Néant

1-6.C.8. RADARS

Néant

1-6.D. LOGICIEL

- 1-6.D.1. « Logiciel » spécialement conçu pour le « développement » ou la « production » d'équipements visés aux paragraphes 1-6.A.4., 1-6.A.5., 1-6.A.8. ou 1-6.B.8.

- 1-6.D.2. « Logiciel » spécialement conçu pour l'« utilisation » d'équipements visés à l'alinéa 1-6.A.2.b. ou le paragraphe 1-6.A.8. ou 1-6.B.8.

- 1-6.D.3. Autres « logiciels » comme suit :

a. ACOUSTIQUE

« Logiciel » comme suit :

1. « Logiciel » spécialement conçu pour la formation de faisceaux acoustiques pour le « traitement en temps réel » de données acoustiques pour réception passive utilisant des batteries d'hydrophones remorquées;
2. « Code source » pour le « traitement en temps réel » de données acoustiques pour réception passive utilisant des batteries d'hydrophones remorquées;
3. « Logiciel » spécialement conçu pour la formation de faisceaux acoustiques pour le « traitement en temps réel » de données acoustiques pour réception passive à l'aide de systèmes de câbles de fond ou en baie;
4. « Code source » pour le « traitement en temps réel » de données acoustiques pour réception passive utilisant des systèmes de câbles de fond ou en baie;
5. « Logiciel » ou « code source », conçu spécialement pour remplir toutes les fonctions suivantes :
 - a. « Traitement en temps réel » de données acoustiques produites par les systèmes sonar spécifiés à l'alinéa 1-6.A.1.a.1.e.; **et**
 - b. Détection, classification et détermination automatique de plongeurs ou nageurs;

N.B. :

Dans le cas du « logiciel » ou du « code source » de détection de plongeurs, spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire, se reporter à la Liste de matériel de guerre.

- b. CAPTEURS OPTIQUES
Néant
- c. APPAREILS DE PRISES DE VUES
« Logiciel » conçu ou modifié pour les caméras comportant des « matrices plan focal » visées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f. et conçu ou modifié pour supprimer une restriction touchant la cadence de prise de vue et permettre à la caméra de dépasser la cadence de prise de vue visée à l'alinéa 1-6.a.3.b.4. Note 3.a.;
- d. OPTIQUE
« Logiciel » spécialement conçu pour maintenir l'alignement et la phase de systèmes de miroirs segmentés composés de segments de miroir ayant un diamètre ou une longueur d'axe principal égal ou supérieur à 1 m;
- e. LASERS
Néant
- f. CAPTEURS MAGNÉTIQUES ET À CHAMP ÉLECTRIQUE
« Logiciel » comme suit :
 - 1. « Logiciel » spécialement conçu pour des « systèmes de compensation » de champ magnétique et électrique de capteurs magnétiques conçus pour fonctionner sur des plates-formes mobiles;
 - 2. « Logiciel » spécialement conçu pour la détection d'anomalies des champs magnétiques et électriques sur les plates-formes mobiles;
 - 3. « Logiciel » spécialement conçu pour le « traitement en temps réel » des données électromagnétiques captées au moyen des récepteurs électromagnétiques sous-marins décrits à l'alinéa 1-6.A.6.e.;
 - 4. « Code source » pour le « traitement en temps réel » des données électromagnétiques captées au moyen des récepteurs électromagnétiques sous-marins décrits à l'alinéa 1-6.A.6.e.;
- g. GRAVIMÈTRES
« Logiciel » spécialement conçu pour la compensation des influences dynamiques sur les gravimètres ou les gradiomètres à gravité;
- h. RADARS
« Logiciel » comme suit :
 - 1. « Logiciel » pour le contrôle de la circulation aérienne (ATC), conçus pour être situés dans des calculateurs universels installés dans des centres de contrôle de la circulation aérienne et capables d'accepter les données de cible radar provenant de plus de quatre radars primaires;
 - 2. « Logiciel » de conception ou de « production » de radomes présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Spécialement conçus pour protéger les antennes à réseaux à balayage électronique visées à l'alinéa 1-6.A.8.e.; **et**
 - b. Produisant un diagramme d'antenne selon lequel le niveau moyen des lobes secondaires est d'au moins 40 dB inférieur au niveau maximal du lobe principal.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.D.3.h.2.b., le « niveau moyen des lobes secondaires » est mesuré sur l'ensemble des lobes secondaires, sans tenir compte de la portée angulaire du lobe principal ni des deux premiers lobes secondaires situés de chaque côté du lobe principal.

1-6.E. TECHNOLOGIE

1-6.E.1. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » des équipements, matériaux ou « logiciels » visés aux sous-catégories 1-6.A., 1-6.B., 1-6.C. ou 1-6.D.;

1-6.E.2. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour la « production » des équipements ou matériaux visés aux sous-catégories 1-6.A., 1-6.B. ou 1-6.C.;

1-6.E.3. Autres « technologies », comme suit :

a. ACOUSTIQUE

Néant

b. CAPTEURS OPTIQUES

Néant

c. APPAREILS DE PRISES DE VUES

Néant

d. OPTIQUE

« Technologie » comme suit :

1. « Technologie » « nécessaire » pour le revêtement et le traitement des surfaces optiques pour obtenir une uniformité d'« épaisseur optique » égale à 99,5 % ou meilleure pour des revêtements optiques ayant un diamètre ou une longueur de l'axe principal de 500 mm ou plus et une perte totale (absorption et dispersion) de moins de 5×10^{-3} ;

N.B. :

Voir aussi l'alinéa 1-2.E.3.f.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-6.E.3.d.1., l'« épaisseur optique » correspond au produit de l'indice de réfraction et de l'épaisseur géométrique du revêtement

2. « Technologie » pour la fabrication d'éléments optique faisant appel aux techniques de tournage à pointe de diamant unique produisant des « précisions » de fini de surface inférieures à (meilleures que) 10 nm valeur efficace sur des surfaces non planes supérieures à 0,5 m²;

e. LASERS

« Technologie » « nécessaire » au « développement », à la « production » ou à l'utilisation d'instruments de diagnostic ou de cibles spécialement conçus pour les installations d'essai pour l'essai des « SHPL » ou l'essai ou l'évaluation de matériaux irradiés par des faisceaux de « SHPL »;

f. CAPTEURS MAGNÉTIQUES ET À CHAMP ÉLECTRIQUE

Non utilisé depuis 2004

g. GRAVIMÈTRES

Néant

h. RADARS

Néant

CATÉGORIE 7 : NAVIGATION ET AÉRO-ÉLECTRONIQUE

1-7.A. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

N.B. :

Pour la commande automatique de véhicules submersibles, voir la catégorie 8.

Pour les radars, voir la catégorie 6.

1-7.A.1. Accéléromètres comme suit et leurs composants spécialement conçus :

N.B. :

Pour les accéléromètres angulaires ou rotationnels, voir l'alinéa 1-7.A.1.b.

- a. Accéléromètres linéaires présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire égale ou inférieure à 15 g et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Stabilité » de « biais » inférieure à (meilleure que) 130 micro g par rapport à une valeur d'étalonnage fixe sur une période d'un an; **ou**
 - b. « Stabilité » de « facteur d'échelle » inférieure à (meilleure que) 130 ppm par rapport à une valeur d'étalonnage fixe sur une période d'un an;
 - 2. Spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieure à 15 g mais égale ou inférieure à 100g et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. « Répétabilité » de « biais » inférieure à (meilleure que) 1 250 micro g sur une période d'un an; **et**
 - b. « Répétabilité » de « facteur d'échelle » inférieure à (meilleure que) 1 250 ppm sur une période d'un an; **ou**
 - 3. Conçus pour être utilisés dans des systèmes inertiels de navigation ou des systèmes de guidage et spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieurs à 100 g;

Note :

Les alinéas 1-7.A.1.a.1. et 1-7.A.1.a.2. ne visent pas les accéléromètres qui ne mesurent que les vibrations ou les chocs.

- b. Accéléromètres angulaires ou rotationnels spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieurs à 100 g.

1-7.A.2. Gyroscopes et capteurs de vitesse angulaires ou rotationnels, présentant l'une des caractéristiques suivantes et leurs composants spécialement conçus :

N.B. :

Pour les accéléromètres angulaires ou rotationnels, voir l'alinéa 1-7.A.1.b.

- a. Spécifié pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire inférieure ou égale à 100 g et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Une gamme de vitesse angulaire inférieure à 500 degrés par seconde et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Stabilité » de « biais » inférieure à (meilleure que) 0,5 degrés par heure, mesurée dans un environnement de 1 g sur une période d'un mois, et par rapport à une valeur d'étalonnage fixe; **ou**
 - b. « Cheminement aléatoire angulaire » inférieur (meilleur que) ou égal à 0,0035 degrés par racine carrée d'heure; **ou**

Note :

L'alinéa 1-7.A.2.a.1.b. ne vise pas les « gyroscopes à masse rotative ».

2. Une gamme de vitesse angulaire égale ou supérieure à 500 degrés par seconde et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Stabilité » de « biais » inférieure à (meilleure que) 4 degrés par heure, mesurée dans un environnement de 1 g sur une période de trois minutes, et par rapport à une valeur d'étalonnage fixe; **ou**
 - b. « Cheminement aléatoire angulaire » inférieur (meilleur que) ou égal à 0,1 degrés par racine carrée d'heure; **ou**

Note :

L'alinéa 1-7.A.2.a.2.b. ne vise pas les « gyroscopes à masse rotative ».

- b. Spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieurs à 100 g.

- 1-7.A.3. « Équipements ou systèmes de mesure inertiels », présentant une des caractéristiques suivantes :

Note :

Le paragraphe 1-7.A.3 ne vise pas les « équipements ou systèmes de mesure inertiels » homologués pour un usage à bord « d'aéronefs civils » par les autorités civiles de l'aviation d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-7.A.3. :

1. Les « équipements ou systèmes de mesure inertiels » intègrent des accéléromètres ou des gyroscopes pour mesurer les changements de vitesse et d'orientation afin de déterminer le cap ou la position sans référence extérieure une fois qu'ils sont alignés. Les « équipements ou systèmes de mesure inertiels » incluent les :
 - Systèmes de référence de cap et d'attitude (AHRS);
 - Gyrocompas;
 - Unités de mesure inertielle (UMI);
 - Systèmes de navigation à inertie (INS);
 - Les systèmes de référence à inertie (IRS);
 - Les unités de référence inertielle (IRU).
2. Les « systèmes de référence d'aide au positionnement » fournissent la position de manière indépendante et ils comprennent :
 - a. Les « systèmes de navigation par satellite »;
 - b. Les « systèmes de navigation référencée par bases de données » (« DBRN »).
- a. Conçus pour des « aéronefs », des véhicules terrestres ou des navires et fournissant la position sans le recours à des « références d'aide au positionnement » et présentant une des caractéristiques de « précision » suivantes après un alignement normal :
 1. « Erreur circulaire probable » (« ECP ») de 0,8 mille marin par heure ou moins (meilleure);
 2. 0,5 % de la « ECP » pour la distance parcourue ou moins (meilleure); **ou**
 3. Dérive totale de la « ECP » de 1 mille marin ou moins (meilleure) en une période de 24 heures;

Note technique :

Aux fins des alinéas 1-7.A.3.a.1., 1-7.A.3.a.2. et 1-7.A.3.a.3., les paramètres de performance s'appliquent généralement à des « équipements ou systèmes de mesure inertiels » conçus respectivement pour des « aéronefs », des véhicules et des navires respectivement. Ces paramètres résultent de l'utilisation de références d'aide non positionnelles spécialisées

(p. ex., altimètre, odomètre, vélocimètre). En conséquence, les valeurs de performance spécifiées ne peuvent pas être converties aisément entre ces paramètres. Les équipements conçus pour de multiples plates-formes sont évalués en fonction de chaque entrée applicable en 1-7.A.3.a.1., 1-7.A.3.a.2. ou 1-7.A.3.a.3.

- b. Conçus pour des « aéronefs », des véhicules terrestres ou des navires, avec une « référence d'aide au positionnement » intégrée et fournissant la position après la perte de toutes les « références d'aide au positionnement » pour une période de 4 minutes, ayant une « précision » de moins de (meilleure que) 10 mètres de la « ECP »;

Note :

L'alinéa 1-7.A.3.b. vise des systèmes dans lesquels les « équipements ou systèmes de mesure inertiels » et autres « références d'aide au positionnement » indépendant sont intégrés en une seule unité en vue d'obtenir une meilleure performance.

- c. Conçus pour les « aéronefs », véhicules terrestres ou navires, fournissant le cap ou le nord vrai et présentant une des caractéristiques ci-dessous :
 - 1. Une vitesse angulaire maximale de fonctionnement inférieure à 500 degrés/s et une « précision » de cap, sans le recours à des « références d'aide au positionnement », égale ou inférieure (meilleure que) 0,07 degré seconde (en latitude) (équivalant à 6 minutes d'arc à 45 degrés de latitude); **ou**
 - 2. Une vitesse angulaire maximale de fonctionnement égale ou supérieure à 500 degrés/s et une « précision » de cap, sans le recours à des « références d'aide au positionnement », égale ou inférieure (meilleure que) 0,2 degré seconde (en latitude) (équivalant à 17 minutes d'arc à 45 degrés de latitude); **ou**
- d. Fournissant des mesures d'accélération ou des mesures de vitesse angulaire, dans plus d'une dimension, et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Performances spécifiées aux alinéas 1-7.A.1. ou 1-7.A.2. le long d'un axe quelconque, sans l'utilisation de toute référence d'aide; **ou**
 - 2. « Qualifiés pour l'usage spatial » et fournissant des mesures de vitesse angulaire avec un « cheminement angulaire aléatoire » le long d'un axe quelconque inférieur (meilleur que) ou égal à 0,1 degré par racine carrée d'heure.

Note :

L'alinéa 1-7.A.3.d.2. ne vise pas les « équipements ou systèmes de mesure inertiels » qui contiennent des « gyroscopes à masse rotative » comme seul type de gyroscope.

1-7.A.4. « Suiveurs stellaires » et leurs composants, comme suit :

- a. « Suiveurs stellaires » présentant une « précision » en azimuth égale ou inférieure (meilleure que) 20 secondes d'arc pendant toute la vie utile nominale de l'équipement;
- b. Composants conçus spécifiquement pour l'équipement visé par le paragraphe 1-7.A.4.a., comme suit :
 - 1. Têtes ou déflecteurs optiques;
 - 2. Unités de traitement de données.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.A.4.a., les « suiveurs stellaires » sont aussi connus comme capteurs d'attitude stellaire ou gyro-astro-compas.

1-7.A.5. Équipements de réception de « systèmes de navigation par satellite » présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :

N.B. :

Pour l'équipement spécialement conçu pour l'usage militaire, voir le paragraphe 2-11.

- a. Employant un algorithme de décryptage spécialement conçu ou modifié pour un usage gouvernemental afin d'accéder aux code de portée pour le positionnement et le temps; **ou**
- b. Utilisant un « système d'antenne adaptative ».

Note :

L'alinéa 1-7.A.5.b. ne vise pas les équipements de réception « systèmes de navigation par satellite » qui utilise seulement des composants conçus pour filtrer, commuter ou combiner des signaux provenant de multiples antennes omnidirectionnelles qui ne mettent pas en œuvre des techniques d'antennes adaptatives.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.A.5.b., les « systèmes d'antenne adaptative » génère dynamiquement un ou plusieurs points d'annulation spatiale dans un motif de réseau d'antenne au moyen du traitement de signal dans le domaine temporel ou fréquentiel.

- 1-7.A.6. Altimètres de bord fonctionnant sur des fréquences non comprises entre 4,2 et 4,4 GHz et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. « Contrôle de puissance rayonnée »; **ou**
- b. Employant de la modulation discrète de phase.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.A.6.a., le « contrôle de puissance rayonnée » est la modification de la puissance transmise du signal de l'altimètre de sorte que la puissance reçue à l'altitude de l'« aéronef » est toujours au niveau minimal nécessaire pour déterminer l'altitude.

- 1-7.A.7. Non utilisé depuis 2004

- 1-7.A.8. Systèmes de navigation sous-marine par sonar utilisant des lochs de vitesse Doppler ou à corrélation intégrés à une source de données de cap et ayant une « précision » de positionnement égale ou inférieure à (meilleure que) une de 3 % de la distance parcourue « erreur circulaire probable » (« ECP ») et leurs composants spécialement conçus.

Note :

L'alinéa 1-7.A.8. ne vise pas les systèmes spécialement conçus pour l'installation à bord de navires de surface ni les systèmes nécessitant des balises ou des bouées acoustiques pour fournir des données de positionnement.

N.B. :

Pour les systèmes acoustiques, voir 1-6.A.1.a. et pour l'équipement loch sonar à corrélation de vitesse et à vitesse Doppler, voir 1-6.A.1.b..

Pour les autres systèmes de marine, voir 1-8.A.2.

1-7.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

- 1-7.B.1. Équipements d'essai, d'étalonnage ou d'alignement spécialement conçus pour les équipements visés à la sous-catégorie 1-7.A.

Note :

Le paragraphe 1-7.B.1. ne vise pas les équipements d'essai, d'étalonnage ou d'alignement pour la « maintenance de niveaux I » ou « maintenance de niveaux II ».

- 1-7.B.2. Équipements spécialement conçus pour la qualification des miroirs pour gyro-« lasers » en anneaux, comme suit :

- a. Diffusiomètres ayant une « précision » de mesure égale ou inférieure à (meilleure que) 10 ppm;
 - b. Profilomètres ayant une « précision » de mesure égale ou inférieure à (meilleure que) 0,5 nm (5 angströms).
- 1-7.B.3. Équipements spécialement conçus pour la « production » d'équipements visés à la sous-catégorie 1-7.A.

Note :

Le paragraphe 1-7.B.3. comprend :

- a. Postes d'essai pour la mise au point de gyroscopes;
- b. Postes d'équilibrage dynamique de gyroscopes;
- c. Postes d'essai pour le rodage de moteurs d'entraînement de gyroscopes;
- d. Postes d'évacuation et de remplissage de gyroscopes;
- e. Dispositifs de centrifugation pour paliers de gyroscopes;
- f. Postes d'alignement de l'axe d'accéléromètres;
- g. Machines pour le bobinage de gyroscope à fibre optique.

1-7.C. MATÉRIAUX

Néant

1-7.D. LOGICIEL

- 1-7.D.1. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement » ou la « production » des équipements visés aux sous-catégories 1-7.A. ou 1-7.B.
- 1-7.D.2. « Code source » pour l'utilisation ou la maintenance de tout équipement inertiel de navigation, y compris les équipements à inertie non visés aux alinéas 1-7.A.3. ou 1-7.A.4., ou les systèmes de référence de cap et d'attitude (« AHRS »).

Note :

Le paragraphe 1-7.D.2. ne vise pas le « code source » pour l'utilisation ou la maintenance des systèmes « AHRS » à cardan.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.D.2., les systèmes de référence de cap et d'attitude (« AHRS ») diffèrent généralement des systèmes inertiels de navigation (INS) car ils fournissent des informations relatives au cap et à l'attitude et ne fournissent habituellement pas d'informations ayant trait à l'accélération, la vitesse et la position associées aux systèmes de navigation inertiel (INS).

- 1-7.D.3. Autres « logiciels » comme suit :
- a. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié afin d'améliorer les performances opérationnelles ou de réduire l'erreur de navigation des systèmes jusqu'aux niveaux définis aux alinéas 1-7.A.3., 1-7.A.4. ou 1-7.A.8.;
 - b. « Code source » pour systèmes intégrés hybrides améliorant les performances opérationnelles ou réduisant l'erreur de navigation des systèmes jusqu'au niveau défini aux alinéas 1-7.A.3. ou 1-7.A.8., en combinant de façon continue des données de cap avec une des données suivantes :
 - 1. Vitesse de radar ou de sonar Doppler;
 - 2. Données de référence de « systèmes de navigation par satellite »; **ou**
 - 3. Données provenant d'un système « DBRN »;
 - c. Non utilisé depuis 2013

d. Non utilisé depuis 2012

N.B. :

Pour ce qui est du « code source » de commande de vol, voir le paragraphe 1-7.D.4.

e. « Logiciel » de conception assistée par ordinateur (CAO) spécialement conçu pour le « développement » de « systèmes actifs de commande de vol », de commandes de vol électriques ou à fibres optiques à plusieurs axes pour hélicoptères, de « systèmes anti-couple à commande de circulation ou de commande de direction à commande de circulation », dont la « technologie » est visée aux alinéas 1-7.E.4.b.1., 1-7.E.4.b.3. à 1-7.E.4.b.5., 1-7.E.4.b.7., 1-7.E.4.b.8., 1-7.E.4.c.1. ou 1-7.E.4.c.2.

1-7.D.4. « Code source » incorporant la « technologie » visée aux alinéas 1-7.E.4.a.2., 1-7.E.4.a.3., 1-7.E.4.a.5., 1-7.E.4.a.6. ou 1-7.E.4.b., et présentant une des caractéristiques suivantes :

- a. Systèmes numériques de gestion de vol pour la « commande intégrale du vol »;
- b. Systèmes de commande intégrés de la propulsion et du vol;
- c. « Systèmes de commande de vol électrique » ou « systèmes de commande de vol optique »;
- d. « Systèmes actifs de commande de vol » à tolérance de panne ou à auto-reconfiguration;
- e. Non utilisé depuis 2012
- f. Centrales aérodynamiques utilisant des mesures de prises statiques de peau; **ou**
- g. Visuels à trois dimensions.

Note :

1-7.D.4. ne s'applique pas au « code source » lié aux éléments communs d'ordinateur et les utilités (par exemple, acquisition de signal d'entrée, la transmission du signal de sortie, le chargement de « programme » informatique et de données, le test intégré, les mécanismes d'établissement du programme de tâche) ne fournissant pas une fonction spécifique de système de contrôle de vol.

1-7.D.5. « Logiciel » conçu spécialement pour déchiffrer le code de distance des « systèmes de navigation par satellite » et destiné à un usage gouvernemental.

1-7.E. TECHNOLOGIE

1-7.E.1. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie pour le « développement » des équipements ou du « logiciel » visés aux sous-catégories 1-7.A., 1-7.B., 1-7.D.1., 1-7.D.2., 1-7.D.3. ou 1-7.D.5.

Note :

Le paragraphe 1-7.E.1. inclut la « technologie » de gestion des clés exclusivement pour l'équipement visé à l'alinéa 1-7.A.5.a.

1-7.E.2. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie pour la « production » des équipements visés aux sous-catégories 1-7.A. ou 1-7.B.

1-7.E.3. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie pour la réparation, la révision ou la rénovation des équipements visés aux alinéas 1-7.A.1. à 1-7.A.4.

Note :

L'alinéa 1-7.E.3. ne vise pas la « technologie » de maintenance directement liée à l'étalonnage, à la dépose et au remplacement d'unités interchangeables en ligne (UIL) et d'unités remplaçables

en atelier (URA) endommagées ou inutilisables d'« aéronefs civils » telle que décrite par la « maintenance de niveau I » ou la « maintenance de niveau II ».

1-7.E.4. Autres « technologies » comme suit :

a. « Technologie » pour le « développement » ou la « production » de l'un des articles suivants :

1. Non utilisé depuis 2011
2. Centrales aérodynamiques utilisant exclusivement des mesures de prises statiques de peau, c'est-à-dire qui éliminent la nécessité de capteurs aérodynamiques conventionnels;
3. Visuels à trois dimensions pour « aéronefs »;
4. Non utilisé depuis 2010
5. Actionneurs électriques (c.-à-d. actionneurs électromécaniques, électrohydrostatiques et ensemble d'actionneurs intégrés) spécialement conçus pour les « commandes de vol principales »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.E.4.a.5., la « commande de vol principale » est la stabilité ou commande de manœuvre « d'aéronef » utilisant les générateurs de force/moment, c'est-à-dire surfaces de commande aérodynamiques ou vectorisation de poussée propulsive.

6. « Réseau de capteurs optiques de commande de vol » spécialement conçu pour la mise en service de « systèmes actifs de commande de vol »; **ou**

Note technique

Aux fins de l'alinéa 1-7.E.4.a.6., un « réseau de capteurs optiques de commande de vol » est un réseau de capteurs optiques répartis qui utilisent des faisceaux « laser » pour fournir des données de commande de vol en temps réel en vue de leur traitement à bord.

7. Systèmes « DBRN » conçus pour la navigation sous l'eau utilisant des bases de données sonar ou des bases de données de gravité dont la « précision » de positionnement est égale ou inférieure (meilleure) à 0,4 mille marin;
- b. « Technologie » de « développement », comme suit, pour les « systèmes actifs de commande de vol » (y compris « systèmes de commande de vol électrique » ou « systèmes de commande de vol optique ») :
1. « Technologie » photonique pour la détection d'états de composants d'« aéronefs » ou de commande de vol, le transfert de données de commande de vol ou la commande de mouvement d'actionneurs, « nécessaire » pour les « systèmes de commande de vol optique » « systèmes actifs de commande de vol »;
 2. Non utilisé depuis 2012
 3. Algorithmes temps réel pour l'analyse d'information de capteurs de composants servant à prévoir et à réduire de manière préemptive la dégradation et les défaillances de composants d'un « système actif de commande de vol » ;

Note :

L'alinéa 1-7.E.4.b.3. ne vise pas les algorithmes utilisés en maintenance hors ligne.

4. Algorithmes temps réel pour l'identification des défaillances des composants et la reconfiguration des commandes de force et de moment pour atténuer la dégradation et les défaillances de composants d'un « système actif de commande de vol »;

Note :

L'alinéa 1-7.E.4.b.4. ne vise pas d'algorithmes pour l'élimination d'effets de faute par la comparaison de sources de données surabondantes, ou de réponses hors ligne pré-planifiées aux échecs attendus.

5. Intégration de données de commande de vol numérique, de commande de navigation et de propulsion en un système numérique de gestion de vol pour la « commande de vol intégrale »;

Note :

L'alinéa 1-7.E.4.b.5. ne vise pas :

1. La « technologie » pour l'intégration de données de commande de vol numérique, de commande de navigation et de propulsion en un système numérique de gestion de vol pour l'« optimisation de la trajectoire de vol »;
2. La « technologie » pour les instruments de vol d'« aéronefs » intégrés exclusivement pour la navigation ou les approches VOR, DME, ILS ou MLS.

Note technique :

L'« optimisation de la trajectoire de vol » est une procédure qui permet de réduire au minimum les écarts par rapport à une trajectoire désirée à quatre dimensions (le temps et l'espace) en fonction d'une optimisation du rendement ou de l'efficacité en vue de tâches liées à la mission.

6. Non utilisé depuis 2013
7. « Technologie » « nécessaire » pour calculer les exigences fonctionnelles des « systèmes de commande de vol électrique » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Commandes de stabilité de cellule à « circuit interne » exigeant une fréquence de fermeture de circuit de 40 Hz ou plus; et

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.E.4.b.7.a., le terme « circuit interne » désigne les fonctions de « systèmes actifs de commande de vol » qui automatisent les commandes de stabilité de la cellule.

- b. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Corrige l'instabilité d'une cellule instable, mesurée à tout point de l'enveloppe de vol prévue, qui ferait irrémédiablement faire perdre le contrôle s'il n'y a pas correction en moins de 0,5 seconde ;
 2. Effectue le couplage de la commande de deux axes ou plus pendant la compensation de « changements anormaux de l'état d'un aéronef »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.E.4.b.7.b.2., les « changements anormaux de l'état d'un aéronef » incluent les dommages structuraux éprouvés en vol, la perte de poussée de moteurs, les gouvernes invalidées ou des déplacements déstabilisants du fret embarqué.

3. Remplit les fonctions précisées à l'alinéa 1-7.E.4.b.5.; **ou**

Note :

L'alinéa 1-7.E.4.b.7.b.3. ne vise pas les systèmes d'autopilote.

4. Permet l'« aéronef » d'avoir un vol stable et contrôlé, sauf pendant le décollage et l'atterrissage, à un angle d'attaque supérieur à 18 degrés, un angle de glissement latéral de 15 degrés, une vitesse de tangage ou de lacet supérieure à 15 degrés/seconde, ou une vitesse de roulis de 90 degrés par seconde;

8. « Technologie » « nécessaire » pour calculer les exigences fonctionnelles pour que les « systèmes de commande de vol électrique » puissent donner les résultats suivants :
- a. Aucune perte de contrôle de l'« aéronef » en cas de séquence de deux défaillances consécutives du « système de commande de vol électrique »;
et
 - b. Probabilité de perte de contrôle de l'« aéronef » inférieure à (meilleure que) 1×10^{-9} défaillance par heure de vol;

Note :

Le paragraphe 1-7.E.4.b. ne s'applique pas à la « technologie » associée aux composants et utilitaires ordinaires des ordinateurs (p. ex., mécanismes d'acquisition de signaux d'entrée, de transmission de signal de sortie, de chargement de « programme » et de données informatiques, d'essais intégrés, d'ordonnancement des tâches) qui ne remplissent pas une fonction de système de commande de vol spécifique.

- c. « Technologie » pour le « développement » d'organes d'hélicoptère, comme suit :
- 1. Commandes de vol électriques ou à fibres optiques à plusieurs axes qui combinent en un seul élément de commande deux au moins des fonctions suivantes :
 - a. Commande de pas général;
 - b. Commande de pas cyclique;
 - c. Commande de lacet;
 - 2. « Systèmes anti-couple à commande de circulation ou de commande de direction à commande de circulation »;
 - 3. Pales de rotor d'hélicoptères comportant des « aubages à géométrie variable », pour systèmes utilisant la commande individuelle des pales.

Note Technique :

Aux fins de l'alinéa 1-7.E.4.c.3., les « aubages à géométrie variable » utilisent des volets de bord de fuite ou volets compensateurs ou des bords d'attaque ou des ailerons avant pivotant, dont la position peut être contrôlée en vol.

CATÉGORIE 8 : MARINE

1-8.A. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

1-8.A.1. Véhicules submersibles et navires de surface, comme suit :

N.B. :

Pour le statut des équipements pour véhicules submersibles, voir :

- La catégorie 6 pour les capteurs;
- Les catégories 7 et 8 pour l'équipement de navigation;
- La catégorie 1-8.A pour le matériel sous-marin.

- a. Véhicules submersibles habités, attachés, conçus pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 1 000 m;
- b. Véhicules submersibles habités, non attachés, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Conçus pour un « fonctionnement autonome » et une capacité de levage combinée de :
 - a. 10 % ou plus de leur poids dans l'air; **et**
 - b. 15 kN ou plus;
 2. Conçus pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 1 000 m; **ou**
 3. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour un « fonctionnement autonome » continu pendant 10 heures ou plus; **et**
 - b. Ayant une « portée » de 25 milles nautiques ou plus;

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-8.A.1.b., les termes « fonctionnement autonome » désignent le fonctionnement du submersible en immersion totale, sans schnorkel, tous les systèmes en fonctionnement, et évoluant à la vitesse minimale à laquelle il peut contrôler en sécurité sa profondeur de façon dynamique en utilisant uniquement ses barres de profondeur, sans avoir besoin d'un navire ni d'une base de soutien logistique à la surface, sur le fond de l'océan ni sur la côte, et possédant un système de propulsion en plongée ou en surface.
 2. Aux fins de l'alinéa 1-8.A.1.b.3.b., le terme « portée » désigne la moitié de la distance maximale que peut parcourir un véhicule submersible en « fonctionnement autonome ».
- c. Véhicules submersibles non habités, comme suit :
 1. Véhicules submersibles non habités présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour déterminer une trajectoire par rapport à une référence géographique quelconque, sans assistance humaine en temps réel; **ou**
 - b. Une liaison acoustique de données ou de commande;
 - c. Non utilisé depuis 2024
 2. Véhicules submersibles non habités, non visés à l'alinéa 1-8.A.1.c.1., présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner en étant attachés;
 - b. Conçus pour fonctionner à des profondeurs de plus de 1 000 m; **et**
 - c. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Conçus pour faire des manœuvres en étant autopropulsé, à l'aide de moteurs de propulsion ou de propulseurs spécifiés à l'alinéa 1-8.A.2.a.2.; **ou**
 2. Une liaison de données en fibre optique;
 - d. Non utilisé depuis 2018;
 - e. Systèmes de récupération océanique ayant une capacité de levage supérieure à 5 MN pour la récupération d'objets situés à des profondeurs supérieures à 250 m et dotés de l'un des types de systèmes suivants :
 1. Systèmes dynamiques de positionnement capables de maintenir la position à 20 m près d'un point indiqué par le système de navigation; **ou**
 2. Systèmes d'intégration de navigation sur les fonds marins et de navigation, pour des profondeurs supérieures à 1 000 m avec des « précisions » de positionnement à 10 m près d'un point prédéterminé;
 - f. Non utilisé depuis 2014
 - g. Non utilisé depuis 2014
 - h. Non utilisé depuis 2014
 - i. Non utilisé depuis 2014
- 1-8.A.2. Systèmes maritimes, équipements et composants, comme suit :

N.B. :

Pour les systèmes de communications sous-marines, voir la catégorie 5 - partie 1 - Télécommunications.

- a. Systèmes, équipements et composants, spécialement conçus ou modifiés pour les véhicules submersibles et conçus pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 1 000 m, comme suit :
 1. Enceintes ou coques pressurisées ayant un diamètre intérieur maximal de la chambre supérieur à 1,5 m;
 2. Propulseurs à propulsion électrique à courant continu et leurs moteurs électriques spécialement conçus;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-8.A.2.a.2., les moteurs à courant continu sans balai peuvent être désignés sous le terme moteurs à courant alternatif à aimant permanent.

 3. Câbles ombilicaux et leurs connecteurs, utilisant des fibres optiques et comportant des éléments de force synthétiques;
 4. Composants fabriqués de matériaux visés à l'alinéa 1-8.C.1.;
- b. Systèmes spécialement conçus ou modifiés pour le « contrôle automatisé » du déplacement des véhicules submersibles visés à l'alinéa 1-8.A.1., utilisant des informations de navigation, comportant des asservissements en boucle fermée et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Permettant au véhicule de rejoindre à 10 m près un point prédéterminé de la colonne d'eau;
 2. Maintenant la position du véhicule à 10 m près d'un point prédéterminé de la colonne d'eau; **ou**
 3. Maintenant la position du véhicule à 10 m près, en suivant un câble posé sur ou enfoui sous les fonds marins;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-8.A.2.b., le « contrôle automatisé » s'applique aux systèmes à bord des véhicules submersibles.

- c. Dispositifs de pénétration de coque à fibres optiques résistant à la pression;
- d. Non utilisé depuis 2025
- e. Non utilisé depuis 2015
- f. Non utilisé depuis 2009
 - 1. Non utilisé depuis 2009

N.B. :

Dans le cas des systèmes d'imagerie électronique spécialement conçus ou modifiés pour un usage sous-marin comportant des tubes intensificateurs d'image visés à l'alinéa 1-6.A.2.a.2.a. ou 1-6.A.2.a.2.b., voir l'alinéa 1-6.A.3.b.3.

- 2. Non utilisé depuis 2009

N.B. :

Dans le cas des systèmes d'imagerie électronique spécialement conçus ou modifiés pour un usage sous-marin comportant des « matrices plan focal » visées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.g., voir l'alinéa 1-6.A.3.b.4.c.

- g. Non utilisé depuis 2025
- h. « Robots » spécialement conçus pour l'usage sous-marin, commandés au moyen d'un ordinateur spécialisé et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Système de commande de « robot » utilisant des informations provenant de capteurs qui mesurent la force ou le couple appliqués à un objet extérieur, la distance d'un objet extérieur ou une perception tactile d'un objet extérieur par le « robot »; **ou**
 - 2. Capacité d'exercer une force de 250 N ou plus ou un couple de 250 Nm ou plus et utilisant des alliages de titane ou des matériaux « fibreux ou filamenteux » « composites » dans leurs éléments de structure;
- i. Manipulateurs articulés télécommandés, spécialement conçus ou modifiés pour être utilisés avec des véhicules submersibles et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Système de commande de manipulateur utilisant des informations provenant de capteurs qui mesurent l'un des suivants :
 - a. Le couple ou la force appliqués à un objet extérieur; **ou**
 - b. Une perception tactile d'un objet extérieur par le manipulateur; **ou**
 - 2. Commandés par des techniques maître-esclave proportionnelles et disposant de 5 degrés de « liberté de mouvement » ou plus;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-8.A.2.i.2., seules les fonctions comportant une commande de mouvement proportionnel utilisant la rétroaction positionnelle sont prises en compte lors de la détermination des degrés de « liberté de mouvement ».

- j. Systèmes d'alimentation indépendants de l'air spécialement conçus pour l'usage sous-marin, comme suit :
 - 1. Systèmes d'alimentation indépendants de l'air à moteur à cycle Brayton ou Rankine, comprenant l'un des éléments suivants :
 - a. Systèmes d'épuration ou d'absorption spécialement conçus pour l'élimination du gaz carbonique, de l'oxyde de carbone et des microparticules provenant du recyclage de l'échappement du moteur;

- b. Systèmes spécialement conçus pour l'utilisation d'un gaz monoatomique;
- c. Dispositifs spécialement conçus pour la réduction du bruit sous-marin à des fréquences de moins de 10 kHz, ou dispositifs de montage spéciaux pour l'amortissement des chocs; **ou**
- d. Systèmes présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Spécialement conçus pour la mise en pression des produits de la réaction ou la mise en forme du combustible;
 - 2. Spécialement conçus pour le stockage des produits de la réaction; **et**
 - 3. Spécialement conçus pour décharger les produits de la réaction contre une pression de 100 kPa ou plus;
- 2. Systèmes d'alimentation indépendants de l'air à moteur à cycle diesel comportant tous les éléments suivants :
 - a. Systèmes d'épuration ou d'absorption spécialement conçus pour l'élimination du gaz carbonique, de l'oxyde de carbone et des microparticules provenant du recyclage de l'échappement du moteur;
 - b. Systèmes spécialement conçus pour l'utilisation d'un gaz monoatomique;
 - c. Dispositifs ou boîtiers, spécialement conçus pour la réduction du bruit sous-marin à des fréquences de moins de 10 kHz, ou dispositifs de montage spéciaux pour l'amortissement des chocs; **et**
 - d. Systèmes d'échappement spécialement conçus, qui ne déchargent pas de façon continue les produits de la combustion;
- 3. Systèmes d'alimentation indépendants de l'air utilisant des « piles à combustible » ayant une puissance de sortie de plus de 2 kW et comportant l'un des éléments suivants :
 - a. Dispositifs spécialement conçus pour la réduction du bruit sous-marin à des fréquences de moins de 10 kHz, ou dispositifs de montage spéciaux pour l'amortissement des chocs; **ou**
 - b. Systèmes présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Spécialement conçus pour la mise en pression des produits de la réaction ou la mise en forme du combustible;
 - 2. Spécialement conçus pour le stockage des produits de la réaction; **et**
 - 3. Spécialement conçus pour décharger les produits de la réaction contre une pression de 100 kPa ou plus;
- 4. Systèmes d'alimentation indépendants de l'air à moteur à cycle Stirling comprenant tous les éléments suivants :
 - a. Dispositifs ou enceintes, spécialement conçus pour la réduction du bruit sous-marin à des fréquences de moins de 10 kHz, ou dispositifs de montage spéciaux pour l'amortissement des chocs; **et**
 - b. Systèmes d'échappement spécialement conçus qui déchargent les produits de la réaction contre une pression de 100 kPa ou plus;
- k. Non utilisé depuis 2014
- l. Non utilisé depuis 2014
- m. Non utilisé depuis 2014
- n. Non utilisé depuis 2014
- o. Hélices propulsives, systèmes de transmission de puissance, systèmes de génération de puissance, et systèmes de réduction de bruit et équipements connexes, comme suit :

1. Non utilisé depuis 2014
2. Hélices propulsives, systèmes de génération ou de transmission de puissance, destinés à être utilisés sur des navires, comme suit :
 - a. Hélices à pas réglable et ensembles de moyeux, prévus pour plus de 30 MW;
 - b. Moteurs de propulsion électrique à refroidissement interne par liquide ayant une puissance de sortie supérieure à 2,5 MW;
 - c. Moteurs de propulsion « supraconducteurs » ayant une puissance de sortie supérieure à 0,1 MW;
 - d. Systèmes de transmission comprenant des arbres de transmission en matériaux « composites » et conçus pour transmettre plus de 10 MW;
 - e. Systèmes d'hélices ventilées ou à base ventilée, prévus pour plus de 2,5 MW;
3. Systèmes de réduction du bruit et équipements connexes, destinés à être utilisés sur des navires d'un déplacement égal ou supérieur à 1 000 tonnes, comme suit :
 - a. Systèmes qui atténuent le bruit sous-marin à des fréquences inférieures à 500 Hz et consistent en montages acoustiques composés destinés à l'isolation acoustique de moteurs diesels, de groupes électrogènes à diesel, de turbines à gaz, de groupes électrogènes à turbine à gaz, de moteurs de propulsion ou d'engrenages de réduction de la propulsion, spécialement conçus pour l'isolation du bruit ou des vibrations et ayant une masse intermédiaire supérieure à 30 % de l'équipement devant être monté;
 - b. « Systèmes actifs de réduction ou d'annulation du bruit », ou paliers magnétiques, spécialement conçus pour systèmes de transmission de puissance;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-8.A.2.o.3.b., les « systèmes actifs de réduction ou d'annulation du bruit » incorporent des systèmes de control électronique capable de réduire activement la vibration d'équipement par la génération de signaux antibruit ou anti-vibration directement vers la source.

4. Moteurs de propulsion électriques à aimant permanent spécialement conçus pour les véhicules submersibles, ayant une puissance de sortie supérieure à 0,1 MW.

Note :

1-8.A.2.o.4. comprends les systèmes de propulsion à entraînement circonférentiel.

- p. Systèmes carénés (pompes hélices) présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une puissance de sortie supérieure à 2,5 MW; **et**
 2. Utilisant des techniques de tuyères divergentes et d'aubages redresseurs pour le conditionnement du flux afin d'améliorer l'efficacité de propulsion ou de réduire le bruit sous-marin généré par cette dernière;
- q. Équipement de plongée et de nage sous-marine, comme suit :
 1. Appareil de respiration à circuit fermé;
 2. Appareil de respiration à circuit semi-fermé;

Note :

Le paragraphe 1-8.A.2.q. ne vise pas les appareils de respiration à circuit fermé destinés à un usage personnel lorsqu'ils accompagnent leur utilisateur.

N. B. :

Pour les équipements et appareils conçus spécialement pour un usage militaire, voir le paragraphe 2-17.a. dans la Liste de matériel de guerre.

- r. Systèmes acoustiques dissuasifs contre les plongeurs conçus ou modifiés spécialement pour perturber les plongeurs et ayant une pression acoustique égale ou supérieurs à 190 dB (référence 1 μ Pa à 1 m) aux fréquences de 200 Hz ou moins.

Note 1 :

Le paragraphe 1-8.A.2.r. ne s'applique pas aux systèmes dissuasifs contre les plongeurs qui utilisent des dispositifs explosifs sous-marins, de canons acoustiques ou des sources combustibles.

Note 2 :

Le paragraphe 1-8.A.2.r. inclut les systèmes acoustiques dissuasifs contre les plongeurs qui utilisent des sources avec éclateur à étincelle, aussi connues comme sources acoustique au plasma.

1-8.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

- 1-8.B.1. Bassins d'essai de carène conçus de manière à avoir un bruit de fond inférieur à 100 dB (référence 1 μ Pa à 1 Hz) dans la gamme de fréquences dépassant 0 Hz, mais inférieure à 500 Hz, et conçus pour mesurer les champs acoustiques créés par un flux hydraulique autour des modèles de systèmes de propulsion.

1-8.C. MATÉRIAUX

- 1-8.C.1. < Mousse syntactique > pour l'usage sous-marin et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçue pour des profondeurs sous-marines supérieures à 1 000 m; et
 - b. Ayant une masse spécifique inférieure à 561 kg/m³.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-8.C.1., la < mousse syntactique > est constituée de sphères de plastique ou de verre creuses noyées dans une « matrice » de résine.

N.B. :

Voir aussi l'alinéa 1-8.A.2.a.4.

1-8.D. LOGICIEL

- 1-8.D.1. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements ou matériaux visés aux sous-catégories 1-8.A., 1-8.B. ou 1-8.C.
- 1-8.D.2. « Logiciel » spécifique spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production », la réparation, la révision ou la rénovation (ré-usinage) des hélices spécialement conçues pour la réduction du bruit sous-marin.

1-8.E. TECHNOLOGIE

- 1-8.E.1. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » ou la « production » des équipements ou matériaux visés aux sous-catégories 1-8.A., 1-8.B. ou 1-8.C.

1-8.E.2. Autres « technologies » comme suit :

- a. « Technologie » pour le « développement », la « production », la réparation, la révision ou la rénovation (ré-usinage) des hélices spécialement conçues pour la réduction du bruit sous-marin;
- b. « Technologie » pour la révision ou la rénovation des équipements visés au paragraphe 1-8.A.1. ou aux alinéas 1-8.A.2.b., 1-8.A.2.j., 1-8.A.2.o. ou 1-8.A.2.p.;
- c. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » ou la « production » de l'un des véhicules ou vaisseaux suivants :
 1. Véhicules à effet de surface (de type à jupe complète) présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Vitesse maximale prévue, en pleine charge, supérieure à 30 noeuds avec une hauteur de vague significative de 1,25 m ou plus;
 - b. Pression de coussin supérieure à 3 830 Pa; **et**
 - c. Rapport de déplacement navire léger/pleine charge inférieur à 0,70;
 2. Véhicules à effet de surface (de type à quilles latérales) ayant une vitesse maximale prévue, en pleine charge, supérieure à 40 noeuds avec une hauteur de vague significative de 3,25 m ou plus;
 3. Hydroptères dotés de systèmes actifs pour la commande automatique des systèmes d'ailes ayant une vitesse maximale prévue, en pleine charge, de 40 noeuds ou plus avec une hauteur de vague significative de 3,25 m ou plus;
ou
 4. « Bâtiments à faible aire de flottaison » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Déplacement, en pleine charge, supérieur à 500 tonnes, avec une vitesse maximale prévue, en pleine charge, supérieure à 35 noeuds avec une hauteur de vague significative de 3,25 m ou plus; **ou**
 - b. Déplacement en pleine charge supérieur à 1 500 tonnes, avec une vitesse maximale prévue, en pleine charge, supérieure à 25 noeuds avec une hauteur de vague significative de 4 m ou plus.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-8.E.2.c.4., les « bâtiments à faible aire de flottaison » sont définis par la formule suivante : L'aire de flottaison pour un tirant d'eau opérationnel donné doit être inférieure à $2 \times (\text{volume déplacé pour ce tirant d'eau})^{2/3}$.

CATÉGORIE 9 : AÉROSPACIALE ET PROPULSION

1-9.A. SYSTÈMES, ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS

N.B. :

Pour les systèmes de propulsion conçus ou prévus pour résister aux rayonnements neutroniques ou aux rayonnements ionisants transitoires, voir la Liste de matériel de guerre.

1-9.A.1. Moteurs à turbine à gaz aéronautiques présentant l'une des caractéristiques suivantes:

- a. Comportant l'une des « technologies » visées à l'alinéa 1-9.E.3.a., 1-9.E.3.h. ou 1-9.E.3.i.

Note 1 :

L'alinéa 1-9.A.1. ne vise pas les moteurs à turbine à gaz aéronautiques qui présentent toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *Certifiés par les autorités de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar; et*
- b. *Destinés à propulser des « aéronefs » avec équipages non militaires pour lesquels l'un des documents suivants a été émise par les autorités de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar pour l'« aéronef » avec ce type de moteur spécifique :*
 1. *Une certification de type civil; ou*
 2. *Un document équivalent reconnu par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).*

Note 2 :

L'alinéa 1-9.A.1. ne vise pas les moteurs à turbine à gaz aéronautiques conçus pour les générateurs auxiliaires de bord (APU) approuvés par l'autorité aéronautique civile d'un État participant à l'Arrangement de Wassenaar.

- b. Non utilisé depuis 2022

1-9.A.2. < Moteurs à turbine à gaz marins > conçus pour utiliser un carburant liquide et présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs ensembles et composants spécialement conçus :

- a. Une puissance continue maximale en « mode constant » dans des conditions de référence normalisées spécifiées par la norme ISO 3977-2:1997 (ou l'équivalent national) de 24 245 kW ou plus; et
- b. Une < consommation spécifique corrigée de carburant > ne dépassant pas 0,219 kg/kWh à 35 % de la puissance continue maximale lorsque du carburant liquide est utilisé.

Note :

Le terme < moteurs à turbine à gaz marins > désigne entre autres les moteurs à turbine à gaz industriels, ou dérivés de moteurs aéronautiques, qui ont été adaptés pour l'alimentation électrique ou la propulsion d'un navire.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.2., la < consommation spécifique corrigée de carburant > désigne la consommation spécifique de carburant du moteur, corrigée en fonction d'un distillat liquide marin ayant une énergie spécifique nette (c.-à-d. un pouvoir calorifique net) de 42 MJ/kg (norme ISO 3977 2:1997).

- 1-9.A.3. Ensembles ou composants spécialement conçus, comportant l'une des « technologies » visées à l'alinéa 1-9.E.3.a., 1-9.E.3.h., 1-9.E.3.i. ou 1-9.E.3.k., pour l'un des moteurs à turbine à gaz aéronautiques suivants :
- a. Visés à l'alinéa 1-9.A.1.; **ou**
 - b. Dont la conception ou la production sont soit originaires d'un état non participant à l'Arrangement de Wassenaar soit d'une provenance inconnue du constructeur.
- 1-9.A.4. Lanceurs spatiaux, « engins spatiaux », « plateformes d'engins spatiaux », « équipement de mission pour engins spatiaux », systèmes ou équipements de bord d'« engins spatiaux », équipements terrestres, plateformes de lancement à partir des airs et « véhicules suborbitaux », comme suit :

- a. Véhicules de lancement spatial;
- b. « Engins spatiaux »;

N.B. :

Pour les « véhicules suborbitaux », voir l'alinéa 1-9.A.4.h.

- c. « Plateformes d'engins spatiaux »;
- d. « Équipement de mission pour engins spatiaux » intégrant des articles visés aux alinéas 1-3.A.1.b.1.a.4., 1-3.A.2.g., 1-5.A.1.a.1., 1-5.A.1.b.3., 1-5.A.2.c., 1-5.A.2.e., 1-6.A.2.a.1., 1-6.A.2.a.2., 1-6.A.2.b., 1-6.A.2.d., 1-6.A.3.b., 1-6.A.4.c., 1-6.A.4.e., 1-6.A.8.d., 1-6.A.8.e., 1-6.A.8.k., 1-6.A.8.l. ou 1-9.A.10.c.;
- e. Systèmes ou équipements de bord, spécialement conçus pour des « engins spatiaux » et remplissant une des fonctions suivantes :
 - 1. Traitement de données de commande et de télémessure;

Note :

L'alinéa 1-9.A.4.e.1. inclut la gestion, le stockage et le traitement de données de plateformes d'engins spatiaux.

- 2. Traitement de données de charge utile; **ou**

Note :

L'alinéa 1-9.A.4.e.2. inclut la gestion, le stockage et le traitement de données d'« équipement de mission pour engins spatiaux ».

- 3. Commande d'attitude et d'orbite;

Note :

L'alinéa 1-9.A.4.e.3. inclut les fonctions de détection et d'actionnement requises pour déterminer et contrôler la position et l'orientation d'un « engin spatial ».

N.B. :

Pour l'équipement spécialement conçu pour l'usage militaire, voir le paragraphe 2-11.c.

- f. Équipement terrestre spécialement conçu pour des « engins spatiaux », comme suit :
 - 1. Équipement de télémessure et de télécommande spécialement conçu pour l'une des fonctions de traitement des données suivantes :
 - a. Le traitement des données télémétriques de synchronisation de trame et de correction d'erreurs, pour le suivi de l'état opérationnel (également connu sous le nom d'état de santé et de sécurité) de la « plateforme d'engin spatial »; **ou**
 - b. Le traitement des données de commande pour le formatage des données de commande envoyées à l'« engin spatial » pour contrôler la « plateforme d'engin spatial »;

2. Simulateurs spécialement conçus pour la « vérification des procédures opérationnelles » de l'« engin spatial »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.4.f.2., la « vérification des procédures opérationnelles » désigne l'une des vérifications suivantes :

1. Confirmation de la séquence de commande;
2. Formation opérationnelle;
3. Répétitions opérationnelles; **ou**
4. Analyse opérationnelle.

- g. « Aéronefs » spécialement conçus ou modifiés pour servir de plateforme de lancement à partir des airs pour des lanceurs spatiaux ou des « véhicules suborbitaux »;
 - h. « Véhicules suborbitaux ».
- 1-9.A.5. Systèmes de propulsion de fusées à propergol liquide contenant l'un des systèmes ou composants visés au paragraphe 1-9.A.6.
- 1-9.A.6. Systèmes et composants spécialement conçus pour les systèmes de propulsion de fusées à propergol liquide, comme suit :
- a. Réfrigérants cryogéniques, vases de Dewar embarqués, conduites de chaleur cryogéniques ou systèmes cryogéniques conçus pour limiter les pertes de fluide cryogénique à moins de 30 % par an;
 - b. Réservoirs cryogéniques ou systèmes de réfrigération en cycle fermé conçus pour maintenir ou produire des températures égales ou inférieures à 100 K (-173.15°C);
 - c. Systèmes de transfert ou de stockage de l'hydrogène pâteux;
 - d. Turbo-pompes, composants de pompe à haute pression (supérieure à 17,5 MPa) ou leurs systèmes connexes d'entraînement de turbine à génération de gaz ou à cycle d'expansion;
 - e. Chambres de poussée à haute pression (supérieure à 10,6 MPa) et leurs tuyères connexes;
 - f. Systèmes de stockage de propergol fonctionnant selon le principe de la rétention capillaire ou de l'expulsion positive (c'est-à-dire à vessies effondrables);
 - g. Injecteurs de propergol liquide avec orifices individuels ayant un diamètre égal ou inférieur à 0,381 mm (ou une surface égale ou inférieure à $1,14 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ dans le cas d'orifices non circulaires) spécialement conçus pour moteurs-fusées au propergol liquide;
 - h. Chambres de poussée monoblocs carbone-carbone ou divergents coniques monoblocs carbone-carbone ayant une masse volumique supérieure à $1,4 \text{ g/cm}^3$ et une résistance à la traction supérieure à 48 MPa.
- 1-9.A.7. Systèmes de propulsion de fusées à propergol solide présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. Capacité d'impulsion totale supérieure à 1,1 MNs;
 - b. Impulsion spécifique égale ou supérieure à 2,4 kNs/kg lorsque l'écoulement de la tuyère est détendu aux conditions standard du niveau de la mer pour une pression de chambre ajustée de 7 MPa;
 - c. Fractions de la masse par étage supérieures à 88 % et chargement total de propergol solide supérieur à 86 %;
 - d. Contenant l'un des composants visés au paragraphe 1-9.A.8.; **ou**

- e. Systèmes de collage du propergol et d'isolation utilisant une protection par inhibiteur pour assurer une « liaison mécanique solide » ou constituer une barrière à la migration chimique entre le propergol solide et le matériau d'isolation de l'enveloppe.

1-9.A.8. Composants spécialement conçus pour les systèmes de propulsion de fusées à propergol solide, comme suit :

- a. Systèmes de collage du propergol et d'isolation, utilisant des chemises pour assurer une « liaison mécanique solide » ou constituer une barrière à la migration chimique entre le propergol solide et le matériau d'isolation de l'enveloppe;
- b. Enveloppes de moteurs en fibres « composites » bobinées ayant un diamètre supérieur à 0,61 m ou des « rapports de rendement structurel » (PV/W) supérieurs à 25 km;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.8.b., le « rapport de rendement structurel (PV/W) » est le produit de la pression d'éclatement (P) par le volume (V) de l'enveloppe, divisé par le poids total (W) de cette enveloppe.

- c. Tuyères ayant des niveaux de poussée dépassant 45 kN ou des taux d'érosion de cols inférieurs à 0,075 mm/s;
- d. Tuyères mobiles ou systèmes de commande du vecteur poussée par injection secondaire de fluide, capables d'effectuer l'une des opérations suivantes :
 - 1. Mouvement omni-axial supérieur à $\pm 5^\circ$;
 - 2. Rotations de vecteur angulaire de $20^\circ/\text{s}$ ou plus; **ou**
 - 3. Accélérations de vecteur angulaire de $40^\circ/\text{s}^2$ ou plus.

1-9.A.9. Systèmes de propulsion de fusées hybrides présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Une capacité d'impulsion totale supérieure à 1,1 MNs; **ou**
- b. Des niveaux de poussée supérieurs à 220 kN aux conditions extérieures du vide.

1-9.A.10. Composants, systèmes et structures, spécialement conçus pour des lanceurs, des systèmes de propulsion de lanceurs ou des « engins spatiaux », comme suit :

- a. Composants ou structures, ayant un poids supérieur à 10 kg et spécialement conçus pour des lanceurs fabriqués à partir d'un des matériaux suivant :
 - 1. Matériaux « composites » composés de « matériaux fibreux ou filamenteux » visés à l'alinéa 1-1.C.10.e. et de résines visées à l'alinéa 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b.;
 - 2. « Composites » à « matrice » métallique renforcés par un des matériaux suivants :
 - a. Matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.7.;
 - b. « Matériaux fibreux ou filamenteux » visés à l'alinéa 1-1.C.10.; **ou**
 - c. Alumiures visés à l'alinéa 1-1.C.2.a.; **ou**
 - 3. Matériaux « composites » à « matrice » céramique visés à l'alinéa 1-1.C.7.;

Note :

La limite de poids n'est pas applicable aux cônes avant.

- b. Composants et structures, spécialement conçus pour des systèmes de propulsion de lanceurs visés aux paragraphes 1-9.A.5. à 1-9.A.9. fabriqués à partir d'un des matériaux suivants :

1. « Matériaux fibreux ou filamenteux » visés à l'alinéa 1-1.C.10.e. et de résines visées à l'alinéa 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b.;
2. Matériaux « composites » à « matrice » métallique renforcés par un des matériaux suivants :
 - a. Matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.7.;
 - b. « Matériaux fibreux ou filamenteux » visés à l'alinéa 1-1.C.10; **ou**
 - c. Aluminiures visés à l'alinéa 1-1.C.2.a., **ou**
3. Matériaux « composites » à « matrice » céramique visés à l'alinéa 1-1.C.7;
- c. Composants structuraux et systèmes d'isolement spécialement conçus pour contrôler activement la réaction ou la distorsion dynamique de la structure d'« engins spatiaux »;
- d. Moteurs-fusées à propergol liquide pulsé ayant un rapport poussée-poids égal ou supérieur à 1 kN/kg et un « temps de réaction » inférieur à 30 ms.

Note technique:

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.10.d., le « temps de réaction » est le temps requis, à partir de la mise à feu, pour atteindre 90 % de la poussée nominale totale.

- 1-9.A.11. Statoréacteurs, statoréacteurs à combustion supersonique, ou « moteurs à cycles combinés », et leurs composants spécialement conçus.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.11., les « moteurs à cycles combinés » regroupent deux ou plusieurs des types de moteur suivants :

- Turbine à gaz (turboréacteur, turbopropulseur, et réacteur à double flux);
- Statoréacteur ou statoréacteur à combustion supersonique;
- Moteur-fusée (propergol liquide/gel/solide et hybride).

- 1-9.A.12. « Véhicules aériens sans équipage » (« VAE »), « dirigeables » sans équipage, équipements associés et composants, comme suit :

N.B. :

Pour les « VAE » qui sont des « véhicules suborbitaux », voir le paragraphe 1-9.A.4.h.

- a. Les « VAE » ou « dirigeables » sans équipage, conçus pour suivre un vol stable hors de la « vision naturelle » de l'« opérateur » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une « autonomie » maximale supérieure ou égale à 30 minutes mais inférieure à une heure; **et**
 - b. Conçus pour pouvoir décoller et voler de manière stable dans des rafales de vents atteignant ou dépassant 46,3 km/h (25 noeuds); **ou**
 2. Une « autonomie » maximale de 1 heure ou plus;

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.12.a. :

1. L'« opérateur » est la personne qui lance ou commande le vol du « VAE » ou « dirigeable ».
2. L'« autonomie » doit être calculée dans des conditions ISA (ISO 2533:1975) au niveau de la mer en l'absence de vent.
3. « Vision naturelle » signifie la vision humaine sans aide, avec ou sans lentille corrective.

- b. Les équipements et composants connexes, comme suit :

1. Non utilisé depuis 2014
2. Non utilisé depuis 2014
3. Les équipements ou composants, spécialement conçus pour convertir un « aéronef » ou un « dirigeable » avec équipage en un « VAE » ou un « dirigeable » sans équipage visé à l'alinéa 1-9.A.12.a.;
4. Les moteurs à combustion interne alternatif ou rotatif à alimentation atmosphérique, spécialement conçus ou modifiés pour propulser des « VAE » ou les « dirigeables » sans équipage à des altitudes supérieures à 15 240 mètres (50 000 pieds).

1-9.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

Note :

L'alinéa 1-9.B. comprend les équipements d'essai, d'inspection et de production pour les moteurs à turbine à gaz aéronautique, aérodérivés, industriels ou marins.

- 1-9.B.1. Équipements de fabrication, outillage ou montages, comme suit :
 - a. Équipements de coulée de solidification dirigée ou de moulage monocristallin conçus pour les « superalliages »;
 - b. Outillage de moulage, spécialement conçus pour la fabrication des aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité » de moteurs à turbine à gaz, fabriqués de métaux réfractaires ou de céramiques, comme suit :
 1. Noyaux
 2. Carters (moules);
 3. Unités combinées de noyaux et de carters (moules);
 - c. Équipement à fabrication additive de solidification dirigée ou de structure monocristalline conçus pour les « superalliages ».
- 1-9.B.2. Systèmes de commande en ligne (temps réel), instruments (y compris les capteurs) ou équipements automatisés d'acquisition et de traitement de données, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. spécialement conçus pour le « développement » de moteurs à turbines à gaz ou de leurs ensembles ou composants; et
 - b. comportants l'une des « technologies » visée à l'alinéa 1-9.E.3.h. ou 1-9.E.3.i.
- 1-9.B.3. Équipements spécialement conçus pour la « production » ou l'essai de joints-balais de moteurs à turbines à gaz conçus pour fonctionner à des vitesses à l'extrémité du joint supérieures à 335 m/s et à des températures supérieures à 773 K (500°C), et leurs composants ou accessoires spécialement conçus.
- 1-9.B.4. Outils, matrices ou montages, pour l'assemblage à l'état solide des liaisons aubage-disque en « superalliage », en titane ou en matériaux intermétalliques visés aux alinéas 1-9.E.3.a.3. ou 1-9.E.3.a.6. pour moteurs à turbines à gaz.
- 1-9.B.5. Systèmes de commande en ligne (temps réel), instruments (y compris les capteurs) ou équipements automatisés d'acquisition et de traitement de données, spécialement conçus pour l'emploi avec l'une des souffleries ou l'un des dispositifs suivants :
 - a. Souffleries conçues pour des vitesses égales ou supérieures à Mach 1,2;

Note :

L'alinéa 1-9.B.5.a. ne s'applique pas aux souffleries spécialement conçues à des fins d'enseignement et ayant une « dimension de la veine » (mesurée latéralement) inférieure à 250 mm;

Note technique :

Aux fins de la Note de l'alinéa 1-9.B.5.a., la « dimension de la veine » est soit le diamètre du cercle, soit le côté du carré, soit la longueur du rectangle, mesurés à la partie la plus grande de la veine.

- b. Dispositifs pour la simulation d'environnements d'écoulement à des vitesses supérieures à Mach 5, y compris les tubes à choc à gaz chauffés, les souffleries à arc à plasma, les tubes à ondes de choc, les souffleries à ondes de choc, les souffleries à gaz et les canons à gaz léger; **ou**
 - c. Souffleries ou dispositifs, autres que ceux à deux dimensions (2D), capables de simuler un écoulement à un nombre de Reynolds supérieur à 25×10^6 .
- 1-9.B.6. Équipements d'essai aux vibrations capables de produire une pression sonore à des niveaux égaux ou supérieurs à 160 dB (rapporté à 20 micropascals), avec une puissance de sortie nominale égale ou supérieure à 4 kW, à une température de la cellule d'essai supérieure à 1 273 K (1 000°C), et leurs dispositifs de chauffage à quartz spécialement conçus.
- 1-9.B.7. Équipements spécialement conçus pour le contrôle de l'intégrité des moteurs-fusées au moyen de techniques d'essai non destructives (END) autres que l'analyse planaire aux rayons x ou l'analyse physique ou chimique de base.
- 1-9.B.8. Transducteurs de mesure directe du frottement sur le revêtement des parois spécialement conçus pour fonctionner à une température totale (de stagnation) d'écoulement d'essai supérieure à 833 K (560°C).
- 1-9.B.9. Outillage spécialement conçu pour la production de composants de rotor de moteur à turbine à gaz obtenus par métallurgie des poudres présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Conçu pour fonctionner à des niveaux de contrainte égaux ou supérieurs à 60 % de la résistance limite à la rupture mesurés à une température de 873 K (600°C); **et**
 - b. Conçu pour fonctionner à 873 K (600°C) ou plus.

Note :

Le paragraphe 1-9.B.9. ne vise pas l'outillage pour la production des poudres.

- 1-9.B.10. Équipement spécialement conçu pour la « production » des articles visés au paragraphe 1-9.A.12.

1-9.C. MATÉRIAUX

Néant

1-9.D. LOGICIEL

- 1-9.D.1. « Logiciel », non visé aux alinéas 1-9.D.3. ou 1-9.D.4., spécialement conçu ou modifié pour le « développement » des équipements ou de la « technologie » visés au paragraphe 1-9.A., 1-9.B. ou 1-9.E.3.
- 1-9.D.2. « Logiciel », non visé aux alinéas 1-9.D.3. ou 1-9.D.4., spécialement conçu ou modifié pour la « production » des équipements visés au paragraphe 1-9.A. ou 1-9.B.

1-9.D.3. « Logiciel » comportant la « technologie » visée à l'alinéa 1-9.E.3.h et utilisé dans les « systèmes FADEC » pour les systèmes visés au paragraphe 1-9.A., ou pour l'équipement visé au paragraphe 1-9.B.

1-9.D.4. Autres « logiciels » comme suit :

- a. « Logiciel » d'écoulement 2D ou 3D visqueux, validé avec des données d'essai obtenues en souffleries ou en vol, nécessaire à la modélisation détaillée de l'écoulement dans les moteurs;
- b. « Logiciel » pour l'essai de moteurs à turbine à gaz aéronautiques ou de leurs ensembles ou composants, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Spécialement conçu pour l'essai de l'un des articles suivants :
 - a. Moteurs, ensembles ou composants de turbine à gaz aéronautique, comportant la « technologie » visée aux alinéas 1-9.E.3.a., 1-9.E.3.h. ou 1-9.E.3.i.; **ou**
 - b. Compresseurs à étages multiples fournissant un flux de dérivation ou un flux primaire, spécialement conçus pour les moteurs aéronautiques à turbine à gaz comportant la « technologie » visée aux alinéas 1-9.E.3.a. ou 1-9.E.3.h.; **et**
 2. Spécialement conçu pour toutes les tâches suivantes :
 - a. Acquisition et traitement des données en temps réel; **et**
 - b. Contrôle par rétroaction de l'élément d'essai ou des conditions d'essai (p. ex., température, pression, débit) pendant que l'essai est en cours;

Note :

L'alinéa 1-9.D.4.b. ne spécifie pas de logiciel pour le fonctionnement de l'installation d'essai ou pour la sécurité de l'opérateur (p. ex., arrêt en cas de survitesse, détection et suppression d'incendie), ni pour les essais de réception pour la « production », la réparation ou l'entretien limités à déterminer si l'article a été correctement assemblé ou réparé.

- c. « Logiciel » spécialement conçu pour la commande du procédé de solidification dirigée ou de la croissance de matériaux monocristallins dans l'équipement visé à l'alinéa 1-9.B.1.a. ou 1-9.B.1.c.;
- d. Non utilisé depuis 2011
- e. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le fonctionnement des articles visés à l'alinéa 1-9.A.12.;
- f. « Logiciel » spécialement conçu pour la conception des canaux de refroidissement internes des aubes mobiles, aubes fixes et « carénages d'extrémité » de moteur à turbine à gaz aéronautique;
- g. « Logiciel » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Spécialement conçu pour prévoir les conditions aérothermiques, aéromécaniques et de combustion dans les moteurs à turbine à gaz aéronautiques; **et**
 2. Permettant des prévisions de modélisation théorique des conditions aérothermiques, aéromécaniques et de combustion qui ont été validées avec des données de performance de moteurs à turbine à gaz aéronautiques réels (expérimentaux ou de production).

1-9.D.5. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le fonctionnement des articles visés à l'alinéa 1-9.A.4.e. or 1-9.A.4.f.

N.B. :

En ce qui concerne le « logiciel » des articles visés à l'alinéa 1-9.A.4.d. qui font partie de l'« équipement de mission pour engins spatiaux », voir les catégories concernées.

1-9.E. TECHNOLOGIE

Note :

La « technologie » de « développement » ou de « production » visée au paragraphe 1-9.E., pour moteurs à turbine à gaz, reste visée au paragraphe 1-9.E. lorsqu'elle est utilisée pour la réparation ou la révision. Les données techniques, les schémas ou la documentation destinés aux activités de maintenance liées directement à l'étalonnage, à la dépose ou au remplacement d'unités interchangeables en ligne endommagées ou inutilisables, y compris le remplacement de moteurs entiers ou de modules de moteurs, sont exclus du contrôle.

- 1-9.E.1. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour le « développement » des équipements ou du « logiciel » visés aux alinéas, paragraphes ou sous-catégories 1-9.A.4. à 1-9.A.12., 1-9.B. ou 1-9.D.
- 1-9.E.2. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, pour la « production » des équipements visés aux alinéas, paragraphes ou sous-catégories 1-9.A.4. à 1-9.A.11. ou 1-9.B.

N.B. :

Pour la « technologie » de réparation des structures, produits laminés ou matériaux qui sont visés, voir l'alinéa 1-1.E.2.f.

- 1-9.E.3. Autres « technologies » comme suit :

Note :

L'alinéa 1-9.E.3 comprend la technologie pour les moteurs à turbine à gaz aéronautique, aérodérivés, industriels ou marins.

- 1-9.E.3.a. « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » de l'un des composants ou systèmes de moteurs à turbine à gaz suivants :
1. Aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité » de turbines constitués d'alliages à solidification dirigée ou monocristallins et ayant (dans la direction de l'indice de Miller 001) une durée de vie jusqu'à la rupture de plus de 400 heures, à 1 273 K (1 000°C) et à une contrainte de 200 MPa, sur la base des valeurs caractéristiques moyennes;

Note technique:

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.1., l'essai de durée de vie jusqu'à la rupture est en général réalisé sur un échantillon.

2. Chambres de combustion ayant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Chemises à découplage thermique » conçues pour une « température de sortie de chambre de combustion » dépassant 1 883 K (1 610°C);
 - b. Chemises non métalliques;
 - c. Enveloppes non métalliques;
 - d. Chemises conçues pour une « température de sortie de chambre de combustion » dépassant 1 883 K (1 610°C) et comportant des orifices correspondant aux paramètres précisés à l'alinéa 1-9.E.3.c.; **ou**
 - e. « Combustion à gain de pression »;

Note :

La « technologie » « nécessaire » pour la réalisation des orifices mentionnés dans le paragraphe 1-9.E.3.a.2. est limitée à la détermination de la géométrie et de l'emplacement des orifices.

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.2.a., les « chemises à découplage thermique » sont des chemises qui comportent au moins une structure de soutien conçue pour porter des charges mécaniques et une structure placée devant la chambre de combustion et conçue pour protéger la structure de soutien contre la chaleur de combustion. La structure placée devant la chambre de combustion et la structure de soutien ont un déplacement thermique indépendant (déplacement mécanique dû à la charge thermique) entre eux, c. à d., qu'ils sont thermiquement découplés.
2. Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.2.a. et 1-9.E.3.a.2.d., la « température de sortie de chambre de combustion » est la température totale d'ensemble (de stagnation) dans la trajectoire des gaz entre le plan de sortie de la chambre de combustion et la section avant de l'aubage de guidage d'entrée de turbine (c.-à-d. mesurée à la référence moteur T40 telle que définie dans le document SAE ARP 755A) lorsque le moteur est en « mode constant » à la température de fonctionnement constant maximale certifiée.
3. Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.2.e., dans la « combustion à gain de pression », la moyenne globale de la pression totale enregistrée à la sortie de la chambre de combustion est supérieure à celle enregistrée à l'entrée, principalement en raison du processus de combustion, lorsque le moteur fonctionne en « mode constant ».

N.B. :

Pour la « technologie » « nécessaire » pour la réalisation d'orifices de refroidissement, voir l'alinéa 1-9.E.3.c.

3. Composants présentant l'une des caractéristiques suivantes:
 - a. Composants fabriqués de matériaux « composites » organiques conçus pour fonctionner au-dessus de 588 K (315°C),
 - b. Composants fabriqués à partir de l'un des matériaux suivants :
 1. Matériaux « composites » à « matrice » métallique renforcés par un des matériaux suivants :
 - a. Matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.7.;
 - b. « Matériaux fibreux ou filamenteux » visés à l'alinéa 1-1.C.10; **ou**
 - c. Aluminiures visés à l'alinéa 1-1.C.2.a.; **ou**
 2. Matériaux « composites » à « matrice » céramique visés à l'alinéa 1-1.C.7; **ou**
 - c. Stators, aubes mobiles, aubes fixes, carénages d'extrémité, disques aubagés rotatifs, anneaux aubagés rotatifs, ou « conduit répartiteur », présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Non-visés à l'alinéa 1-9.E.3.a.3.a.;
 2. Conçus pour des compresseurs ou des soufflantes; **et**
 3. Fabriqués de matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.10.e. avec des résines visées à l'alinéa 1-1.C.8.;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.3.c., un « conduit répartiteur » effectue la séparation initiale du flux d'air entre la section de contournement et la section centrale du moteur.

4. Aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité » non refroidis, conçus pour fonctionner à des « températures dans la trajectoire des gaz » égales ou supérieures à 1 373 K (1 100°C);
5. Aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité » de turbine, refroidis, autres que ceux décrits à l'alinéa 1-9.E.3.a.1., exposés à des « températures dans la trajectoire des gaz » égales ou supérieures à 1 693 K (1 420°C);

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.4. et 1-9.E.3.a.5., la « température dans la trajectoire des gaz » est la température totale d'ensemble (de stagnation) dans le plan de la zone avant de la composante turbine lorsque le moteur est en « mode constant » à la température de fonctionnement constant maximale certifiée ou nominale.

6. Liaisons aubage-disque au moyen de l'assemblage à l'état solide;
7. Non utilisé depuis 2018
8. Composants de rotor à « tolérance de dommages » utilisant des matériaux obtenus par métallurgie des poudres visés à l'alinéa 1-1.C.2.b.; **ou**

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.8., les composants à « tolérance de dommages » sont conçus au moyen d'une méthodologie et de justifications en vue de prédire et de limiter la croissance des fissures.

9. Non utilisé depuis 2009

N. B. :

Pour les « systèmes FADEC », voir l'alinéa 1-9.E.3.h.

10. Non utilisé depuis 2010

N. B. :

Pour la géométrie réglable de la veine, voir l'alinéa 1-9.E.3.i.

11. « Pales de ventilateur » présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. 20 % ou plus du volume total étant une ou plusieurs cavités fermées et vides ou contenant du gaz seulement; **ou**
 - b. Une ou plusieurs cavités fermées présentant un volume égal ou supérieur à 5 cm³;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.a.11., une « pale de ventilateur » signifie l'aileron de l'étage, ou des étages, en rotation qui fournissent le flux du compresseur et de dérivation d'une turbine à gaz.

- 1-9.E.3.b. « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » de l'un des éléments suivants :

1. Maquettes de souffleries équipées de capteurs sans intrusion et pourvues d'un moyen de transmission des données provenant des capteurs vers le système de saisie de données; **ou**
2. Pales d'hélice ou turbopropulseurs en matériaux « composites » capables d'absorber plus de 2 000 kW à des vitesses de vol supérieures à Mach 0,55;

- 1-9.E.3.c. « Technologie » « nécessaire » à la réalisation d'orifices de refroidissement de composants de moteurs à turbine à gaz utilisant une des « technologies » visées aux alinéas 1-9.E.3.a.1., 1-9.E.3.a.2. ou 1-9.E.3.a.5 et présentant l'un des ensembles de caractéristiques suivants :

1. Ayant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. « Aire transversale » minimale inférieure à 0,45 mm²;
 - b. « Rapport de forme d'orifice » supérieur à 4,52; **et**
 - c. « Angle d'incidence » égal ou inférieur à 25°; **ou**
2. Ayant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. « Aire transversale » minimale inférieure à 0,12 mm²;
 - b. « Rapport de forme d'orifice » supérieur à 5,65; **et**
 - c. « Angle d'incidence » supérieur à 25°;

Note :

Le paragraphe 1-9.E.3.c. ne s'applique pas à la « technologie » de réalisation d'orifices cylindriques à rayon constant qui pénètrent et ressortent directement dans les surfaces externes du composant.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.c. :

1. L'« aire transversale » est l'aire de l'orifice dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'orifice.
2. Le « rapport de forme d'orifice » est la longueur nominale de l'axe de l'orifice divisée par la racine carrée de son « aire transversale » minimale.
3. L'« angle d'incidence » est l'angle aigu mesuré entre le plan tangentiel à la surface de la voilure et l'axe de l'orifice au point où l'axe de l'orifice pénètre la surface de la voilure.
4. Les méthodes de réalisation d'orifices incluent les méthodes qui font appel à l'usinage par faisceau « laser », à l'usinage par jet d'eau, à l'usinage électrochimique (ECM) ou par des machines à décharge électrique (EDM).

1-9.E.3.d. « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » de systèmes de transmission d'énergie d'hélicoptères ou d'« aéronef » à voilure basculante ou à rotor basculant;

1-9.E.3.e. « Technologie » pour le « développement » ou la « production » de systèmes de propulsion de véhicules terrestres à moteur diesel alternatif présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. « Volume parallélépipédique » égal ou inférieur à 1,2 m³;
2. Puissance de sortie globale supérieure à 750 kW fondée sur la norme CEE/80/1269 ou sur la norme ISO 2534 ou leurs équivalents nationaux; **et**
3. Puissance volumique supérieure à 700 kW/m³ de « volume parallélépipédique »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.e., le « volume parallélépipédique » est défini comme le produit de trois dimensions perpendiculaires mesurées de la façon suivante :

Longueur : La longueur du vilebrequin de la bride avant à la face du volant;

Largeur : La plus grande de l'une des dimensions suivantes :

- a. Dimension extérieure de cache-soupapes à cache-soupapes;
- b. Dimension des arêtes extérieures des culasses; **ou**
- c. Diamètre du carter du volant;

Hauteur : La plus grande de l'une des dimensions suivantes :

- a. Dimension de l'axe du vilebrequin à la surface du cache-soupapes (ou de la culasse) plus deux fois la course; **ou**
- b. Diamètre du carter du volant.

- 1-9.E.3.f. « Technologie » « nécessaire » à la « production » de composants spécialement conçus pour « moteurs diesels à haute performance », comme suit :
1. « Technologie » « nécessaire » à la « production » de moteurs comprenant tous les composants suivants, employant des matériaux céramiques visés au paragraphe 1-1.C.7. :
 - a. Chemises de cylindres;
 - b. Pistons;
 - c. Culasses; **et**
 - d. Un ou plusieurs autres composants (y compris les orifices d'échappement, les turbocompresseurs, les guides de soupapes, les ensembles de soupapes ou les injecteurs de carburant isolés);
 2. « Technologie » « nécessaire » à la « production » de systèmes de turbocompression à un étage de compression et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Fonctionnant à des taux de compression de 4:1 ou plus;
 - b. Débit massique dans la gamme de 30 à 130 kg par minute; **et**
 - c. Surface d'écoulement variable dans le compresseur ou la turbine;
 3. « Technologie » « nécessaire » à la « production » de systèmes d'injection de carburant, ayant une capacité multi-carburant spécialement conçue (par exemple gazole ou propergol) couvrant une gamme de viscosité allant de celle du gazole (2,5 cSt à 310,8 K (37,8°C)) à celle de l'essence (0,5 cSt à 310,8 K (37,8°C)) et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Quantité injectée dépassant 230 mm³ par injection par cylindre; **et**
 - b. Moyens de commande électronique des caractéristiques du régulateur de commutation spécialement conçus pour fournir automatiquement un couple constant, quelles que soient les propriétés du carburant, grâce à des capteurs appropriés;
- 1-9.E.3.g. « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » de « moteurs diesels à haute performance » pour la lubrification des parois des cylindres, par pellicule liquide, solide ou en phase gazeuse (ou combinaisons de celles-ci) et permettant de fonctionner à des températures supérieures à 723 K (450°C), mesurées sur la paroi du cylindre à l'extrémité supérieure de la course du segment le plus élevé du piston;
- 1-9.E.3.h. « Technologie » pour les « systèmes FADEC » de moteurs à turbine à gaz, comme suit :
1. « Technologie » de « développement » permettant de dériver les exigences fonctionnels des composants nécessaires pour que le « Système FADEC » puisse régler la poussée du moteur ou la puissance sur l'arbre (p. ex., constantes de temps et précisions des capteurs de rétroaction, taux d'ouverture de robinet à carburant);
 2. « Technologie » de « développement » ou de « production » pour les composants de commande et de diagnostic exclusifs au « système FADEC » et servant à régler la poussée du moteur ou la puissance sur l'arbre;
 3. « Technologie » de « développement » des algorithmes de lois de commande, y compris le « code source », exclusif au « Système FADEC » et servant à régler la poussée du moteur ou la puissance sur l'arbre;

Note :

L'alinéa 1-9.E.3.h. ne s'applique pas aux données techniques liées à l'intégration moteur-« aéronef » requises par les autorités de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar afin qu'elles soient publiées à l'usage général des compagnies aériennes (p. ex., les manuels d'installation, les instructions d'exploitation, les instructions pour le maintien de la navigabilité) ou les fonctions d'interface (p. ex., traitement des entrées/sorties, poussée sur la cellule ou demande appliquée à l'arbre).

- 1-9.E.3.i « Technologie » pour les moteurs à turbine à gaz avec systèmes à veine réglable conçus en vue de maintenir la stabilité du moteur pour les turbines de générateur, les turbines de soufflante ou de travail, ou les tuyères d'éjection, comme suit :
1. « Technologie » de « développement » pour calculer les exigences fonctionnelles des composants qui maintiennent la stabilité du moteur;
 2. « Technologie » de « développement » ou de « production » pour les composants exclusifs au système à veine réglable et qui maintiennent la stabilité du moteur;
 3. « Technologie » de « développement » des algorithmes de lois de commande, y compris le « code source », exclusifs au système à veine réglable et qui maintiennent la stabilité du moteur;

Note :

L'alinéa 1-9.E.3.i. ne vise pas la « technologie » pour les éléments suivants :

- a. Les aubages directeurs;
- b. Les soufflantes à pas variable;
- c. Les aubes directrices d'entrée variables;
- d. Les vannes de décharge pour compresseurs; **ou**
- e. Les géométries de veine réglables pour l'inversion de poussée.

- 1-9.E.3.j. « Technologie » « nécessaire » pour le « développement » de systèmes de repliage des ailes pour les « aéronefs » à voilure fixe équipés de moteurs à turbine à gaz.

N.B. :

Pour la « technologie » « nécessaire » pour le « développement » de systèmes de repliage des ailes pour les « aéronefs » à voilure fixe visés par le paragraphe 2-10., voir 2-22.

- 1-9.E.3.k. « Technologie », non visée aux alinéas 1-9.E.3.a., 1-9.E.3.h., ou 1-9.E.3.i., « nécessaire » au « développement » de l'un des composants ou systèmes suivants, spécialement conçus pour les moteurs à turbine à gaz aéronautiques afin de permettre à l'« aéronef » de voler en croisière à une vitesse égale ou supérieure à Mach 1 pendant plus de 30 minutes :
1. Systèmes d'admission de propulsion;
 2. Systèmes d'échappement de propulsion;
 3. « Systèmes de réchauffe »;
 4. « Systèmes de gestion thermique actif » pour le conditionnement des fluides utilisés pour la lubrification ou le refroidissement des « supports de rotor de moteur »;
 5. « Supports de rotor de moteur » secs (exempt d'huile); **ou**
 6. Systèmes pour éliminer la chaleur de la trajectoire des gaz du noyau central du « système de compression ».

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.k. :

1. *Les systèmes d'admission de propulsion comprennent les prérefroidisseurs de la trajectoire du noyau central.*
2. *Les « systèmes de réchauffe » fournissent une poussée additionnelle grâce à la combustion du carburant dans l'échappement et/ou la trajectoire de dérivation en aval du dernier étage des turbomachines. Les « systèmes de réchauffe » sont également appelés des chambres de postcombustion.*
3. *Les « systèmes de gestion thermique actifs » utilisent d'autres méthodes que le refroidissement passif huile-air ou huile-carburant, comme les systèmes à cycle de vapeur.*
4. *Le « système de compression » est tout étage ou toute combinaison d'étages entre la paroi d'admission du moteur et la chambre de combustion qui augmente la pression de la trajectoire du gaz au moyen d'un travail mécanique.*
5. *Un « support de rotor de moteur » est le palier qui soutient l'arbre du moteur principal entraînant le système de compression ou les rotors de turbine.*

N.B. 1 :

Pour la technologie de commande de moteurs, voir l'alinéa 1-9.E.3.h.

N.B. 2 :

Pour la technologie des systèmes à veine réglable, voir l'alinéa 1-9.E.3.i.

GROUPE 2 – LISTE DE MATÉRIEL DE GUERRE

Note 1 :

Les termes entre « guillemets » sont des termes définis. Voir les définitions des termes utilisés dans les listes jointes à la présente liste. Les renvois à la « Liste de marchandises à double usage » et à la « Liste de matériel de guerre » dans les groupes 1 et 2 se rapportent respectivement au « Groupe 1 - Liste de marchandises à double usage » et au « Groupe 2 - Liste de matériel de guerre ».

Note 2 :

Les produits chimiques sont présentés par nom et par numéro CAS. Les produits chimiques possédant la même formule développée (y compris les hydrates) sont contrôlés, quel que soit le nom ou le numéro CAS de ces produits. Les numéros CAS permettent de déterminer plus facilement si un produit chimique donné ou un mélange donné est contrôlé, et ce, indépendamment de la nomenclature. On ne peut utiliser uniquement le numéro CAS pour identifier un produit chimique, car certaines formes d'un produit chimique figurant sur la liste sont identifiées par des numéros CAS différents; de plus, des mélanges contenant un produit chimique peuvent être identifiés par des numéros CAS différents.

- 2-1. Armes à canon lisse d'un calibre de moins de 20 mm, autres armes à feu et armes automatiques d'un calibre de 12,7 mm (calibre de 0,50 pouces) ou moins et accessoires, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

(Toutes destinations)

- a. Fusils et armes à calibres mixtes, armes de poing, mitrailleuses, mitraillettes et fusils à salve;

Note :

Le paragraphe 2-1.a. ne vise pas les fusils ou armes de poing, conçus spécialement pour lancer un projectile inerte propulsé par de l'air comprimé ou du CO₂ à une vitesse initiale de 152,4 m par seconde ou moins ou dont l'énergie initiale est de 5,7 joules ou moins.

- b. Armes à canon lisse;

Note :

2-1.b. ne vise pas les armes spécialement conçues pour lancer un projectile inerte propulsé par de l'air comprimé ou du CO₂ à une vitesse initiale de 152,4 m par seconde ou moins ou dont l'énergie initiale est de 5,7 joules ou moins.

- c. Armes utilisant des munitions sans douilles;
d. Accessoires conçus pour armes visées à l'alinéa 2-1.a., 2-1.b. ou 2-1.c., comme suit :

1. Chargeurs détachables;
2. Silencieux et modérateurs de son;
3. « Affûts »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-1.d.3., un « affût » est un support conçu pour fixer une arme sur un véhicule terrestre, un « aéronef », un navire ou une structure.

4. Cache-flammes;
 5. Viseurs d'armement optiques avec traitement électronique de l'image;
 6. Viseurs d'armement optiques spécialement conçus pour l'usage militaire.
- e. Autres armes à feu définies dans le *Code Criminel* de la façon suivante :
1. Toute arme à feu capable de décharger des fléchettes ou tout autre objet portant une charge ou substance électrique, y compris l'arme à feu du modèle

communément appelé Taser Public Defender ainsi que l'arme à feu du même modèle qui comporte des variantes ou qui a subi des modifications, tel que établies dans la Partie I de l'Annexe du *Règlement désignant des armes à feu, armes, éléments ou pièces d'armes, accessoires, chargeurs, munitions et projectiles comme étant prohibés ou à autorisation restreinte*;

2. Les armes à feu non visées à la catégorie 2-1.a., 2-1.b., 2-1.c. ou 2-1.e.1., conçues pour tirer un projectile à une vitesse initiale de plus de 152,4 m par seconde ou dont l'énergie initiale est de plus de 5,7 joules.

Note :

Le catégorie 2-1. ne vise pas les articles suivants :

1. *Armes à feu spécialement conçues pour munitions factices qui ne peuvent tirer des projectiles;*
2. *Armes à feu conçues spécifiquement pour lancer des projectiles reliés par fil ne comportant pas de charge explosive ou de liaison de communications à une distance inférieure ou égale à 500 m;*
3. *Les armes à feu historique tels que définis par le paragraphe (a) et (b) de la définition armes à feu historique dans la sous-section 84(1) du Code Criminel;*
4. *Les armes à canon lisse ou les armes à feu définis par le Code Criminel spécialement conçues pour un des suivants :*
 - a. *Abattage des animaux domestiques;*
 - b. *Tranquiliser des animaux;*
 - c. *Essai sismique;*
 - d. *Mise à feu de projectiles industriels; ou*
 - e. *Destruction d'Engins Explosifs Improvisés (EEI);*

N.B. :

Pour le s interrupteurs, voir l'alinéa 2-4 et 1-1.A.6. sur la Liste à double utilisation.

5. *« Armes à feu désactivées ».*

Note technique :

Aux fins de la Note 5. de l'alinéa 2-1., une « arme à feu désactivée » est une arme à feu modifiée de manière à la rendre incapable de projeter quelque projectile que ce soit selon des procédés définis par une autorité nationale d'un État participant à l'Arrangement de Wassenaar. Ces processus modifient de manière irréversible les éléments essentiels de l'arme à feu. Selon les lois et réglementations nationales, la désactivation de l'arme peut être attestée au moyen d'un certificat délivré par une autorité compétente et peut être indiquée sur l'arme à feu au moyen d'un timbre apposé sur une partie essentielle.

- 2-2. Armes à canon lisse d'un calibre égal ou supérieur à 20 mm, autres armes ou armements ayant un calibre supérieur à 12,7 mm (calibre de 0,50 pouce), lanceurs spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire et accessoires, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

- a. Canons, obusiers, mortiers, pièces d'artillerie, armes antichars, lance-projectiles, lance-flammes à usage militaire, carabines, canons sans recul et armes à canon lisse; *(Toutes destinations)*

Note 1 :

L'alinéa 2-2.a. comprend les injecteurs, les dispositifs de mesure, les réservoirs de stockage et les autres composants spécialement conçus, destiné à être utilisés avec les charges propulsives liquides pour tout équipement visé par cet article.

Note 2 :

L'alinéa 2-2.a. ne vise pas les armes à feu historique, tel que définis par le paragraphe (a) et (b) de la définition armes à feu historique dans la sous-section 84(1) du Code Criminel.

Note 3 :

2-2.a. ne vise pas les armes spécialement conçues pour un des suivants :

- a. Abattage des animaux domestiques;*
- b. Tranquilliser des animaux;*
- c. Essai sismique;*
- d. Mise à feu des projectiles industrielles; ou*
- e. Destruction des Engins Explosifs Improvisés (EEI);*

N.B. :

Pour les disrupteurs voir l'alinéa 2-4. et 1-1.A.6. sur la Liste à double utilisation.

- f. Les lance-projectiles portatifs spécialement conçus pour lancer des projectiles filoguidés dépourvus de charge explosive ou de liaison de communication, à une distance de 500 m ou moins.*
- b. Lanceurs, spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire, comme suit :
 - 1. Dispositifs de lancement d'étuis fumigènes;
 - 2. Dispositifs de lancement d'étuis lacrymogènes;
 - 3. Dispositif de lancement de cartouches ou d'appareils de « produits pyrotechniques »;*(Toutes destinations)*

Note :

L'alinéa 2-2.b. ne vise pas les pistolets de signalisation.

- c. Accessoires spécialement conçus pour les armes visées à l'alinéa 2-2.a., comme suit :
 - 1. Viseurs d'arme et supports de viseur d'arme, spécialement conçus pour l'usage militaire;
 - 2. Dispositifs de réduction de la signature;
 - 3. Montages; et
 - 4. Chargeurs amovibles.
 - d. Non utilisé depuis 2019
- 2-3. Munitions et dispositifs de réglage de fusée, et leurs composants spécialement conçus :
(Toutes destinations)
- a. Munitions pour les armes visées au paragraphe 2-1., 2-2. ou 2-12.;
 - b. Dispositifs de réglage de fusée, spécialement conçus pour les munitions visées à l'alinéa 2-3.a.

Note 1 :

Les composants spécialement conçus visés au paragraphe 2-3. comprennent :

- a. Les pièces en métal ou en plastique comme les enclumes d'amorces, les godets pour balles, les maillons, les ceintures et les pièces métalliques pour munitions;*
- b. Les dispositifs de sécurité et d'armement, les détonateurs, les capteurs et les dispositifs d'amorçage;*
- c. Les dispositifs d'alimentation à puissance de sortie opérationnelle élevée fonctionnant une seule fois;*
- d. Les étuis combustibles pour charges;*

- e. *Les sous-munitions, y compris les petites bombes, les petites mines et les projectiles à guidage terminal.*

Note 2 :

Le paragraphe 2-3.a. ne vise pas les articles suivants :

- a. *Munitions serties sans projectile (munitions à blanc);*
- b. *Munitions factices à chambre à poudre percée;*
- c. *Autres munitions factices ou sans projectile, ne comportant pas d'éléments conçus pour des munitions chargées; **ou***
- d. *Composants spécifiquement conçus pour des munitions factices ou sans charge visées, par les points a., b. ou c. de la présente Note 2.*

Note 3 :

L'alinéa 2-3.a. ne vise pas les cartouches spécialement conçues à l'une des fins suivantes :

- a. *Signalisation;*
- b. *Effarouchement des oiseaux; **ou***
- c. *Allumage de torches près de puits de pétrole.*

- 2-4. Bombes, torpilles, roquettes, missiles, autres dispositifs et charges explosifs et équipement et accessoires connexes, comme suit, spécialement conçus pour l'usage militaire, et leurs composants spécialement conçus :

N.B. 1 :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir le paragraphe 2-11.

N.B. 2 :

Pour les systèmes de protection des aéronefs contre les missiles (SPAM), voir l'alinéa 2-4.c.

- a. Bombes, torpilles, grenades, pots fumigènes, roquettes, mines, missiles, charges sous-marines, charges et dispositifs et kits de démolition, dispositifs de « produits pyrotechniques » militaires, cartouches, sous-munitions connexes et simulateurs, c'est-à-dire le matériel simulant les caractéristiques de l'un des articles suivants, spécialement conçus pour l'usage militaire;
(Toutes destinations)

Note :

L'alinéa 2-4.a. comprend :

- a. *Les grenades fumigènes, bombes incendiaires et dispositifs explosifs;*
- b. *Les tuyères de fusées ou de missiles et pointes d'ogives de corps de rentrée.*

N.B. :

Pour les grenades ou les munitions fumigènes pour les armes ou les projecteurs visés aux alinéas 2-1. ou 2-2. et les sous-munitions spécialement conçues pour les munitions, voir l'alinéa 2-3.

- b. Matériel présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Spécialement conçu pour l'usage militaire; **et**
 - 2. Spécialement conçu pour les « activités » se rapportant à l'un des éléments suivants :
 - a. Articles visés à l'alinéa 2-4.a.; **ou**
 - b. Engins Explosifs Improvisés (EEI);

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-4.b.2., le terme « activités » s'applique à la manipulation, au lancement, au pointage, au contrôle, au déchargement, à la détonation, à l'amorçage, à

l'alimentation à puissance de sortie opérationnelle fonctionnant une seule fois, au leurre, au brouillage, au dragage, à la détection, à la rupture ou à l'élimination.

Note 1 :

L'article 2-4.b. comprend :

- a. *Le matériel mobile pour la liquéfaction des gaz;*
- b. *Les câbles électriques conducteurs flottants pouvant servir au dragage des mines magnétiques.*

Note 2 :

L'alinéa 2-4.b. ne vise pas les dispositifs à main conçus exclusivement pour la détection d'objets métalliques et incapables de distinguer les mines des autres objets métalliques.

- c. **Systèmes de Protection des Aéronefs contre les Missiles (SPAM).**

Note :

L'alinéa 2-4.c. ne s'applique pas aux SPAM présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *Équipé d'un des capteurs d'avertissement de la présence de missile suivants :*
 - 1. *Capteurs passifs ayant une réponse de crête entre 100 et 400 nm; **ou***
 - 2. *Capteurs d'avertissement de la présence de missile actifs Doppler pulsés;*
- b. *Éjecteur de contre-mesures;*
- c. *Leurres qui produisent en plus d'une signature visible une signature infrarouge, pour leurrer les missiles surface-air; **et***
- d. *Installés sur des « aéronefs civils » et ayant toutes les caractéristiques suivantes :*
 - 1. *Le SPAM n'est utilisable qu'avec un aéronef civil en particulier dans lequel le SPAM est installé et pour lequel un des documents suivants a été émis :*
 - a. *Un certificat type civil émis par les autorités de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar; **ou***
 - b. *Un document équivalent reconnu par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI);*
 - 2. *Le SPAM est muni d'une protection pour prévenir un accès non autorisé au « logiciel »; **et***
 - 3. *Le SPAM comprend un mécanisme actif qui force le système à ne plus fonctionner quand il est retiré de l'« aéronef civil » dans lequel il avait été installé.*

- 2-5. **Matériel de conduite de tir, matériel de surveillance et d'avertissement, et systèmes et matériel d'essai, d'alignement et de contre-mesure connexes, comme suit, spécialement conçus pour l'usage militaire, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :**

- a. **Viseurs d'armement, calculateurs de bombardement, appareils de pointage et systèmes destinés au contrôle des armements;**
- b. **Autres matériel de conduite de tir, matériel d'alerte et d'avertissement, et systèmes connexes, comme suit :**
 - 1. **Systèmes d'acquisition, de désignation, de télémétrie, de surveillance ou de poursuite de cible;**
 - 2. **Matériel de détection, de reconnaissance ou d'identification;**
 - 3. **Matériel de fusion de données ou d'intégration de capteurs;**
- c. **Matériel de contre-mesure pour les articles visés aux alinéas 2-5.a. ou 2-5.b.;**

Note :

Aux fins de l'alinéa 2-5.c., l'équipement de contre-mesure comprend l'équipement de détection.

- d. Matériel d'essai sur le terrain ou d'alignement, spécialement conçu pour les articles visés aux alinéas 2-5.a., 2-5.b. ou 2-5.c.

2-6. Véhicules terrestres et leurs composants, comme suit :

N.B. :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir le paragraphe 2-11.

- a. Véhicules terrestres et leurs composants, spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire;

Note 1 :

L'alinéa 2-6.a. comprend :

- a. *Les chars d'assaut et les véhicules militaires armés et les véhicules militaires dotés de supports pour armes, d'équipement pour la pose de mines ou le lancement de munitions, visés à l'alinéa 2-4.;*
- b. *Les véhicules blindés;*
- c. *Les véhicules amphibies et les véhicules pouvant traverser à gué en eau profonde;*
- d. *Les véhicules de dépannage et les véhicules servant à remorquer ou à transporter des systèmes d'armes ou de munitions, et le matériel de manutention de charges connexe;*
ou
- e. *Les remorques.*

Note 2 :

La modification d'un véhicule automobile pour l'usage militaire tel que spécifié à l'alinéa 2-6.a. comprend une modification structurelle, électrique ou mécanique touchant au moins un composant spécialement conçu pour l'usage militaire. Ces composants sont entre autres les suivants :

- a. *Les enveloppes de pneumatiques à l'épreuve des balles;*
- b. *La protection blindée des parties vitales (par exemple les réservoirs à carburant ou les cabines);*
- c. *Les armatures spéciales ou les supports pour les armes;*
- d. *Les systèmes d'éclairage masqué.*

- b. Autres véhicules terrestres et composants, comme suit :

- 1. Véhicules ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Fabriqués ou équipés de matériels ou de composants assurant une protection ballistique égale ou meilleure que niveau III (NIJ 0108.01, septembre 1985), ou « normes équivalentes »;
 - b. Dotés d'une transmission assurant la propulsion par les roues avant et arrière simultanément, y compris les véhicules pourvus de roues additionnelles afin d'accroître la capacité de charge, que ces roues soient entraînées par la transmission ou non;
 - c. Ayant un poids nominal brut du véhicule (PNBV) supérieur à 4 500 kg; **et**
 - d. Conçus ou modifiés pour usage hors route;
- 2. Composants présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Spécialement conçus pour les véhicules visés à l'alinéa 2-6.b.1.; **et**
 - b. Fournissant une protection balistique égale ou meilleure que niveau III (NIJ 0108.01, septembre 1985), ou « normes équivalentes ».

N.B. :

Voir aussi l'alinéa 2-13.a.

Note 1 :

L'alinéa 2-6. ne vise pas les véhicules conçus ou modifiés pour le transport de l'argent ou des objets précieux.

Note 2 :

L'alinéa 2-6. ne s'applique pas aux véhicules qui ont toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *Ont été fabriqués avant 1946;*
- b. *Ne comportent par l'éléments précisés dans la Liste de matériel de guerre et fabriqués après 1945, à l'exception des reproduction de composants et accessoires originaux du véhicule; et*
- c. *Ne comportent pas d'armes précisées aux articles 2-1., 2-2. ou 2-4. à moins qu'ils ne puissent pas être utilisés et soient incapables de tirer des projectiles.*

2-7. Agents chimiques ou « agents biologiques », « agents anti-émeutes », substances radioactives, équipement, composantes et matériaux connexe, comme suit :

- a. « Agents biologiques » ou substances radioactives sélectionnés ou modifiés pour accroître leur efficacité dans le but de produire des pertes de vie humaines ou animales, de dégrader l'équipement ou d'endommager des récoltes ou l'environnement;
- b. Armes chimiques, comprenant :
 1. Les agents neurotoxiques :
 - a. Alkyl(méthyl, éthyl, n-propyl ou isopropyl)-phosphonofluoridates d'O-alkyle (C₁₀ ou moins, y compris le cycloalkyle), tels que :
Sarin (GB) : méthylphosphonofluoridate d'O-isopropyle (CAS 107-44-8); et
Soman (GD) : méthylphosphonofluoridate d'O-pinacolyle (CAS 96-64-0);
 - b. N,N-Dialkyl(méthyl, éthyl, n-propyl ou isopropyl) phosphoramidocyanidates d'O-alkyle (C₁₀ ou moins, y compris cycloalkyle) tels que :
Tabun (GA) : N,N-diméthylphosphoramido-cyanidate d'O-éthyle (CAS 77-81-6);
 - c. Alkyl(méthyl, éthyl, n-propyl ou isopropyl)-phosphonothiolates d'O-alkyle (H ou C₁₀ ou moins, y compris cycloalkyle) et de S-2-dialkyle (méthyle, éthyle, n-propyle ou isopropyle)-aminoéthyle, et leurs sels alkylés et protonés, tels que :
VX : méthyl phosphonothiolate d'O-éthyle et de S-2-diisopropylaminoéthyle (CAS 50782-69-9);
 2. Les agents vesicants :
 - a. Moutardes au soufre, telles que :
 1. Sulfure de 2-chloroéthyle et de chlorométhyle (CAS 2625-76-5);
 2. Sulfure de bis(2-chloroéthyle) (CAS 505-60-2);
 3. Bis(2-Chloroéthylthio)méthane (CAS 63869-13-6);
 4. 1,2-bis(2-Chloroéthylthio)éthane (CAS 3563-36-8);
 5. 1,3-bis(2-Chloroéthylthio) -n-propane (CAS 63905-10-2);
 6. 1,4-bis(2-Chloroéthylthio) -n-butane (CAS 142868-93-7);
 7. 1,5-bis(2-Chloroéthylthio) -n-pentane (CAS 142868-94-8);
 8. Oxyde de bis (2-chloroéthylthiométhyle) (CAS 63918-90-1);
 9. Oxyde de bis (2-chloroéthylthioéthyle) (CAS 63918-89-8);
 - b. Lewisites, telles que :

1. 2-Chlorovinylldichloroarsine (CAS 541-25-3);
 2. Tris(2-Chlorovinyl)arsine (CAS 40334-70-1);
 3. Bis(2-Chlorovinyl)chloroarsine (CAS 40334-69-8);
 - c. Moutardes à l'azote, telles que :
 1. HN1 : bis(2-Chloroéthyl)éthylamine (CAS 538-07-8);
 2. HN2 : bis(2-Chloroéthyl)méthylamine (CAS 51-75-2);
 3. HN3 : tris(2-Chloroéthyl)amine (CAS 555-77-1);
 3. Les agents incapacitants, tels que :
 - a. Benzilate de 3-quinuclidinyle (BZ) (CAS 6581-06-2);
 4. Les agents défoliants, tels que :
 - a. 2-Chloro-4-fluorophénoxyacétate de butyle (LNF);
 - b. Acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique (CAS 93-76-5) mélangé à de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (CAS 94-75-7) (agent orange (CAS 39277-47-9));
 - 2-7.c. Précurseurs binaires et précurseurs clés d'armes chimiques, comme suit :
 1. Difluorures d'alkyl (méthyl, éthyl, n-propyl ou isopropyl) phosphonyle, telles que :

DF : difluorure de méthylphosphonyle (CAS 676-99-3);
 2. Alkyl (méthyl, éthyl, n-propyl ou isopropyl) phosphonites de O-alkyle (H ou C₁₀ ou moins, y compris cycloalkyle) et de O-2-dialkyl (méthyl, éthyl, n-propyl ou isopropyl) aminoéthyle et leurs sels alkylés et protonés, tel que :

QL : méthylphosphonite de O-éthyle et de O-2-(diisopropylamino)éthyle (CAS 57856-11-8);
 3. Chloro sarin : méthylphosphonochloridate d'O-isopropyle (CAS 1445-76-7);
 4. Chloro soman : méthylphosphonochloridate d'O-pinacolyle (CAS 7040-57-5);
 - 2-7.d. « Agents anti-émeutes », composants chimiques actifs et combinaisons de ces derniers;
- Note 1 :**
L'alinéa 2-7.d. ne vise pas les « agents anti-émeutes » emballés individuellement et destinés à être utilisés à des fins d'auto-défense.
- Note 2 :**
L'alinéa 2-7.d. ne vise pas les composants chimiques actifs et leurs combinaisons, identifiés et emballés à des fins de production alimentaire ou à des fins médicales.
- 2-7.e. Matériel spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire, pour la dissémination des substances suivantes et de leurs composants spécialement conçus :
 1. Substances ou agents visés aux alinéas 2-7.a., 2-7.b. ou 2-7.d.; **ou**
 2. Armes chimiques fabriqués à partir de précurseurs visés à l'alinéa 2-7.c.
 - 2-7.f. Matériel de protection et de décontamination et leurs composants spécialement conçus ou modifié pour l'usage militaire, composants et mélanges de produits chimiques, comme suit :
 1. Matériel conçu ou modifié pour se défendre contre des matières spécifiées aux alinéas 2-7.a., 2-7.b. ou 2-7.d., et composants spécialement conçus pour celui-ci;

2. Matériel spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire pour la décontamination d'objets contaminés avec les substances visés aux alinéas 2-7.a. ou 2-7.b., et leurs composants spécialement conçus;
3. Mélanges de produits chimiques spécialement conçus ou formulés pour la décontamination d'objets contaminés avec les substances visées aux alinéas 2-7.a. ou 2-7.b.;

Note :

L'alinéa 2-7.f.1. comprend :

- a. Unités de conditionnement de l'air spécifiquement conçues ou modifiées pour filtrer les substances nucléaires, biologiques ou chimiques;
- b. Vêtements protecteurs.

N.B. :

Pour l'équipement protecteur et les masques à gaz civils, voir aussi l'article 1-1.A.4. de la Liste de marchandises à double usage.

- 2-7.g. Équipement spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire conçu ou modifié pour la détection ou l'identification des substances visées aux alinéas 2-7.a., 2-7.b. ou 2-7.d. et leurs composants spécialement conçus;

Note :

L'alinéa 2-7.g. ne vise pas les dosimètres personnels pour la surveillance des rayonnements.

N.B. :

Voir aussi l'alinéa 1-1.A.4. sur la Liste des marchandises à double usage.

- 2-7.h. « Biopolymères » spécialement conçus ou traités pour la détection ou l'identification d'armes chimiques visés à l'alinéa 2-7.b., et cultures de cellules spécifiques utilisées pour leur production;

Notes Techniques :

Aux fins de l'alinéa 2-7.h. :

1. « Biopolymères » sont des macromolécules biologiques, comme suit :
 - a. Enzymes pour des réactions chimiques ou biochimiques spécifiques;
 - b. Anticorps « monoclonaux », « polyclonaux » ou « anti-idiotypiques »;
 - c. « Récepteurs » spécialement conçus ou traités;
2. Les termes « anticorps anti-idiotypique » désignent un anticorps qui se fixe aux sites de fixation d'antigènes spécifiques d'autres anticorps;
3. Les termes « anticorps monoclonal » désignent une protéine qui se fixe à un site d'antigène et est produite par un seul clone de cellules;
4. Les termes « anticorps polyclonal » désignent un mélange de protéines qui se fixe à un antigène spécifique et est produit par plusieurs clones de cellules;
5. Le terme « récepteur » désigne une structure macromoléculaire biologique capable de lier des ligands et dont la liaison affecte les fonctions physiologiques.

- 2-7.i. « Biocatalyseurs » pour la décontamination ou la dégradation d'armes chimiques et leurs systèmes biologiques, comme suit :

1. « Biocatalyseurs » spécialement conçus pour la décontamination ou la dégradation d'armes chimiques visés au paragraphe 2-7.b., et produits par sélection dirigée en laboratoire ou manipulation génétique de systèmes biologiques;
2. Systèmes biologiques contenant l'information génétique particulière à la production des « biocatalyseurs » visés à l'alinéa 2-7.i.1., comme suit :
 - a. « Vecteurs d'expression »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-7.i.2.a., « vecteurs d'expression » sont des porteurs (par exemple, un plasmagène ou un virus) utilisé pour introduire un matériau génétique dans des cellules hôtes.

- b. Virus;
- c. Cultures de cellules.

Note 1 :

Les alinéas 2-7.b. et 2-7.d. ne visent pas les substances ci-après :

- a. Chlorure de cyanogène (CAS 506-77-4);
- b. Acide cyanhydrique (CAS 74-90-8);
- c. Chlore (CAS 7782-50-5);
- d. Chlorure de carbonyle (phosgène) (CAS 75-44-5);
- e. Diphosgène (chloroformiate de trichlorométhyle) (CAS 503-38-8);
- f. Non utilisé depuis 2004
- g. Xylyle bromide, ortho (89-92-9), méta (CAS 620-13-3), para (CAS 104-81-4);
- h. Bromure de benzyle (CAS 100-39-0);
- i. Iodure de benzyle (CAS 620-05-3);
- j. Bromoacétone (CAS 598-31-2);
- k. Bromure de cyanogène (CAS 506-68-3);
- l. Bromométhyléthylcétone (CAS 816-40-0);
- m. Chloroacétone (CAS 78-95-5);
- n. Iodacétate d'éthyle (CAS 623-48-3);
- o. Iodo-acétone (CAS 3019-04-3);
- p. Chloropicrine (CAS 76-06-2).

Note 2 :

Les cultures de cellules et les systèmes biologiques mentionnés aux alinéas 2-7.h. et 2-7.i.2. sont exclusifs, et ces paragraphes ne visent pas les cellules ou les systèmes biologiques destinés à des usages civils, tels que les usages agricoles, pharmaceutiques, médicaux ou vétérinaires ou ceux liés à l'environnement, au traitement des déchets ou à l'industrie alimentaire.

2-8. « Matériel énergétique » et substances connexes, comme suit :

N.B. 1 :

Voir aussi l'alinéa 1-1.C.11. de la liste de marchandises à double usage.

N.B. 2 :

Pour les charges et les dispositifs, voir 2-4. et 1-1.A.8. de la Liste des marchandises à double usage.

Note :

Toute substance spécifiée dans les sous-sections de 2-8. est visée par la présente liste, même si elle est utilisée pour une application autre que celles mentionnées (p. ex. le TAGN est principalement utilisé comme explosif, mais peut aussi être utilisé comme carburant ou agent oxydant).

Notes techniques :

1. *Aux fins du paragraphe 2-8., à l'exception de 2-8.c.11 et de 2-8.c.12., on entend par « mélange » une composition d'au moins deux substances dont au moins une est spécifiée dans les sous-sections de 2-8.*
2. *Aux fins du paragraphe 2-8., la taille des particules est le diamètre moyen des particules sur la base du poids ou du volume. Des normes internationales ou des normes nationales*

équivalentes seront utilisées pour l'échantillonnage et la détermination de la taille des particules.

- 2-8.a. Les « explosifs » suivants et leurs « mélanges » :
1. ADNBF (aminodinitrobenzofuroxane ou 7-amino-4,6-dinitrobenzofurazane-1-oxyde) (CAS 97096-78-1);
 2. BNCP (perchlorate de cis-bis (5-nitrotétrazolato)-penta-amine-cobalt (III)) (CAS 117412-28-9);
 3. CL-14 (ou diamino-dinitrobenzofuroxane ou 5,7-diamino-4,6-dinitrobenzofurazane-1-oxyde) (CAS 117907-74-1);
 4. CL-20 (HNIW ou hexanitrohexaazaisowurtzitane) (CAS 135285-90-4); chlathrates de CL-20 (voir aussi les alinéas 2-8.g.3. et g.4. pour leurs « précurseurs »);
 5. PC (perchlorate de 2-(5-cyanotétrazolato)-penta-amine-cobalt (III)) (CAS 70247-32-4);
 6. DADE (1,1-diamino-2,2-dinitroéthylène, FOX-7) (CAS 145250-81-3);
 7. DATB (diaminotrinitrobenzène) (CAS 1630-08-6);
 8. DDFP (1,4-dinitrodifurazanopipérazine);
 9. DDPO (2,6-diamino-3,5-dinitropyrazine-1-oxyde, PZO) (CAS 194486-77-6);
 10. DIPAM (3,3'-diamino-2,2',4,4',6,6'-hexanitrobiphényle ou dipicramide) (CAS 17215-44-0);
 11. DNGU (DINGU ou dinitroglycolurile) (CAS 55510-04-8);
 12. Furazanes comme suit :
 - a. DAAOF (DAAF, DAAFox, ou diaminoazoxyfurazane);
 - b. DAAzF (diaminoazofurazane) (CAS 78644-90-3);
 13. HMX et dérivés (voir aussi l'alinéa 2-8.g.5. pour leurs « précurseurs ») :
 - a. HMX (cyclotétraméthylènetétranitramine, octahydro-1,3,5,7-tétranitro-1,3,5,7-tétrazine, 1,3,5,7-tétranitro-1,3,5,7-tétraza-cyclooctane, octogen ou octogène) (CAS 2691-41-0);
 - b. Analogues difluoroaminés du HMX;
 - c. K-55 (2,4,6,8-tétranitro-2,4,6,8-tétraza-bicyclo-[3,3,0]- octan-3-one ou HMX céto-bicyclique) (CAS 130256-72-3);
 14. HNAD (hexanitroadamantane) (CAS 143850-71-9);
 15. HNS (hexanitrostilbène) (CAS 20062-22-0);
 16. Imidazoles comme suit :
 - a. BNNII (octahydro-2,5-bis(nitroimino)imidazo [4,5-d]imidazole);
 - b. DNI (2,4-dinitroimidazole) (CAS 5213-49-0);
 - c. FDIA (1-fluoro-2,4-dinitroimidazole);
 - d. NTDNIA (N-(2-nitrotriazolo)-2,4-dinitroimidazole);
 - e. PTIA (1-picryl-2,4,5-trinitroimidazole);
 17. NTNMH (1-(2-nitrotriazolo)-2-dinitrométhylènehydrazine);
 18. NTO (ONTA ou 3-nitro-1,2,4-triazol-5-one) (CAS 932-64-9);
 19. Polynitrocubanes comportant plus de 4 groupes nitro;
 20. PYX (2,6-bis(picrylamino)-3,5-dinitropyridine) (CAS 38082-89-2);
 21. RDX et dérivés, comme suit :

- a. RDX (cyclotriméthylènetrinitramine, cyclonite, T4, hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine, 1,3,5-trinitro-1,3,5-triaza-cyclohexane, hexogen ou hexogène) (CAS 121-82-4);
 - b. Céto-RDX (K-6 ou 2,4,6-trinitro-2,4,6-triazacyclo-hexanone) (CAS 115029-35-1);
22. TAGN (nitrate de triaminoguanidine) (CAS 4000-16-2);
23. TATB (triaminotrinitrobenzène) (CAS 3058-38-6) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.7. pour ses « précurseurs »);
24. TEDDZ (3,3,7,7-tétrabisis(difluoroamine)-octahydro-1,5-dinitro-1,5-diazocine);
25. Tétrazoles comme suit :
 - a. NTAT (nitrotriazol aminotétrazole);
 - b. NTNT (1-N-(2-nitrotriazolo)-4-nitrotétrazole);
26. Tétryl (trinitrophénylméthylnitramine) (CAS 479-45-8);
27. TNAD (1,4,5,8-tétranitro-1,4,5,8-tétraazadécaline) (CAS 135877-16-6) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.6. pour ses « précurseurs »);
28. TNAZ (1,3,3-trinitroazétidine) (CAS 97645-24-4) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.2. pour ses « précurseurs »);
29. TNGU (SORGUYL ou tétranitroglycolurite) (CAS 55510-03-7);
30. TNP (1,4,5,8-tétranitro-pyridazino[4,5-d]pyridazine) (CAS 229176-04-9);
31. Triazines comme suit :
 - a. DNAM (2-oxy-4,6-dinitroamino-s-triazine) (CAS 19899-80-0);
 - b. NNHT (2-nitroimino-5-nitro-hexahydro-1,3,5-triazine) (CAS 130400-13-4);
32. Triazoles comme suit :
 - a. 5-azido-2-nitrotriazole;
 - b. ADHTDN (4-amino-3,5-dihydrazino-1,2,4-triazole dinitramide) (CAS 1614-08-0);
 - c. ADNT (1-amino-3,5-dinitro-1,2,4-triazole);
 - d. BDNTA ((bis-dinitrotriazole)amine);
 - e. DBT (3,3'-dinitro-5,5-bis-1,2,4-triazole) (CAS 30003-46-4);
 - f. DNBT (dinitrobistriazole) (CAS 70890-46-9);
 - g. Non utilisé depuis 2010
 - h. NTDNT (1-N-(2-nitrotriazolo) 3,5-dinitrotriazole);
 - i. PDNT (1-picryl-3,5-dinitrotriazole);
 - j. TACOT (tétranitrobenzotriazolobenzotriazole) (CAS 25243-36-1);
33. « Explosifs » non énumérés ailleurs à l'alinéa 2-8.a. et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Vitesse de détonation supérieure à 8 700 m/s à une densité maximale; **ou**
 - b. Pression de détonation supérieure à 34 GPa (340 kbars);
34. Non utilisé depuis 2013
35. DNAN (2,4-dinitroanisole) (CAS 119-27-7);
36. TEX (4,10-Dinitro-2,6,8,12-tétraoxa-4,10-diazaaisowurtzitane);
37. GUDN (guanylurée dinitramide) FOX-12 (CAS 217464-38-5);
38. Tétrazines comme suit :
 - a. BTAT (Bis (2,2,2-trinitroethyl) -3,6-diaminotetrazine);

- b. LAX-112 (3,6-diamino-1,2,4,5-tétrazine-1,4-dioxyde);
- 39. Matériaux ioniques énergétiques fondant entre 343 K (70°C) et 373 K (100°C) et ayant une vitesse de détonation dépassant 6800 m/s ou une pression de détonation dépassant 18 GPa (180 kbar);
- 40. BTNEN (Bis(2,2,2- trinitroéthyl)-nitramine) (CAS 19836-28-3);
- 41. FTDO (5,6-(3',4'-furazane)- 1,2,3,4-tétrazine-1,3-dioxyde);
- 42. EDNA (N,N'-Dinitroéthylènediamine) (CAS 505-71-5);
- 43. TKX-50 (Dihydroxylammonium 5,5'-bistetrazole-1,1'-diolate);

Note :

2-8.a. inclut les « cocristaux explosifs ».

Note technique :

Aux fins de la Note de l'alinéa 2-8.a., un « cocrystal explosif » est un matériau solide composé d'un agencement ordonné tridimensionnel composé de deux molécules explosives ou plus, dont au moins une molécule est spécifiée au paragraphe 2-8.a.

- 2-8.b. « Propergols » comme suit :
 - 1. Tout « propergol » solide ayant une impulsion spécifique théorique (dans des conditions standards) de plus de :
 - a. 240 s pour les « propergols » non métallisés et non halogénés;
 - b. 250 s pour les « propergols » non métallisés et halogénés; **ou**
 - c. 260 s pour les « propergols » métallisés;
 - 2. Non utilisé depuis 2013
 - 3. Propergols possédant une constante de force supérieure à 1 200 kJ/kg;
 - 4. Propergols pouvant maintenir un taux de combustion en régime continu de plus de 38 mm/s dans des conditions normales (mesuré sous la forme d'un seul brin inhibé), soit pression de 68,9 MPa (68,9 bars) et température de 294 K (21°C);
 - 5. Propergols double base, moulés, modifiés par un élastomère (EMCDB), dont l'allongement à la contrainte maximale est supérieur à 5 % à 233 K (-40°C);
 - 6. Tout propergol contenant des substances énumérées à l'alinéa 2-8.a.;
 - 7. Propergols non visés ailleurs dans la Liste de matériel de guerre et spécialement conçus pour l'usage militaire;
- 2-8.c. « Produits pyrotechniques », carburants et substances connexes, et « mélanges » de ces substances, comme suit :
 - 1. Carburants pour « aéronefs » spécialement formulés à des fins militaires;

Note 1 :

L'alinéa 2-8.c.1. ne s'applique pas aux carburants suivants pour « aéronef » : JP-4, JP-5 et JP-8.

Note 2 :

Les carburants pour « aéronefs » visés au paragraphe 2-8.c.1 sont des produits finis et non leurs composantes.

- 2. Alane (hydrure d'aluminium) (CAS 7784-21-6);
- 3. Boranes, comme suit, et leurs dérivés :
 - a. Carboranes;
 - b. Homologues du borane, comme suit :
 - 1. Décaborane (14) (CAS 17702-41-9);
 - 2. Pentaborane (9) (CAS 19624-22-7);

3. Pentaborane (11) (CAS 18433-84-6);
4. Hydrazine et ses dérivés, comme suit (voir aussi les alinéas 2-8.d.8. et 2-8.d.9. pour les dérivés oxydants de l'hydrazine):
 - a. Hydrazine (CAS 302-01-2) à des concentrations de 70 % ou plus;
 - b. Monométhylhydrazine (CAS 60-34-4);
 - c. Diméthylhydrazine symétrique (CAS 540-73-8);
 - d. Diméthylhydrazine asymétrique (CAS 57-14-7);

Note :

Le paragraphe 2-8.c.4.a. ne s'applique pas aux « mélanges » d'hydrazine composés spécifiquement pour l'atténuation de la corrosion.

5. Combustibles métalliques, « mélanges » de combustibles ou « mélanges » de « produits pyrotechniques », sous formes de particules, à grains sphériques, atomisés, sphéroïdaux, en flocons ou broyés, fabriqués à partir d'une substance contenant au moins 99 % de l'un des éléments suivants :
 - a. Métaux comme suit, et « mélanges » de ceux-ci :
 1. Béryllium (CAS 7440-41-7), sous forme de particules de taille égale ou inférieure à 60 µm;
 2. Poudre de fer (CAS 7439-89-6), sous forme de particules de taille égale ou inférieure à 3 µm, obtenue par réduction de l'oxyde de fer par l'hydrogène;
 - b. « Mélanges » contenant l'un des éléments suivants :
 1. Zirconium (CAS 7440-67-7), magnésium (CAS 7439-95-4) et alliages de ces métaux, sous forme de particules de taille inférieure à 60 µm;
ou
 2. Carburants à base de bore (CAS 7440-42-8) ou de carbure de bore (CAS 12069-32-8) d'un degré de pureté d'au moins 85 %, sous forme de particules de taille de moins de 60 µm;

Note 1 :

Le paragraphe 2-8.c.5. s'applique aux « explosifs » et aux carburants, que les métaux ou alliages soient ou non encapsulés dans l'aluminium, le magnésium, le zirconium ou le béryllium.

Note 2 :

Le paragraphe 2-8.c.5.b. s'applique seulement aux carburants métal sous forme de particules lorsqu'ils sont mélangés avec d'autres substances pour former un « mélange » formulé à des fins militaires comme des boues de « propergols » liquides, des « propergols » solides ou des « mélanges » de « produits pyrotechniques ».

Note 3 :

Le paragraphe 2-8.c.5.b.2. ne s'applique pas au bore et au carbure de bore enrichis de bore 10 (20 % ou plus de teneur en bore 10).

6. Matières pour usage militaire comprenant des épaississants pour combustibles hydrocarbonés, spécialement formulés pour les lance-flammes ou les munitions incendiaires, notamment les stéarates de métal (p. ex. octal, CAS 637-12-7) ou palmitates;
7. Perchlorates, chlorates et chromates, formés avec une poudre métallique ou avec d'autres composants de combustibles à haute énergie;

8. Poudre d'aluminium à grains sphériques ou sphéroïdaux (CAS 7429-90-5) constituée de particules de 60 µm ou moins, fabriquée à partir d'une substance contenant au moins 99 % d'aluminium;
9. Sous-hydrure de titane (TiH_n) de stœchiométrie équivalente à n = 0,65-1,68;
10. Combustibles liquides à haute densité d'énergie qui ne sont pas précisés au paragraphe 2-8.c.1, comme suit :
 - a. Combustibles mixtes, qui intègrent des combustibles liquides et solides (par exemple, bouillie de bore), ayant une densité d'énergie basée sur la masse de 40 MJ/kg ou plus;
 - b. Autres combustibles et additifs à haute densité d'énergie (par exemple, cubane, solutions ioniques, carburants JP-7 et JP-10), ayant une densité d'énergie en fonction du volume de 37,5 GJ par mètre cube ou plus, mesurée à 293 K (20°C) et pression d'atmosphère (101,325 kPa);

Note :

Le paragraphe 2-8.c.10.b. ne vise pas les combustibles fossiles raffinés ou les biocarburants, ou les carburants pour moteurs certifiés pour une utilisation en aviation civile.

11. « Produits pyrotechniques » et matières pyrophoriques comme suit :
 - a. « Produits pyrotechniques » ou matières pyrophoriques spécifiquement formulées pour améliorer ou contrôler la production d'énergie rayonnée en n'importe quelle partie du spectre IR;
 - b. Mélanges de magnésium, de polytétrafluoroéthylène (PTFE) et d'un copolymère de difluorure de vinylidène-hexafluoropropylène (p. ex., MTV) ;
12. Mélanges de carburant, mélanges de « produits pyrotechniques », ou « matériaux énergétiques » non visés ailleurs dans la liste 2-8., présentant toutes les suivantes :
 - a. Contenant plus de 0,5 % de particules d'une des suivantes :
 1. Aluminium;
 2. Béryllium;
 3. Bore;
 4. Zirconium;
 5. Magnésium; **ou**
 6. Titane;
 - b. Particules visées à l'alinéa 2-8.c.12.a. avec une taille inférieure à 200 nm dans tous les sens; **et**
 - c. Particules visées à l'alinéa 2-8.c.12.a. avec une teneur en métal de 60 % ou plus;

Note :

L'alinéa 2-8.c.12 comprend les thermites.

- 2-8.d. Agents oxydants comme suit, et « mélanges » de ceux-ci :
 1. ADN (Dinitramide d'ammonium ou SR 12) (CAS 140456-78-6);
 2. AP (perchlorate d'ammonium) (CAS 7790-98-9);
 3. Composés constitués de fluor et d'un ou plusieurs des éléments suivants :
 - a. Autres halogènes;
 - b. Oxygène; **ou**

c. Azote;

Note 1 :

L'alinéa 2-8.d.3. ne vise pas le trifluorure de chlore (CAS 7790-91-2).

Note 2 :

L'alinéa 2-8.d.3. ne vise pas le trifluorure d'azote à l'état gazeux (CAS 7783-54-2).

Note 3 :

L'alinéa 2-8.d.3. ne vise pas le pentafluorure d'iode (CAS 7783-66-6).

4. DNAD (1,3-dinitro-1,3-diazétidine) (CAS 78246-06-7);
5. HAN (nitrate d'hydroxylammonium) (CAS 13465-08-2);
6. HAP (perchlorate d'hydroxylammonium) (CAS 15588-62-2);
7. HNF (nitroformate d'hydrazinium) (CAS 20773-28-8);
8. Nitrate d'hydrazine (CAS 37836-27-4);
9. Perchlorate d'hydrazine (CAS 27978-54-7);
10. Combustibles liquides, constitués ou contenant de l'acide nitrique fumant rouge inhibé (IRFNA) (CAS 8007-58-7);

Note :

L'alinéa 2-8.d.10. ne vise pas l'acide nitrique fumant non inhibé.

2-8.e. Liants, plastifiants, monomères et polymères, comme suit :

1. AMMO (azidométhylméthoxyétane et ses polymères) (CAS 90683-29-7) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.1. pour ses « précurseurs »);
2. BAMO (3,3-bis(azidométhyl)oxétane et ses polymères) (CAS 17607-20-4) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.1. pour ses « précurseurs »);
3. BDNPA (bis (2,2-dinitropropyl)acétal) (CAS 5108-69-0);
4. BDNPF (bis (2,2-dinitropropyl)formal) (CAS 5917-61-3);
5. BTTN (trinitrate de butanetriol) (CAS 6659-60-5) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.8. pour ses « précurseurs »);
6. Monomères, plastifiants ou polymères énergétiques spécialement conçus pour l'usage militaire et contenant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Des groupes nitro;
 - b. Des groupes azido;
 - c. Des groupes nitrates;
 - d. Des groupes nitraza; **ou**
 - e. Des groupes difluoroamino;
7. FAMAO (3-difluoroaminométhyl-3-azidométhyl-oxétane) et ses polymères;
8. FEFO (bis-(2-fluoro-2,2-dinitroéthyl) formal) (CAS 17003-79-1);
9. FPF-1 (poly(2,2,3,3,4,4-hexafluoropentane-1,5-diol - formal)) (CAS 376-90-9);
10. FPF-3 (poly(2,4,4,5,5,6,6-heptafluoro-2-tri-fluorométhyl-3-oxaheptane-1,7-diol - formal));
11. GAP (poly(azoture de glycidyle)) (CAS 143178-24-9) et ses dérivés;
12. HTPB (polybutadiène terminé par un hydroxyle) ayant une fonctionnalité hydroxyle égale ou supérieure à 2,2 et inférieure ou égale à 2,4, un indice d'hydroxyle inférieur à 0,77 méq/g, et une viscosité à 30°C inférieure à 47 poises (CAS 69102-90-5);
13. Polyépichlorhydrine à fonction alcool, de faible masse moléculaire (inférieure à 10 000); comme suit :

- a. Poly(épichlorhydrinediol);
 - b. Poly(épichlorhydrinetriol);
 - 14. NENAs (composés de nitratoéthylnitramine) (CAS 17096-47-8, 85068-73-1, 82486-83-7, 82486-82-6 et 85954-06-9);
 - 15. PGN (Poly-GLYN, poly(nitrate de glycidyle)) ou poly(nitratométhoxyirane) (CAS 27814-48-8);
 - 16. Poly-NIMMO (poly(nitratométhylméthoxyétane), poly-NMMO ou (poly(3-nitratométhyl-3-méthoxyétane)) (CAS 84051-81-0);
 - 17. Polynitroorthocarbonates;
 - 18. TVOPA (1,2,3-tris[1,2-bis(difluoroamino)éthoxy] propane ou adduit de tris-vinoxy-propane) (CAS 53159-39-0);
 - 19. 4,5 diazidométhyl-2-méthyl-1,2,3-triazole (iso-DAMTR);
 - 20. PNO (Poly(3-nitrato oxétane));
 - 21. TMETN (Dinitrate de 2-méthyl-2-[(nitrooxy)méthyl]propane-1,3-diyle) (CAS 3032-55-1);
- 2-8.f. < Additifs > comme suit :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-8.f., < additifs > sont de produits employés dans la formulation d'un explosif pour améliorer ses propriétés.

- 1. Salicylate de cuivre basique (CAS 62320-94-9);
- 2. BHEGA (bis-(2-hydroxyéthyl)glycolamide) (CAS 17409-41-5);
- 3. BNO (oxyde de butadiènenitrile);
- 4. Dérivés du ferrocène comme suit :
 - a. Butacène (CAS 125856-62-4);
 - b. Catocène (2,2-bis-éthylferrocénylpropane) (CAS 37206-42-1);
 - c. Acides ferrocène-carboxyliques et esters d'acides carboxyliques ferrocène;
 - d. N-butyl-ferrocène (CAS 31904-29-7);
 - e. Autres dérivés polymériques d'adduits du ferrocène non visés ailleurs dans le paragraphe 2-8.f.4.;
 - f. Éthyl ferrocène (CAS 1273-89-8);
 - g. Propyle ferrocène;
 - h. Pentyle ferrocène (CAS 1274-00-6);
 - i. Dicyclopentyle ferrocène;
 - j. Dicyclohexyl ferrocène;
 - k. Diéthyle ferrocène (CAS 1273-97-8);
 - l. Dipropyl ferrocène;
 - m. Dibutyl ferrocène (CAS 04/08/1274);
 - n. Dihexyl ferrocène (CAS 93894-59-8);
 - o. Acétyle ferrocène (CAS 12755-2)/1,1'-ferrocène-diacétyle (CAS 1273-94-5);
- 5. Béta-résorcylate de plomb (CAS 20936-32-7) ou bêta-résorcylate de cuivre (CAS 70983-44-7);
- 6. Citrate de plomb (CAS 14450-60-3);
- 7. Chélates plomb-cuivre du bêta-résorcylate ou de salicylates (CAS 68411-07-4);
- 8. Maléate de plomb (CAS 19136-34-6);

9. Salicylate de plomb (CAS 15748-73-9);
 10. Stannate de plomb (CAS 12036-31-6);
 11. MAPO (oxyde de tris-1-(2-méthyl)aziridinylphosphine) (CAS 57-39-6); BOBBA 8 (oxyde de bis(2-méthyl-aziridinyl)-2-(2-hydroxypropanoxy)propylaminophosphine); et autres dérivés du MAPO;
 12. Méthyl-BAPO (oxyde de bis(2-méthylaziridinyl) méthylaminophosphine) (CAS 85068-72-0);
 13. N-Méthyl-p-nitroaniline (CAS 100-15-2);
 14. 3-Nitraza-1,5-diisocyanatopentane (CAS 7046-61-9);
 15. Agents de couplage organo-métalliques comme suit :
 - a. (Diallyl)oxytri(dioctyl)phosphatotitanate de néopentyle (CAS 103850-22-2); également appelé 2,2 [bis 2-propé-nolato-méthyl]butanolatotris[dioctyl]-phosphatotitane IV] (CAS 110438-25-0); ou LICA 12 (CAS 103850-22-2);
 - b. [2-Propénolato-1-méthyl-n-propanolatométhyl]-butanolato-1-tris[dioctyl]pyrophosphate de titane IV ou KR3538;
 - c. [(2-Propénolato-1-méthyl-n-propanolatométhyl)-butanolato-1-tris-(dioctyl)phosphate de titane IV];
 16. Poly(oxyde de cyanodifluoraminoéthylène);
 17. Liants comme suit :
 - a. 1,1 R,1S-trimésioyle-tris (2-éthylaziridine) (HX-868, BITA) (CAS 7722-73-8);
 - b. Amides d'aziridine polyfonctionnels possédant une structure de base isophtalique, trimésique, isocyanurique ou triméthyladipique et les substituants comportant un groupe 2-méthyl ou 2-éthyl sur le cycle aziridine;
- Note :**
L'alinéa 2-8.f.17.b. comprend :
- a. 1,1 H-isophtaloyle-bis(2-méthylaziridine) (HX-752) (CAS 7652-64-4);
 - b. 2,4,6-tris(2-éthyl-1-aziridinyle)-1,3,5-triazine (HX-874) (CAS 18924-91-9);
 - c. 1,1'-triméthyladipoyl-bis (2-éthylaziridine) (HX-877) (CAS 71463-62-2).
18. Propylèneimine ou 2-méthylaziridine (CAS 75-55-8);
 19. Oxyde ferrique superfin (Fe₂O₃) (CAS 1317-60-8) ayant une surface spécifique supérieure à 250 m²/g et des particules de tailles égales ou inférieures à 3,0 nm;
 20. TEPAN (tétraéthylène-pentamineacrylonitrile) (CAS 68412-45-3); polyamines cyanoéthylées et leurs sels;
 21. TEPANOL (tétraéthylène-pentamineacrylonitrile-glycidol) (CAS 68412-46-4); produits d'addition de polyamines cyanoéthylées avec le glycidol et ses sels;
 22. TPB (triphényl-bismuth) (CAS 603-33-8);
 23. TEPB (tris(éthoxyphényle)bismuth) (CAS 90591-48-3);
- 2-8.g. « Précurseurs » comme suit :

N.B. :

Aux fins du paragraphe 2-8.g. les renvois se rapportent aux « matériaux énergétiques » visés qui sont fabriqués à partir de ces substances.

1. BCMO (3,3-bis(chlorométhyl)oxétane) (CAS 78-71-7) (voir aussi les alinéas 2-8.e.1. et 2-8.e.2.);

2. Sel de t-butyldinitroazétidine (CAS 125735-38-8) (voir aussi l'alinéa 2-8.a.28.);
 3. Dérivés du hexaazaisowurtzitane incluant le HBIW (hexabenzylhexaazaisowurtzitane) (CAS 124782-15-6) (voir aussi le paragraphe 2-8.a.4.) et le TAIW (tétraacétyldibenzylhexaazaisowurtzitane) (CAS 182763-60-6) (voir aussi le paragraphe 2-8.a.4);
 4. Non utilisé depuis 2013
 5. TAT (1,3,5,7-tétraacétyl-1,3,5,7-tétraazacyclo-octane) (CAS 41378-98-7) (voir aussi l'alinéa 2-8.a.13.);
 6. 1,4,5,8-tétraazadécaline (CAS 5409-42-7) (voir aussi l'alinéa 2-8.a.27.);
 7. 1,3,5-trichlorobenzène (CAS 108-70-3) (voir aussi l'alinéa 2-8.a.23.);
 8. 1,2,4-trihydroxybutane (1,2,4-butanetriol) (CAS 3068-00-6) (voir aussi l'alinéa 2-8.e.5.);
 9. DADN (1,5-diacétyl-3,7-dinitro-1,3,5,7-tétraaza-cyclooctane) (voir aussi le paragraphe 2-8.a.13.);
- 2-8.h. Poudres et formes de « matière réactive », comme suit :
1. Poudres de l'un des matériaux suivants, composées de particules de taille inférieure à 250 µm dans toutes les directions et non visées ailleurs dans le paragraphe 2-8. :
 - a. Aluminium;
 - b. Niobium;
 - c. Bore;
 - d. Zirconium;
 - e. Magnésium;
 - f. Titane;
 - g. Tantale;
 - h. Tungstène;
 - i. Molybdène; **ou**
 - j. Hafnium;
 2. Formes, non visées aux paragraphes 2-3., 2-4., 2-12. ou 2-16., fabriquées à partir de poudres visées à l'alinéa 2-8.h.1.

Notes techniques :

Aux fins de l'alinéa 2-8.h. :

1. Les « matières réactives » sont conçues pour produire une réaction exothermique seulement à des taux de cisaillement élevés et aux fins d'utilisation comme revêtements ou boîtiers dans des têtes explosives.
2. Les poudres de « matières réactives » sont produites au moyen, par exemple, d'un processus de broyage à boulets à haute énergie.
3. Les formes de « matières réactives » sont produites au moyen, par exemple, du frittage sélectif au laser.

Note 1 :

Le paragraphe 2-8. ne vise pas les substances suivantes sauf si elles sont composées ou mélangées avec des « matériaux énergétiques visés au paragraphe 2-8.a. ou avec des poudres de métal visés au paragraphe 2-8.c. :

- a. Picrate d'ammonium (CAS 131-74-8);
- b. Poudre noire;
- c. Hexanitrodiphénylamine (CAS 131-73-7);
- d. Difluoroamine (CAS 10405-27-3);

- e. Nitroamidon (CAS 9056-38-6);
- f. Nitrate de potassium (CAS 7757-79-1);
- g. Tétranitronaphtalène;
- h. Trinitroanisole;
- i. Tétranitronaphtalène;
- j. Trinitroxylène;
- k. 1-méthyl-2-pyrrolidinone (N-méthyl-2-pyrrolidinone) (CAS 872-50-4);
- l. Maléate de dioctyle (CAS 142-16-5);
- m. Acrylate d'éthylhexyle (CAS 103-11-7);
- n. Triéthyl-aluminium (TEA) (CAS 97-93-8), triméthyl-aluminium (TMA) (CAS 75-24-1) et autres alkyles métalliques pyrophoriques et aryles de lithium, de sodium, de magnésium, de zinc et de bore;
- o. Nitrocellulose (CAS 9004-70-0);
- p. Nitroglycérine (ou trinitrate de glycérine, trinitroglycérine) (NG) (CAS 55-63-0);
- q. 2,4,6-trinitrotoluène (TNT) (CAS 118-96-7);
- r. Dinitrate d'éthylènediamine (EDDN) (CAS 20829-66-7);
- s. Tétranitrate de pentaérythritol (PETN) (CAS 78-11-5);
- t. Azoture de plomb (CAS 13424-46-9), styphnate de plomb normal (CAS 15245-44-0) et basique (CAS 12403-82-6), et explosifs primaires ou compositions d'amorçage contenant des azotures ou des complexes d'azotures;
- u. Dinitrate de triéthylèneglycol (TEGDN) (CAS 111-22-8);
- v. 2,4,6-trinitrorésorcinol (acide styphnique) (CAS 82-71-3);
- w. Diéthylldiphénylurée (CAS 85-98-3), diméthylldiphénylurée (CAS 611-92-7), méthyléthylldiphénylurée, [Centralites];
- x. N,N-Diphénylurée (diphénylurée asymétrique) (CAS 603-54-3);
- y. Méthyl-N,N-diphénylurée (méthyl-diphénylurée asymétrique) (CAS 13114-72-2);
- z. Éthyl-N,N-diphénylurée (éthyl-diphénylurée asymétrique) (CAS 64544-71-4);
- aa. 2-Nitrodiphénylamine (2-NDPA) (CAS 119-75-5);
- bb. 4-Nitrodiphénylamine (4-NDPA) (CAS 836-30-6);
- cc. 2,2-Dinitropropanol (CAS 918-52-5);
- dd. Nitroguanidine (CAS 556-88-7) (voir aussi le paragraphe 1-1.C.11.d. de la Liste de marchandises à double usage).

Note 2 :

Le paragraphe 2-8. ne vise pas le perchlorate d'ammonium (2-8.d.2.), le NTO (2-8.a.18.) ou le catocène (2-8.f.4.b.) et satisfaisant à toutes les conditions suivantes :

- a. Mis en forme et formulés pour être utilisés dans des dispositifs générateurs de gaz à usage civil;
- b. Composés ou mélangés avec des liants thermodurcissables ou plastifiants inactifs, et ayant une masse inférieure à 250 g;
- c. Dont la masse du matériau actif a une teneur maximale de 80 % en perchlorate d'ammonium (2-8.d.2.);
- d. Comportant 4 g ou moins de NTO (2-8.a.18.); **et**
- e. Comportant 1 g ou moins de catocène (2-8.f.4.b.).

- 2-9. Navires de guerre (de surface ou sous-marins), matériel naval spécialisé, accessoires, composants et autres navires de surface, comme suit :

N.B. :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir 2-11.

- 2-9.a. Navires et composants, comme suit :

1. Navires (de surface ou sous-marins) spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire, peu importe leur état de réparation ou de fonctionnement, et qu'ils comportent ou non des systèmes de lancement d'armes ou du blindage, et coques ou parties de coques pour de tels navires, et composants pour ceux-ci spécialement conçus pour l'usage militaire;

Note :

L'alinéa 2-9.a.1. comprend les véhicules spécialement conçus ou modifiés pour amener des plongeurs à l'endroit voulu.

2. Navires de surface, non visés à l'alinéa 2-9.a.1., présentant l'une des caractéristiques suivantes, fixé ou intégré au navire :
 - a. Armes automatiques visés en 2-1., ou armes visées en 2-2., 2-4., 2-12. ou 2-19., ou « montures » ou points durs pour des armes d'un calibre de 12,7 mm ou plus;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-9.a.2.a., on entend par « montures » des montures d'armes ou des structures de renfort pour installer des armes.

- b. Systèmes de conduite de tir visés en 2-5.;
 - c. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. « Protection chimique, biologique radiologique ou nucléaire (CBRN) »;
et
 2. « Système d'arrosage ou de lavage » conçu à des fins de décontamination; **ou**

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-9.a.2.c.2., un « système d'arrosage et de lavage » est un système de pulvérisation d'eau de mer permettant simultanément de mouiller la superstructure extérieure et les ponts d'un navire.

- d. Systèmes de contre-mesure actifs visés en 2-4.b., 2-5.c. ou 2-11.a. et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. « Protection CBRN »;
 2. Coque et superstructure, spécialement conçues pour réduire la section efficace radar;
 3. Dispositifs de réduction de la signature thermique (p.ex. système de refroidissement des gaz d'échappement), sauf ceux spécialement conçus pour accroître l'efficacité globale du groupe propulseur ou pour réduire l'impact sur l'environnement; **ou**
 4. Un système de démagnétisation conçu pour réduire la signature magnétique de tout le navire;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-9.a.2., la « protection CBRN » est un espace intérieur autonome ayant des caractéristiques telles que surpression, isolation des systèmes de ventilation, orifices de ventilation limités avec filtres CBRN et points d'accès limités comportant des sas.

- 2-9.b. Moteurs et systèmes de propulsion, comme suit, spécialement conçu pour l'usage militaire et composants de ceux-ci spécialement conçu pour l'usage militaire :
 1. Moteurs diesels spécialement conçus pour sous-marins;

2. Moteurs électriques spécialement conçus pour sous-marins et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une puissance supérieure à 0,75 MW (1 000 CV);
 - b. À renversement rapide;
 - c. Refroidis par liquide; **et**
 - d. Hermétiques;
3. Moteurs diesels présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Puissance de 37,3 kW (50 CV) ou plus; **et**
 - b. Plus de 75 % de la masse composante est « amagnétique »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-9.b.3., « amagnétique » signifie une perméabilité relative inférieure à 2.

4. Systèmes de « propulsion anaérobie » spécialement conçus pour les sous-marins;

Note :

L'alinéa 2-9.b.4. ne vise pas la propulsion nucléaire.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-9.b.4., le système de « propulsion anaérobie » permet à un sous-marin en plongée de faire fonctionner son système de propulsion, sans accès à l'oxygène atmosphérique, pendant une plus longue période que l'auraient permis les batteries.

N.B. :

Pour l'équipement pour la propulsion nucléaire, voir l'alinéa 2-9.h.

- 2-9.c. Dispositifs de détection sous-marine, spécialement conçus pour l'usage militaire, et leurs systèmes de commande et composants pour ceux-ci spécialement conçus pour l'usage militaire;
- 2-9.d. Filets anti-sous-marins et filets anti-torpilles, spécialement conçus pour l'usage militaire;
- 2-9.e. Non utilisé depuis 2003
- 2-9.f. Pénétrateurs de coques et connecteurs, spécialement conçus pour l'usage militaire, permettant une interaction avec du matériel extérieur à un navire, et composants de ceux-ci spécialement conçus pour l'usage militaire;

Note 1 :

Le paragraphe 2-9.f. comprend les connecteurs pour navires de types à conducteur simple, à multiconducteur, coaxiaux ou à guides d'ondes et les pénétrateurs de coque, capables de résister à des fuites provenant de l'extérieur et de conserver les caractéristiques requises à des profondeurs sous-marines de plus de 100 m, ainsi que les connecteurs à fibres optiques et les pénétrateurs de coque optiques spécialement conçus pour la transmission de faisceau « laser » quelle que soit la profondeur.

Note 2 :

L'alinéa 2-9.f. ne vise pas les pénétrateurs de coque ordinaires pour l'arbre de propulsion et la tige de commande hydrodynamique.

- 2-9.g. Roulements silencieux présentant l'une des caractéristiques suivantes, composants de ceux-ci et équipement contenant de tels roulements, spécialement conçus pour l'usage militaire :
 1. Suspension à gaz ou magnétique;

2. Contrôles actifs de la signature; **ou**
 3. Contrôles de la suppression des vibrations;
- 2-9.h. Équipement de génération d'énergie ou de propulsion nucléaire, spécialement conçu pour les navires visés à l'alinéa 2-9.a. et leurs composants spécialement conçus ou « modifiés » pour l'usage militaire;

Note technique

Aux fins de l'alinéa 2-9.h., le terme « modifié » désigne tout changement structural, électrique, mécanique ou autre permettant de donner à un article non militaire des capacités militaires équivalentes à celles d'un article spécialement conçu pour l'usage militaire.

Note :

L'alinéa 2-9.h. comprend les « réacteurs nucléaires ».

- 2-10. « Aéronefs », « véhicules plus légers que l'air », « véhicules aériens sans équipage » (« VAE »), moteurs aéronautiques, « véhicules suborbitaux » et matériel d'« aéronef », matériel connexe et composants, comme suit, spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire :

N.B. :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir 2-11.

- a. « Aéronefs » et « véhicules plus légers que l'air » pilotés, et leurs composants spécialement conçus;

Note 1 :

Le paragraphe 2-10.a. ne vise pas les « aéronefs » et les « véhicules plus légers que l'air » ou les variantes de ces « aéronefs », spécialement conçus pour l'usage militaire et qui présentent toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *N'est pas un « aéronefs » de combat;*
- b. *Ne sont pas configurés pour l'usage militaire ni dotés d'équipement spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire; et*
- c. *Ont été certifiés pour un usage civil par les autorités de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar.*

Note 2 :

Le paragraphe 2-10.a. ne s'applique pas aux « aéronefs » ou « véhicules plus légers que l'air » qui satisfont toutes les conditions suivantes :

- a. *Ont été fabriqués initialement avant 1946;*
 - b. *Ne comportent pas d'articles visé par la Liste de matériel de guerre, à moins que ces articles soient requis pour satisfaire les normes de sécurité et de navigabilité des autorités de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar; et*
 - c. *Ne comportent pas d'armement visé à la Liste du matériel de guerre, à moins qu'ils ne soient pas en état de fonctionner et ne peuvent être remis en service.*
- b. Non utilisé depuis 2011
 - c. « Aéronefs » et « véhicules plus légers que l'air » non habités, et matériel connexe, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :
 1. « VAE », y compris les véhicules aériens téléguidés (VTG), les véhicules autonomes programmables et les « véhicules plus légers que l'air » non habités;
 2. Lanceurs, équipement de récupération et matériel d'appui au sol;
 3. Équipements de commande ou de contrôle;
 - d. Moteurs aéronautiques propulsifs et leurs composants spécialement conçus;

Note :

Le paragraphe 2-10.d. ne vise pas :

- a. *Les moteurs aéronautiques conçus ou modifiés pour l'usage militaire et certifiés par les autorités de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États participant à l'Arrangement de Wassenaar en vue de l'emploi dans des « aéronefs civils », ou leurs composants spécialement conçus;*
- b. *Les moteurs à mouvement alternatif ou leurs composants spécialement conçus, sauf ceux spécialement conçus pour les « VAE »;*
- c. *Les moteurs aéronautiques propulsifs qui ont été fabriqués initialement avant 1946.*
- e. Équipement d'avitaillement spécialement conçu ou modifié pour un des articles suivants et leurs composants spécialement conçus;
 1. « Aéronefs » visés à l'alinéa 2-10.a.; **ou**
 2. « Aéronefs » non habités visés à l'alinéa 2-10.c.;
- f. Équipement au sol, spécialement conçu pour les « aéronefs » visés à l'alinéa 2-10.a. ou pour les moteurs aéronautiques visés à l'alinéa 2-10.d.;

Note 1 :

Le paragraphe 2-10.f. comprend l'équipement d'avitaillement sous pression et l'équipement conçu pour faciliter les opérations dans des aires confinées, y compris l'équipement situé à bord d'un navire.

Note 2 :

L'alinéa 2-10.f. ne vise pas :

1. *Les barres de remorquage;*
2. *Les tapis et housses de protection;*
3. *Les échelles, les marches et les plateformes;*
4. *Les chaumards, les saisines et l'équipement d'arrimage.*
- g. Équipement de survie d'équipage, équipement de sûreté d'équipage et autres dispositifs d'évacuation d'urgence, non visés à l'alinéa 2-10.a., conçu pour les « aéronefs » visés à l'alinéa 2-10.a. ou les « véhicules suborbitaux » visé à l'alinéa 2-10.j.;

Note :

L'alinéa 2-10.g. ne vise pas les casques d'aviation qui ne comportent pas d'équipements visé par la Liste du matériel de guerre ou des supports pour de tels matériels.

N.B. :

Pour les casques, voir aussi l'alinéa 2-13.c.

- h. Parachutes et parapentes et équipement connexe comme suit, et leurs composants spécialement conçus :
 1. Parachutes de fret ou de personnel;

N.B. :

Pour les autres parachutes militaires, voir l'entrée correspondante de la Liste de matériel de guerre.

2. Parapantes;
3. Équipement spécialement conçu pour les personnes faisant du parachutisme en haute altitude;

Note :

L'alinéa 2-10.h.3. comprend les costumes, les casques spéciaux, les appareils pour respirer, et l'équipement de navigation.

- i. Équipement à ouverture commandée ou systèmes de pilotage automatique pour charges parachutées;
- j. « Véhicules suborbitaux » et équipements connexes, comme suit, et leurs composants spécialement conçus ou modifiés :
 - 1. « Véhicules suborbitaux »;
 - 2. Équipement de lancement, équipement de récupération et matériel d'appui au sol;
 - 3. Équipements de commande ou de contrôle.

Note 1 :

Aux fins des paragraphes 2-10.a., 2-10.d. et 2-10.j., portant sur les composants spécialement conçus pour des « aéronefs » non militaires, moteurs aéronautiques, ou « véhicules suborbitaux » modifiés pour l'usage militaire et le matériel connexe, seuls sont visés les composants militaires et le matériel connexe militaire nécessaires à la modification.

Note 2 :

Aux fins du paragraphe 2-10.a. et 2-10.j., l'usage militaire inclut : le combat, la reconnaissance militaire, l'assaut, l'entraînement militaire, le soutien logistique et le transport et le parachutage de troupes ou d'équipement militaire.

- 2-11. Matériel électronique, « engins spatiaux » et composants non visés ailleurs dans la Liste de matériel de guerre, comme suit :

- a. Matériel électronique spécialement conçu pour l'usage militaire et ses composants spéciaux :

Note :

L'article 2-11.a. comprend :

- a. *Le matériel de contre-mesures électroniques et de contre-contre-mesures électroniques (à savoir, le matériel conçu pour introduire des signaux étrangers ou erronés dans un radar ou dans des récepteurs de radio-communications ou pour entraver de toute autre manière la réception, le fonctionnement ou l'efficacité des récepteurs électroniques de l'adversaire, y compris son matériel de contre-mesures), comprenant le matériel de brouillage et d'anti-brouillage;*
- b. *Les tubes à agilité de fréquence;*
- c. *Les systèmes ou le matériel électroniques conçus soit pour surveiller ou contrôler le spectre électromagnétique pour le renseignement militaire ou la sécurité, soit pour s'opposer à ce type de contrôle et de surveillance;*
- d. *Le matériel de contre-mesures sous-marin y compris le matériel de brouillage et les leurres acoustiques et magnétiques conçu pour introduire des signaux étrangers ou erronés dans des récepteurs sonar;*
- e. *Le matériel assurant la sécurité du traitement des données, la sécurité des données et la sécurité des voies de transmission et de signalisation, grâce à une fonctionnalité cryptographique;*
- f. *Le matériel d'identification, d'authentification et de chargement de clé et le matériel de gestion, de fabrication et de distribution de clé;*
- g. *Le matériel de guidage et de navigation;*
- h. *Équipement numérique de radiocommunications à diffusion troposphérique;*
- i. *Démodulateurs numériques spécialement conçus pour le renseignement d'origine électromagnétique;*
- j. *« Systèmes de commande et de contrôle automatisé ».*

Note technique :

Aux fins de la Note j. de l'alinéa 2-11.a., les « systèmes de commande et de contrôle automatisé » sont les systèmes électroniques, à travers laquelle les informations

essentielles au fonctionnement efficace du groupement, de grandes formations, la formation tactique, unité, navire, sous-unité ou d'armes sous le commandement est entré, traités et transmis. Ce résultat est obtenu par l'utilisation de l'ordinateur et d'autres matériel spécialisé destiné à soutenir les fonctions de commandement militaire et l'organisation de contrôle. Les principales fonctions d'un système d'information et de commandement sont : la collecte automatisée efficace, l'accumulation, le stockage et le traitement de l'information; l'affichage de la situation et les circonstances relatives à la préparation et la conduite des opérations de combat; calculs opérationnel et tactique pour l'attribution des ressources entre les groupements de forces ou des éléments de l'ordre de déploiement opérationnel de bataille ou de combat en fonction de la mission ou le stade de l'opération; la préparation des données pour l'appréciation de la situation et la prise de décision à tout moment pendant le fonctionnement ou la bataille; simulation par ordinateur des opérations

N.B. :

Pour le « logiciel » associé avec la radio définie par « logiciel » (RDL) militaire, voir le paragraphe 2-21.

- b. Matériel de brouillage conçu ou modifié pour entraver la réception, le fonctionnement ou l'efficacité des services de positionnement, de navigation et de synchronisation fournis par des « systèmes de navigation par satellite » et leurs composants spécialement conçus;
- c. « Engins spatiaux » conçus spécialement ou modifiés en vue d'un usage militaire, et composants d'« engins spatiaux » conçus spécialement en vue d'un usage militaire.

2-12. Systèmes d'armes à énergie cinétique à grande vitesse et matériel connexe, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

- a. Systèmes d'armes à énergie cinétique spécialement conçus pour détruire une cible ou faire avorter la mission d'une cible;
- b. Matériel d'essai et d'évaluation et modèles d'essai spécialement conçus, y compris les instruments de diagnostic et les cibles, pour l'essai dynamique des projectiles et systèmes à énergie cinétique.

N.B. :

Pour les systèmes d'armes utilisant des munitions sous-calibrées ou faisant appel exclusivement à la propulsion chimique, et leurs munitions, voir les articles 2-1. à 2-4.

Note 1 :

L'article 2-12. comprend le matériel suivant lorsqu'il est spécialement conçu pour les systèmes d'armes à énergie cinétique :

- a. Systèmes de lancement-propulsion capables de faire accélérer des masses supérieures à 0,1 g jusqu'à des vitesses dépassant 1,6 km/s, en mode de tir simple ou rapide;
- b. Matériel de production de puissance immédiatement disponible, de blindage électrique, de stockage d'énergie (p. ex., condensateur de stockage à énergie élevée), d'organisation thermique, de conditionnement, de commutation ou de manipulation de combustible; interfaces électriques entre l'alimentation en énergie, le canon et les autres fonctions de commande électrique de la tourelle;

N.B. :

Pour les condensateurs de stockage à énergie élevée, voir aussi l'alinéa 1-3.A.1.e.2. de la Liste des articles à double usage.

- c. Systèmes d'acquisition et de poursuite de cible, de conduite du tir ou d'évaluation des dommages;
- d. Systèmes à tête chercheuse autoguidée, de guidage ou de propulsion déviée (accélération latérale), pour projectiles.

Note 2 :

L'article 2-12. vise les systèmes d'armes utilisant l'une des méthodes de propulsion suivantes :

- a. *Électromagnétique;*
- b. *Électrothermique;*
- c. *Par plasma;*
- d. *À gaz léger; ou*
- e. *Chimique (uniquement lorsque utilisée avec l'une des autres méthodes ci-dessus).*

2-13. Matériel et constructions blindés ou de protection, leurs composants, et leurs accessoires, comme suit :

- a. Plaques de blindage métalliques ou non métalliques, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Fabriquées afin de satisfaire à une norme ou à une spécification militaire; **ou**
 2. Appropriées à l'usage militaire;

N.B. :

Pour les plaques rigides de tenues pare-balles, voir le paragraphe 2-13.d.2.

- b. Constructions de matériaux métalliques ou non métalliques spécialement conçu pour offrir une protection balistique à des systèmes militaires, et leurs composants spécialement conçus;
- c. Casques et leurs composants et accessoires spécialement conçus, comme suit :
 1. Casques fabriqués conformément aux normes ou spécifications militaires, ou à des normes nationales comparables;
 2. Enveloppes, doublures et coussinets de confort, spécialement conçus pour les casques visés à l'alinéa 2-13.c.1.;
 3. Éléments de protection balistique supplémentaires, spécialement conçus pour les casques visés à l'alinéa 2-13.c.1.;

N.B. :

Pour les autres composants ou accessoires de casque militaire, voir la section ML pertinente.

- d. Tenues pare-balles et leurs composants spécialement conçus, comme suit :
 1. Tenues pare-balles ou accessoires de protection souples, fabriqués conformément aux normes ou spécifications militaires, ou à leurs équivalents, et composants spécialement conçus;

Note :

Aux fins du paragraphe 2-13.d.1., les normes ou spécifications militaires incluent, au minimum, les spécifications relatives à la protection contre la fragmentation.

2. Plaques rigides de tenues pare-balles qui fournissent une protection balistique égale ou meilleure que niveau III (NIJ 0101.06, juillet 2008), ou « normes équivalentes ».

Note 1 :

Le paragraphe 2-13.b. comprend les matériaux spécialement conçus pour constituer des blindages réactifs à l'explosion ou construire des abris militaires.

Note 2 :

Le paragraphe 2-13.c. ne vise pas les casques présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *Ayant été initialement fabriqués avant 1970; et*

- b. *Ni conçus ni modifiés en vue de recevoir un élément figurant dans la Liste de matériel de guerre, ni équipés d'un tel élément.*

Note 3 :

Les paragraphes 2-13.c. et 2-13.d. ne visent pas les casques, les tenues pare-balles et les ensembles pare-éclats lorsque ces derniers accompagnent l'utilisateur en vue d'assurer sa protection personnelle.

Note 4 :

Les seuls casques spécialement conçus pour le personnel chargé de la neutralisation des bombes qui sont visés à l'alinéa 2-13.c. sont les casques spécialement conçus pour usage militaire.

Note 5 :

L'alinéa 2-13.d.1. ne vise pas les lunettes de protection.

N.B. :

Pour les lunettes de protection « laser », voir l'alinéa 2-17.o.

N.B. 1 :

Voir aussi l'article 1-1.A.5. de la Liste de marchandises à double usage.

N.B. 2 :

Pour les « matériaux fibreux ou filamenteux » utilisés dans la fabrication de tenues pare-balles et de casques, voir l'article 1-1.C.10 de la Liste de marchandises à double usage.

- 2-14. **« Matériel spécialisé pour l'entraînement militaire »** ou les mises en situation militaires, simulateurs spécialement conçus pour la formation à l'utilisation des armes à feu ou des armes visées aux articles 2-1. ou 2-2., et ses composants et accessoires spécialement conçus.

Note 1 :

L'article 2-14. comprend les systèmes de génération d'images et les systèmes d'environnement interactif pour simulateurs lorsque il sont spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire.

Note 2 :

L'article 2-14. ne vise pas l'équipement spécialement conçu pour l'entraînement à l'utilisation des armes de chasse ou de sport.

Note 3 :

Le terme « matériel spécialisé pour l'entraînement militaire » comprend les types militaires d'entraîneurs à l'attaque, d'entraîneurs au vol opérationnel, d'entraîneurs à la cible radar, de générateurs de cibles radar, de dispositifs d'entraînement au tir, d'entraîneurs à la guerre anti-sous-marine, de simulateurs de vol (y compris les centrifugeuses prévues pour l'homme, destinées à la formation des pilotes et astronautes), d'entraîneurs à l'utilisation des radars, d'entraîneurs à l'utilisation des instruments de bord, d'entraîneurs à la navigation, d'entraîneurs au lancement de missiles, de matériels de cible, d'« aéronefs » télégués, d'entraîneurs d'armement, d'entraîneurs à la commande des « aéronefs » télégués, et de groupes mobiles d'entraînement et le matériel d'entraînement pour les opérations militaires au sol.

- 2-15. **Matériel d'imagerie ou de contre-mesures, comme suit, spécialement conçu pour l'usage militaire et ses composants et accessoires spécialement conçus :**

- a. Enregistreurs et matériel de traitement d'image;
- b. Caméras, matériel photographique et matériel pour le développement des films;
- c. Matériel intensificateur d'image;
- d. Matériel d'imagerie à infrarouges ou thermique;

- e. Matériel capteur radar d'imagerie;
- f. Matériel de contre-mesures ou de contre contre-mesures pour le matériel visé aux alinéas 2-15.a. à 2-15.e.

Note :

L'alinéa 2-15.f. comprend le matériel conçu pour dégrader le fonctionnement ou l'efficacité des systèmes militaires d'imagerie, ou réduire les effets d'une telle dégradation.

Note :

L'article 2-15. ne vise pas les tubes intensificateurs d'image de la première génération ni le matériel spécialement conçu pour contenir des tubes intensificateurs d'image de la première génération.

N.B. :

Pour les dispositifs de visée contenant des « tubes intensificateurs d'image de la première génération » voir les paragraphes 2-1. et 2-2. et l'alinéa 2-5.a.

N.B. :

Voir aussi les alinéas 1-6.A.2.a., 1-6.A.2.b. et 1-6.A.3.b. de la Liste de marchandises à double usage.

- 2-16. Pièces de forge, pièces de fonderie et autres produits non finis, spécialement conçus pour les articles visés aux paragraphes 2-1. à 2-4., 2-6., 2-9., 2-10., 2-12. ou 2-19.

Note :

Le paragraphe 2-16. s'applique aux produits non finis lorsqu'ils sont identifiables par composition, géométrie ou fonction.

- 2-17. Autres équipements, matériaux et « bibliothèques », comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

- a. Appareils de plongée et de nage sous-marine, spécialement conçus pour l'usage militaire, comme suit :
 - 1. Appareils de plongée à régénération d'air, à circuit fermé ou semi-fermé;
 - 2. Dispositifs de nage sous-marine spécialement conçus pour usage avec les appareils de plongée visés à l'alinéa 2-17.a.1.

N.B. :

Voir aussi le paragraphe 1-8.A.2.q. de la Liste de marchandises à double usage.

- b. Matériel de construction spécialement conçu pour l'usage militaire;
- c. Accessoires, revêtements et traitements pour la suppression des signatures, spécialement conçus pour l'usage militaire;
- d. Matériel de génie spécialement conçu pour l'usage dans une zone de combat;
- e. « Robots », unités de commande de « robots » et « effecteurs terminaux » de « robots » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Spécialement conçus pour des applications militaires;
 - 2. Comportant des moyens de protection des conduits hydrauliques contre les perforations d'origine extérieure dues à des éclats de projectiles (par exemple, utilisation de conduits auto-étanchéifiants) et conçus pour utiliser des fluides hydrauliques dont le point d'éclair est supérieur à 839 K (566°C); **ou**
 - 3. Spécialement conçus ou prévus pour fonctionner dans un environnement soumis à des « impulsions électro-magnétiques »;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 2-17.e.3., le terme « impulsion électro-magnétique » ne fait pas référence à une interférence non intentionnelle causée par le rayonnement électromagnétique d'un équipement à proximité (p. ex. machinerie, appareils électroménagers, appareils électroniques, etc.) ou l'éclairage.

- f. « Bibliothèques » spécialement conçues ou modifiées pour l'usage militaire avec des systèmes, de l'équipement ou des composants, visés par la Liste de matériel de guerre;
- g. Le matériel générateur d'énergie ou de propulsion nucléaire, non visé ailleurs, spécialement conçu pour l'usage militaire et leurs composants spécialement conçus ou « modifiés » pour l'usage militaire;

Note :

Le paragraphe 2-17.g. comprend les « réacteurs nucléaires ».

- h. Équipement ou matériel, recouvert ou traité pour la suppression des signatures, spécialement conçu pour l'usage militaire, non visés ailleurs dans la Liste de matériel de guerre;
- i. Simulateurs spécialement conçus pour les « réacteurs nucléaires » militaires;
- j. Ateliers mobiles de réparation spécialement conçus ou « modifiés » pour le matériel militaire;
- k. Génératrices de campagne spécialement conçus ou « modifiés » pour l'usage militaire;
- l. Conteneurs intermodaux ISO ou carrosseries de véhicule démontables (c'est-à-dire carrosseries mobiles), spécialement conçus ou « modifiés » pour l'usage militaire;
- m. Traversiers et bacs non visés ailleurs dans la Liste de matériel de guerre, ponts et pontons spécialement conçus pour l'usage militaire;
- n. Modèles d'essai spécialement conçu pour le « développement » des produits visés par les paragraphes 2-4., 2-6., 2-9. ou 2-10.;
- o. Équipement de protection « laser » (par exemple, protection de l'œil ou des capteurs) spécialement conçu pour l'usage militaire;
- p. « Piles à combustible », non visées ailleurs dans la Liste de matériel de guerre, spécialement conçues ou « modifiées » pour l'usage militaire.

Note technique :

- 1. *Non-utilisé depuis 2014.*
- 2. *Aux fins de l'article 2-17., le terme « modifié » désigne tout changement structural, électrique, mécanique ou autre permettant de donner à un article non militaire des capacités militaires équivalentes à celles d'un article spécialement conçu pour l'usage militaire.*

- 2-18. Équipement pour la « production », installations d'essai d'environnement et composants, comme suit :
 - a. Équipement spécialement conçu ou modifié pour la « production » d'articles visés par la Liste de matériel de guerre, et ses composants spécialement conçus;
 - b. Installations d'essai d'environnement spécialement conçues pour l'homologation, la qualification ou l'essai d'articles visés par la Liste de matériel de guerre, et leurs composants spécialement conçus, non visés ailleurs par la Liste de matériel de guerre.

Note Technique :

Aux fins de l'article 2-18., le terme « production » comprend la conception, l'examen, la fabrication, la mise à l'essai et la vérification.

- 2-19. Systèmes d'armes à énergie dirigée (DEW), matériel connexe ou de contre-mesure et modèles d'essai, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :
- « Systèmes d'armes » à « laser » non visés à l'alinéa 2-19.f.;
 - « Systèmes d'armes » à faisceau de particules;
 - « Systèmes d'armes » radiofréquence (RF) de grande puissance;
 - Matériel spécialement conçu pour la détection ou l'identification des systèmes visés aux alinéas 2-19.a. à 2-19.c. ou pour la défense contre ces systèmes;
 - Modèles d'essai physique concernant les systèmes, matériel et composants visés par le paragraphe 2-19.;
 - Systèmes à « laser » spécialement conçus pour entraîner la cécité permanente des dispositifs de vision non améliorés, c.-à-d. l'œil nu ou avec dispositifs de correction de la vue.

Note 1 :

Les systèmes d'armes à énergie dirigée visés au paragraphe 2-19. comprennent des systèmes dont les possibilités dérivent de l'application contrôlée de :

- « Lasers » à puissance suffisantes pour effectuer une destruction semblable à celle obtenue par des munitions classiques;*
- Accélérateurs de particules projetant un faisceau de particules chargées ou neutres avec une puissance destructrice;*
- Émetteurs de faisceau de micro-ondes de puissance émise en impulsions élevée ou de puissance moyenne élevée produisant des champs suffisamment intenses pour rendre inutilisables les circuits électroniques d'une cible éloignée.*

Note 2 :

L'article 2-19. comprend le matériel suivant lorsqu'il est spécialement conçu pour les systèmes d'armes à énergie dirigée :

- Matériel de production de puissance immédiatement disponible, d'emmagasinement ou de commutation d'énergie, de conditionnement de puissance ou de manipulation de combustible;*
- Systèmes d'acquisition ou de poursuite de cible;*
- Systèmes capables d'évaluer les dommages causés à une cible, sa destruction, ou l'avortement de sa mission;*
- Matériel de manipulation, de propagation ou de pointage de faisceau;*
- Matériel à balayage rapide du faisceau pour les opérations rapides contre des cibles multiples;*
- Matériel optique adaptatif et dispositifs de conjugaison de phase;*
- Injecteurs de courant pour faisceaux d'ions d'hydrogène négatifs;*
- Composants d'accélérateur « qualifiés pour l'usage spatial »;*
- Matériel de focalisation de faisceaux d'ions négatifs;*
- Matériel pour le contrôle et l'orientation d'un faisceau d'ions à haute énergie;*
- Feuillards « qualifiés pour l'usage spatial » pour la neutralisation de faisceaux d'isotopes d'hydrogène négatifs.*

Note technique :

Aux fins de l'article 2-19., les « systèmes d'armes » sont conçus pour endommager, détruire ou de faire avorter la mission d'une cible.

- 2-20. Matériel cryogénique et « supraconducteur » comme suit, et ses composants et accessoires spécialement conçus :
- Matériel spécialement conçu ou aménagé pour être installé à bord d'un véhicule pour des applications militaires terrestres, maritimes, aéronautiques ou spatiales,

capable de fonctionner en mouvement et de produire ou de maintenir des températures inférieures à 103 K (-170°C);

Note :

L'alinéa 2-20.a. comprend les systèmes mobiles contenant ou utilisant des accessoires ou des composants fabriqués à partir de matériaux non métalliques ou non conducteurs de l'électricité, tels que les matières plastiques ou les matériaux imprégnés de résines époxydes.

- b. Matériel électrique « supraconducteur » (machines rotatives ou transformateurs) spécialement conçu ou aménagé pour être installé à bord d'un véhicule pour des applications militaires terrestres, maritimes, aéronautiques ou spatiales, et capable de fonctionner en mouvement.

Note :

L'alinéa 2-20.b. ne vise pas les générateurs homopolaires hybrides de courant continu ayant des armatures métalliques normales à un seul pôle tournant dans un champ magnétique produit par des bobinages supraconducteurs, à condition que ces bobinages représentent le seul élément supraconducteur du générateur.

2-21. « Logiciels » comme suit :

- a. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'une des activités suivantes :
 - 1. Le « développement », la « production », l'exploitation ou l'entretien des équipements visés par la Liste de matériel de guerre;
 - 2. Le « développement » ou la « production » de matériaux visés par la Liste de matériel de guerre; **ou**
 - 3. Le « développement », la « production », l'exploitation ou l'entretien de « logiciels » visés par la Liste de matériel de guerre;
- b. « Logiciels » spécifiques, autres que ceux visés à l'alinéa 2-21.a., comme suit :
 - 1. « Logiciels » spécialement conçus pour l'usage militaire et spécialement conçus pour la modélisation, la simulation ou l'évaluation de systèmes d'armes militaires;
 - 2. « Logiciels » spécialement conçus pour l'usage militaire et spécialement conçus pour la modélisation ou la simulation de scénarios d'opérations militaires;
 - 3. « Logiciels » pour déterminer les effets d'armes conventionnelles, nucléaires, chimiques ou biologiques;
 - 4. « Logiciels » spécialement conçus pour l'usage militaire et spécialement conçus pour les applications Commandement, Communication, Conduite des opérations, collecte du Renseignement (C³I) ou les applications Commandement, Communication, Conduite des opérations, collecte du Renseignement (C⁴I);
 - 5. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour mener des cyberopérations militaires offensives;

Note 1 :

L'alinéa 2-21.b.5. comprend le « logiciel » conçu pour détruire, endommager, dégrader ou perturber les systèmes, l'équipement ou le « logiciel », visé par la Liste de matériel de guerre, le « logiciel » de cyber-reconnaissance et de cyber commandement et de contrôle, connexe.

Note 2 :

L'alinéa 2-21.b.5. ne s'applique pas à la « divulgation des vulnérabilités » ou à la « réponse aux cyberincidents », limitée à la préparation ou à la réponse aux incidents de cybersécurité défensive non militaire.

- c. « Logiciels » non visés à l'alinéa 2-21.a. ou 2-21.b., spécialement conçus ou modifiés pour permettre à l'équipement non visé dans la Liste de matériel de guerre de remplir les fonctions militaires de l'équipement visé par la Liste de matériel de guerre.

N.B. :

Pour les « ordinateurs numériques » d'utilisation générale munis du « logiciel » visé à l'alinéa 2-21.c., voir les systèmes, l'équipement ou les composants visés par la Liste de matériel de guerre.

2-22. « Technologie », comme suit :

- a. « Technologie », autre que celle précisée au paragraphe 2-22.b., « nécessaire » au « développement », à la « production » au « fonctionnement », à l'installation, à la maintenance (vérification), à la réparation, à la révision ou au reconditionnement d'articles visés par la Liste de matériel de guerre;
- b. « Technologie » comme suit :
1. « Technologie » « nécessaire » à la conception, à l'assemblage des composants et au fonctionnement, à l'entretien et à la réparation d'installations de production complète pour les articles mentionnés dans la Liste de matériel de guerre, même si les composants de ces installations de production ne sont pas visés;
 2. « Technologie » « nécessaire » au « développement » et à la « production » d'armes légères, même si elle est utilisée pour fabriquer des reproductions d'armes légères anciennes;
 3. Non utilisé depuis 2013

N.B. :

Pour la « technologie » précédemment visée à l'alinéa 2-22.b.3., voir l'alinéa 2-22.a.

4. Non utilisé depuis 2013

N.B. :

Pour la « technologie » précédemment visée à l'alinéa 2-22.b.4., voir l'alinéa 2-22.a.

5. « Technologie » « nécessaire » exclusivement à l'incorporation de « biocatalyseurs », visés à l'alinéa 2-7.i.1., dans des substances pouvant servir de support à des fins militaires ou dans du matériel militaire.

Note 1 :

La « technologie » « nécessaire » au « développement », à la « production », au « fonctionnement », à l'installation, à la maintenance (vérification), à la réparation, à la révision ou au reconditionnement d'articles visés par la Liste de matériel de guerre reste visée même lorsqu'elle est applicable à un article non visé par la Liste de matériel de guerre.

Note 2 :

Le paragraphe 2-22. ne vise pas la « technologie » :

- a. La « technologie » qui constitue le minimum nécessaire pour l'installation, le fonctionnement, l'entretien (la vérification) ou la réparation, d'articles qui ne sont pas visés ou dont l'exportation a été autorisée;

- b. *La « technologie » qui est « du domaine public », qui constitue de la « recherche scientifique fondamentale » ou qui représente l'information minimum nécessaire à la présentation de demandes de brevets;*
- c. *La « technologie » relative à l'induction magnétique servant à assurer la propulsion continue de dispositifs de transport civils.*

DÉFINITIONS DES TERMES UTILISÉS DANS LES GROUPES 1 ET 2

Le présent document contient les définitions des termes utilisés dans les groupes 1 et 2, par ordre alphabétique.

Note 1 : *Les définitions s'appliquent dans les groupes 1 et 2. Les références sont présentées uniquement à titre consultatif et n'ont aucun effet sur l'application universelle des termes définis dans les groupes 1 et 2.*

Note 2 : *Les mots et les termes contenus dans la Liste de définitions prennent seulement la signification définie lorsqu'ils sont placés entre guillemets (« »). Ailleurs, les mots et les termes gardent leurs significations généralement admises (dictionnaire), à moins qu'une définition locale pour un contrôle particulier ne soit donnée.*

« Accordable » - Cat 6

Capacité d'un « laser » à produire une énergie continue à toutes les longueurs d'onde sur une gamme de différentes transitions « laser ». Un « laser » à sélection de raie produit des longueurs d'ondes discrètes avec une transition « laser » et n'est pas considéré comme « Accordable ».

« Activation cryptographique » - Cat 5P2

Toute technique qui active ou permet la capacité cryptologique spécifiquement d'un article par l'entremise d'un mécanisme mis en oeuvre par le fabricant de l'article, lorsque ce mécanisme est lié de façon unique à un quelconque des articles suivants :

1. Une seule instance de l'article; **ou**
2. Un client, pour de multiples instances de l'article.

Notes techniques :

1. Les techniques d'« activation cryptographique » peuvent être mises en œuvre sous forme de matériel, de « logiciel » ou de « technologie ».
2. Les mécanismes d'« activation cryptographique » peuvent, par exemple, être des clés de licence basées sur des numéros de série ou des instruments d'authentification comme des certificats signés numériquement.

« Aéronef » - Cat 1, cat 6, cat 7, cat 9, 2-1, 2-8, 2-10, 2-14

Véhicule aérien à voilure fixe, à voilure pivotante, à voilure rotative (hélicoptère), à rotor basculant ou à voilure basculante.

« Aéronef civil » - Cat 1, cat 3, cat 4, cat 7, 2-4, 2-10

Uniquement les « Aéronefs » mentionnés par leur désignation propre dans les listes de certificats de navigabilité publiées par les services de l'aviation civile, comme desservant des lignes commerciales civiles intérieures et extérieures ou destinés à un usage légitime civil, privé ou d'affaires.

« Agents anti-émeutes » - Cat 1, 2-7

Substances qui, utilisées dans les conditions prévues pour la répression d'une émeute, provoquent rapidement chez les humains une irritation sensorielle ou une incapacité physique qui disparaît peu de temps après la fin de l'exposition. (Les gaz lacrymogènes constituent une catégorie d'agents anti-émeutes.)

Note :

Les « agents anti-émeutes » comprennent les composés chimiques suivants :

1. α -Bromobenzèneacétonitrile (cyanure de bromobenzyle) (CA) (CAS 5798-79-8);
2. [(2-chlorophényl)méthylène]propanedinitrile (o-chlorobenzylidènemalononitrile) (CS) (CAS 2698-41-1);

3. *2-chloro-1-phényléthanone, chlorure de phénylacyle (ω-chloroacétophène) (CN)* (CAS 532-27-4);
4. *Dibenzo-(b,f)-1,4-oxazépine (CR)* (CAS 257-07-8);
5. *10-chloro-5,10-dihydrophénarsazine (chlorure de phénarsazine) (Adamsite), (D.M.)* (CAS 578-94-9);
6. *N-nonanoylmorpholine, (MPA)* (CAS 5299-64-9).

« Agents biologiques » - Cat 1, 2-7

Pathogènes ou toxines, sélectionnés ou modifiés (par exemple pour modifier la pureté, la durée de conservation, la virulence, les caractéristiques de dispersion ou la résistance aux rayonnements UV) dans le but de produire des pertes de vie humaines ou animales, de dégrader l'équipement ou d'endommager des récoltes ou l'environnement.

« Algorithme asymétrique » - Cat 5P2

Algorithme cryptographique utilisant différentes clefs mathématiques pour le chiffrement et le déchiffrement.

Note technique :

La gestion de clefs constitue une application courante des « algorithmes asymétriques ».

« Analyseurs de signaux » - Cat 3

Appareils capables de mesurer et d'afficher les propriétés fondamentales des composantes à fréquence unique de signaux de plusieurs fréquences.

« Authentification » - Cat 5P2

Vérification de l'identité d'un utilisateur, d'un processus ou d'un appareil, souvent comme condition préalable à l'accès aux ressources d'un système d'information. Elle englobe la vérification de l'origine ou du contenu d'un message ou d'autres informations, ainsi que tous les aspects de contrôle d'accès lorsqu'il n'y a aucune cryptologie de fichiers ou de texte, exception faite des cas où la cryptologie est directement liée à la protection des mots de passe, des numéros d'identification personnelle (NIP) ou des données similaires afin de prévenir tout accès non autorisé.

« Attribué par l'UIT » - Cat 3, cat 5P1

Bandes de fréquences attribuées, conformément à la version en vigueur des règlements des radiocommunications de l'UIT, aux services primaire, autorisé et secondaire.

N.B. : *D'autres attributions ne sont pas comprises.*

« Bande passante fractionnelle » - Cat 3, cat 5P1, cat 5P2

La « bande passante instantanée » divisée par la fréquence centrale, exprimée en pourcentage.

« Bande passante instantanée » - Cat 3, cat 5P1

Bande passante sur laquelle la puissance de sortie demeure constante à 3 dB près sans ajustement des autres paramètres de fonctionnement.

« Biais » (accéléromètre) - Cat 7

Sortie moyenne d'un accéléromètre pendant un certain temps, mesurée dans des conditions spécifiées ayant aucune corrélation avec la rotation ou l'accélération en entrée. Le « biais » est exprimé en g ou en mètres par seconde² (g ou m/s²). (IEEE 528-2001) (Un micro g est égal à 1×10^{-6}).

« Biais » (gyroscope) - Cat 7

Sortie moyenne d'un gyroscope pendant un certain temps, mesurée dans des conditions spécifiées ayant aucune corrélation avec la rotation ou l'accélération en entrée. Le « biais » est habituellement exprimé en degrés par heure (deg/h) (IEEE 528-2001)

« Bibliothèque » (base de données paramétriques) - Cat 1, 2-17

Une collection de renseignements techniques pouvant servir à l'amélioration de la performance des systèmes, de l'équipement ou des composants pertinents.

« Biocatalyseur » - 2-7, 2-22

« Enzyme » ou un autre composé biologique qui se lie aux armes chimiques et accélère leur dégradation.

N.B. : Le terme « enzyme » désigne une substance qui agit comme « bio-catalyseur » pour des réactions chimiques ou biochimiques spécifiques.

« Broche basculante » - Cat 2

Broche porte-outil qui modifie, au cours du processus d'usinage, la position angulaire de son axe de référence par rapport à tout autre axe.

« Calculateur numérique » - Cat 4, cat 5P1

Équipement capable, sous forme d'une ou de plusieurs variables discrètes d'assurer toutes les fonctions suivantes :

- a. D'accepter des données;
- b. D'emmagasiner des données ou des instructions dans des dispositifs d'emmagasinage fixes ou modifiables (par réécriture);
- c. De traiter des données au moyen d'une séquence emmagasinée d'instructions modifiable; **et**
- d. D'assurer la sortie de données.

Note technique :

Les modifications de la séquence emmagasinée d'instructions comprennent le remplacement de dispositifs d'emmagasinage fixes mais non une modification matérielle du câblage ou des interconnexions.

« Capteurs d'imagerie monospectraux » - Cat 6

Capteurs capables d'acquérir des données d'image dans une bande spectrale discrète.

« Capteur d'imagerie multispectral » - Cat 6

Capteur capable d'effectuer une saisie simultanée ou en série de données d'imagerie à partir de deux bandes spectrales discrètes ou plus. Un capteur ayant plus de vingt bandes spectrales discrètes est quelquefois désigné comme capteur d'imagerie hyperspectral.

« Carénage d'extrémité » - Cat 9

Élément annulaire stationnaire (d'une seule pièce ou segmenté) attaché à la surface interne du carter de turbine du moteur, ou une caractéristique à l'extrémité de l'aube, qui sert principalement à créer un joint étanche au gaz entre les éléments stationnaires et les éléments rotatifs.

« Cheminement aléatoire angulaire » - Cat 7

Erreur angulaire cumulée dans le temps découlant du bruit blanc dans la vitesse angulaire (IEEE 528-2001).

« Circuit intégré hybride » - Cat 3

Toute combinaison de circuits intégrés, ou de circuits intégrés comportant des « éléments de circuit » ou des « composants discrets » reliés ensemble pour accomplir une ou plusieurs fonctions spécifiques et répondant à tous les critères suivants :

- a. Contenant au moins un dispositif non encapsulé;
- b. Reliés ensemble au moyen de méthodes typiques de production de circuits intégrés;
- c. Remplaçables en tant qu'entités; **et**
- d. Ne pouvant normalement être démontés.

« Circuit intégré à microplaquettes multiples » - Cat 3

Circuit contenant au moins deux « circuits intégrés monolithiques » fixés sur un « substrat » commun.

« Circuit intégré monolithique » - Cat 3

Combinaison de plusieurs « éléments de circuit » passifs ou actifs ou des deux qui :

- a. Sont fabriqués par des processus de diffusion, d'implantation ou de dépôt sur ou dans un élément semi-conducteur unique, c'est-à-dire une microplaquette;
- b. Sont considérés comme associés de manière indivisible; **et**
- c. Exécutent la ou les fonctions d'un circuit.

« Circuit intégré monolithique hyperfréquence » (« CIMH ») - Cat 3, 5P1

Un « circuit intégré monolithique » qui fonctionne aux hyperfréquences ou aux ondes millimétriques.

« Circuit intégré optique » - Cat 3

« Circuit intégré monolithique » ou « circuit intégré hybride », contenant un ou plusieurs éléments, conçu pour fonctionner comme dispositif photosensible, photo-émissif ou pour exécuter une ou plusieurs fonctions optiques ou électro-optiques.

« Code objet » ou langage objet - Note générale sur les logiciels

Forme exécutable par la machine d'une expression appropriée d'un ou de plusieurs processus (« code source » ou langage source) compilé par un système de programmation.

« Code source » ou langage source - Cat 6, cat 7, cat 9

Système de programmation pour la traduction d'une expression appropriée d'un ou de plusieurs processus en une forme exécutable par la machine (« code objet » ou langage objet).

« Commande de contournage » - Cat 2

Deux mouvements ou plus à « commande numérique », exécutés suivant des instructions qui désignent la position assignée suivante et la vitesse d'avance requise vers cette position; ces vitesses varient les unes par rapport aux autres de manière à produire le contour voulu. (Réf. ISO/DIS 2806-1980).

« Commande numérique » - Cat 2

Commande automatique d'un processus réalisée par un dispositif qui interprète des données numériques introduites en général au fur et à mesure du déroulement de l'opération. (Réf. ISO 2382).

« Commande intégrale du vol » - Cat 7

Commande automatisée des variables de l'état et de la trajectoire de vol d'un « aéronef » dans le but d'atteindre les objectifs de la mission en réponse à des modifications en temps réel dans les données concernant les objectifs, les dangers ou un autre « aéronef ».

« Composés III/V » - Cat 3, cat 6

Produits polycristallins ou produits monocristallins binaires ou complexes composés d'éléments des groupes IIIA et VA de la table des éléments périodiques de Mendeleev (par exemple, arséniure de gallium, arséniure de gallium-aluminium, phosphure d'indium).

« Composant discret » - Définitions

« Élément de circuit » en boîtier séparé, possédant ses propres connexions externes.

« Composite » - Cat 1, cat 2, cat 6, cat 8, cat 9

Une « matrice » et une phase ou des phases supplémentaires, constituées de particules, de trichites, de fibres, ou de toute combinaison de celles-ci, présentes pour un but ou des buts spécifiques.

« Compression d'impulsions » - Cat 6

Codage et le traitement d'une impulsion d'un signal radar de longue durée en une impulsion de courte durée tout en conservant les avantages d'une énergie d'impulsion élevée.

« Constante de temps » - Cat 6

Temps qui s'écoule entre l'excitation lumineuse et le moment où l'augmentation du courant atteint une valeur de $1-1/e$ multipliée par la valeur finale, c'est-à-dire 63 % de sa valeur finale.

« Convertisseur analogique-numérique (ADC) à entrelacements » - Cat 3

Dispositifs qui comprennent des ADC multiples qui échantillonnent le même signal analogique à des moments différents, de sorte que lorsque les signaux de sortie sont combinés, le signal analogique à l'entrée a été effectivement échantillonné et converti à un taux d'échantillonnage plus élevé.

« Convertisseur analogique-numérique (ADC) à canaux multiples » - Cat 3

Dispositifs qui comprennent plus d'un ADC et qui sont conçus de manière à ce que chaque ADC ait une entrée analogique distincte.

« Cryptographie quantique » - Cat 5P2

Famille de techniques permettant d'établir une clé partagée pour la cryptographie en mesurant les propriétés relatives à la mécanique quantique d'un système physique (y compris les propriétés physiques qui sont explicitement régies par l'optique quantique, la théorie quantique des champs ou l'électro-dynamique quantique).

« Cryptologie » - Cat 5P2

Discipline qui englobe les principes, moyens et méthodes servant à la transformation des données afin d'en dissimuler le contenu informatif, empêcher sa modification sans détection ou empêcher son utilisation sans autorisation. La « cryptologie » est limitée à la transformation d'informations par l'emploi d'un ou de plusieurs « paramètres secrets » (par exemple, des variables cryptologiques) ou de la gestion de clé associée.

Notes :

1. La « cryptologie » n'inclut pas la compression de données « fixe » ou les techniques de codage.

2. La « cryptologie » comprend le déchiffrement.

Notes techniques :

1. « Paramètres secrets » : une constante ou une clef non portée à la connaissance d'autres personnes ou partagée uniquement au sein d'un groupe.
2. « Fixe » : signifie que l'algorithme de codage ou de compression ne peut accepter des paramètres fournis de l'extérieur (par exemple, variables cryptologiques ou à clés) et ne peut être modifié par l'utilisateur.

« Densité équivalente » - Cat 6

Masse d'une optique par unité de surface projetée sur la surface optique.

« Développement » - Note générale sur la technologie, deux listes

Opération liée à toutes les étapes préalables à la production en série, telles que conception, recherche de conception, analyses de conception, concepts de conception, assemblage et essai de prototypes, plans de production pilote, données de conception, processus de transformation des données de conception en un produit, conception de configuration, conception d'intégration, plans.

« Dirigeable » - Cat 9

Un véhicule aérien motorisé qui est maintenu flottable par un organisme de gaz (généralement de l'hélium, anciennement de l'hydrogène) qui est plus léger que l'air.

« Dispositif de données » - Définitions

Équipement capable de transmettre et de recevoir des séquences d'information numérique.

« Dispositif électronique à vide » - Cat 3

Dispositifs électroniques reposant sur l'interaction d'un faisceau d'électrons et d'une onde électromagnétique qui se propage dans un circuit sous vide ou qui interagit avec des cavités résonantes radiofréquences. Les « dispositifs électroniques à vide » incluent les klystrons, les tubes à ondes progressives et leurs dérivés.

« Divulgaration des vulnérabilités » - Cat 4, 2-21

Le processus d'identification, de déclaration ou de communication d'une vulnérabilité, ou d'analyse d'une vulnérabilité avec des personnes ou des organisations responsables de la mise en oeuvre ou de la coordination de mesures correctives dans le but de remédier la vulnérabilité.

« Domaine public (relevant du) » - Note générale sur la technologie, Note générale sur les logiciels, 2-22

Les termes « relevant du domaine public » qualifient la « technologie » ou le « logiciel » divulgués sans qu'il soit apporté de restriction à leur diffusion ultérieure.

Note : Les restrictions relevant de « copyright » n'empêchent pas une « technologie » ou un « logiciel » d'être considérés comme « relevant du domaine public ».

« Durée d'impulsion » - Cat 6

La durée d'une impulsion « laser » et le temps qui s'écoule entre le point à mi-puissance du flanc avant et le point à mi-puissance du flanc arrière d'une impulsion individuelle.

« Effecteur terminal » - Cat 2, 2-17

Pinces, les outils actifs et tout autre outillage fixé sur la plaque de base à l'extrémité du (des) bras manipulateur(s) d'un « robot ».

Note technique :

Les termes « outil actif » désignent un dispositif destiné à appliquer à la pièce à usiner la puissance motrice, l'énergie nécessaire au processus, ou les capteurs.

« Élément de circuit » - Définitions

Élément fonctionnel actif ou passif unique dans un circuit électronique, tel qu'une diode, un transistor, une résistance, un condensateur, etc.

« Élément principal » - Cat 4

Élément dont la valeur de remplacement représente plus de 35 % de la valeur totale du système dont il est un élément. La valeur de l'élément est le prix payé pour cet élément par le fabricant ou par celui qui en effectue le groupage. La valeur totale est le prix de vente international à des parties qui n'ont aucun lien avec le vendeur, prix départ lieu de fabrication ou lieu de groupage d'expédition.

« Engin spatial » - Cat 5P1, cat 9, 2-11

Un véhicule conçu pour fonctionner, persister dans ou transiter dans l'espace sous la forme d'un « satellite », d'une « sonde spatiale » ou d'un « véhicule spatial ».

Note :

Le terme « engin spatial » ne comprend pas les atterrisseurs, les rovers ou tout autre engin conçu pour fonctionner exclusivement sur ou sous la surface, ou dans l'atmosphère d'un corps céleste extraterrestre, ou les « véhicules suborbitaux ».

« Ensembles électroniques » - Cat 2, cat 3, cat 4

Certain nombre de composants électroniques (« éléments de circuits », « composants discrets », circuits intégrés, etc.), reliés ensemble pour accomplir une ou plusieurs fonctions spécifiques, remplaçables en tant qu'entités et normalement démontables.

« Équipement de mission pour engins spatiaux » - Cat 9

Équipement conçu pour être situé sur la « plateforme de l'engin spatial » et conçu pour effectuer une mission dans l'espace ou pour permettre à l'« engin spatial » de performer sa mission (par exemple, en communications, en observation, en sciences ou en transportation).

Note technique :

« Équipement de mission pour engins spatiaux » est parfois désigné sous le terme charge utile d'engins spatiaux.

« Erreur circulaire probable » (« ECP ») - Cat 7

Dans une distribution normale circulaire, rayon du cercle contenant 50 % des mesures individuelles effectuées, ou rayon du cercle dans lequel il y a une probabilité de 50 % que se trouve la position.

« Explosifs » - Cat 1, 2-8, 2-18

Substances ou mélanges de substances solides, liquides ou gazeux qui, utilisés comme charge d'amorçage, de surpression ou charges principales dans des têtes explosives, dispositifs de démolition et autres applications, servent à la détonation.

« Facteur d'échelle » (gyroscope ou accéléromètre) - Cat 7

Rapport entre une modification à la sortie par rapport à une modification à l'entrée à mesurer. Le facteur d'échelle est généralement évalué comme la pente de la ligne droite qui peut être ajustée par la méthode des carrés minimaux appliquée aux données d'entrée-sortie obtenues en faisant varier l'entrée de façon cyclique sur la gamme d'entrée.

« Formage à l'état de superplasticité » - Cat 1, cat 2

Procédé de déformation utilisant la chaleur pour des métaux qui se caractérisent normalement par des valeurs d'élongation faibles (moins de 20 %) au point de rupture déterminé à la température ambiante selon des essais classiques de résistance à la traction, afin d'atteindre, au cours du traitement, des élongations d'au moins deux fois ces valeurs.

« Fusible » - Cat 1

Matière à laquelle il est possible d'ajouter des liaisons transversales additionnelles ou dans laquelle on peut prolonger le processus de polymérisation (durcissement) en faisant usage de chaleur, de rayonnement, de catalysants ou autres, ou encore qui peut être fondu sans pyrolyse (carbonisation).

« Gradiomètre magnétique » - Cat 6

Instrument conçu pour détecter la variation spatiale des champs magnétiques à partir de sources extérieures à l'instrument. Le gradiomètre magnétique consiste en un « magnétomètre » multiple et des équipements électroniques associés qui produisent une mesure de gradient de champ magnétique.

« Gradiomètre magnétique intrinsèque » - Cat 6

Élément de détection de gradient de champ magnétique simple et des équipements électroniques associés qui produisent une mesure du gradient de champ magnétique.

« Gyroscopes à masse rotative » - Cat 7

Les « gyroscopes à masse rotative » sont des gyroscopes qui utilisent une masse en rotation continue pour détecter le mouvement angulaire.

« Impulsions non répétitives » - Cat 6

« Lasers » qui produisent une seule impulsion de sortie ou dont l'intervalle entre les impulsions est supérieur à une minute.

« Laser » - Cat 1, cat 2, cat 3, cat 5P1, cat 6, cat 7, cat 8, cat 9, 2-9, 2-13, 2-17, 2-19

Article produisant de la lumière cohérente dans le temps et dans l'espace grâce à l'amplification par émission stimulée de rayonnement.

« Laser à ondes entretenues » - Cat 6

« Laser » qui produit une énergie de sortie pratiquement constante pendant plus de 0,25 seconde.

« Laser à très grande puissance » (« SHPL ») - Cat 6

« Laser » capable d'émettre (la totalité ou une partie) de l'énergie émise en impulsions dépassant 1 kJ en l'espace de 50 ms, ou ayant une puissance moyenne ou en ondes entretenues dépassant 20 kW.

« Liaison mécanique solide » - Cat 9

Une force de liaison égale ou supérieure à la force du propergol.

« Logiciel » - Les deux listes

Collection d'un ou de plusieurs « programmes » ou « microprogrammes » fixée sur tout support d'expression tangible.

« Logiciel d'intrusion » - Cat 4, cat 5P2

« Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour éviter la détection par des « outils de surveillance » ou pour de l'unité d'organisation modifié pour éviter la détection par les

« outils de surveillance », ou pour vaincre les « contre-mesures de protection », d'un ordinateur ou d'un dispositif réseau, et qui performe l'un des suivants :

- a. Extraction de données ou d'information, à partir d'un ordinateur ou d'un dispositif réseau, ou modification de données système ou utilisateur; **ou**
- b. Modification du chemin d'exécution standard d'un « programme » ou d'un processus en vue de permettre l'exécution d'instructions fournies de l'extérieur.

Notes :

1. Les « logiciels d'intrusion » ne comprennent pas ce qui suit :
 - a. Hyperviseurs, débogueurs ou outils de logiciels de rétro-ingénierie (SRE);
 - b. « Logiciels » de gestion des droits numériques (DRM); **ou**
 - c. « Logiciel » destiné à être installé par les fabricants, les administrateurs ou les utilisateurs, aux fins du suivi et du recouvrement actif de biens.
2. Les dispositifs réseau comprennent les dispositifs mobiles et les compteurs intelligents.

Notes techniques :

1. « Les outils de surveillance » : dispositifs matériels ou « logiciels », qui surveillent les comportements ou les processus s'exécutant sur un dispositif. Cela comprend des antivirus (AV), des produits de sécurité des points d'extrémité, les produits de sécurité personnelle (PSP), les systèmes de détection d'intrusion (IDS), les systèmes de prévention des intrusions (IPS) ou les pare-feu.
2. « Contre-mesures de protection » : techniques visant à assurer l'exécution sécuritaire de code, tels que la prévention d'exécution des données (DEP), la configuration aléatoire des espaces des adresses (ASLR) ou le recours aux bacs à sable.

« Magnétomètre » - Cat 6

Instrument conçu pour détecter les champs magnétiques à partir de sources extérieures à l'instrument. Le magnétomètre consiste en un élément de détection de champ magnétique simple et des équipements électroniques associés qui produisent une mesure du champ magnétique.

« Maintenance de niveau I » – Cat 7

La panne d'une unité inertielle de navigation est détectée sur l'« aéronef » par les indications de l'unité de contrôle et visualisation (CDU) ou par le message d'état du sous-système correspondant. En suivant le manuel d'utilisation du constructeur, la cause de la panne peut être localisée au niveau de l'unité interchangeable en ligne (UIL) défaillante. L'exploitant procède alors à la dépose de cette UIL et à son remplacement par un équipement de rechange.

« Maintenance de niveau II » – Cat 7

L'UIL défaillante est expédiée à l'atelier d'entretien (celui du constructeur ou celui de l'exploitant responsable de la maintenance de niveau II). À l'atelier, L'UIL en panne est testé par différents moyens adaptés pour localiser le module défaillant de l'unité remplaçable en atelier (URA) responsable de la panne. Cette URA est déposée et remplacée par un module de rechange en état de marche. L'URA défaillante (ou éventuellement l'UIL complète) est alors renvoyée au constructeur. La « maintenance de niveau II » ne comprend pas le démontage ou la réparation des accéléromètres ou gyroscopes soumis au contrôle.

« Matériaux fibreux ou filamenteux » - Cat 1, cat 8, cat 9, 2-13

Les termes « matériaux fibreux ou filamenteux » désignent :

- a. Les monofilaments continus;
- b. Le fil sillionné et les mèches continues;
- c. Les bandes, tissus, nattes irrégulières et tresses;
- d. Les couvertures en fibres hachées, fibranne et fibres agglomérées;
- e. Les trichites monocristallines ou polycristallines de toutes les longueurs;
- f. La pulpe de polyamide aromatique.

« Matière énergétique » - Cat 1, 2-8

Substances ou mélanges qui réagissent chimiquement en libérant de l'énergie nécessaire à leur utilisation prévue. Les « explosifs », les « produits pyrotechniques » et les « propergols » sont des sous-classes de matières énergétiques.

« Matrice » - Cat 1, cat 2, cat 8, cat 9

Phase presque continue qui remplit l'espace entre les particules, les trichites ou les fibres.

« Matrice plan focal » - Cat 6, cat 8

Couche plane linéaire ou mosaïque, ou une combinaison de couches planes, d'éléments détecteurs individuels, avec ou sans dispositifs électroniques de lecture opérant dans le plan focal.

Note : *La présente définition ne comprend pas un empilage d'éléments détecteurs uniques ni des détecteurs à deux, trois ou quatre éléments à condition que l'intégration de signaux détectés à des instants successifs ne soit pas effectuée dans l'élément.*

« Microcircuit microcalculateur » - Cat 3

« Circuit intégré monolithique » ou « circuit intégré à microplaquettes multiples » contenant une unité arithmétique et logique (UAL) capable d'exécuter des instructions universelles à partir d'une mémoire interne, sur des données contenues dans la mémoire interne.

Note technique :

La mémoire interne peut être renforcée par une mémoire externe.

« Microcircuit microprocesseur » - Cat 3

Un « circuit intégré monolithique » ou « circuit intégré à microplaquettes multiples » contenant une unité arithmétique et logique (UAL) capable d'exécuter une série d'instructions universelles à partir d'une mémoire externe.

Note technique :

Le « microcircuit microprocesseur » ne contient normalement pas de mémoire accessible à l'utilisateur incorporée, bien qu'une mémoire sur la microplaquette puisse être utilisée pour exécuter sa fonction logique.

Note : *La présente définition comprend les ensembles de microplaquettes conçues pour fonctionner ensemble afin de fournir la fonction d'un « microcircuit microprocesseur ».*

« Microprogramme » - Définitions

Séquence d'instructions élémentaires, enregistrées dans une mémoire spéciale, dont l'exécution est déclenchée par l'introduction de son instruction de référence dans un registre d'instruction.

« Mode constant » - Cat 9

Le terme « mode constant » définit les conditions de fonctionnement du moteur, lorsque les paramètres du moteur, tels que la poussée/puissance, tours par minute, et les autres paramètres, n'ont aucune fluctuation sensible, lorsque la température et la pression d'entrée de l'air sont constantes.

« Module spécifique » - Cat 1

Module de Young, exprimé en pascals, équivalent à N/m^2 , divisé par la masse spécifique en N/m^3 , à une température de $296 \pm 2 \text{ K}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) et une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$.

« Moteurs diesel à haute performance » - Cat 9

Moteurs diesel ayant une pression effective moyenne au frein spécifiée de 1,8 MPa ou plus à une vitesse de rotation de 2 300 tr/mn, à condition que la vitesse nominale soit de 2 300 tr/mn ou plus.

« Multiplication de charge » - Cat 6

Une forme d'amplification électronique d'image et elle est définie comme étant la production de porteurs de charge résultant d'un processus d'amplification d'ionisation par impact. Les capteurs à « multiplication de charge » peuvent prendre la forme d'un tube intensificateur d'image, d'un détecteur à semiconducteurs ou d'une « matrice plan focal ».

« Nécessaire » - Cat 3, cat 5P1, cat 6, cat 7, cat 9, Note générale sur la technologie, 2-22

Le terme « nécessaire », lorsqu'il s'applique à la « technologie », désigne uniquement la portion particulière de « technologie » qui permet d'atteindre ou de dépasser les niveaux de performance, caractéristiques ou fonctions visés. Cette « technologie » « nécessaire » peut être commune à différents produits.

« Normes équivalentes » - Cat 1, 2-6, 2-13

Normes nationales ou internationales comparables reconnues par un ou plusieurs des états participant à l'Arrangement de Wassenaar et s'appliquant à l'alinéa concernée.

« Opérations, administration ou maintenance » (« OAM ») - Cat 5P2

Désigne l'exécution d'une ou de plusieurs des tâches suivantes :

- a. L'établissement ou la gestion de l'un de ce qui suit :
 1. Comptes ou privilèges des utilisateurs ou administrateurs;
 2. Paramètres d'un article; **ou**
 3. Données d'authentification à l'appui des tâches décrites aux paragraphes a.1. ou a.2. ;
- b. Surveillance ou gestion de l'état de fonctionnement ou des performances d'un article; **ou**
- c. Gestion des journaux ou des données d'audit à l'appui de l'une des tâches décrites aux paragraphes a. ou b.

Note : « OAM » ne comprend aucune des tâches suivantes ni leurs fonctions associées de gestion de clefs cryptologiques:

- a. Fourniture ou mise à niveau de toute fonctionnalité cryptologiques qui n'est pas liée directement à l'établissement ou à la gestion des données d'authentification à l'appui des tâches décrites aux paragraphes a.1. ou a.2. ci-dessus; **ou**

b. Application de n'importe quelle fonctionnalité cryptologiques sur le plan de l'envoi ou des données d'un article.

« Pile à combustible » - Cat 8, 2-17

Dispositif électrochimique qui convertit l'énergie chimique directement en courant continu (c.c.) en consommant un combustible provenant d'une source externe.

« Pixel actif » - Cat 6

Élément minimal (unique) de l'élément capteur de surface sensible qui a une fonction de transfert photoélectrique lorsqu'il est exposé à un rayonnement lumineux (électromagnétique).

« Plateforme d'engin spatial » - Cat 9

Équipement qui constitue l'infrastructure de soutien d'un « engin spatial » et qui loge l'« équipement de mission pour engins spatiaux ».

« Précision » - Cat 2, cat 3, cat 6, cat 7

Caractéristique généralement mesurée par référence à l'imprécision et définie comme la déviation maximale, positive ou négative, d'une valeur indiquée par rapport à une norme acceptée ou une valeur réelle.

« Précurseur » - 2-8

Spécialités chimiques employées dans la fabrication d'explosifs militaires.

« Production » - Note générale sur la Technologie, les deux listes

Le terme « production » désigne toutes les étapes de la production telles que : ingénierie des produits, fabrication, incorporation, assemblage (montage), inspection, essais, assurance de qualité.

« Produit pyrotechnique » - 2-2, 2-4, 2-8

Mélanges de combustibles et d'oxydants solides ou liquides qui, lorsqu'ils sont mis à feu, subissent une réaction chimique contrôlée génératrice d'énergie devant produire des intervalles précis ou des quantités déterminées de chaleur, de bruits, de fumées, de lumière ou de rayonnement infrarouges. Les pyrophores sont un sous-groupe des produits pyrotechniques qui ne contiennent pas d'oxydant mais qui s'enflamment spontanément au contact de l'air.

« Programmabilité accessible à l'utilisateur » - Cat 6

Capacité permettant à l'utilisateur d'insérer, de modifier ou de remplacer des « programmes » par des moyens autres que :

- a. Une modification matérielle du câblage ou des interconnexions; **ou**
- b. L'établissement de commandes de fonction, y compris l'introduction de paramètres.

« Programme » - Cat 1, cat 7

Séquence d'instructions pour la mise en œuvre d'un processus sous une forme, ou transposable dans une forme, qu'un calculateur électronique puisse exécuter.

« Propergols » - 2-8, 2-18

Substances ou mélanges qui réagissent chimiquement pour produire de grands volumes de gaz chauds à une vitesse contrôlée pour effectuer un travail mécanique.

« Puissance de crête » - Cat 6

Plus haut niveau de puissance atteint au cours de la « durée d'impulsion ».

« Puissance de sortie moyenne » - Cat 6

Rapport de l'énergie de sortie totale du « laser », en joules, divisée par la durée de la période pendant laquelle une série d'impulsions consécutives est émise, en secondes. Pour une série d'impulsions espacées uniformément, elle est égale à l'énergie laser de sortie d'une seule impulsion, en joules, multipliée par la fréquence d'impulsion du « laser », en hertz.

« Qualifié pour l'usage spatial » - Cat 3, cat 6, cat 7, cat 8, 2-19

Le terme « qualifié pour l'usage spatial » qualifie des dispositifs conçus, fabriqués ou contrôlés jusqu'à la réussite des essais pour fonctionner à des altitudes supérieures à 100 km au-dessus de la surface de la Terre.

Note : Lorsqu'un article est « qualifié pour l'usage spatial » en vertu d'essais, cela ne signifie pas que d'autres articles de la même série de production ou série de modèles sont aussi « qualifiés pour l'usage spatial » s'il ne sont pas testés individuellement.

« Réacteur nucléaire » - 2-9, 2-17

Un « réacteur nucléaire » comprend les équipements qui se trouvent dans la cuve du réacteur ou y sont fixés directement, les matériels de réglage de la puissance dans le cœur, et les composants qui renferment normalement le fluide caloporteur primaire du cœur du réacteur, entrent en contact direct avec ce fluide ou permettent son réglage.

« Recherche scientifique fondamentale » - Note générale sur la technologie, 2-22

Travaux expérimentaux ou théoriques entrepris principalement en vue de l'acquisition d'une connaissance nouvelle des principes fondamentaux des phénomènes ou des faits observables, qui ne sont pas essentiellement orientés vers un but ou un objectif pratique.

« Rendement de prise murale » - Cat 6

Le rapport de la puissance de sortie du « laser » (ou « puissance de sortie moyenne ») à la puissance électrique totale d'entrée requise pour faire fonctionner le « laser », y compris l'alimentation/le conditionnement de l'alimentation et le conditionnement /l'échange de chaleur.

« Renforcement d'image » - Cat 4

Traitement d'images extérieures porteuses d'informations au moyen d'algorithmes tels que la compression de temps, le filtrage, l'extraction, la sélection, la corrélation, la convolution ou les transformations entre domaines (par exemple, Transformée de Fourier rapide ou Transformée de Walsh). Les algorithmes n'utilisant que la transformation linéaire ou angulaire d'une image simple, tels que la translation, l'extraction de paramètres, l'enregistrement ou la fausse coloration ne sont pas considérés comme entrant dans le cadre de la présente définition.

« Répétabilité » - Cat 7

Étroitesse de la concordance entre des mesures répétées de la même variable dans les mêmes conditions d'exploitation lorsqu'il y a des modifications apportées aux conditions ou aux périodes autres que d'exploitation entre des mesures (document de référence : IEEE 528-2001 [écart type moyen]).

« Répétabilité du positionnement unidirectionnel » - Cat 2

La plus petite des valeurs $R_{\uparrow}$ et $R_{\downarrow}$ (vers l'avant et vers l'arrière), tel que définie par le par. 3.21 de la norme ISO 230-2:2014 ou par des équivalents nationaux, d'un axe individuel d'une machine-outil.

« Réponse aux cyberincidents » - Cat 4, 2-21

Le processus d'échange d'information nécessaire concernant un incident de cybersécurité avec des personnes ou des organisations responsables de la mise en œuvre ou de la coordination des mesures correctives dans le but de remédier l'incident.

« Réseau local » - Cat 4, cat 5P1, cat 5P2

Système de communications de données présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Assure la communication directe entre un certain nombre de « dispositifs de données » indépendants; **et**
- b. Est limité à un local d'une superficie moyenne (par exemple, immeuble administratif, usine, campus ou entrepôt).

« Réseau personnel » - Cat 5P2

Système de communication de données ayant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Permet à un nombre arbitraire de « dispositifs de données » indépendants ou interconnectés de communiquer directement les uns avec les autres; **et**
- b. Est restreint à la communication entre des dispositifs qui se trouvent physiquement à proximité directe d'une personne ou d'un contrôleur de dispositifs (p. ex., dans une seule pièce, un bureau ou une automobile).

Note technique :

Le « réseau local » s'étend au-delà de la région géographique du « réseau personnel ».

« Résistance à la traction spécifique » - Cat 1

Résistance finale à la traction exprimée en pascals, équivalant à N/m^2 , divisé par la masse spécifique en N/m^3 , mesurée à une température de 296 ± 2 K ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) et une humidité relative de $(50 \pm 5 \%)$.

« Robot » - Cat 2, cat 8, 2-17

Mécanisme de manipulation pouvant être du type à trajectoire continue ou du type point par point, pouvant utiliser des capteurs et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. À fonctions multiples;
- b. Capable de positionner ou d'orienter des matériaux, des pièces, des outils ou des dispositifs spéciaux par des mouvements variables dans un espace tridimensionnel;
- c. Comportant trois ou plus de trois dispositifs d'asservissement à boucle ouverte ou fermée pouvant inclure des moteurs pas à pas; **et**
- d. Doté d'une « programmabilité accessible à l'utilisateur » par la méthode de l'apprentissage ou par un calculateur électronique qui peut être une unité de programmation logique, c'est-à-dire sans intervention mécanique.

Note : La définition ci-dessus ne comprend pas les dispositifs suivants :

1. Mécanismes de manipulation exclusivement à commande manuelle ou commandés par téléopérateur;
2. Mécanismes de manipulation à séquence fixe constituant des dispositifs mobiles automatisés dont les mouvements sont programmés et délimités par des moyens mécaniques. Les mouvements programmés sont délimités mécaniquement par des butées fixes telles que tiges ou cames. La séquence des mouvements et la sélection des trajectoires ou des angles ne sont pas variables ou modifiables par des moyens mécaniques, électroniques ou électriques;

3. *Mécanismes de manipulation à séquence variable et à commande mécanique constituant des dispositifs mobiles automatisés, dont les mouvements sont programmés et délimités par des moyens mécaniques. Les mouvements programmés sont délimités mécaniquement par des butées fixes mais réglables telles que tiges ou cames. La séquence des mouvements et la sélection des trajectoires ou des angles sont variables dans le cadre de la configuration programmée. Les variations ou modifications de la configuration programmée (par exemple, le changement de tiges ou de cames) selon un ou plusieurs axes de mouvement sont effectuées uniquement par des opérations mécaniques;*
4. *Mécanismes de manipulation à séquence variable, à commande non asservie, constituant des dispositifs mobiles automatisés, dont les mouvements sont programmés et délimités par des moyens mécaniques. Le programme est variable, mais la séquence ne progresse qu'en fonction du signal binaire provenant des dispositifs binaires électriques ou d'arrêts réglables délimités mécaniquement;*
5. *Gerbeurs définis comme des systèmes manipulateurs fonctionnant en coordonnées cartésiennes, fabriqués en tant que parties intégrantes d'un ensemble vertical de casiers de stockage et conçus pour l'accès à ces casiers en vue du stockage et du déstockage.*

« Satellite » - Cat 5P1, cat 9

Un « engin spatial », autre qu'un « véhicule spatial », conçu pour fonctionner en orbite autour de la Terre ou d'un autre corps céleste; les « satellites » incluent les stations spatiales orbitales.

« Saut de fréquence » - Cat 5P1, cat 5P2, cat 6

Forme de « spectre étalé » dans laquelle la fréquence d'émission d'une seule voie de communications est modifiée par une séquence aléatoire ou pseudo-aléatoire des sauts donnés.

« Sécurité de l'information » - Note générale sur les logiciels, Note générale sur la sécurité de l'information, Cat 5P2

Tous les moyens et fonctions assurant l'accessibilité, la confidentialité, ou l'intégrité de l'information ou des télécommunications, à l'exclusion des moyens et fonctions prévus pour la protection contre les défaillances. Cela comprend notamment la « cryptologie », l'« activation cryptographique », la crypto-analyse, la protection contre les émanations compromettantes et la sécurité du calculateur.

Note technique :

Le terme « crypto-analyse » désigne l'analyse d'un système cryptologique ou de ses entrées et sorties pour dériver des variables confidentielles ou des données sensibles comprenant du texte en clair. (Réf. ISO 7498-2-1988(E) (paragraphe 3.3.18)).

« Sélecteurs constants » - Cat 5P1

Données ou jeux de données liés à un individu (par exemple, nom de famille, prénom, adresse courriel, adresse postale, numéro de téléphone ou affiliations à des groupes).

« Sensibilité d'énergie radiante » - Cat 6

Sensibilité d'énergie radiante (en mA/W) = $0,807 \times (\text{longueur d'onde en nm}) \times \text{rendement quantique (QE)}$.

Note technique :

Le rendement quantique s'exprime habituellement sous la forme d'un pourcentage; cependant, dans la présente formule, le rendement quantique s'exprime sous la forme d'un nombre décimal inférieur à un (p. ex., 78 % correspond à 0,78).

« Sonde spatiale » - Cat 9

Un « engin spatial », autre qu'un « satellite » ou un « véhicule spatial », conçus pour ne pas revenir sur Terre.

« Soudage par diffusion » - Cat 1, cat 2

Technique de jonction à l'état solide d'au moins deux métaux séparés en une seule pièce, la résistance du joint étant égale à celle du matériau le moins résistant, dans lequel le mécanisme principal est une interdiffusion d'atomes à travers l'interface.

« Spectre étalé » - Cat 5P1, cat 5P2

Technique par laquelle l'énergie d'une voie de communications à bande relativement étroite est étalée sur un spectre d'énergie beaucoup plus large.

Pour les radars à « spectre étalé », voir « spectre étalé (radar) ».

« Spectre étalé (radar) » - Cat 6

Toute technique de modulation visant à répartir l'énergie émise par un signal comportant une bande de fréquence relativement étroite, sur une bande de fréquence beaucoup plus large, en utilisant par exemple un codage aléatoire ou pseudo-aléatoire.

« Stabilité » - Cat 7

Dérive standard (1 sigma) de la variation d'un paramètre particulier par rapport à sa valeur d'étalonnage mesurée dans des conditions thermiques stables. Cette variation s'exprime comme fonction du temps.

Protocole d'entente

Pour les gyroscopes et les accéléromètres, la « stabilité » peut être estimée en déterminant la valeur de l'analyse du bruit de la variance d'Allan à la période d'intégration (c'est-à-dire le temps d'échantillonnage) compatible avec la période de mesure indiquée, ce qui peut inclure l'extrapolation de l'analyse du bruit de la variance d'Allan au-delà du point d'instabilité dans les régions de taux de cheminement aléatoire ou de rampe de vitesse/accélération à une période d'intégration compatible avec la période de mesure indiquée (Référence: IEEE 952-1997 [R2008] ou IEEE 1293-1998 [R2008]).

« Substrat » - Cat 3

Couche de matériau de base comportant ou non un dessin d'interconnexions et sur ou dans lequel peuvent être placés des « composants discrets », des circuits intégrés ou les deux.

« Substrats bruts » - Cat 3, cat 6

Composés monolithiques dont les dimensions conviennent à la fabrication d'éléments optiques, comme les miroirs ou fenêtres optiques.

« Superalliage » - Cat 2, cat 9

Alliage à base de nickel, de cobalt ou de fer dont la résistance à la rupture excède 1 000 heures à 400 MPa et la résistance à la traction ultime est supérieure à 850 MPa, à une température égale ou supérieure à 922 K (649 °C).

« Supraconducteur » - Cat 1, cat 3, cat 5P1, cat 6, cat 8, 2-20

Le terme « supraconducteur » qualifie des matériaux (des métaux, alliages ou composés) qui peuvent perdre toute résistance électrique (c'est-à-dire qu'ils peuvent présenter une conductivité électrique infinie et transporter de très grandes quantités de courant électrique sans effet Joule).

Note technique :

L'état « supraconducteur » d'un matériau est caractérisé pour chaque matériau par une « température critique », un champ magnétique critique, qui est fonction de la température, et une intensité de courant critique, qui est fonction à la fois du champ magnétique et de la température.

« Système anti-couple à commande de circulation ou de commande de direction à commande de circulation » - Cat 7

Systèmes de contrôle utilisant l'air soufflant sur les surfaces aérodynamiques pour augmenter ou contrôler les forces produites par ces surfaces.

« Système actif de commande de vol » - Cat 7

Système ayant pour fonction d'empêcher les mouvements ou les charges structurelles indésirables de l'« aéronef » ou du missile en traitant de façon autonome les données de sortie émanant de plusieurs capteurs et en fournissant ensuite les instructions préventives nécessaires pour assurer une commande automatique.

« Système de commande de vol électrique » - Cat 7

Système principal de commande de vol numérique utilisant la rétroaction pour commander le vol d'un « aéronef », dans lequel les commandes transmises aux effecteurs et actionneurs sont des signaux électriques.

« Système de commande de vol optique » - Cat 7

Système principal de commande de vol numérique utilisant la rétroaction pour commander le vol d'un « aéronef », dans lequel les commandes transmises aux effecteurs et actionneurs sont des signaux optiques.

« Systèmes de compensation » - Cat 6

Constitués du capteur scalaire principal, d'un ou de plusieurs capteurs de référence (p. ex. « magnétomètres » vectoriels) ainsi que du logiciel permettant de réduire le bruit de rotation du corps rigide de la plate-forme.

« Système de navigation par satellites » - Cat 5P2, cat 7, 2-11

Un système composé de stations terrestres, d'une constellation de « satellites » et de récepteurs, qui permet de calculer la position des récepteurs en fonction des signaux reçus des « satellites ». Cela comprend le Système mondial de navigation par satellites et les systèmes régionaux de navigation par satellites.

« Système de navigation référencée par bases de données » (« DBRN ») - Cat 7

Système qui utilise diverses sources de données cartographiques préalablement mesurées, intégrées en vue de fournir de manière dynamique des informations de navigation précises. Ces sources de données sont notamment des cartes bathymétriques, des cartes stellaires, des cartes gravimétriques, des cartes magnétiques ou des cartes topographiques numériques tridimensionnelles.

« Systèmes FADEC » - Cat 9

Système de commande numérique de turbine à gaz qui est en mesure de commander en autonomie le fonctionnement du moteur dans toute sa gamme de fonctionnement, de la

demande de démarrage jusqu'à son arrêt commandé, dans des conditions de fonctionnement normal ou en cas de défaillance.

« Taux d'échantillonnage » - Cat 3

Pour un convertisseur analogique-numérique (ADC), le nombre maximal d'échantillons mesurés à l'entrée analogique pendant une seconde, sauf pour les ADC à suréchantillonnage. Dans le cas des ADC à suréchantillonnage, le « taux d'échantillonnage » est considéré comme étant le débit de mots à la sortie. Le « taux d'échantillonnage » peut également désigner la fréquence d'échantillonnage, habituellement spécifiée en méga-échantillons par seconde (Méch/s) ou en giga-échantillons par seconde (Géch/s), ou en taux de conversion, habituellement spécifié en Hertz (Hz).

« Taux de transfert numérique » - Définitions

Débit total d'informations directement transférées sur tout type de support (voir aussi « Taux de transfert numérique total »).

« Taux de transfert numérique total » - Cat 5P1

Nombre de bits, y compris les bits de codage en ligne et les bits supplémentaires, etc., par unité de temps, passant entre les équipements correspondants dans un système de transmission numérique (voir aussi « Taux de transfert numérique »).

« Technologie » - Note générale sur la technologie, les deux listes

Le terme « technologie » désigne les renseignements spécifiques nécessaires au « développement », à la « production » ou à l'« utilisation » d'un produit. Ces renseignements revêtent la forme de documentation technique ou d'assistance technique. La « technologie » visée pour la Liste de marchandises à double usage est définie dans la Note générale de technologie et dans la Liste de marchandises à double usage. La « technologie » visée pour la Liste de matériel de guerre est définie dans le paragraphe 2-22.

Notes techniques :

1. Les termes « documentation technique » désignent des données pouvant se présenter sous des formes telles que bleus, plans, diagrammes, maquettes, formules, algorithmes, tableaux, dessins et spécifications d'ingénierie, manuels et instructions écrits ou enregistrés sur des supports ou dispositifs tels que disques, bandes magnétiques, mémoires mortes.
2. Les termes « assistance technique » désignent une assistance pouvant revêtir des formes telles que : instructions, procédés pratiques, formation, connaissances appliquées, services de consultants. L'« assistance technique » peut impliquer un transfert de « documentation technique ».

« Température critique » - Cat 1, cat 3, cat 5P1

La « température critique » d'un matériau « supraconducteur » spécifique (parfois appelée température de transition) est définie comme la température à laquelle un matériau perd toute résistance au flux de courant continu.

« Temps de commutation de fréquence » - Cat 3, cat 5P1

Temps (c'est à dire la durée) nécessaire à un signal, lorsqu'on effectue une commutation d'une fréquence de sortie initiale donnée pour arriver à ou dans l'une des mesures suivantes :

- a. ± 100 Hz d'une fréquence de sortie finale donnée de moins de 1 GHz; **ou**

- b. $\pm 0,1$ partie par million d'une fréquence de sortie finale donnée égale ou supérieure à 1 GHz.

« Traitement de signal » - Cat 3, cat 4, cat 5P1, cat 6

Traitement de signaux extérieurs porteurs d'informations, au moyen d'algorithmes tels que la compression de temps, le filtrage, l'extraction, la sélection, la corrélation, la convolution ou les transformations entre domaines (par exemple, Transformée de Fourier rapide ou Transformée de Walsh).

« Traitement en temps réel » - Cat 6

Traitement de données par un système informatique opérant au niveau de fonctionnement nécessaire, en fonction des ressources disponibles, avec un temps de réponse garanti, sans tenir compte du chargement du système, quand il est activé par un phénomène extérieur.

« Transistor à effet de champ à grille environnante (Gate-All-Around) » (« GAAFET ») - Cat 3

Dispositif doté d'un ou de plusieurs canaux de conduction semi-conducteurs et d'une structure de grille commune entourant tous les canaux et contrôlant le courant qui y circule.

Note : Cette définition comprend les transistors à effet de champ à nanofeuilles ou à nanofils, les transistors à grille enveloppante et les autres structures de canaux semi-conducteurs « GAAFET ».

« Tubes intensificateurs d'image de première génération » - 2-15

Tubes focalisés électrostatiquement, qui emploient à l'entrée et à la sortie des plaques en verre ou en fibres optiques, des photocathodes multialcalines (S-20 ou S-25), mais pas de plaque amplificatrice de microcanal.

« Utilisation » - Note générale sur la technologie, Liste de marchandise à double usage

Le terme « utilisation » recouvre l'exploitation, l'installation (y compris l'installation in situ), la maintenance (vérification), la réparation, la révision et la rénovation.

« Véhicule spatial » - Cat 9

Un « engin spatial » conçu pour la transportation de marchandises ou de passagers.

Note :

Les « véhicules spatiaux » comprennent les véhicules conçus pour revenir sur Terre en sécurité.

« Véhicule suborbital » - Cat 9, 2-10

Véhicule muni d'une enceinte conçue pour transporter des passagers ou des marchandises et conçu pour :

- a. Fonctionner au-dessus de la stratosphère;
- b. Suivre exclusivement des trajectoires non orbitales; et
- c. Revenir sur terre avec les passagers en vie ou les marchandises intactes.

« Véhicule aérien sans équipage » (VAE) - Cat 9, 2-10

Aéronef capable de décoller et d'effectuer un vol contrôlé ainsi que la navigation, sans aucune présence humaine à bord.

« Véhicules plus légers que l'air » - 2-10

Ballons et les « dirigeables » dont la sustentation est assurée par de l'air chaud ou un gaz plus léger que l'air comme l'hélium ou l'hydrogène.

LES ACRONYMES ET LES ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS LES GROUPE 1 ET 2

Tout acronyme ou abréviation utilisé comme terme défini figure dans les « Définitions de termes utilisés dans les groupes 1 et 2 ».

ADC	Convertisseur analogique-numérique
AGMA	American Gear Manufacturers Association
AHRS	Système de référence de cap et d'attitude
AISI	American Iron and Steel Institute
ALE	Epitaxie par couche atomique
AP	Amorce à pont
APU	Générateur auxiliaire de bord
ASLR	Configuration aléatoire des espaces des adresses
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATC	Contrôle de la circulation aérienne
AV	Antivirus
BJT	Transistor bipolaire à jonctions
BLU	Bande latérale unique
C ³ I	Commandement, communication, contrôle et renseignement
C ⁴ I	Commandement, communication, conduite des opérations, collecte du renseignement
CAO	Conception assistée par ordinateur
CAOE	Conception assistée par ordinateur appliquée à l'électronique
CAS	Chemical Abstracts Service
CCD	Dispositif à couplage de charge
CDU	Unité de contrôle et visualisation
CEI	Commission électrotechnique internationale
CIMH	Circuit intégré monolithique hyperfréquence
CMM	Machine de mesure à coordonnées
CMOS	Dispositif à semiconducteur métal-oxyde
CNTD	Dépôt thermique par nucléation contrôlée
CPLD	Dispositif logique programmable complexe
CRR	Contrôleur de réseau radio
CSB	Contrôleur de station de base
CVD	Dépôt en phase vapeur par procédé chimique
DAC	Convertisseur numérique-analogique
DANL	Niveau de bruit moyen affiché

DBRN	Système de navigation référencée par bases de données
DDS	Synthétiseur numérique direct
DEP	Prévention d'exécution des données
DEW	Armes à énergie dirigée
DMA	Analyse dynamomécanique
DME	Équipement de mesure de distance
DMOSFET	Transistor à double diffusion à effet de champ à oxydes métalliques
EB-PVD	dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons
ECM	Usinage électrochimique
ECP	Erreur circulaire probable
EDM	Machines à décharge électrique
EEI	Engin Explosif Improvisé
EEPROM	Mémoire morte programmable effaçable électriquement
EMCDB	Double base, moulé, modifié par un élastomère
END	Essai non destructif
ENOB	Nombre effectif de bits
ERM	Élément résoluble minimal
ETO	Thyristor de puissance
ETSI TS	European Telecommunications Standards Institute spécification technique
ETT	Thyristor à déclenchement électrique
FADEC	Régulation automatique à pleine autorité redondante
FE	Fil à exploser
FER	Finition au moyen d'un fluide électrorhéologique
FMR	Finition magnétorhéologique
FPGA	Matrice de portes programmables par l'utilisateur
FPIC	Dispositif d'interconnexion programmable par l'utilisateur
FPLD	Dispositif logique programmable par l'utilisateur
GAAFET	Transistor à effet de champ à grille environnante (Gate-All-Around)
GDSII	Geometrical Database Standard II
GSM	Système mondial de communications mobiles
GTO	Thyristor blocable
HBT	Transistor hétéro-bipolaire
HEMT	Transistor à haute mobilité d'électrons
IDS	Systèmes de détection d'intrusion
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers

IFE	Initiateur à feuille explosive
IFOV	Champ de vision instantané
IGBT	Transistor bipolaire à grille isolée
IGCT	Thyristor à commutation à grille intégrée
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
INS	Système de navigation à inertie
IP	Protocole Internet
IPS	Systèmes de prévention des intrusions
IRM	Imagerie par résonance magnétique
IRS	Système de référence à inertie
IRU	Unité de référence inertielle
ISA	Atmosphère type internationale
ISAR	Radar à synthèse d'ouverture inverse
ISO	Organisation internationale de normalisation
JFET	Transistor à effet de champ à jonction
JT	Joule-Thomson
JTAG	Joint Test Action Group
LCP	Localisation cohérente passive
LHT	Longueur hors tout
LIDAR	Détection et télémétrie par ondes lumineuses
LTMH	Largeur totale à mi-hauteur
LTT	Thyristor déclenché par lumière
MAQ	Modulation d'amplitude en quadrature
MCT	Thyristor commandé par MOS
MLS	Système d'atterrissage hyperfréquences
MOCVD	Dépôt en phase vapeur par procédé chimique organo-métallique
MOS	Semi-conducteur à oxyde métallique
MOSFET	Transistor à effet de champ à oxydes métalliques
MPH	Module de puissance hyperfréquence
MRAM	Mémoire magnétique à accès aléatoire
MTBF	Moyenne des temps de bon fonctionnement
MTTF	Durée moyenne avant défaillance
NIP	Numéro d'identification personnelle
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale

OAM	Opérations, administration ou maintenance
OFV	Opération en virgule flottante
OHI	Organisation hydrographique internationale
ON	Ouverture numérique
OSI	Interconnexion des systèmes ouverts
PAI	Polyamide-imide aromatique
PAR	Plasma atomique réactif
PAR	Puissance apparente rayonnée
PAR	Radar d'approche de précision
PCC	Performance de crête corrigée
PIRE	Puissance isotrope rayonnée équivalente
PMR	Radio mobile privée
PNBV	Poids nominal brut du véhicule
PPF	Produit des paramètres du faisceau
PSP	Produits de sécurité personnelle
PVD	Dépôt en phase vapeur par procédé physique
QdE	Qualité d'expérience
QdS	Qualité de service
QE	Rendement quantique
QNE	Quantité nette d'explosif
RAN	Réseau d'accès radio
RDL	Radio définie par logiciel
RF	Radiofréquence
ROIC	Circuits intégrés de lecture
RPU	Répétabilité du positionnement unidirectionnel
RTE	Réponse à la tension d'émission
RTL	Niveau de transfert de registres
SAR	Radar à synthèse d'ouverture
SBL	Sonar à balayage latéral
SCR	Redresseurs commandés au silicium
SEL	Seuil d'endommagement par laser
SFDR	Dynamique de modulation sans parasites
SHPL	Laser à très grande puissance
SLAR	Radar embarqué à balayage latéral
SOI	Silicium sur isolant
SPLD	Dispositif logique programmable simple
SQUID	Dispositif supraconducteur à interférence quantique

SRAM	Mémoire statique à accès aléatoire
SSO	Sonar à synthèse d'ouverture
SSR	Radar secondaire de surveillance
TDVL	Transformateur différentiel variable linéaire
TE-PVD	Dépôt en phase vapeur par procédé physique par évaporation thermique
TFR	Transformée de Fourier rapide
TIMSI	Temporary International Mobile Subscriber Identity
TIR	Lecture totale
UAL	Unité arithmétique et logique
UCT	Unité centrale de traitement
UIL	Unité interchangeable en ligne
UIT	Union internationale des télécommunications
UMI	Unité de mesure inertielle
URA	unité remplaçable en atelier
UVE	Ultraviolet extrême
VJFET	Transistor à effet de champ à jonction verticale
VOR	Radiophares omnidirectionnels VHF
VTG	Véhicule aérien téléguidé
WLAN	Réseau local sans fil
3GPP TS	Third Generation Partnership Project spécification technique

GROUPE 3 – LISTE DE NON PROLIFÉRATION NUCLÉAIRE

(Toutes destinations. Application à toutes les destinations pour les articles du Groupe 3.)

Note :

Les expressions entre « guillemets simples » sont habituellement définies au sein de chaque entrée de la liste alors que celles entre « guillemets doubles » sont définies à la fin du Groupe 4.

NOTE DE LA COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (CCSN) :

En vertu de la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), l'exportation d'articles à caractère nucléaire ou connexes est également régie par la CCSN. Ainsi, il pourrait toutefois être nécessaire d'obtenir un permis de la CCSN pour exporter des articles à caractère nucléaire ou connexe qui ne seraient pas énumérés dans le Groupe 3 ou qui satisferaient aux notes sur la libération. On pourra obtenir auprès de la CCSN, des renseignements sur les exigences prévus relatives à l'obtention de permis d'exportation réglementés par la LSRN.

NOTE SUR LA TECHNOLOGIE NUCLÉAIRE :

La « technologie » directement associée aux articles visés par le Groupe 3 est régulée selon les dispositions propres à ce groupe.

La « technologie » utilisée pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'articles visés demeure réglementée, même lorsqu'elle est applicable à des articles non réglementés.

L'approbation de l'exportation d'article couvre également l'exportation au même utilisateur final de la « technologie » minimale nécessaire à l'installation, l'utilisation, l'entretien et la réparation de ces articles.

Le contrôle du transfert de « technologie » ne s'étend pas aux informations « dans le domaine public » ou appartenant à la « recherche scientifique fondamentale ».

NOTE GÉNÉRALE SUR LES LOGICIELS :

Le Groupe 3 ne vise pas les « logiciels » qui :

- 1. Sont généralement offerts au public via la :*
 - a. Vente sans restriction, à partir du stock d'un commerce de détail :*
 - 1. En magasin;*
 - 2. Par correspondance;*
 - 3. Par transaction électronique; ou*
 - 4. Sur appel téléphonique ; et*
 - b. Sont conçus pour être installé par l'utilisateur sans une assistance ultérieure importante de la part du fournisseur; ou*
- 2. Sont du « domaine public ».*

3-1. MATIÈRES BRUTES ET PRODUITS FISSILES SPÉCIAUX

3-1.1. Matières brutes

Les matières brutes sous forme de métal, alliage, composé chimique, concentré ou qui sont incorporés dans tout matériau ou substance dont elles constituent plus de 0,05 % de la masse, comme suit :

1. L'uranium naturel (dont la composition isotopique est celle trouvée dans la nature);
2. L'uranium appauvri (dont la teneur en uranium 235 est inférieure à celle trouvée dans la nature); et
3. Le thorium.

Note :

Sont exclus de l'alinéa 3-1.1. :

- a. Une quantité d'uranium naturel ou appauvri inférieur à quatre grammes, contenu dans le dispositif de détection d'un instrument;
- b. Les alliages dont la teneur en thorium est inférieure à 5 %;
- c. Les produits céramiques contenant du thorium, fabriqués pour un usage autre que nucléaire;
- d. Les substances médicinales;
- e. Les traces trouvées sur des objets contaminés, tels les vêtements, le blindage ou les emballages; **et**
- f. Les matières brutes, à l'égard desquelles le ministre conclut qu'elles sont destinées exclusivement à des utilisations civiles autres que nucléaires, notamment le blindage, l'emballage, le lestage, les contrepoids ou la production d'alliages et de céramiques. (Aux fins de la régulation des exportations, Affaires mondiales Canada déterminera si les matières brutes affectées à l'exportation et satisfaisant aux spécifications ci-dessus sont destinées à des utilisations non nucléaires.)

3-1.2. Produits fissiles spéciaux

- 1. Tous les isotopes du plutonium, ainsi que tout alliage, composé ou substance qui en contient;
- 2. L'uranium 233; l'uranium enrichi en isotopes 233 ou 235; ou tout alliage, composé ou substance contenant une ou certaines des substances susdites;

Note :

Sont exclus de l'alinéa 3-1.2. :

- a. Quatre « grammes efficaces » ou moins de produits fissiles spéciaux, si elles sont incorporées dans le dispositif de détection d'un instrument;
- b. Les traces sur des articles contaminés, notamment des vêtements du blindage ou des emballages; **et**
- c. Le plutonium 238 contenu dans des stimulateurs cardiaques.

Note technique :

Un « gramme efficace » signifie :

- a. La masse en gramme des isotopes du plutonium et de l'uranium 233;
- b. Dans le cas de l'uranium enrichi à 1 % ou plus en uranium 235, la masse de l'élément en gramme, multiplié par le carré de l'enrichissement exprimé comme la fraction décimale de masse; **et**
- c. Dans le cas de l'uranium enrichi à moins de 1 % en uranium 235, la masse de l'élément en gramme multiplié par 0,0001.

3-2. ÉQUIPEMENTS ET MATIÈRES NON NUCLÉAIRES

3-2.1. Réacteurs nucléaires et équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour ces réacteurs, notamment :

Note d'introduction :

Différents réacteurs nucléaires peuvent être caractérisés par le modérateur utilisé (p. ex. graphite, eau lourde, eau ordinaire, aucun), le spectre de neutrons produits (p. ex. thermique, rapide), le type de caloporteur utilisé (p. ex. eau, métal liquide, sel fondu, gaz) ou par leur fonction ou leur type (p. ex. réacteurs de puissance, réacteurs de recherche, réacteur d'essai). Il est voulu que tous ces types de réacteurs nucléaires soient dans la portée de la présente rubrique et de toutes les sous-rubriques applicables. Les réacteurs à fusion ne sont pas visés par cette rubrique.

1. Réacteurs nucléaires complets

Réacteurs nucléaires pouvant fonctionner de manière à maintenir une réaction de fission en chaîne auto-entretenu.

Note explicative :

Un réacteur nucléaire comporte essentiellement les articles se trouvant à l'intérieur de la cuve de réacteur ou fixés directement sur cette cuve, les équipements de réglage de la puissance dans le cœur, et les composants qui renferment normalement le fluide de refroidissement primaire du cœur du réacteur, qui entrent en contact direct avec ce fluide ou qui en permettent le réglage.

2. Cuves de réacteurs

Cuves métalliques, ou éléments préfabriqués importants de telles cuves, qui sont spécialement conçues ou préparées pour contenir le cœur d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus, ainsi que les internes de réacteur au sens de l'alinéa 3-2.1.8. ci-dessous.

Note explicative :

L'alinéa 3-1.2 concerne les cuves de réacteur nucléaire sans égard à la pression maximale et comprend les cuves ou caissons de réacteur et les calandres. Le couvercle de la cuve de réacteur est visé par l'alinéa 3-2.1.2 en tant qu'élément préfabriqué important d'une cuve.

3. Machines pour le chargement et le déchargement du combustible nucléaire

Équipements de manutention spécialement conçus ou préparés pour introduire ou extraire le combustible d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus.

Note explicative :

Ces équipements peuvent être utilisés en cours d'exploitation ou sont dotés de dispositifs techniques perfectionnés de positionnement ou d'alignement pour permettre des opérations complexes de chargement à l'arrêt, telles que celles au cours desquelles il est normalement impossible d'observer le combustible directement ou d'y accéder.

4. Barres de commande pour réacteurs et équipements connexes

Barres spécialement conçues ou préparées pour maîtriser le processus de fission dans un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus, et structures de support ou de suspension, mécanismes d'entraînement ou tubes de guidage des barres de commande.

5. Tubes de force pour réacteurs

Tubes spécialement conçus ou préparés pour contenir à la fois les éléments combustibles ainsi que le fluide caloporteur primaire d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1 ci-dessus.

Note explicative :

Les tubes de force font partie de canaux de combustible conçus pour fonctionner à des pressions élevées dépassant parfois les 5 MPa.

6. Gaines de combustible nucléaire

Tubes (ou assemblages de tubes) de zirconium métallique ou d'alliages à base de zirconium, spécialement conçus ou préparés pour être utilisés comme gaines de combustible dans un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1 ci-dessus, en quantités dépassant 10 kg.

N.B.:

Pour les tubes de force en zirconium, voir 3-2.1.5. Pour les tubes de calandre, voir 3-2.1.8.

Note explicative :

Les tubes de zirconium métallique et les tubes d'alliages à base de zirconium utilisés dans un réacteur nucléaire sont constitués de zirconium pour lequel le rapport hafnium/zirconium est habituellement inférieur à 1/500 parties en poids.

7. Pompes ou circulateur du circuit primaire de refroidissement

Pompes ou circulateurs spécialement conçus ou préparés pour faire circuler le fluide caloporteur primaire pour réacteurs nucléaires au sens de l'alinéa 3-2.1.1 ci dessus.

Note explicative :

Les pompes ou circulateurs spécialement conçus ou préparés comprennent les pompes des réacteurs refroidis à l'eau et les circulateurs des réacteurs refroidis au gaz, ainsi que les pompes électromagnétiques et mécaniques des réacteurs refroidis au métal liquide. Ces équipements peuvent comprendre des pompes ayant des systèmes complexes à dispositifs d'étanchéité simples ou multiples destinés à éviter les fuites du fluide caloporteur primaire, des pompes à rotor étanche et des pompes dotées de systèmes à masse d'inertie. Cette définition englobe les pompes décrites à la section III, division I, sous-section NB (composantes de classe 1) du Code de l'American Society of Mechanical Engineers (ASME), ou dans des normes équivalentes.

8. Internes de réacteur nucléaire

Internes de réacteur nucléaire spécialement conçus ou préparés pour leur utilisation dans un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus. Ceci comprend, par exemple, les colonnes de soutien du coeur, les canaux de combustible, les tubes de calandre, les écrans thermiques, les déflecteurs, les plaques à grille du coeur et les plaques de répartition.

Note explicative :

Les internes de réacteur nucléaire sont des structures importantes à l'intérieur d'une cuve de réacteur et remplissent une ou plusieurs fonctions, par exemple le support du coeur, le maintien de l'alignement du combustible, l'orientation du fluide caloporteur primaire, la protection radiologique de la cuve de réacteur et le guidage des instruments se trouvant dans le coeur.

9. Échangeurs de chaleur

- a. Générateurs de vapeur spécialement conçus ou préparés pour une utilisation dans le circuit de refroidissement primaire ou intermédiaire d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus.
- b. Autres échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés pour une utilisation dans le circuit de refroidissement primaire d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus.

Note explicative :

Les générateurs de vapeur sont spécialement conçus ou préparés pour transférer la chaleur produite dans le réacteur à l'eau d'alimentation en vue de la production de vapeur. Dans le cas d'un réacteur à neutrons rapides dans lequel se trouve aussi un circuit intermédiaire de refroidissement, le générateur de vapeur se trouve dans le circuit intermédiaire. Dans un réacteur refroidi au gaz, on peut utiliser un échangeur de chaleur pour transférer la chaleur à une boucle de gaz secondaire entraînant une turbine à gaz. La présente rubrique ne s'applique pas aux échangeurs de chaleur des systèmes de soutien du réacteur, comme le circuit de refroidissement d'urgence ou le circuit d'évacuation de la chaleur résiduelle.

10. Détecteurs de neutrons

Détecteurs de neutrons spécialement conçus ou préparés pour évaluer les flux de neutrons dans le coeur d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus.

Note explicative :

Cette expression désigne les détecteurs se trouvant dans le coeur et hors du coeur qui servent à mesurer les flux dans une gamme étendue, habituellement à partir de 10^4 neutrons par cm^2 par seconde ou plus. Par hors du coeur, on entend les instruments qui se trouvent en dehors du coeur du réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus, mais à l'intérieur de la protection biologique.

11. Boucliers thermiques externes

Boucliers thermiques externes spécialement conçus ou préparés pour être utilisés dans un réacteur nucléaire au sens du paragraphe 3-2.1.1. afin de réduire les pertes thermiques et de protéger la cuve de confinement.

Note explicative :

Les boucliers thermiques externes sont d'importantes structures placées par-dessus la cuve du réacteur qui réduisent les pertes thermiques du réacteur et la température à l'intérieur de la cuve de confinement.

3-2.2. Matières non nucléaires pour réacteurs

Note explicative :

Aux fins du contrôle des exportations, Affaires mondiales Canada déterminera si les exportations de matières non nucléaires répondant aux spécifications indiquées aux alinéas 3-2.2.1. et 3-2.2.2. sont destinées à être utilisées dans des réacteurs nucléaires ou non. Les matières non nucléaires répondant aux spécifications des paragraphes 3-2.2.1. et 3-2.2.2. non destinées à être utilisés dans des réacteurs nucléaires, conformément à la définition de l'alinéa 3-2.1.1., ne sont pas visées par cette section.

1. Deutérium et eau lourde

Deutérium, eau lourde (oxyde de deutérium) et tout composé de deutérium dans lequel le rapport atomique deutérium/hydrogène dépasse 1/5 000, si le ministre conclut que le deutérium ou les composés du deutérium sont destinés à être utilisés dans un réacteur nucléaire, au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus.

2. Graphite de pureté nucléaire

Graphite dont la pureté est meilleure que (contenant moins que) 5 ppm (parties par million) d'équivalent en bore, dont la masse volumique dépasse $1,50 \text{ g/cm}^3$ et qui est destiné à être utilisé dans un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus, en quantités dépassant 1 kg.

Note explicative :

Le graphite ayant un degré de pureté supérieur à 5 ppm (parties par million) d'équivalent bore et une masse volumique supérieure à $1,50 \text{ g/cm}^3$, non destiné à être utilisé dans un réacteur nucléaire tel que défini au paragraphe 3-2.1.1. ci-dessus, n'est pas couvert par le présent paragraphe.

L'équivalent bore (EB) peut être mesuré expérimentalement ou calculé comme somme des EB_Z pour les impuretés (à l'exclusion de EB carbone puisque le carbone n'est pas considéré comme une impureté) y compris le bore, où :

$EB_Z \text{ ppm} = FC \times \text{concentration de l'élément Z (en ppm)}$;

FC est le facteur conversion : $(\sigma_Z \times A_B)$ divisé par $(\sigma_B \times A_Z)$;

ou σ_B et σ_Z sont les sections efficaces de capture des neutrons thermiques (en barns) pour le bore naturel et l'élément Z, respectivement; et

A_B et A_Z sont les masses atomiques du bore naturel et de l'élément Z respectivement.

3-2.3. Installations de retraitement des éléments combustibles irradiés, et équipement spécialement conçu ou préparé, notamment :

Note d'introduction :

Le retraitement du combustible nucléaire irradié sépare le plutonium et l'uranium des produits de fission et d'autres éléments transuraniens de haute activité. Différents procédés techniques peuvent réaliser cette séparation. Mais, avec les années, le procédé Purex est devenu le plus couramment utilisé et accepté. Il comporte la dissolution du combustible nucléaire irradié dans l'acide nitrique, suivie d'une séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, que l'on extrait par solvant en utilisant le phosphate tributylrique mélangé à un diluant organique. D'une usine Purex à l'autre, les opérations du processus sont similaires : sont réalisées notamment le dégainage et/ou le découpage des éléments combustibles irradiés, la dissolution du combustible, l'extraction par solvant et le stockage des solutions obtenues. Il peut y avoir aussi des équipements pour la dénitrification thermique du nitrate d'uranium, la conversion du nitrate de plutonium en oxyde ou en métal, et le traitement des solutions de produits de fission qu'il s'agit de convertir en une forme se prêtant au stockage de longue durée ou au stockage définitif. Toutefois, la configuration et le type particuliers des équipements qui accomplissent ces opérations peuvent différer selon les installations Purex pour diverses raisons, notamment selon le type et la quantité de combustible nucléaire irradié à retraiter et l'usage prévu des matières récupérées, et selon les principes de sûreté et d'entretien qui ont été retenus dans la conception de l'installation.

L'usine de retraitement d'éléments combustibles irradiés englobe les équipements et composants qui entrent normalement en contact direct avec le combustible irradié ou servent à contrôler directement ce combustible et les principaux flux de matières nucléaires et de produits de fission pendant le traitement.

Ces procédés, y compris les systèmes complets pour la conversion du plutonium et la production de plutonium métal, peuvent être identifiés par les mesures prises pour éviter la criticité (par exemple par la géométrie), les radioexpositions (par exemple par blindage) et les risques de toxicité (par exemple par confinement).

Les articles considérés comme tombant dans la catégorie visée par le membre de phrase « et équipements spécialement conçus ou préparés » pour le retraitement d'éléments combustibles irradiés, comprennent :

1. Équipement à dégainer et machines à découper les éléments combustibles irradiés
Machines télécommandées spécialement conçues ou préparées pour être utilisées dans une usine de retraitement au sens donné à ce terme ci-dessus, et destinées à exposer ou préparer le matériau nucléaire irradié dans les faisceaux ou barres de combustible aux fins de traitement.

Note explicative :

Ces machines coupent, fragmentent, cisailent ou autrement dégagent le combustible afin d'exposer la matière nucléaire irradiée pour le traitement ou préparent le combustible en vue de son traitement. Des cisailles spécialement conçues sont le plus couramment employées, mais des équipements de pointe, tel que lasers, machines à dépouiller ou autres techniques, peuvent être utilisés. Le dégainage consiste à retirer la gaine du combustible nucléaire irradié avant sa dissolution.

2. Équipements de dissolution
Récipients de dissolution ou dissolvants utilisant des dispositifs mécaniques spécialement conçus ou aménagés pour être utilisés dans une usine de retraitement telle que définie ci-dessus, destinés à la dissolution du combustible nucléaire irradié et capables de supporter un liquide chaud et très corrosif, et pouvant être chargés, commandés et entretenus à distance.

Note explicative :

Les dissolvants reçoivent normalement le combustible nucléaire solide et irradié. Les combustibles nucléaires dont la gaine est faite d'un matériau comprenant du zirconium, de l'acier inoxydable ou des alliages de ces matériaux doivent être dégainés et/ou cisailés ou

hachés avant d'être chargés dans le dissolvant pour permettre à l'acide d'atteindre la matrice du combustible. Le combustible nucléaire irradié est généralement dissous dans des acides minéraux forts, comme l'acide nitrique, et toute gaine non dissoute est retirée. Bien que certaines caractéristiques de conception, comme des réservoirs de petit diamètre, annulaires ou en forme de dalle, puissent être utilisées pour assurer la sûreté en matière de criticité, elles ne sont pas une nécessité. Des contrôles administratifs, tels que la petite taille des lots ou la faible teneur en matières fissiles, peuvent être utilisés à la place. Les cuves de dissolvant et les dissolvants qui utilisent des dispositifs mécaniques sont normalement fabriqués de matériaux tels que l'acier inoxydable à faible teneur en carbone, le titane ou le zirconium, ou d'autres matériaux de haute qualité. Les dissolvants peuvent comprendre des dispositifs pour enlever la gaine ou les déchets de placage et des dispositifs de contrôle et de traitement des dégagements gazeux radioactifs. Ces dissolvants peuvent avoir des caractéristiques pour le placement à distance puisqu'ils sont normalement chargés, opérés et maintenus derrière un épais blindage.

3. Extracteurs de solvants et équipement par solvant

Extracteurs de solvants spécialement conçus ou préparés (tels des colonnes garnies ou pulsées, des mélangeurs décanteurs ou des contacteurs centrifuges) destinés à servir dans une installation de retraitement du combustible irradié. Les extracteurs doivent résister à l'action corrosive de l'acide nitrique. Les extracteurs sont normalement fabriqués selon des exigences très strictes (notamment des techniques spéciales de soudage, d'inspection et d'assurance et contrôle de la qualité), à l'aide de matériaux tels que l'acier inoxydable à basse teneur en carbone, le titane, le zirconium ou d'autres matériaux de qualité supérieure.

Note explicative :

Les extracteurs reçoivent à la fois la solution de combustible irradié provenant des dissolvants et la solution organique qui sépare l'uranium, le plutonium et les produits de fission. Les équipements d'extraction par solvant sont normalement conçus pour satisfaire à des paramètres de fonctionnement rigoureux tels que longue durée de vie utile sans exigences d'entretien ou avec facilité de remplacement, simplicité de commande et de contrôle, et adaptabilité aux variations des conditions du procédé.

4. Récipients de stockage ou de conservation de produits chimiques

Récipients de stockage ou de conservation spécialement conçus ou préparés pour l'emploi dans une installation de retraitement du combustible irradié. Les récipients de stockage ou de conservation doivent résister à l'action corrosive de l'acide nitrique. Les récipients de stockage ou de conservation sont normalement fabriqués à l'aide de matériaux tels que l'acier inoxydable à basse teneur en carbone, le titane ou le zirconium, ou d'autres matériaux de qualité supérieure. Les récipients de stockage ou de conservation peuvent être conçus pour l'utilisation et l'entretien à distance et peuvent présenter, pour prévenir le risque de criticité, l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes :

1. Parois ou structures internes avec un équivalent en bore d'au moins 2 %;
2. Un diamètre maximum de 175 mm pour les récipients cylindriques; **ou**
3. Une largeur maximum de 75 mm pour les récipients plats ou annulaires.

Note explicative :

Une fois franchie l'étape de l'extraction par solvant, on obtient trois flux principaux. Dans la suite du traitement, des récipients de collecte ou de stockage sont utilisés comme suit :

- a. *La solution de nitrate d'uranium est concentrée par évaporation et le nitrate est converti en oxyde. Cet oxyde est réutilisé dans le cycle du combustible nucléaire.*
- b. *La solution de produits de fission de très haute activité est normalement concentrée par évaporation et stockée sous forme de concentrat liquide. Ce concentrat peut ensuite être évaporé et converti en une forme se prêtant au stockage temporaire ou définitif.*

- c. *La solution de nitrate de plutonium est concentrée et stockée avant de passer aux stades ultérieurs du traitement. En particulier, les récipients de collecte ou de stockage des solutions de plutonium sont conçus pour éviter tout risque de criticité résultant des variations de concentration et de forme du flux en question.*
- 5. **Systèmes de mesure des neutrons pour le contrôle des procédés**
Systèmes de mesure des neutrons spécialement conçus ou préparés pour une intégration et une utilisation dans les systèmes de contrôle de procédés automatisés des installations de retraitement des éléments combustibles irradiés.

Note explicative :

Ces systèmes ont la capacité de mesurer et de distinguer les neutrons de façon active ou passive afin que soient déterminées la quantité et la composition des matières fissiles. Le système complet est composé d'un générateur de neutrons, d'un détecteur de neutrons, d'amplificateurs et de composants électroniques de traitement de signal.

Cette entrée n'inclut pas les instruments de détection et de mesure des neutrons qui sont conçus pour la comptabilité et la protection des matières nucléaires ou toute autre application qui n'est pas liée à une intégration et une utilisation dans les systèmes de contrôle de procédés automatisés des installations de retraitement des éléments combustibles irradiés.

- 3-2.4. Usines de fabrication d'éléments combustibles pour réacteurs nucléaires, et équipements et composants spécialement conçus ou préparés à cette fin :

Note d'introduction :

Les éléments combustibles pour réacteurs nucléaires sont fabriqués à partir d'une ou de plusieurs des matières brutes ou d'un ou de plusieurs des produits fissiles spéciaux mentionnés à l'article 3-1. Pour les combustibles à oxydes, c'est-à-dire les plus communs, des équipements de compactage des pastilles, de frittage, de broyage et de granulométrie seront présents. Les combustibles à mélange d'oxydes sont manipulés dans des boîtes à gants (ou des enceintes équivalentes) jusqu'à ce qu'ils soient scellés dans le gainage. Dans tous les cas, le combustible est enfermé hermétiquement à l'intérieur d'un gainage approprié, lequel est conçu comme la première enveloppe entourant le combustible en vue de performances et d'une sûreté appropriées pendant le fonctionnement du réacteur. Par ailleurs, dans tous les cas, un contrôle précis des processus, des procédures et des équipements, fait suivant des normes extrêmement rigoureuses, est nécessaire pour obtenir un comportement prévisible et sûr du combustible.

Note explicative :

Les équipements désignés par le membre de phrase « et équipements spécialement conçus ou préparés » pour la fabrication d'éléments combustibles comprennent ceux qui :

- a. *Normalement se trouvent en contact direct avec le flux des matières nucléaires produites, ou bien traitent ou contrôlent directement ce flux;*
- b. *Scellent les matières nucléaires à l'intérieur du gainage;*
- c. *Vérifient l'intégrité du gainage ou l'étanchéité;*
- d. *Vérifient le traitement de finition du combustible scellé; ou*
- e. *Servent à l'assemblage d'éléments combustibles nucléaires.*

Ces équipements ou ensembles d'équipements peuvent comprendre, par exemple :

- 1. *Des stations entièrement automatiques d'inspection des pastilles spécialement conçues ou préparées pour vérifier les dimensions finales et les défauts de surface des pastilles de combustible;*
- 2. *Des machines de soudage automatiques spécialement conçues ou préparées pour le soudage des bouchons sur les aiguilles (ou les barres) combustibles;*
- 3. *Des stations automatiques d'essai et d'inspection spécialement conçues ou préparées pour la vérification de l'intégrité des aiguilles (ou des barres) de combustible.*

Sous 3, on trouve habituellement des équipements :

- a) *D'examen par rayons X des soudures des bouchons d'aiguille (ou de barre);*
 - b) *De détection des fuites d'hélium à partir des aiguilles (ou des barres) sous pression;*
 - c) *D'exploration gamma des aiguilles (ou des barres) pour vérifier que les pastilles de combustible sont correctement positionnées à l'intérieur.*
4. *Des systèmes spécialement conçus ou préparés pour la fabrication de gaines de combustible nucléaire.*

3-2.5. Usines de séparation des isotopes de l'uranium naturel, de l'uranium appauvri ou de produits fissiles spéciaux et équipements et composants, autres que les appareils d'analyse, spécialement conçus ou préparés à cette fin :

Note d'introduction :

Les usines, l'équipement et la technologie pour la séparation des isotopes de l'uranium sont, dans de nombreux cas, étroitement liés aux usines, à l'équipement et à la technologie de séparation des isotopes d'« autres éléments ». Dans certains cas, les contrôles de la section 3-2.5. s'appliquent également aux usines et à l'équipement destinés à la séparation des isotopes d'« autres éléments ». Ces contrôles d'usines et d'équipement pour la séparation des isotopes d'« autres éléments » sont complémentaires aux contrôles des usines et de l'équipement spécialement conçus ou préparés pour le traitement, l'utilisation ou la production de produits fissiles spéciaux couverts par le Groupe 3. Ces contrôles complémentaires de la section 3-2.5. portant sur les utilisations des isotopes d'« autres éléments » ne s'appliquent pas au procédé de séparation isotopique électromagnétique, qui est visé par le Groupe 4 de la Liste des marchandises d'exportation contrôlée.

Les procédés pour lesquels les contrôles de la section 3-2.5. s'appliquent également, que l'utilisation prévue soit la séparation des isotopes de l'uranium ou la séparation des isotopes d'« autres éléments », sont : procédé par centrifugeuse à gaz, diffusion gazeuse, procédé de séparation à plasma et procédés aérodynamiques.

Pour certains procédés, le lien avec la séparation des isotopes de l'uranium dépend de l'élément (isotope stable) qui est séparé. Ces procédés sont : des procédés par laser (p. ex. séparation des isotopes par irradiation au laser de molécules et séparation des isotopes par laser sur vapeur atomique), échange chimique et échange ionique. Les fournisseurs doivent, par conséquent, évaluer ces procédés au cas par cas afin d'appliquer adéquatement les contrôles de la section 3-2.5. visant les utilisations des isotopes d'« autres éléments ».

Les pièces d'équipement considérées comme visées par la phrase « équipements et composants, autres que les appareils d'analyse, spécialement conçus ou préparés » pour la séparation des isotopes de l'uranium comprennent notamment :

- 3-2.5.1. Centrifugeuses à gaz et assemblages et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les centrifugeuses à gaz.

Note d'introduction :

Ordinairement, la centrifugeuse se compose d'un cylindre à paroi mince, d'un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm, placé dans une enceinte à vide et tournant à grande vitesse périphérique de l'ordre de 300 m/s ou plus autour d'un axe vertical. Pour atteindre une grande vitesse, les matériaux constitutifs des composants tournants doivent avoir un rapport résistance-densité élevé et l'assemblage rotor, et donc ses composants, doivent être usinés avec des tolérances très serrées pour minimiser les écarts par rapport à l'axe. À la différence d'autres centrifugeuses, la centrifugeuse à gaz utilisée pour l'enrichissement de l'uranium se caractérise par la présence dans le bol d'une ou de plusieurs chicanes tournantes en forme de disque, d'un ensemble de tubes fixe servant à introduire et à prélever l'hexafluorure d'uranium (UF₆) gazeux et d'au moins trois canaux distincts, dont deux sont connectés à des écopages s'étendant de l'axe à la périphérie du bol. On trouve aussi dans l'enceinte à vide plusieurs articles critiques qui ne tournent pas et qui, bien qu'ils soient conçus spécialement, ne sont pas difficiles à fabriquer et ne sont pas non plus composés de matériaux spéciaux. Toutefois, une installation d'ultracentrifugation nécessite un grand nombre de ces composants, de sorte que la quantité peut être une indication importante de l'utilisation finale.

1. Composants tournants**a. Assemblages rotors complets :**

Cylindres à paroi mince, ou ensembles de cylindres à paroi mince réunis, fabriqués dans un ou plusieurs des matériaux à rapport résistance-densité élevé décrits dans la Note Explicative; lorsqu'ils sont réunis, les cylindres sont joints les uns aux autres par les soufflets ou anneaux flexibles décrits à l'alinéa 3-2.5.1.1.c. ci-après. Le bol est équipé d'une ou de plusieurs chicanes internes et de bouchons d'extrémité, comme indiqué aux alinéas 3-2.5.1.1.d. et 3-2.5.1.1.e. ci-après, s'il est prêt à l'emploi. Toutefois, l'assemblage complet peut être livré partiellement monté seulement;

b. Bols :

Cylindres à paroi mince d'une épaisseur de 12 mm ou moins, spécialement conçus ou préparés, ayant un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm et fabriqués dans un ou plusieurs des matériaux à rapport résistance-densité élevé décrits dans la note explicative de cette section.

c. Anneaux ou soufflets :

Composants spécialement conçus ou préparés pour fournir un support local au bol ou pour joindre ensemble plusieurs cylindres constituant le bol. Le soufflet est un cylindre court ayant une paroi de 3 mm ou moins d'épaisseur, un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm et une spire, et fabriqué dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative de cette section.

d. Chicanes :

Composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm spécialement conçus ou préparés pour être montés à l'intérieur du bol de la centrifugeuse afin d'isoler la chambre de prélèvement de la chambre de séparation principale et, dans certains cas, de faciliter la circulation de l'UF₆ gazeux à l'intérieur de la chambre de séparation principale du bol, et fabriqués dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative de cette section.

e. Bouchons d'extrémité supérieurs et inférieurs :

Composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm spécialement conçus ou préparés pour s'adapter aux extrémités du bol et maintenir ainsi l'UF₆ à l'intérieur de celui-ci et, dans certains cas,

pour porter, retenir ou contenir en tant que partie intégrante un élément du palier supérieur (bouchon supérieur) ou pour porter les éléments tournants du moteur et du palier inférieur (bouchon inférieur), et fabriqués dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative de cette section.

Note explicative :

Les matériaux utilisés pour les composants tournants des centrifugeuses comprennent les suivants :

- a. *Les aciers martensitiques vieillissables (maraging) ayant une résistance à la traction égale ou supérieure à 1,95 GPa;*
- b. *Les alliages d'aluminium ayant une résistance à la traction égale ou supérieure à 0,46 GPa;*
- c. *Des matériaux filamenteux pouvant être utilisés dans des structures composites et ayant un module spécifique égal ou supérieur à $3,18 \times 10^6$ m, et une résistance à la traction égale ou supérieure à $7,62 \times 10^4$ m (le « module spécifique » est le module de Young exprimé en N/m² divisé par le poids volumique exprimé en N/m³; la « résistance à la traction » est la résistance à la traction exprimée en N/m² divisée par le poids volumique exprimé en N/m³).*

2. Composants fixes

a. Paliers de suspension magnétique :

1. Assemblages de support spécialement conçus ou préparés comprenant un aimant annulaire suspendu dans un carter contenant un milieu amortisseur. Le carter est fabriqué dans un matériau résistant à l'UF₆ (voir la note explicative de l'alinéa 3-2.5.2.). L'aimant est couplé à une pièce polaire ou à un deuxième aimant fixé sur le bouchon d'extrémité supérieur décrit à l'alinéa 3-2.5.1.1.e. L'aimant annulaire peut avoir un rapport entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur inférieur ou égal à 1,6:1. L'aimant peut avoir une perméabilité initiale égale ou supérieure à 0,15 H/m, ou une rémanence égale ou supérieure à 98,5 % ou une densité d'énergie électromagnétique supérieure à 80 kJ/m³. Outre les propriétés habituelles du matériau, une condition essentielle est que la déviation des axes magnétiques par rapport aux axes géométriques soit limitée par des tolérances très serrées (inférieures à 0,1 mm) ou que l'homogénéité du matériau de l'aimant soit spécialement imposée;
2. Paliers magnétiques actifs spécialement conçus ou préparés pour utilisation avec des centrifugeuses à gaz.

Note explicative :

Ces paliers ont les caractéristiques suivantes :

- *Ils sont conçus pour maintenir centré un rotor tournant à 600 Hz ou plus, et*
- *Ils sont associés à un système d'alimentation électrique fiable et/ou sans coupure pour pouvoir fonctionner pendant plus d'une heure.*

b. Paliers de butée/amortisseurs :

Paliers spécialement conçus ou préparés comprenant un assemblage pivot/coupelle monté sur un amortisseur. Le pivot se compose habituellement d'un arbre en acier trempé comportant un hémisphère à une extrémité et un dispositif de fixation au bouchon inférieur, décrit à l'alinéa 3-2.5.1.1.e., à l'autre extrémité. Toutefois, l'arbre peut être équipé d'un palier hydrodynamique. La coupelle a la forme d'une pastille avec

indentation hémisphérique sur une surface. Ces composants sont souvent fournis indépendamment de l'amortisseur;

c. Pompes moléculaires :

Cylindres spécialement conçus ou préparés qui comportent sur leur face interne des rayures hélicoïdales obtenues par usinage ou extrusion et dont les orifices sont alésés. Leurs dimensions habituelles sont les suivantes : diamètre interne compris entre 75 mm et 650 mm, épaisseur de paroi égale ou supérieure à 10 mm et longueur égale ou supérieure au diamètre. Habituellement, les rayures ont une section rectangulaire et une profondeur égale ou supérieure à 2 mm;

d. Stators de moteur :

Stators annulaires spécialement conçus ou préparés, pour moteur c.a. rapides polyphasés à hystérésis (ou réluctance) pour fonctionnement synchrone dans le vide, avec une fréquence de 600 Hz ou plus et une puissance de 40 VA ou plus. Les stators sont constitués par des enroulements multiphasés sur un noyau de fer doux feuilleté, comprenant des couches minces dont l'épaisseur est habituellement inférieure ou égale à 2 mm;

e. Enceintes de centrifugeuse :

Composants spécialement conçus ou préparés pour contenir l'assemblage rotor d'une centrifugeuse. L'enceinte est constituée d'un cylindre rigide possédant une paroi d'au plus 30 mm d'épaisseur, ayant subi un usinage de précision aux extrémités en vue de recevoir les paliers et qui est muni d'une ou plusieurs brides pour le montage. Les extrémités usinées sont parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe longitudinal du cylindre avec une déviation au plus égale à 0,05°. L'enceinte peut également être formée d'une structure de type alvéolaire permettant de loger plusieurs assemblages de rotors.

f. Écopes :

Tubes, spécialement conçus ou préparés pour extraire l'UF₆ gazeux contenu dans le bol selon le principe du tube de Pitot (c'est-à-dire que leur ouverture débouche dans le flux gazeux périphérique à l'intérieur du bol, configuration obtenue par exemple en courbant l'extrémité d'un tube disposé selon le rayon) et pouvant être raccordés au système central de prélèvement du gaz.

3-2.5.2. Systèmes, équipements et composants auxiliaires spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par ultracentrifugation.

Note d'introduction :

Les systèmes, équipements et composants auxiliaires d'une usine d'enrichissement par ultracentrifugation sont les systèmes nécessaires pour introduire l'UF₆ dans les centrifugeuses, pour relier les centrifugeuses les unes aux autres en cascades (ou étages) en vue d'obtenir des taux d'enrichissement de plus en plus élevés et pour prélever l'UF₆ dans les centrifugeuses en tant que « produit » et « résidu », ainsi que les équipements d'entraînement des centrifugeuses et de commande de l'usine.

Habituellement, l'UF₆ est sublimé au moyen d'autoclaves chauffés et réparti à l'état gazeux dans les diverses centrifugeuses grâce à un collecteur tubulaire de cascade. Les flux de gazeux « produit » et de « résidu » sortant des centrifugeuses sont aussi acheminés par un collecteur tubulaire de cascade vers des pièges à froid (fonctionnant à environ 203 K [-70 °C]) où l'UF₆ est condensé avant d'être transféré dans des conteneurs de transport ou de stockage. Étant donné qu'une usine d'enrichissement contient plusieurs milliers de

centrifugeuses montées en cascade, il y a plusieurs kilomètres de tuyauteries comportant des milliers de soudures, ce qui suppose une répétitivité considérable du montage. Les équipements, composants et tuyauteries sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

Note explicative :

Quelques-uns des éléments indiqués ci dessous, soit sont en contact direct avec l'UF₆ gazeux, soit contrôlent directement les centrifugeuses et le passage du gaz d'une centrifugeuse à l'autre et d'une cascade à l'autre. Les matériaux résistants à la corrosion par l'UF₆ comprennent le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel, les alliages contenant 60 % en poids ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

1. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus
Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistants à la corrosion par l'UF₆ et comprenant :
 - a. Des autoclaves, fours ou systèmes d'alimentation, utilisés pour introduire l'UF₆ dans le processus d'enrichissement;
 - b. Des pièges à froid ou des pompes utilisés pour retirer l'UF₆ du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
 - c. Des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour prélever l'UF₆ du processus d'enrichissement, par compression et passage à l'état liquide ou solide;
 - d. Des stations « produit » ou « résidus » pour le transfert de l'UF₆ dans des conteneurs.
2. Collecteurs/tuyauteries
Tuyauteries et collecteurs spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l'UF₆ à l'intérieur des cascades de centrifugeuses. La tuyauterie est habituellement du type collecteur « triple », chaque centrifugeuse étant connectée à chacun des collecteurs. La répétitivité du montage du système est donc grande. Le système est constitué entièrement de matériaux résistants à l'UF₆ ou protégé par de tels matériaux (voir la note explicative de la présente section) et est fabriqué suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.
3. Vannes spéciales d'arrêt et de réglage
 - a. Vannes d'arrêt spécialement conçues ou préparées pour régler les flux d'UF₆ gazeux du gaz d'entrée, du « produit » ou des « résidus » d'une centrifugeuse à gaz individuelle.
 - b. Vannes à soufflet, d'arrêt ou de réglage, manuelles ou automatiques, constituées de matériaux résistants à la corrosion par l'UF₆ ou protégées par de tels matériaux, d'un diamètre intérieur compris entre 10 et 160 mm, spécialement conçues ou préparées pour une utilisation dans les systèmes principaux et auxiliaires d'usines d'enrichissement par centrifugeuse à gaz.

Note explicative :

Les vannes spécialement conçues ou préparées typiques comprennent les vannes à soufflet, les vannes de fermeture à action rapide, les vannes à action rapide et d'autres types.

4. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever des échantillons en direct sur les flux d'UF₆ gazeux et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Capacité de mesurer les ions de 320 unités de masse atomique ou plus et résolution supérieure à 1 partie par 320;
2. Sources d'ions constituées de nickel, d'alliages nickel-cuivre contenant au moins 60 % en poids de nickel ou d'alliages de nickel-chrome, ou encore protégées par de tels matériaux;
3. Sources d'ionisation par bombardement d'électrons; **et**
4. Présence d'un système collecteur adapté à l'analyse isotopique;
5. Convertisseurs de fréquence.

Convertisseurs de fréquence (également connus sous le nom de convertisseurs ou d'inverseurs) spécialement conçus ou préparés pour l'alimentation des stators de moteurs décrits sous l'alinéa 3-2.5.1.2.d., ou parties, composants et sous-assemblages de convertisseurs de fréquence, ayant les deux caractéristiques suivantes :

1. Fréquence de sortie multiphasée de 600 Hz ou plus; **et**
2. Stabilité élevée (avec un contrôle de la fréquence supérieur à 0,2 %);

- 3-2.5.3. Assemblages et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans l'enrichissement par diffusion gazeuse.

Note d'introduction :

Dans la méthode de séparation des isotopes de l'uranium par diffusion gazeuse, le principal assemblage du procédé est constitué par une barrière poreuse spéciale de diffusion gazeuse, un échangeur de chaleur pour refroidir le gaz (qui est échauffé par la compression), des vannes d'étanchéité et des vannes de réglage ainsi que des tuyauteries. Étant donné que le procédé de la diffusion gazeuse fait appel à l'UF₆, toutes les surfaces des équipements, tuyauteries et instruments (qui sont en contact avec le gaz) doivent être constituées de matériaux qui restent stables en présence d'UF₆. Une installation de diffusion gazeuse nécessite un grand nombre d'assemblages de ce type, de sorte que la quantité peut être une indication importante de l'utilisation finale.

1. Barrières de diffusion gazeuse et matériaux-barrière
 - a. Filtres minces et poreux spécialement conçus ou préparés, qui ont des pores d'un diamètre de 10 à 100 nm, une épaisseur égale ou inférieure à 5 mm et, dans le cas des formes tubulaires, un diamètre égal ou inférieur à 25 mm et sont constitués de matériaux métalliques, polymères ou céramiques résistant à la corrosion par l'UF₆ (voir note explicative de la section 3-2.5.4.).
 - b. Composés ou poudres préparés spécialement pour la fabrication de ces filtres. Ces composés et poudres comprennent le nickel et des alliages contenant 60 % en poids ou plus de nickel, l'oxyde d'aluminium et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés résistant à l'UF₆ ayant une pureté égale ou supérieure à 99,9 % en poids, une taille des grains inférieure à 10 µm et une grande uniformité de cette taille, qui sont spécialement préparés pour la fabrication de barrières de diffusion gazeuse.
2. Enceintes de diffuseur

Enceintes spécialement conçues ou préparées, hermétiquement scellées, prévues pour contenir la barrière de diffusion gazeuse, constituées de matériaux résistants à l'UF₆ ou protégées par de tels matériaux (voir note explicative de la section 3-2.5.4.).

3. Compresseurs et soufflantes à gaz
Compresseurs et soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés, ayant une capacité d'aspiration de 1 m³ par minute ou plus d'UF₆ et une pression de sortie pouvant aller jusqu'à 500 kPa, et conçus pour fonctionner longtemps en atmosphère d'UF₆, et assemblages séparés de compresseurs et soufflantes à gaz de ce type. Ces compresseurs et soufflantes à gaz ont un rapport de compression de 10:1 et sont constitués de matériaux résistant à l'UF₆ ou protégés par de tels matériaux (voir note explicative de la section 3-2.5.4).
 4. Garnitures d'étanchéité d'arbres
Garnitures à vide spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur ou de la soufflante à gaz au moteur d'entraînement en empêchant l'air de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur ou de la soufflante à gaz qui est remplie d'UF₆. Ces garnitures sont normalement conçues pour un taux de pénétration de gaz tampon inférieur à 1 000 cm³ par minute.
 5. Échangeurs de chaleur pour le refroidissement de l'UF₆
Échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés, constitués de matériaux résistant à l'UF₆ ou protégés par de tels matériaux (voir note explicative de la section 3-2.5.4) et prévus pour un taux de variation de la pression due à une fuite inférieur à 10 Pa par heure pour une différence de pression de 100 kPa.
- 3-2.5.4. Systèmes, équipements et composants auxiliaires spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans l'enrichissement par diffusion gazeuse.

Note d'introduction :

Les systèmes, les équipements et les composants auxiliaires des usines d'enrichissement par diffusion gazeuse sont les systèmes nécessaires pour introduire l'UF₆ dans l'assemblage de diffusion gazeuse, pour relier les assemblages les uns aux autres en cascades (ou étages) afin d'obtenir des taux d'enrichissement de plus en plus élevés, et pour prélever l'UF₆ dans les cascades de diffusion en tant que « produit » et « résidu ». En raison des fortes propriétés d'inertie des cascades de diffusion, toute interruption de leur fonctionnement, et en particulier leur mise à l'arrêt, a de sérieuses conséquences. Le maintien d'un vide rigoureux et constant dans tous les systèmes du procédé, la protection automatique contre les accidents et le réglage automatique précis du flux de gaz revêtent donc une grande importance dans une usine de diffusion gazeuse. Tout cela oblige à équiper l'usine d'un grand nombre de systèmes spéciaux de commande, de régulation et de mesure.

Habituellement, l'UF₆ est sublimé à partir de cylindres placés dans des autoclaves et envoyé à l'état gazeux au point d'entrée grâce à un collecteur tubulaire de cascade. Les flux gazeux de « produit » et de « résidu » issus des points de sortie sont acheminés par un collecteur tubulaire de cascade vers les pièges à froid ou les stations de compression où l'UF₆ gazeux est liquéfié avant d'être transféré dans des conteneurs de transport ou de stockage appropriés. Étant donné qu'une usine d'enrichissement par diffusion gazeuse contient un grand nombre d'assemblages de diffusion gazeuse disposés en cascades, il y a plusieurs kilomètres de tuyauteries comportant des milliers de soudures, ce qui suppose une répétitivité considérable du montage. Les équipements, composants et tuyauteries sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

Note explicative :

Les articles énumérés ci-dessous, soit sont en contact direct avec l'UF₆ gazeux, soit contrôlent directement le flux de gaz dans la cascade. Les matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆ comprennent le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium,

l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel, les alliages contenant 60 % en poids ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

1. Systèmes d'alimentation et systèmes d'extraction du produit et des résidus
Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistants à la corrosion par l'UF₆ comprenant :
 - a. Des autoclaves fours ou systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF₆ dans le processus d'enrichissement;
 - b. Des pièges à froid ou des pompes utilisés pour retirer l'UF₆ du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
 - c. Des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour retirer l'UF₆ du processus d'enrichissement par compression et passage à l'état liquide ou solide;
 - d. Des stations « produit » ou « résidus » pour le transfert de l'UF₆ dans des conteneurs.
2. Collecteurs/tuyauteries
Tuyauteries et collecteurs spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l'UF₆ à l'intérieur des cascades de diffusion gazeuse.

Note explicative :

La tuyauterie est normalement du type collecteur « double », chaque cellule étant connectée à chacun des collecteurs.

3. Systèmes à vide
 - a. Distributeurs à vide, collecteurs à vide et pompes à vide ayant une capacité d'aspiration égale ou supérieure à 5 m³/min, spécialement conçus ou préparés;
 - b. Pompes à vide spécialement conçues pour fonctionner en atmosphère d'UF₆, constituées de matériaux résistants à l'UF₆ ou protégées par de tels matériaux (voir note explicative de la présente section). Ces pompes peuvent être rotatives ou volumétriques, être à déplacement et dotées de joints en fluorocarbures et être pourvues de fluides de service spéciaux.
4. Vannes spéciales d'arrêt et de réglage
Vannes à soufflet d'arrêt ou de réglage, manuelles ou automatiques, constituées de matériaux résistants à la corrosion par l'UF₆ ou protégées par de tels matériaux et spécialement conçues ou préparées pour une installation dans les systèmes principaux et auxiliaires des usines d'enrichissement par diffusion gazeuse.
5. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions
Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever des échantillons en direct sur les flux d'UF₆ gazeux et ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Capacité de mesurer les ions de 320 d'unités de masse atomique ou plus et résolution supérieure à 1 partie par 320;
 2. Sources d'ions constituées de nickel, d'alliages nickel-cuivre contenant au moins 60 % de nickel en poids ou d'alliages de nickel-chrome, ou encore protégées par de tel matériaux;
 3. Sources d'ionisation par bombardement d'électrons; **et**
 4. Présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.

3-2.5.5. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par procédé aérodynamique.

Note d'introduction :

Dans les procédés d'enrichissement aérodynamiques, un mélange d'UF₆ gazeux et d'un gaz léger (hydrogène ou hélium) est comprimé, puis envoyé au travers d'éléments séparateurs dans lesquels la séparation isotopique se fait grâce à la production de forces centrifuges importantes le long d'une paroi courbe. Deux procédés de ce type ont été mis au point avec de bons résultats : le procédé à tuyères et le procédé vortex. Dans les deux cas, les principaux composants d'un étage de séparation comprennent des enceintes cylindriques qui renferment les éléments de séparation spéciaux (tuyères ou tubes vortex), des compresseurs et des échangeurs de chaleur destinés à évacuer la chaleur de compression. Une usine d'enrichissement par procédé aérodynamique nécessite un grand nombre de ces étages, de sorte que la quantité peut être une indication importante de l'utilisation finale. Compte tenu du fait que les procédés aérodynamiques font appel à l'UF₆, toutes les surfaces des équipements, tuyauteries et instruments (qui sont en contact avec le gaz) doivent être constituées de matériaux qui restent stables au contact de l'UF₆ ou être protégés par de tels matériaux.

Note explicative :

Les articles énumérés dans la présente section soit sont en contact direct avec l'UF₆ gazeux, soit contrôlent directement le flux de gaz dans la cascade. Toutes les surfaces qui sont en contact avec le gaz de procédé sont entièrement constituées de matériaux résistants à l'UF₆ ou protégées par de tels matériaux. Aux fins de la section relative aux articles pour enrichissement par procédé aérodynamique, les matériaux résistants à la corrosion par l'UF₆ comprennent le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel, les alliages contenant au moins 60 % en poids de nickel et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

1. Tuyères de séparation

Tuyères de séparation ou ensembles spécialement conçus ou préparés. Les tuyères sont constituées de canaux incurvés à section à fente, de moins de 1 mm de rayon de courbure, résistants à la corrosion par l'UF₆, à l'intérieur desquelles un écorceur sépare le jet de gaz en deux fractions.

2. Tubes vortex

Tubes vortex et assemblages de tubes vortex, spécialement conçus ou préparés. Les tubes vortex, de forme cylindrique ou conique, sont constitués de matériaux résistants à la corrosion par l'UF₆, ou protégés par de tels matériaux et sont munis d'un ou de plusieurs canaux d'admission tangentiels. Les tubes peuvent être équipés de dispositifs de type tuyère à l'une de leurs extrémités ou à leurs deux extrémités.

Note explicative :

Le gaz pénètre tangentiellement dans le tube vortex à l'une de ses extrémités, ou par l'intermédiaire de cyclones, ou encore tangentiellement par de nombreux orifices situés le long de la périphérie du tube.

3. Compresseurs et soufflantes à gaz

Compresseurs ou soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés, constitués de matériaux résistants à la corrosion par le mélange d'UF₆ et de gaz porteur (hydrogène ou hélium) ou protégés par de tels matériaux.

4. Garnitures d'étanchéité d'arbres

Garnitures spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur ou de la soufflante à gaz au moteur d'entraînement en

- empêchant le gaz de procédé de s'échapper, ou l'air ou le gaz d'étanchéité de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur ou de la soufflante à gaz qui est remplie du mélange d'UF₆ et de gaz porteur.
5. Échangeurs de chaleur pour le refroidissement du mélange de gaz
Échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆.
 6. Enceintes renfermant les éléments de séparation
Enceintes spécialement conçues ou préparées, constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆, destinées à recevoir les tubes vortex ou les tuyères de séparation.
 7. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus
Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆, notamment :
 - a. Des autoclaves, fours et systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF₆ dans le processus d'enrichissement;
 - b. Des pièges à froid utilisés pour prélever l'UF₆ du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
 - c. Des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour prélever l'UF₆ du processus d'enrichissement, par compression et passage à l'état liquide ou solide;
 - d. Des stations « produit » ou « résidus » pour le transfert de l'UF₆ dans des conteneurs.
 8. Collecteurs/Tuyauteries
Tuyauteries et collecteurs constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆, spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l'UF₆ à l'intérieur des cascades aérodynamiques. La tuyauterie est normalement du type collecteur « double », chaque étage ou groupe d'étages étant connecté à chacun des collecteurs.
 9. Systèmes et pompes à vide
 - a. Systèmes à vide spécialement conçus ou préparés, comprenant des distributeurs à vide, des collecteurs à vide et des pompes à vide et conçus pour fonctionner en atmosphère d'UF₆.
 - b. Pompes à vide spécialement conçues ou préparées pour fonctionner en atmosphère d'UF₆, et constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆. Ces pompes peuvent être dotées de joints en fluorocarbures et pourvues de fluides de service spéciaux.
 10. Vannes d'arrêt et de réglage spéciale
Vannes à soufflets d'arrêt et de réglage, manuelles ou automatiques, constituées de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆ ou protégées par de tels matériaux et ayant un diamètre d'au moins 40 mm, spécialement conçus ou préparés pour installation dans des systèmes principaux ou auxiliaires d'usines d'enrichissement par procédé aérodynamique.

11. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever des échantillons en direct sur les flux d'UF₆ gazeux et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Capacité de mesurer les ions de 320 unités de masse atomique ou plus et résolution supérieure à 1 partie par 320;
2. Sources d'ions constituées de nickel, d'alliages nickel-cuivre contenant au moins 60 % de nickel en poids ou d'alliages de nickel-chrome, ou encore protégées par de tel matériaux;
3. Sources d'ionisation par bombardement d'électrons; **et**
4. Présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.

12. Systèmes de séparation de l'UF₆ et du gaz porteur

Systèmes de traitement spécialement conçus ou préparés pour séparer l'UF₆ du gaz porteur (hydrogène ou hélium).

Note explicative :

Ces systèmes sont conçus pour réduire la teneur en UF₆ du gaz porteur à 1 ppm ou moins et peuvent comprendre les équipements suivants :

- a. *Échangeurs de chaleur cryogéniques et cryoséparateurs capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (-120 °C);*
- b. *Appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (-120 °C);*
- c. *Tuyères de séparation ou tubes vortex pour séparer l'UF₆ du gaz porteur; ou*
- d. *Pièges à froid pour l'UF₆ capables de congeler l'UF₆.*

3-2.5.6. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par échange chimique ou par échange d'ions.

Note d'introduction :

Les différences de masse minimales que présentent les isotopes de l'uranium entraînent de légères différences dans l'équilibre des réactions chimiques, phénomène qui peut être utilisé pour séparer les isotopes. Deux procédés ont été mis au point avec de bons résultats : l'échange chimique liquide-liquide et l'échange d'ions solide-liquide.

Dans le procédé d'échange chimique liquide-liquide, deux phases liquides non miscibles (aqueuse et organique) sont mises en contact par circulation à contre-courant de façon à obtenir un effet de cascade correspondant à plusieurs milliers d'étages de séparation. La phase aqueuse est composée de chlorure d'uranium en solution dans de l'acide chlorhydrique; la phase organique est constituée d'un agent d'extraction contenant du chlorure d'uranium dans un solvant organique. Les contacteurs employés dans la cascade de séparation peuvent être des colonnes d'échange liquide-liquide (telles que des colonnes pulsées à plateaux perforés) ou des contacteurs centrifuges liquide-liquide. Des phénomènes chimiques (oxydation et réduction) sont nécessaires à chacune des deux extrémités de la cascade de séparation afin d'y permettre le reflux. L'un des principaux soucis du concepteur est d'éviter la contamination des flux du procédé par certains ions métalliques. On utilise par conséquent des colonnes et des tuyauteries en plastique, revêtues intérieurement de plastique (y compris des fluorocarbures polymères) et/ou revêtues intérieurement de verre.

Dans le procédé d'échange d'ions solide-liquide, l'enrichissement est réalisé par adsorption/désorption de l'uranium sur une résine échangeuse d'ions ou un adsorbant spécial à action très rapide. La solution d'uranium dans l'acide chlorhydrique et d'autres agents chimiques est acheminée à travers des colonnes d'enrichissement cylindriques contenant un garnissage constitué de l'adsorbant. Pour que le processus se déroule de manière continue, il faut qu'un système de reflux libère l'uranium de l'adsorbant pour le remettre en circulation dans la phase liquide, de façon à ce que le « produit » et les « résidus » puissent être collectés. Cette opération est effectuée au moyen d'agents chimiques d'oxydo-réduction appropriés, qui sont totalement régénérés dans des circuits externes indépendants et peuvent être partiellement régénérés dans les colonnes de séparation proprement dites. En raison de la présence de solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré chaud, les équipements doivent être constitués ou revêtus de matériaux spéciaux résistants à la corrosion.

1. Colonnes d'échange liquide-liquide (échange chimique)

Colonnes d'échange liquide-liquide à contre-courant avec apport d'énergie mécanique, spécialement conçues ou préparées pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange chimique. Afin de les rendre résistantes à la corrosion par les solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré, les colonnes et leurs internes sont normalement constitués de matériaux plastiques appropriés (polymères d'hydrocarbures fluorés, par exemple) ou de verre, ou encore sont protégés par de tels matériaux. Les colonnes sont normalement conçues de telle manière que le temps de séjour correspondant à un étage soit de 30 s ou moins.

2. Contacteurs centrifuges liquide-liquide (échange chimique)

Contacteurs centrifuges liquide-liquide spécialement conçus ou préparés pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange chimique. Dans ces contacteurs, la dispersion des flux organique et aqueux est obtenue par rotation, puis la séparation des phases par application d'une force centrifuge. Afin de les rendre résistants à la corrosion par les solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré, les contacteurs sont constitués ou revêtus de matériaux plastiques appropriés (polymères d'hydrocarbures fluorés, par exemple) ou de verre. Les contacteurs centrifuges sont normalement conçus de telle manière que le temps de séjour correspondant à un étage soit court (30 s au plus).

3. Systèmes et équipements de réduction de l'uranium (échange chimique)

- a. Cellules de réduction électrochimique spécialement conçues ou préparées pour réduire l'uranium en le faisant passer à un degré d'oxydation plus faible en vue de l'enrichir par le procédé d'échange chimique. Les matériaux de la cellule en contact avec les solutions du procédé doivent être résistants à la corrosion par les solutions concentrées d'acide chlorhydrique;

Note explicative :

Le compartiment cathodique de la cellule doit être conçu de manière à empêcher que l'uranium ne repasse au degré d'oxydation supérieur par réoxydation. Afin de maintenir l'uranium dans le compartiment cathodique, la cellule peut être pourvue d'une membrane inattaquable constituée d'un matériau spécial échangeur de cations. La cathode est constituée d'un matériau conducteur solide approprié tel que le graphite.

- b. Systèmes situés à l'extrémité de la cascade où est récupéré le produit, spécialement conçus ou préparés pour prélever l' U^{+4} sur le flux organique, ajuster la concentration en acide et alimenter les cellules de réduction électrochimique.

Note explicative :

Ces systèmes comprennent les équipements d'extraction par solvant permettant de prélever l' U^{+4} sur le flux organique pour l'introduire dans la solution aqueuse, les équipements d'évaporation et/ou autres équipements permettant d'ajuster et de contrôler le pH de la solution, ainsi que les pompes ou autres dispositifs de transfert destinés à alimenter les cellules de réduction électrochimique. L'un des principaux soucis du concepteur est d'éviter la contamination du flux aqueux par certains ions métalliques. Par conséquent, les parties du système qui sont en contact avec le flux du procédé sont composées d'éléments constitués ou revêtus de matériaux appropriés (tels que le verre, les fluorocarbures polymères, le sulfate de polyphényle, le polyéther sulfone et le graphite imprégné de résine).

4. Systèmes de préparation de l'alimentation (échange chimique)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour produire des solutions de chlorure d'uranium de grande pureté destinées à alimenter les usines de séparation des isotopes de l'uranium par échange chimique.

Note explicative :

Ces systèmes comprennent les équipements de purification par dissolution, extraction par solvant et/ou échange d'ions, ainsi que les cellules électrolytiques pour réduire l'uranium U^{+6} ou U^{+4} en U^{+3} . Ils produisent des solutions de chlorure d'uranium ne contenant que quelques parties par million d'impuretés métalliques telles que chrome, fer, vanadium, molybdène et autres cations de valence égale ou supérieure à 2. Les matériaux dont sont constituées ou revêtues les parties du système où est traité de l'uranium U^{+3} de grande pureté comprennent le verre, les polymères d'hydrocarbures fluorés, le sulfate de polyphényle ou le polyéther sulfone et le graphite imprégné de résine.

5. Système d'oxydation de l'uranium (échange chimique)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour oxyder U^{+3} en U^{+4} en vue du reflux vers la cascade de séparation des isotopes dans le procédé d'enrichissement par échange chimique.

Note explicative :

Ces systèmes peuvent comprendre des appareils des types suivants :

- a. *Appareils destinés à mettre en contact le chlore et l'oxygène avec l'effluent aqueux provenant de la section de séparation des isotopes et à prélever U^{+4} qui en résulte pour l'introduire dans l'effluent organique appauvri provenant de l'extrémité de la cascade où est prélevé le produit;*
- b. *Appareils qui séparent l'eau de l'acide chlorhydrique de façon à ce que l'eau et l'acide chlorhydrique concentré puissent être réintroduits dans le processus aux emplacements appropriés.*

6. Résines échangeuses d'ions/adsorbants à réaction rapide (échange d'ions)
 Résines échangeuses d'ions ou adsorbants à réaction rapide spécialement conçus ou préparés pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions, en particulier résines poreuses macroréticulées et/ou structures pelliculaires dans lesquelles les groupes actifs d'échange chimique sont limités à un revêtement superficiel sur un support poreux inactif, et autres structures composites sous une forme appropriée, et notamment sous forme de particules ou de fibres. Ces articles ont un diamètre inférieur ou égal à 0,2 mm; du point de vue chimique, ils doivent être résistants aux solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré et, du point de vue physique, être suffisamment solides pour ne pas se dégrader dans les colonnes d'échange. Ils sont spécialement conçus pour obtenir de très grandes vitesses d'échange des isotopes de l'uranium (temps de demi-réaction inférieur à 10 s) et sont efficaces à des températures comprises entre 373 K (100 °C) et 473 K (200 °C).
7. Colonnes échangeuses d'ions (échange ionique)
 Colonnes cylindriques de plus de 1 000 mm de diamètre contenant un garnissage de résine échangeuse d'ions/d'absorbant, spécialement conçues ou préparées pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions. Ces colonnes sont constituées ou revêtues de matériaux (tels que le titane ou les plastiques à base de fluorocarbures) résistants à la corrosion par des solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré, et peuvent fonctionner à des températures comprises entre 373 K (100 °C) et 473 K (200 °C) et à des pressions supérieures à 0,7 MPa.
8. Systèmes d'échange ionique à reflux (échange ionique)
 - a. Systèmes de réduction chimique ou électrochimique spécialement conçus ou préparés pour régénérer l'agent (les agents) réduction chimique utilisé(s) dans les cascades d'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions.
 - b. Systèmes d'oxydation chimique ou électrochimique spécialement conçus ou préparés pour régénérer l'agent (les agents) d'oxydation chimique utilisé(s) dans les cascades d'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions.

Note explicative :

Dans le procédé d'enrichissement par échange d'ions, on peut par exemple utiliser comme cation réducteur le titane trivalent (Ti^{+3}) : le système de réduction régènerait alors Ti^{+3} par réduction de Ti^{+4} .

De même, on peut par exemple utiliser comme oxydant le fer trivalent (Fe^{+3}) : le système d'oxydation régènerait alors Fe^{+3} par oxydation de Fe^{+2} .

- 3-2.5.7. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus et préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par laser.

Note d'introduction :

Les systèmes actuellement employés dans les procédés d'enrichissement par laser peuvent être classés en deux catégories, selon le milieu auquel est appliqué le procédé : vapeur atomique d'uranium ou vapeur d'un composé de l'uranium, parfois mélangé avec un ou plusieurs autres gaz. Ces procédés sont notamment connus sous les dénominations courantes suivantes :

- première catégorie - séparation des isotopes par laser sur vapeur atomique;
- deuxième catégorie - séparation des isotopes par irradiation au laser de molécules et réaction chimique par activation laser isotopiquement sélective.

Les systèmes, les équipements et les composants utilisés dans les usines d'enrichissement par laser comprennent :

- a. Des dispositifs d'alimentation en vapeur d'uranium métal (en vue d'une photo-ionisation sélective) ou des dispositifs d'alimentation en vapeur d'un composé de l'uranium (en vue d'une photodissociation sélective ou d'une excitation/activation sélective);*
- b. Des dispositifs pour recueillir l'uranium métal enrichi « produit » et appauvri « résidus » dans les procédés de la première catégorie et des dispositifs pour recueillir les composés d'uranium enrichi « produit » et appauvri « résidus » dans les procédés de la deuxième catégorie;*
- c. Des systèmes laser de procédé pour exciter sélectivement la forme uranium 235 (^{235}U);*
- d. Des équipements pour la préparation de l'alimentation et pour la conversion du produit.*

En raison de la complexité de la spectroscopie des atomes d'uranium et des composés de l'uranium, il peut falloir englober les articles utilisés dans tous ceux des procédés laser et des technologies d'optique laser qui sont disponibles.

Note explicative :

Un grand nombre des articles énumérés dans la présente section sont en contact direct soit avec l'uranium métal vaporisé ou liquide, soit avec un gaz de procédé consistant en UF_6 ou en un mélange d' UF_6 et d'autres gaz. Toutes les surfaces qui sont en contact direct avec l'uranium ou l' UF_6 sont constituées entièrement ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion. Aux fins de la section relative aux articles pour enrichissement par laser, les matériaux résistant à la corrosion par l'uranium métal ou les alliages d'uranium vaporisés ou liquides sont le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium et le tantale; les matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 sont le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel, les alliages contenant au moins 60 % en poids de nickel et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

1. Systèmes de vaporisation de l'uranium (méthodes basées sur la vapeur atomique)
Systèmes de vaporisation de l'uranium métal spécialement conçus ou préparés pour l'enrichissement par laser.

Note explicative :

Ces systèmes peuvent comprendre des canons à électrons et sont conçus pour fournir une puissance au niveau de la cible (1 kW ou plus) suffisante pour produire de la vapeur d'uranium métal au taux nécessaire pour l'enrichissement par laser.

2. Systèmes et composants de manipulation de l'uranium métal liquide ou sous forme de vapeur (méthodes basées sur la vapeur atomique)
Systèmes de manipulation spécialement conçus ou préparés pour l'uranium fondu, les alliages d'uranium fondus ou la vapeur d'uranium métal pour l'enrichissement par laser ou composants spécialement conçus ou préparés à cette fin.

Note explicative :

Les systèmes de manipulation de l'uranium métal liquide peuvent comprendre des creusets et des équipements de refroidissement pour les creusets.

Les creusets et autres parties de ces systèmes qui sont en contact avec l'uranium fondu, les alliages d'uranium fondus ou la vapeur d'uranium métal sont constitués ou revêtus de matériaux ayant une résistance appropriée à la corrosion et à la chaleur. Les matériaux appropriés peuvent comprendre le tantale, le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium, le graphite revêtu d'autres oxydes de terres rares (voir Groupe 4) ou des mélanges de ces substances.

3. Assemblages collecteurs du < produit > et des < résidus > d'uranium métal (méthodes basées sur la vapeur atomique)
Assemblages collecteurs du < produit > et des < résidus > spécialement conçus ou préparés pour recueillir l'uranium métal à l'état liquide ou solide.

Note explicative :

Les composants de ces assemblages sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la chaleur et à la corrosion par l'uranium métal vaporisé ou liquide (tels que le graphite recouvert d'oxyde d'yttrium ou le tantale) et peuvent comprendre des tuyaux, des vannes, des raccords, des gouttières, des traversants, des échangeurs de chaleur et des plaques collectrices utilisées dans les méthodes de séparation magnétique, électrostatique ou autres.

4. Enceintes de module séparateur (méthodes basées sur la vapeur atomique)
Conteneurs de forme cylindrique ou rectangulaire spécialement conçus ou préparés pour loger la source de vapeur d'uranium métal, le canon à électrons et les collecteurs du < produit > et des < résidus >.

Note explicative :

Ces enceintes sont pourvues d'un grand nombre d'orifices pour les barreaux électriques et les traversants destinés à l'alimentation en eau, les fenêtres des faisceaux laser, les raccordements de pompes à vide et les appareils de diagnostic et de surveillance. Elles sont dotées de moyens d'ouverture et de fermeture qui permettent la remise en état des internes.

5. Tuyères de détente supersonique (méthodes moléculaires)
Tuyères de détente supersonique, résistant à la corrosion par l'UF₆, spécialement conçues ou préparées pour refroidir les mélanges d'UF₆ et de gaz porteur jusqu'à 150 K (123 °C) ou moins.
6. Collecteurs du < produit > et des < résidus > (méthodes moléculaires)
Composants ou dispositifs spécialement conçus ou préparés pour la collecte du < produit > ou des < résidus > d'uranium après leur illumination avec une lumière laser.

Note explicative :

Dans un exemple de séparation moléculaire des isotopes par laser les collecteurs du produit servent à récupérer le pentafluorure d'uranium enrichi (UF₅) solide. Les collecteurs du produit peuvent être constitués de collecteurs ou de combinaisons de collecteurs à filtre, à impact ou à cyclone et doivent être résistants à la corrosion en milieu UF₅/UF₆.

7. Compresseurs d'UF₆/gaz porteur (méthodes moléculaires)
Compresseurs spécialement conçus ou préparés pour les mélanges d'UF₆ et de gaz porteur, prévus pour un fonctionnement de longue durée en atmosphère d'UF₆. Les composants de ces compresseurs qui sont en contact avec le gaz de procédé sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆.
8. Garnitures d'étanchéité d'arbres (méthodes moléculaires)
Garnitures spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur au moteur d'entraînement en empêchant le gaz de procédé de s'échapper, ou l'air ou le gaz d'étanchéité de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur qui est rempli du mélange UF₆/gaz porteur.
9. Systèmes de fluoration (méthodes moléculaires)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour fluorer l'UF₅ (solide) en UF₆ (gazeux).

Note explicative :

Ces systèmes sont conçus pour fluorer la poudre d'UF₅, puis recueillir l'UF₆, dans les conteneurs destinés au produit, ou le réintroduire comme produit d'alimentations en vue d'un enrichissement plus poussé. Dans l'une des méthodes possibles, la fluoration peut être réalisée à l'intérieur du système de séparation des isotopes, la réaction et la récupération se faisant directement au niveau des collecteurs du produit. Dans une autre méthode, la poudre d'UF₅ peut être retirée des collecteurs du produit et transférée dans une enceinte appropriée (par exemple, réacteur à lit fluidisé, réacteur hélicoïdal ou tour à flamme) pour y subir la fluoration. Dans les deux méthodes, on emploie certains équipements pour le stockage et le transfert du fluor (ou d'autres agents de fluoration appropriés) et pour la collecte et le transfert de l'UF₆.

10. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions (méthodes moléculaires)

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever des échantillons en direct sur les flux d'UF₆ gazeux et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Capacité de mesurer des ions de 320 unités de masse atomique ou plus et résolution supérieure à 1 partie par 320;
2. Sources d'ions constituées de nickel, d'alliages nickel-cuivre contenant au moins 60 % de nickel en poids ou d'alliages de nickel-chrome ou encore protégées par de tels matériaux;
3. Sources d'ionisation par bombardement d'électrons; **et**
4. Présence d'un système collecteur adapté à l'analyse isotopique.

11. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du « produit » et des « résidus » (méthodes moléculaires)

Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆, notamment :

- a. Des autoclaves, fours et systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF₆ dans le processus d'enrichissement;
- b. Des pièges à froid utilisés pour retirer l'UF₆ du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
- c. Des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour retirer l'UF₆ du processus d'enrichissement par compression et passage à l'état liquide ou solide;
- d. Des stations « produit » ou « résidus » pour le transfert de l'UF₆ dans des conteneurs.

12. Systèmes de séparation de l'UF₆ et du gaz porteur (méthodes moléculaires)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour séparer l'UF₆ du gaz porteur.

Note explicative :

Ces systèmes peuvent comprendre les équipements suivants :

- a. Échangeurs de chaleur cryogéniques et cryoséparateurs capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (-120 °C); **ou**
- b. Appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (-120 °C); **ou**
- c. Pièges à froid pour l'UF₆ capables de congeler l'UF₆.

Ce gaz porteur peut être l'azote, l'argon ou un autre gaz.

13. Systèmes laser

Lasers ou systèmes laser spécialement conçus ou préparés pour la séparation des isotopes de l'uranium.

Note explicative :

Les lasers et les composants de laser importants dans les procédés d'enrichissement par laser comprennent ceux qui sont énumérés dans le Groupe 4. Le système laser comprend habituellement des composants optiques et électroniques destinés à la gestion du ou des faisceaux laser et à la transmission à la chambre de séparation isotopique. Le système laser employé avec les méthodes à vapeur atomique comprend généralement un laser à colorant ajustable pompé par un autre type de laser (p. ex. laser à vapeur de cuivre ou certains types de lasers solides). Le système laser employé avec les méthodes moléculaires peut comprendre un laser à dioxyde de carbone ou un laser à excimère et une cellule optique à multipassages. Pour les deux types de méthodes, les lasers ou les systèmes laser nécessitent une stabilisation de fréquence pour pouvoir fonctionner pendant de longues périodes.

3-2.5.8. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par séparation des isotopes dans un plasma

Note d'introduction :

Dans le procédé de séparation dans un plasma, un plasma d'ions d'uranium traverse un champ électrique accordé à la fréquence de résonance des ions ^{235}U , de sorte que ces derniers absorbent de l'énergie de manière préférentielle et que le diamètre de leurs orbites hélicoïdales s'accroît. Les ions qui suivent un parcours de grand diamètre sont piégés et on obtient un produit enrichi en ^{235}U . Le plasma, qui est créé en ionisant de la vapeur d'uranium, est contenu dans une enceinte à vide soumise à un champ magnétique de haute intensité produit par un aimant supraconducteur. Les principaux systèmes du procédé comprennent le système générateur du plasma d'uranium, le module séparateur et son aimant supraconducteur (voir Groupe 4) et les systèmes de prélèvement de l'uranium métal destinés à collecter le « produit » et les « résidus ».

1. Sources d'énergie hyperfréquence et antennes

Sources d'énergie hyperfréquences et antennes spécialement conçues ou préparées pour produire ou accélérer des ions et ayant les caractéristiques suivantes : fréquence supérieure à 30 GHz et puissance moyenne de sortie supérieure à 50 kW pour la production d'ions.

2. Bobines excitatrices d'ions

Bobines excitatrices d'ions à haute fréquence spécialement conçues ou préparées pour des fréquences supérieures à 100 kHz et capables de supporter une puissance moyenne supérieure à 40 kW.

3. Systèmes générateurs de plasma d'uranium

Systèmes de production de plasma d'uranium spécialement conçus ou préparés pour une utilisation dans les usines d'enrichissement par séparation des isotopes dans un plasma.

4. Non utilisé depuis 2013

5. Assemblages collecteurs du « produit » et des « résidus » d'uranium métallique

Assemblages collecteurs du « produit » et des « résidus » spécialement conçus ou préparés pour l'uranium métal à l'état solide. Ces assemblages collecteurs sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la chaleur et à la corrosion par la vapeur d'uranium métal, tels que le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium ou le tantale.

6. Enceintes de module séparateur

Conteneurs cylindriques spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement par séparation des isotopes dans un plasma et destinés à loger la source de plasma d'uranium, la bobine excitatrice à haute fréquence et les collecteurs du « produit » et des « résidus ».

Note explicative :

Ces enceintes sont pourvues d'un grand nombre d'orifices pour les barreaux électriques, les raccordements de pompes à diffusion et les appareils de diagnostic et de surveillance. Elles sont dotées de moyens d'ouverture et de fermeture qui permettent la remise en état des composants internes et sont constituées d'un matériau non magnétique approprié tel que l'acier inoxydable.

3-2.5.9. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus et préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par le procédé électromagnétique.

Note d'introduction :

Dans le procédé électromagnétique, les ions d'uranium métal produits par ionisation d'un sel (en général le tétrachlorure d'uranium (UCl₄)) sont accélérés et envoyés à travers un champ magnétique sous l'effet duquel les ions des différents isotopes empruntent des parcours différents. Les principaux composants d'un séparateur d'isotopes électromagnétique sont les suivants : champ magnétique provoquant la déviation du faisceau d'ions et la séparation des isotopes, source d'ions et son système accélérateur, et collecteurs pour recueillir les ions après séparation. Les systèmes auxiliaires utilisés dans le procédé comprennent l'alimentation de l'aimant, l'alimentation haute tension de la source d'ions, l'installation de vide et d'importants systèmes de manipulation chimique pour la récupération du produit et l'épuration ou le recyclage des composants.

1. Séparateurs isotopiques électromagnétiques

Séparateurs électromagnétiques spécialement conçus ou préparés pour la séparation des isotopes de l'uranium, et matériel et composants, pour cette séparation notamment :

a. Sources d'ions

Sources d'ions uranium uniques ou multiples, spécialement conçues ou préparées, comprenant la source de vapeur, l'ionisateur et l'accélérateur de faisceau, constituées de matériaux appropriés comme le graphite, l'acier inoxydable ou le cuivre, et capables de fournir un courant d'ionisation total égal ou supérieur à 50 mA.

b. Collecteurs d'ions

Plaques collectrices comportant des fentes et des poches (deux ou plus), spécialement conçues ou préparées pour collecter les faisceaux d'ions uranium enrichis et appauvris, et constituées de matériaux appropriés comme le graphite ou l'acier inoxydable.

c. Enceintes à vide

Enceintes à vide spécialement conçues ou préparées pour les séparateurs électromagnétiques, constituées de matériaux non magnétiques appropriés comme l'acier inoxydable et conçues pour fonctionner à des pressions inférieures ou égales à 0,1 Pa.

Note explicative :

Les enceintes sont spécialement conçues pour renfermer les sources d'ions, les plaques collectrices et les chemises d'eau et sont dotées des moyens de raccorder les pompes à diffusion et de dispositifs d'ouverture et de fermeture qui permettent de déposer et de reposer ces composants.

- d. Pièces polaires :
Pièces polaires spécialement conçues ou préparées, de diamètre supérieur à 2 m, et utilisées pour maintenir un champ magnétique constant à l'intérieur du séparateur électromagnétique et pour transférer le champ magnétique entre séparateurs contigus.
2. Alimentations en haute tension
Alimentations en haute tension pour sources d'ions, spécialement conçues ou préparées, et ayant toutes les deux caractéristiques suivantes :
 1. Capables de fournir en permanence, une tension de sortie égale ou supérieure à 20 000 V avec une intensité de sortie égale ou supérieure à 1 A; **et**
 2. Une variation de tension inférieure à 0,01 % pendant une période de 8 h.
3. Alimentations des aimants
Alimentations des aimants en courant continu de haute intensité spécialement conçues ou préparées et ayant deux caractéristiques suivantes :
 1. Capables de produire en permanence, un courant d'intensité supérieure ou égale à 500 A à une tension supérieure ou égale à 100 V; **et**
 2. Des variations d'intensité et de tension inférieures à 0,01 % pendant une période de 8 h.

3-2.6. Usines de production ou de concentration d'eau lourde, de deutérium et de composés de deutérium, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin

Note d'introduction :

Divers procédés permettent de produire de l'eau lourde. Cinq procédés sont démontrés ici. Les procédés les plus anciens dont il a été prouvé qu'ils sont commercialement viables sont le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène, le procédé girdler à l'hydrogène sulfuré (GS) et le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

Trois procédés plus récents, démontrés pour la première fois au début des années 2000, sont basés sur un échange hydrogène-eau catalysé et se sont révélés avoir un potentiel de production ou d'amélioration de l'eau lourde à l'échelle industrielle avec des conditions économiques favorables. Il s'agit de l'électrolyse et échange catalytique combinés (CECE), du reformage industriel et échange catalytique combinés (CIRCE) et de l'échange bithermique hydrogène-eau (BHW).

Le procédé GS repose sur l'échange d'hydrogène et de deutérium entre l'eau et le sulfure d'hydrogène dans une série de tours dont la section haute est froide et la section basse chaude. Dans les tours, l'eau s'écoule de haut en bas et le sulfure d'hydrogène gazeux circule de bas en haut. Une série de plaques perforées sert à favoriser le mélange entre le gaz et l'eau. Le deutérium est transféré à l'eau aux basses températures et au sulfure d'hydrogène aux hautes températures. Le gaz ou l'eau, enrichi en deutérium, est retiré des tours du premier étage à la jonction entre les sections chaudes et froides, et le processus est répété dans les tours des étages suivants. Le produit obtenu au dernier étage, à savoir de l'eau enrichie jusqu'à 30 % en poids en deutérium, est envoyé dans une unité de distillation pour produire de l'eau lourde de qualité réacteur, c'est-à-dire de l'oxyde de deutérium (D₂O) à 99,75 % en poids.

Le procédé d'échange ammoniac-hydrogène permet d'extraire le deutérium d'un gaz de synthèse par contact avec de l'ammoniac liquide (NH₃) en présence d'un catalyseur. Le gaz de synthèse est introduit dans les tours d'échange, puis dans un convertisseur d'ammoniac. Dans les tours, le gaz circule de bas en haut et l'ammoniac liquide (NH₃) s'écoule de haut en bas. Le deutérium est enlevé à l'hydrogène dans le gaz de synthèse et concentré dans le NH₃. Le NH₃ passe ensuite dans un craqueur d'ammoniac au bas de la tour, et le gaz est acheminé vers un convertisseur d'ammoniac en haut de la tour. L'enrichissement se poursuit dans les étages ultérieurs, et de l'eau lourde de qualité réacteur est produite par distillation finale. Le gaz de synthèse d'alimentation peut provenir d'une usine d'ammoniac qui, elle-même, peut être construite en association avec une usine de production d'eau lourde par échange ammoniac-hydrogène. Dans le procédé d'échange ammoniac-hydrogène, on peut aussi utiliser de l'eau ordinaire comme source de deutérium.

Un grand nombre d'articles de l'équipement essentiel des usines de production d'eau lourde par le procédé GS ou le procédé d'échange ammoniac-hydrogène sont communs à plusieurs secteurs des industries chimique et pétrolière. Ceci est particulièrement vrai pour les petites usines utilisant le procédé GS. Toutefois, seuls quelques articles sont disponibles dans le commerce. Le procédé GS et le procédé d'échange ammoniac-hydrogène exigent la manipulation de grandes quantités de fluides inflammables, corrosifs et toxiques sous haute pression. En conséquence, pour fixer les normes de conception et d'exploitation des usines et des équipements utilisant ces procédés, il faut accorder une attention particulière au choix et aux spécifications des matériaux pour garantir une longue durée de service avec des facteurs de sûreté et de fiabilité élevés. Le choix de l'échelle est fonction principalement de considérations économiques et des besoins. Ainsi, la plupart des équipements seront préparés d'après les prescriptions du client.

Enfin, il convient de noter que, tant pour le procédé GS que pour le procédé d'échange ammoniac-hydrogène, des articles d'équipement qui, pris individuellement, ne sont pas spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde peuvent être assemblés en des systèmes qui sont spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde. On peut en donner comme exemples le système de production du catalyseur utilisé dans le procédé d'échange ammoniac-hydrogène et les systèmes de distillation de l'eau utilisés dans les deux procédés pour la concentration finale de l'eau lourde afin d'obtenir une eau de qualité réacteur.

Parmi les trois principaux procédés de production d'eau lourde utilisant l'échange hydrogène-eau, deux (CECE et CIRCE) ne présentent un intérêt dans la pratique que lorsqu'ils sont intégrés dans des procédés de production d'hydrogène à grande échelle où l'hydrogène est fabriqué pour d'autres utilisations commerciales. Le troisième procédé, soit l'échange bithermique hydrogène-eau (BHW), pourrait potentiellement être utilisé dans une usine autonome. Tous ces procédés nécessitent de grandes quantités de catalyseurs platinés spécialisés, insensibles à l'humidité, installés dans de longues colonnes, pour assurer un bon contact avec l'eau qui s'écoule. Le procédé CECE nécessite que ces colonnes d'échange de catalyseur platiné insensible à l'humidité soient alimentées en hydrogène provenant d'un électrolyseur d'eau qui reçoit son alimentation en eau des colonnes d'échange. De cette manière, l'isotope le plus lourd (le deutérium) va voir sa concentration augmenter dans l'électrolyseur qui reçoit son alimentation en eau des colonnes d'échange. Le système d'électrolyseur peut potentiellement augmenter sa concentration en deutérium jusqu'à obtenir de l'eau lourde presque pure. En pratique, le processus se déroulera en plusieurs étapes, la première, de grande ampleur, multipliant généralement la concentration en deutérium par un facteur de 5 à 20. Le procédé CIRCE est similaire, mais utilise un reformeur vapeur-hydrocarbure comme source d'hydrogène en fournissant au reformeur sa source d'eau pour la vapeur. Dans toutes ces usines, le procédé CECE est généralement utilisé comme étape finale pour produire de l'eau lourde de qualité réacteur. Il convient de noter que les plus grandes usines de production d'hydrogène au monde produisent suffisamment d'hydrogène pour extraire environ 20 à 60 Mg d'eau lourde par an en utilisant un procédé CECE ou CIRCE. Le procédé BHW est conceptuellement identique au GS, mais utilise de l'hydrogène au lieu du sulfure d'hydrogène avec un catalyseur pour favoriser le transfert du deutérium. Dans un agencement analogue au procédé GS, le procédé BHW exploite l'effet de la température sur le rapport d'équilibre du deutérium entre l'eau et l'hydrogène. L'équilibre diminue avec l'augmentation de la température. À mesure que l'eau s'écoule à travers les tours supérieures froides et les tours inférieures chaudes, le deutérium s'enrichit entre

ces dernières tandis que l'hydrogène circule tour à tour dans les tours chaudes et froides. L'eau prélevée entre les tours froides et chaudes est envoyée vers les étages supérieurs pour un enrichissement supplémentaire en deutérium. Un procédé BHW pourrait être construit pour n'importe quelle échelle de production.

L'élément clé de ces procédés est clairement le catalyseur platine spécialisé, insensible à l'humidité, qui s'est avéré relativement difficile à fabriquer à grande échelle à un coût raisonnable. Les conditions de fonctionnement sont sans danger, les fluides et catalyseurs étant non toxiques, la pression étant comprise entre la pression atmosphérique et environ 4 MPa et les températures comprises entre 293 K (20 °C) et 473 K (200 °C). Aucun des équipements n'est notablement différent de celui utilisé dans divers secteurs de l'industrie des procédés chimiques, à l'exception du catalyseur platine insensible à l'humidité.

Les articles d'équipement spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde utilisant l'une des technologies décrites ci dessus comprennent :

1. Tours d'échange eau-sulfure d'hydrogène
Tours d'échange ayant un diamètre de 1,5 m ou plus et capables de fonctionner à des pressions supérieures ou égales à 2 MPa spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange eau sulfure d'hydrogène.
2. Soufflantes et compresseurs
Soufflantes ou compresseurs centrifuges à étage unique sous basse pression (c'est-à-dire 0,2 MPa) pour la circulation de sulfure d'hydrogène (c'est-à-dire un gaz contenant plus de 70 % en poids de sulfure d'hydrogène, H₂S) spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène. Ces soufflantes ou compresseurs ont une capacité de débit supérieure ou égale à 5 m³/s lorsqu'ils fonctionnent à des pressions d'aspiration supérieures ou égales à 1,8 MPa, et sont équipés de joints conçus pour être utilisés en milieu humide en présence de H₂S.
3. Tours d'échange ammoniac-hydrogène
Tours d'échange ammoniac-hydrogène d'une hauteur supérieure ou égale à 35 m ayant un diamètre de 1,5 m ou plus et pouvant fonctionner à des pressions supérieures à 15 MPa, spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène. Ces tours ont aussi au moins une ouverture axiale à rebord du même diamètre que la partie cylindrique, par laquelle les internes de la tour peuvent être insérés ou retirés.
4. Internes de tour et pompes d'étage
Internes de tour et pompes d'étage spécialement conçus ou préparés pour des tours servant à la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène. Les internes de tour comprennent des contacteurs d'étage spécialement conçus qui favorisent un contact intime entre le gaz et le liquide. Les pompes d'étage comprennent des pompes submersibles spécialement conçues pour la circulation d'ammoniac liquide dans un étage de contact à l'intérieur des tours.
5. Craqueurs de NH₃
Craqueurs de NH₃ ayant une pression de fonctionnement supérieure ou égale à 3 MPa spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.
6. Non utilisé depuis 2023
7. Brûleurs catalytiques
Brûleurs catalytiques pour la conversion en eau lourde du deutérium enrichi spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

8. Unités de finition complètes d'eau lourde, et systèmes complets de concentration d'eau lourde ou colonnes pour de tels systèmes
Systèmes complets de concentration d'eau lourde ou colonnes d'un diamètre d'au moins 0,1 m pour de tels systèmes, spécialement conçus ou préparés pour obtenir de l'eau lourde de qualité réacteur par la teneur en deutérium.

Note explicative :

Les systèmes de concentration d'eau lourde appuient généralement l'exploitation d'un réacteur nucléaire modéré à l'eau lourde ou font partie d'une usine de production d'eau lourde par GS (auquel cas ils sont communément appelés « unités de finition »). Les systèmes de concentration séparent l'eau lourde de l'eau légère. De tels systèmes utilisent généralement la distillation de l'eau, mais peuvent également être basés sur le procédé CECE. Dans les réacteurs nucléaires modérés à l'eau lourde, les systèmes de concentration maintiennent la concentration en eau lourde dans le cœur du réacteur.

9. Convertisseurs ou unités à synthétiser le NH_3
Convertisseurs ou unités à synthétiser le NH_3 spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

Note explicative :

Ces convertisseurs ou unités retirent le gaz de synthèse (azote et hydrogène) d'une ou de plusieurs colonnes d'échange de NH_3 /hydrogène à haute pression, et le NH_3 synthétique est renvoyé vers la ou les colonnes en question.

10. Colonnes ou tours remplies de catalyseur d'échange d'isotope de l'hydrogène
Colonnes ou tours complètes spécialement conçues ou préparées pour l'échange d'isotope de l'hydrogène présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Remplies de catalyseurs platinés insensibles à l'humidité, désordonnés ou structurés,;
 2. Construites en acier ordinaire ou en acier inoxydable;
 3. Capables de fonctionner à une pression entre 0,1 et 4 MPa; **et**
 4. Capables de fonctionner à des températures entre 293 K (20 °C) et 473 K (200 °C).

Note explicative :

Dans les procédés de production d'eau lourde, les colonnes catalytiques de l'étage primaire ont habituellement un diamètre supérieur à 0,5 m et une hauteur supérieure à 10 m. Dans les unités de concentration d'eau lourde, le diamètre réaliste minimum habituel est de 0,1 m.

- 3-2.7. Usines de conversion de l'uranium et du plutonium pour la fabrication d'éléments combustibles et de séparation des isotopes d'uranium, telles que définies en 3-2.4. et 3-2.5. respectivement, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin
 - 3-2.7.1. Usines de conversion de l'uranium et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin

Note d'introduction :

Les usines et systèmes de conversion de l'uranium permettent de réaliser une ou plusieurs transformations de l'une des formes chimiques de l'uranium en une autre forme, notamment : conversion des concentrés de minerai d'uranium en trioxyde d'uranium (UO_3), conversion d' UO_3 en dioxyde d'uranium (UO_2), conversion des oxydes d'uranium en tétrafluorure d'uranium (UF_4), UF_6 ou UCl_4 , conversion de l' UF_4 en UF_6 , conversion de l' UF_6 en UF_4 , conversion de l' UF_4 en uranium métal et conversion des fluorures d'uranium en UO_2 .

Un grand nombre des articles de l'équipement essentiel des usines de conversion de l'uranium sont communs à plusieurs secteurs de l'industrie chimique. Par exemple, ces

procédés peuvent faire appel à des équipements des types suivants : fours, fourneaux rotatifs, réacteurs à lit fluidisé, tours à flamme, centrifugeuses en phase liquide, colonnes de distillation et colonnes d'extraction liquide-liquide. Toutefois, seuls quelques articles sont disponibles « dans le commerce »; la plupart seront préparés d'après les besoins du client et les spécifications définies par lui. Parfois, lors de la conception et de la construction, il faut prendre spécialement en considération les propriétés corrosives de certains des produits chimiques en jeu fluor d'hydrogène (HF), fluor (F_2), trifluorure de chlore (ClF_3) et fluorures d'uranium), ainsi que les problèmes de criticité nucléaire. Enfin, il convient de noter que, dans tous les procédés de conversion de l'uranium, des articles d'équipement qui, pris individuellement, ne sont pas spécialement conçus ou préparés pour la conversion de l'uranium peuvent être assemblés en des systèmes qui sont spécialement conçus ou préparés à cette fin.

1. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO_3

Note explicative :

La conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO_3 peut être réalisée par dissolution du minerai dans l'acide nitrique et extraction de nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) purifié au moyen d'un solvant tel que le phosphate tributylque (TBP). Le nitrate d'uranyle est ensuite converti en UO_3 soit par concentration et dénitruration, soit par neutralisation au moyen de gaz NH_3 afin d'obtenir du diuranate d'ammonium qui est ensuite filtré, séché et calciné.

2. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_3 en UF_6

Note explicative :

La conversion d' UO_3 en UF_6 peut être réalisée directement par fluoration. Ce procédé nécessite une source de F_2 ou de ClF_3 .

3. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_3 en UO_2

Note explicative :

La conversion d' UO_3 en UO_2 peut être réalisée par réduction de l' UO_3 au moyen de NH_3 craqué ou d'hydrogène.

4. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_2 en UF_4

Note explicative :

La conversion d' UO_2 en UF_4 peut être réalisée en faisant réagir l' UO_2 avec de l'acide fluorhydrique gazeux (HF) à une température de 573-773 K (300 à 500 °C).

5. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_4 en UF_6

Note explicative :

La conversion d' UF_4 en UF_6 est réalisée par réaction exothermique avec du fluor dans un réacteur à tour. Pour condenser l' UF_6 à partir des effluents gazeux chauds, on fait passer les effluents dans un piège à froid refroidi à 263 K (-10 °C). Ce procédé nécessite une source de F_2 gazeux.

6. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_4 en uranium métal

Note explicative :

La conversion d' UF_4 en uranium métal est réalisée par réduction au moyen de magnésium (grandes quantités) ou de calcium (petites quantités). La réaction a lieu à des températures supérieures au point de fusion de l'uranium (1 403 K (1 130 °C)).

7. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF₆ en UO₂

Note explicative :

La conversion d'UF₆ en UO₂ peut être réalisée par trois procédés différents. Dans le premier procédé, l'UF₆ est réduit et hydrolysé en UO₂ au moyen d'hydrogène et de vapeur. Dans le deuxième procédé, l'UF₆ est hydrolysé par dissolution dans l'eau; l'addition de NH₃ à cette solution entraîne la précipitation de diuranate d'ammonium, lequel est réduit en UO₂ par de l'hydrogène à une température de 1 093 K (820 °C). Dans le troisième procédé, l'UF₆, le CO₂ et le NH₃ gazeux sont mis en solution dans l'eau, ce qui entraîne la précipitation de carbonate double d'uranyle et d'ammonium; le carbonate est combiné avec de la vapeur et de l'hydrogène à 773-873 K (500-600 °C) pour produire de l'UO₂.

La conversion d'UF₆ en UO₂ constitue souvent la première phase des opérations dans les usines de fabrication de combustible.

8. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF₆ en UF₄

Note explicative :

La conversion d'UF₆ en UF₄ est réalisée par réduction au moyen d'hydrogène.

9. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UO₂ en UCl₄

Note explicative :

La conversion d'UO₂ en UCl₄ peut être réalisée par un des deux procédés suivants: premièrement, on peut faire réagir l'UO₂ avec du tétrachlorure de carbone (CCl₄) à une température de 673 K (400 °C) environ, ou deuxièmement, on peut faire réagir l'UO₂ à une température de 973 K (700 °C) environ en présence de noir de carbone (CAS 1333-86-4), de monoxyde de carbone et de chlore pour produire de l'UCl₄.

3-2.7.2. Usines de conversion du plutonium et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin

Note d'introduction :

Les usines et systèmes de conversion du plutonium réalisent une ou plusieurs transformations de l'une des formes chimiques du plutonium en une autre forme, notamment : conversion du nitrate de plutonium (PuN) en dioxyde de plutonium (PuO₂), conversion de PuO₂ en tétrafluorure de plutonium (PuF₄) et conversion de PuF₄ en plutonium métal. Les usines de conversion du plutonium sont associées habituellement à des usines de retraitement, mais peuvent aussi l'être à des installations de fabrication de combustible au plutonium. Un grand nombre des articles de l'équipement essentiel des usines de conversion du plutonium sont communs à plusieurs secteurs de l'industrie chimique. Par exemple, ces procédés peuvent faire appel à des équipements des types suivants : fours, fourneaux rotatifs, réacteurs à lit fluidisé, tours à flamme, centrifugeuses en phase liquide, colonnes de distillation et colonnes d'extraction liquide-liquide. Des cellules chaudes, des boîtes à gants et des manipulateurs télécommandés peuvent aussi être nécessaires. Toutefois, seuls quelques articles sont disponibles « dans le commerce »; la plupart seront préparés d'après les besoins du client et les spécifications définies par lui. Il est essentiel d'accorder un soin particulier à leur conception pour prendre en compte les risques d'irradiation, de toxicité et de criticité qui sont associés au plutonium. Parfois, lors de la conception et de la construction, il faut prendre spécialement en considération les propriétés corrosives de certains des produits chimiques en jeu (par exemple HF). Enfin, il convient de noter que, dans tous les procédés de conversion du plutonium, des articles d'équipement qui, pris individuellement, ne sont pas spécialement conçus ou préparés pour la conversion du plutonium peuvent être assemblés en des systèmes qui sont spécialement conçus ou préparés à cette fin.

1. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion du nitrate de plutonium en oxyde

Note explicative :

Les principales activités que comporte cette conversion sont les suivantes : stockage et ajustage de la solution, précipitation et séparation solide/liquide, calcination, manutention du produit, ventilation, gestion des déchets et contrôle du procédé. Les systèmes sont en particulier adaptés de manière à éviter tout risque de criticité et d'irradiation et à réduire le plus possible les risques de toxicité. Dans la plupart des usines de retraitement, ce procédé comporte la conversion du nitrate de plutonium PuN en PuO₂. D'autres procédés peuvent comporter la précipitation de l'oxalate de plutonium ou du peroxyde de plutonium.

2. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la production de plutonium métal

Note explicative :

Ce traitement comporte habituellement la fluoration du PuO₂, normalement par le HF très corrosif, pour obtenir du fluorure de plutonium qui est ensuite réduit au moyen de calcium métal de grande pureté pour produire du plutonium métal et un laitier de fluorure de calcium. Les principales activités que comporte ce procédé sont les suivantes : fluoration (avec par exemple des équipements faits ou revêtus de métal précieux), réduction (par exemple dans des creusets en céramique), récupération du laitier, manutention du produit, ventilation, gestion des déchets et contrôle du procédé. Les systèmes sont en particulier adaptés de manière à éviter tout risque de criticité et d'irradiation et à réduire le plus possible les risques de toxicité. D'autres procédés comportent la fluoration de l'oxalate de plutonium ou du peroxyde de plutonium, suivie d'une réduction en métal.

3-3. LOGICIEL

« Logiciel » spécialement conçus ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'articles énumérés au Groupe 3.

3-4. TECHNOLOGIE

La « technologie » telle que définie dans la note sur la « technologie » nucléaire associée au « développement », à la « production » et à l'« utilisation » des articles énumérés au Groupe 3.

GROUPE 4 – LISTE DE MARCHANDISES À DOUBLE USAGE DANS LE SECTEUR NUCLÉAIRE

(Toutes destinations. Application à toutes les destinations pour les articles du Groupe 4.)

Note :

Les termes entre « guillemets simples » sont habituellement définies au sein de chaque entrée de la liste alors que celles entre « guillemets doubles » sont définies à la fin du Groupe 4.

NOTE DE LA COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (CCSN) :

En vertu de la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), l'exportation d'articles à caractère nucléaire ou connexes est également régie par la CCSN. Ainsi, il pourrait toutefois être nécessaire d'obtenir un permis de la CCSN pour exporter des articles à caractère nucléaire ou connexe qui ne seraient pas énumérés dans le Groupe 4 ou qui satisferaient aux notes sur la libération. On pourra obtenir auprès de la CCSN, des renseignements sur les exigences prévus relatives à l'obtention de permis d'exportation réglementés par la LSRN.

NOTE GÉNÉRALE SUR LA TECHNOLOGIE :

L'exportation de la « technologie » au « développement », à la « production » ou à l'« utilisation » d'articles réglementés est réglementée en vertu des dispositions s'appliquant au Groupe 4. Cette « technologie » est réglementée, même lorsqu'elle est applicable à des articles qui ne sont pas soumis au contrôle.

L'approbation de l'exportation d'article couvre également l'exportation au même utilisateur final de la « technologie » minimale nécessaire à l'installation, l'utilisation, l'entretien et la réparation de ces articles.

Le contrôle du transfert de « technologie » ne s'étend pas aux informations « dans le domaine public » ou appartenant à la « recherche scientifique fondamentale ».

NOTE GÉNÉRALE SUR LES LOGICIELS :

L'exportation de « logiciel » est réglementée en vertu des dispositions s'appliquant au Groupe 4. L'approbation de tout article du Groupe 4 destiné à l'exportation autorise également l'exportation ou le transfert au même utilisateur final du « logiciel » minimal, à l'exclusion du code source, requis pour l'installation, l'exploitation, l'entretien ou la réparation de l'article.

Note :

La Note générale sur les logiciels autorise également l'exportation de « logiciels », à l'exclusion du code source, destinés à ne corriger que les défauts (corrections de bogues) d'un article exporté légalement auparavant, à la condition que les capacités et/ou les performances dudit article ne soient pas autrement améliorées.

Note :

Les contrôles relatifs aux transferts de « logiciels » ne s'appliquent pas aux « logiciels » :

- 1. Généralement disponibles pour le public en étant :
 - a. En vente libre au détail à partir d'un stock; et*
 - b. Conçus pour être installés par l'utilisateur sans suivi important de la part du fournisseur;***ou***
- 2. Sont « du domaine public ».*

NOTE GÉNÉRALE SUR L'ÉLÉMENT PRINCIPAL

Il ne peut être porté atteinte à l'objectif des contrôles par le biais du transfert d'un article (y compris d'une installation) non contrôlé et comprenant un ou plusieurs composants soumis au contrôle lorsque le ou les composants soumis au contrôle constituent le principal élément de l'article en question et peuvent être enlevés ou utilisés sans difficulté à d'autres fins.

Note :

Lorsqu'ils doivent juger si le ou les composants soumis au contrôle constitue(nt) l'élément principal, les gouvernements doivent apprécier les facteurs de quantité, de valeur et de savoir faire technologique impliqués ainsi que d'autres circonstances spéciales qui pourraient avoir comme effet que le ou les composants soumis au contrôle devienne(nt) le principal élément de l'article fourni.

4-1. ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

4-1.A. Équipements, assemblages et composants

1. Fenêtres de protection contre les rayonnements à haute densité (verre au plomb ou autre matière) possédant toutes les caractéristiques suivantes, ainsi que les cadres spécialement conçus à cet effet :
 - a. Un « côté froid » de plus de 0,09 m²;
 - b. Une densité supérieure à 3 g/cm³; **et**
 - c. Une épaisseur égale ou supérieure à 100 mm.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-1.A.1.a., l'expression « côté froid » désigne la zone d'observation de la fenêtre, où, de par la conception, l'intensité du rayonnement est la plus faible.

2. Caméras TV résistant aux effets des rayonnements, ou objectifs pour ces caméras, spécialement conçues ou réglées pour résister aux effets des rayonnements, capables de supporter une dose totale de plus de 5 x 10⁴ Gy (silicium) sans dégradation fonctionnelle.

Note technique :

Les mots Gy (silicium) désignent l'énergie en joules par kilogramme absorbée par un échantillon non protégé de silicium exposé à un rayonnement ionisant.

3. « Robots », « effecteurs terminaux » et unités de commande comme suit :
 - a. « Robots » ou « effecteurs terminaux » possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Spécialement conçus pour répondre aux normes nationales de sécurité applicables à la manipulation d'explosifs (par exemple répondant aux spécifications de la codification relative à l'électricité pour les explosifs);
ou
 2. Spécialement conçus ou réglés pour résister aux rayonnements de manière à supporter une dose totale de plus de 5 x 10⁴ Gy (silicium) sans dégradation fonctionnelle;

Note technique :

Les mots Gy (silicium) désignent l'énergie en joules par kilogramme absorbée par un échantillon non protégé de silicium exposé à un rayonnement ionisant.

- b. Unités de commande spécialement conçues pour chacun des « robots » ou « effecteurs terminaux » spécifiés à l'alinéa 4-1.A.3.a.

Note :

L'alinéa 4-1.A.3. ci-dessus ne vise pas les « robots » spécialement conçus pour des applications industrielles non nucléaires par exemple les cabines de pulvérisation de peinture utilisées dans l'industrie automobile.

Notes techniques :

1. « Robots »

Aux fins de l'alinéa 4-1.A.3., « robot » signifie un mécanisme de manipulation qui peut être du type à trajet continu ou du type point à point, pouvant utiliser des « capteurs » et comportant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Exploitation multifonction;*
- b. Capacité de positionner ou d'orienter du matériel, des pièces, des outils ou des dispositifs spéciaux par des mouvements variables dans l'espace tridimensionnel;*
- c. Comporte au moins trois dispositifs à asservissement en boucle fermée ou ouverte pouvant comprendre des moteurs pas à pas; et*
- d. Doté de « programmabilité accessible par l'utilisateur » au moyen d'une méthode d'enseignement/lecture ou au moyen d'un ordinateur électronique pouvant être un contrôleur logique programmable, c'est-à-dire sans intervention mécanique.*

N.B. 1 :

Dans la définition ci-dessus, « capteurs » signifie détecteurs d'un phénomène physique dont la sortie (après conversion en un signal qui peut être interprété par un contrôleur) peut produire des « programme » ou modifier des instructions programmées ou des données numériques du programme. Cette définition couvre les « capteurs » équipés des fonctions de vision machine, d'imagerie infrarouge, d'imagerie acoustique, de détection tactile, de mesure inertielle de la position, de télémétrie optique ou acoustique, ou de mesure de la force ou du couple.

N.B. 2 :

Dans la définition ci-dessus, « programmabilité accessible par l'utilisateur » signifie la possibilité pour l'utilisateur d'insérer, de modifier ou de remplacer des « programmes » par des moyens autres que :

- a. la modification physique du câblage ou des interconnexions; ou*
- b. le réglage des fonctions de commande, y compris l'entrée des paramètres.*

N.B. 3 :

La définition ci-dessus ne comprend pas les dispositifs suivants :

- a. Mécanismes de manipulation exclusivement à commande manuelle ou commandés par téléopérateur;*
- b. Mécanismes de manipulation à séquence fixe constituant des dispositifs mobiles automatisés, fonctionnant en conformité de mouvements programmés et délimités mécaniquement. Le « programme » est délimité mécaniquement par des butées fixes, par exemple des tiges ou des cames. La séquence de mouvements et la sélection des trajets ou des angles ne sont ni variables ni modifiables par des moyens mécaniques, électroniques ou électrique;*
- c. Mécanismes de manipulation à séquence variable à commande mécanique qui constituent des dispositifs mobiles automatisés, fonctionnant en conformité de mouvements programmés et délimités mécaniquement. Le « programme » est délimité mécaniquement au moyen de butées fixes, mais ajustables, par exemple des tiges ou des cames. La séquence de mouvements et la sélection des trajets ou des angles sont variables dans le cadre des configurations programmées fixes. Les variations ou les modifications de la configuration du « programme » (par exemple, la modification des tiges ou le remplacement des cames) dans au moins un des axes de mouvement ne sont réalisées que par des opérations mécaniques;*
- d. Mécanismes de manipulation à séquence variable sans commande asservie, qui constituent des dispositifs de mouvement automatisés fonctionnant en conformité de mouvements programmés et délimités mécaniquement. Le « programme » est variable, mais la séquence ne s'exécute qu'en vertu du signal binaire provenant des dispositifs binaires électriques fixes ou des butées ajustables;*
- e. Gerbeurs définis comme des systèmes manipulateurs à coordonnées cartésiennes fabriqués comme partie intégrante d'un ensemble vertical de casiers de rangement*

et conçus pour l'accès au contenu de ces casiers aux fins d'entreposage et d'extraction.

2. *« Effecteurs terminaux »*

Aux fins de l'alinéa 4-1.A.3., « effecteurs terminaux » désigne des dispositifs tels que les pinces, les préhenseurs, les « unités d'outillage actives » et tout autre outillage fixé sur la plaque de base à l'extrémité d'un bras manipulateur de « robot ».

N.B. :

Dans la définition ci-dessus, « unités d'outillage actives » signifie dispositif d'application d'énergie, motrice ou autre, ou de détection de la pièce à travailler.

4. Télémanipulateurs utilisables pour accomplir des actions lors d'opérations de séparation radiochimiques et dans des cellules de haute activité, possédant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Une capacité de traverser une paroi de cellule de 0,6 m ou plus (passage par le mur); **ou**
- b. Une capacité de passer par-dessus le sommet d'une paroi de cellule ayant une épaisseur égale ou supérieure à 0,6 m (passage par-dessus le mur).

Note technique :

Les télémanipulateurs transmettent les actions des opérateurs humains à un bras manipulateur et à un dispositif terminal à distance. Ils peuvent être du type maître-esclave ou être commandés par un manche à balai ou un clavier.

4-1.B. Équipements d'essai et de production

4-1.B.1. Machines à fluotourner et machines à repousser capables d'effectuer des opérations de fluotournage, ainsi que mandrins, comme suit :

- a. Machines possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - 1. Qui possèdent trois galets ou plus (actifs ou de guidage); **et**
 - 2. Qui, conformément aux spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipées d'unités de « commande numérique » ou d'une unité de commande par ordinateur;
- b. Mandrins pour former des rotors cylindriques d'un diamètre intérieur compris entre 75 et 650 mm.

Note :

Le paragraphe 4-1.B.1.a. comprend les machines n'ayant qu'un seul galet prévu pour déformer le métal et de deux galets auxiliaires supportant le mandrin mais ne jouant pas un rôle direct dans la déformation.

4-1.B.2. Machines-outils, comme suit, ainsi que tout assemblage comportant une machine outil servant à enlever ou couper des métaux, des céramiques ou des matières composites qui, conformément aux spécifications techniques du fabricant, peuvent être dotés de dispositifs électroniques pour une « commande de contourage » simultanée selon deux axes ou plus :

N.B. :

Pour les unités de « commande numérique » contrôlées par le « logiciel » associé, voir l'alinéa 4-1.D.3.

- a. Tours dont la « précision de positionnement », lorsque toutes les compensations sont disponibles, est meilleure que (inférieure à) 6 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global) pour les machines capables d'usiner des diamètres supérieurs à 35 mm.

Note :

L'alinéa 4-1.B.2.a. ne s'applique pas aux tours à barres (Swissturn) qui n'usinent les barres qu'en enfilade si le diamètre maximum des barres est égal ou inférieur à 42 mm et s'il n'est pas possible de monter des mandrins. Les machines peuvent être à même de percer et/ou de fraiser des pièces d'un diamètre inférieur à 42 mm.

- b. Fraiseuses possédant l'une quelconque des caractéristiques suivantes :
 - 1. « Précision de positionnement », lorsque toutes les compensations sont disponibles, meilleure que (inférieure à) 6 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global);
 - 2. Deux axes rotatifs de contournage ou plus; **ou**
 - 3. Cinq axes ou plus qui peuvent être coordonnés simultanément par « commande de contournage ».

Note :

L'alinéa 4-1.B.2.b. ne s'applique pas aux fraiseuses possédant les deux caractéristiques suivantes :

- 1. Course sur l'axe X supérieure à 2 m; **et**
 - 2. « Précision de positionnement » globale sur l'axe X n'atteignant pas (dépassant) 30 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988).
- c. Machines-outils à rectifier possédant l'une quelconque des caractéristiques suivantes :
 - 1. « Précision de positionnement », avec toutes les compensations disponibles, meilleure que (inférieure à) 4 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global);
 - 2. Deux axes rotatifs de contournage ou plus; **ou**
 - 3. Cinq axes ou plus qui peuvent être coordonnés simultanément par « commande de contournage ».

Note :

L'alinéa 4-1.B.2.c. ne s'applique pas aux machines à rectifier qui ont les caractéristiques suivantes :

- 1. Machines à rectifier les surfaces de révolution extérieures, intérieures et extérieures-intérieures possédant l'ensemble des caractéristiques suivantes :
 - a. Limitées aux pièces d'un diamètre extérieur ou d'une longueur de 150 mm au maximum; **et**
 - b. Dont les seuls axes sont x, z et c.
 - 2. Machines à rectifier n'ayant pas d'axe z ni d'axe w avec une « précision de positionnement » globale inférieure à (meilleure que) 4 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988).
- d. Machines d'usinage par étincelage (EDM) du type sans fil ayant deux axes rotatifs de contournage, ou plus, pouvant être coordonnés simultanément pour une « commande de contournage ».

Note :

- 1. Les degrés de « précision de positionnement » annoncés, obtenus par les procédures ci-après à partir de mesures faites conformément à la norme ISO 230/2 (1988) ou à des normes nationales équivalentes, peuvent être utilisés pour chaque modèle de machine-outil à la place d'essais sur des machines s'ils sont communiqués aux autorités nationales et acceptés par elles.

Les degrés de « précision de positionnement » annoncés sont obtenus comme suit :

- a. Sélectionner cinq machines d'un modèle à évaluer;
 - b. Mesurer les précisions sur l'axe linéaire conformément à la norme ISO 230/2 (1988);
 - c. Déterminer les valeurs de précision (A) pour chaque axe de chaque machine. La méthode de calcul de la valeur de précision est décrite dans la norme ISO 230/2 (1988);
 - d. Déterminer la valeur moyenne de précision pour chaque axe. Cette valeur moyenne devient le degré de « précision de positionnement » annoncé de chaque axe pour le modèle (âx, ây, ...);
 - e. Comme l'alinéa 4-1.B.2. vise chaque axe linéaire, il y aura autant de degrés de « précision de positionnement » annoncés qu'il y a d'axes linéaires;
 - f. Si l'un quelconque des axes d'une machine-outil qui n'est pas contrôlée par l'alinéa 4-1.B.2.a., 4-1.B.2.b. ou 4-1.B.2.c. a une « précision de positionnement » annoncée de 6µm ou mieux pour les machines à rectifier et de 8µm ou mieux pour les machines à fraiser et les tours, dans les deux cas conformément à la norme ISO 230/2 (1988), le constructeur devrait être prié de confirmer le degré de précision une fois tous les 18 mois.
2. L'alinéa 4-1.B.2. ne s'applique pas aux machines-outils spéciales utiles seulement pour la fabrication des pièces suivantes :
- a. Engrenages;
 - b. Vilebrequins ou arbres à cames;
 - c. Outils ou outils de coupe;
 - d. Vers d'extrudeuses.

Notes techniques :

1. On devra suivre la nomenclature de la Norme internationale ISO 841 « Commande numérique des machines - Nomenclature des axes et des mouvements ».
 2. Les axes parallèles secondaires de contournage ne sont pas inclus dans le nombre total d'axes de contournage. (p.ex. l'axe w des aléseuses-fraiseuses horizontales ou un axe rotatif secondaire parallèle à l'axe rotatif principal).
 3. Il n'est pas nécessaire que la rotation d'un axe rotatif s'effectue sur 360°. Un axe rotatif peut être actionné par un dispositif linéaire, par exemple, une vis ou un dispositif à crémaillère.
 4. Aux fins de l'alinéa 4-1.B.2., le nombre d'axes qui peuvent être coordonnées simultanément et permettant la « commande de contournage » correspond au nombre d'axes le long desquels ou autour desquels on peut déplacer simultanément et de concert l'outil et la pièce pendant l'usinage. Sont exclus du compte tout axe supplémentaire le long duquel ou autour duquel s'effectue d'autres mouvements relatifs de la machine, notamment :
 - a. Les dispositifs dresseurs de meules dans les machines à rectifier;
 - b. Les axes rotatifs parallèles conçus pour monter des pièces à travailler;
 - c. Les axes rotatifs colinéaires conçus pour travailler une pièce en la retenant dans un mandrin par deux bouts différents.
 5. Les machines-outils avec lesquelles on peut réaliser deux des trois opérations suivantes : tournage, fraisage et alésage (p. ex. un tour permettant le fraisage) devra être évalué par rapport aux alinéas pertinents : 4-1.B.2.a., 4-1.B.2.b. et 4-1.B.2.c.
 6. Les alinéas 4-1.B.2.b.3. et 4-1.B.2.c.3. englobent les machines à cinématique linéaire parallèle (p. ex. les hexapodes) qui présentent cinq axes non rotatifs ou plus.
- 4-1.B.3. Machines, dispositifs ou systèmes de contrôle des dimensions, comme suit :
- a. Machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) commandées par ordinateur ou à commande numérique présentant l'une des deux caractéristiques suivantes :

1. Présence de seulement deux axes et erreur maximale tolérée (MPE) dans la mesure de la longueur sur un axe (unidimensionnel) quelconque, désignée par n'importe quelle combinaison de $E_{0X\ MPE}$, $E_{0Y\ MPE}$ ou $E_{0Z\ MPE}$, égale ou inférieure à (meilleure que) $(1,25 + L/1\ 000)\ \mu m$ (où L est la longueur mesurée en mm) en tout point quelconque de la plage de fonctionnement de la machine (c.-à-d., sur la longueur de l'axe), conformément à la norme ISO 10360-2(2009);
2. Présence de trois axes ou plus et erreur maximale tolérée dans la mesure de la longueur dans les trois dimensions (volumétrique) (E_0, MPE) égale ou inférieure à (meilleure que) $(1,7 + L/800)\ \mu m$ (où L est la longueur mesurée en mm) à un point quelconque de la plage de fonctionnement de la machine (c.-à-d., sur la longueur de l'axe), conformément à la norme ISO 10360-2(2009);

Note technique :

La valeur de E_0, MPE de la configuration la plus précise de la machine de mesure à coordonnées, indiquée conformément à la norme ISO 10360 2(2009) par le fabricant (p. ex. meilleure valeur des paramètres suivants : sonde, longueur de stylet, paramètres de mouvement, milieu ambiant), avec l'usage de toutes les corrections disponibles, doit être comparée au seuil de $1,7 + L/800\ \mu m$.

- b. Dispositifs de mesure du déplacement linéaire, comme suit :
 1. Systèmes de mesure de type sans contact ayant une « résolution » égale ou meilleure que (inférieure à) $0,2\ \mu m$ à l'intérieur d'une gamme de mesures pouvant atteindre $0,2\ mm$;
 2. Systèmes à transformateur différentiel à variable linéaire (TDVL) possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a.
 1. Une « linéarité » égale ou inférieure à (meilleure que) $0,1\ \%$ mesurée à partir de 0 jusqu'à la valeur maximale de la plage de fonctionnement pour les TDVL dont la plage de fonctionnement s'étend jusqu'à $5\ mm$; **et**
 2. Une « linéarité » égale ou inférieure à (meilleure que) $0,1\ \%$ mesurée à partir de 0 jusqu'à $5\ mm$ pour les TDVL dont la plage de fonctionnement s'étend au delà de $5\ mm$; **et**
 - b. Une dérive égale ou meilleure que (inférieure à) $0,1\ \%$ par jour à une température ambiante de référence de la chambre d'essai égale à $\pm 1\ K$ ($\pm 1\ ^\circ C$);
 3. Systèmes de mesure possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Contenant un laser; **et**
 - b. Capable de maintenir pendant au moins $12\ h$ avec une gamme de température variant de $\pm 1\ K$ ($\pm 1\ ^\circ C$) autour d'une température de référence et une pression de référence
 1. D'une « résolution » sur leur déviation totale égale à $0,1\ \mu m$ ou mieux; **et**
 2. Avec une « incertitude de mesure » égale ou meilleure que (inférieure à) $(0,2 + L/2\ 000)\ \mu m$ (L étant la longueur mesurée en mm);

Note :

L'alinéa 4-1.B.3.b.3. ne s'applique pas aux systèmes de mesure à interférométrie, sans rétroaction à boucle ouverte ou fermée, muni d'un laser pour mesurer les erreurs de mouvements des chariots des machines-outils, des machines de contrôle dimensionnel ou équipements similaires.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-1.B.3.b. le terme « déplacement linéaire » signifie le changement de distance entre la sonde de mesure et l'objet mesuré.

- c. Instruments de mesure angulaire ayant une « déviation de position angulaire » égale ou meilleure que (inférieure à) 0,00025°;

Note :

L'alinéa 4-1.B.3.c. ne s'applique pas aux instruments optiques tels que les autocollimateurs utilisant la collimation de la lumière (p. ex. un laser) pour détecter le déplacement angulaire d'un miroir.

- d. Systèmes permettant un contrôle simultané linéaire-angulaire de semi-coques et possédant les deux caractéristiques suivantes :
1. Une « incertitude de mesure » sur tout axe linéaire égale ou meilleure que (inférieure à) 3,5µm par 5mm; **et**
 2. Une « déviation de position angulaire » égale ou inférieure à 0,02°.

Notes :

1. La rubrique 4-1.B.3. englobe les machines-outils, autres que celles visées à la rubrique 4-1.B.2. qui pourraient servir de machines à mesurer en ceci qu'elles satisfont ou surpassent les critères définis pour la fonction de mesure d'une machine.
2. Les machines décrites à la rubrique 4-1.B.3. doivent faire l'objet d'un contrôle si en n'importe quel point de leur plage de fonctionnement elles surpassent le seuil de contrôle spécifié.

Note technique :

Dans la présente rubrique, tous les paramètres des valeurs de mesure correspondent à des valeurs plus ou moins, et non à une gamme globale.

- 4-1.B.4. Fours à induction à atmosphère contrôlée (à vide ou gaz inerte) et alimentations électriques spécialement conçues pour ces fours, comme suit :

- a. Fours possédant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Capables de fonctionner à des températures supérieures à 1 123 K (850 °C);
 2. Possédant des bobines d'induction de 600 mm de diamètre ou moins; **et**
 3. Conçus pour des puissances absorbées égales ou supérieures à 5 kW;

Note :

L'alinéa 4-1.B.4.a. ne s'applique pas aux fours conçus pour le traitement des tranches à semi-conducteurs.

- b. Alimentations électriques, qui ont une puissance aux bornes spécifiée de 5 kW ou plus, spécialement conçues pour les fours spécifiés dans la rubrique 4-1.B.4.a.

- 4-1.B.5. « Presses isostatiques » et équipement connexe, comme suit :

- a. « Presses isostatiques » possédant les deux caractéristiques suivantes :
1. Capables d'atteindre une pression de régime maximale égale ou supérieure à 69 MPa; **et**

2. Possédant une chambre dont le diamètre intérieur de la cavité est supérieur à 152 mm;
- b. Matrices, moules et commandes spécialement conçus pour les « presses isostatiques » décrite à la rubrique 4-1.B.5.a.

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 4-1.B.5., l'expression « presses isostatiques » désigne les équipements capables de pressuriser une cavité fermée en recourant à divers moyens (gaz, liquide, particules solides, etc.) afin de créer une pression homogène dans toutes les directions à l'intérieur de la cavité sur une pièce ou un matériau.
2. Aux fins de l'alinéa 4-1.B.5., la dimension intérieure de la chambre est celle de l'enceinte dans laquelle tant la température de régime que la pression de régime ont été atteintes et ne comprend pas l'appareillage. Cette dimension sera la plus petite des dimensions soit du diamètre intérieur de la chambre de compression, soit du diamètre intérieur de la chambre isolée du four selon celle des deux chambres qui est contenu dans l'autre.

- 4-1.B.6. Systèmes d'essai aux vibrations, équipements et composants, comme suit :
 - a. Systèmes d'essai aux vibrations électrodynamiques possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Faisant appel à des techniques de rétroaction ou de servo-commande à boucle fermée et comprenant une unité de commande numérique;
 2. Capables de faire vibrer à 10 g₀ de la valeur efficace (rms) de la valeur efficace (moyenne quadratique) ou plus entre 20 et 2 000 Hz; et
 3. Transmettant des forces égales ou supérieures à 50 kN mesurées « table nue »;
 - b. Unités de commande numériques, associés au « logiciel » spécialement conçu pour les essais aux vibrations, avec une bande passante en temps réel supérieure à 5 kHz et conçus pour être utilisés avec les systèmes faisant l'objet de l'alinéa 4-1.B.6.a.;
 - c. Générateurs de vibrations (secoueurs), avec ou sans amplificateurs associés, capables de transmettre une force égale ou supérieure à 50 kN, mesurée « table nue », qui peuvent être utilisés pour les systèmes spécifiés à l'alinéa 4-1.B.6.a.;
 - d. Structures de support des pièces d'essai et dispositifs électroniques conçus pour associer des secoueurs multiples afin de constituer un système de secouage complet capable d'impartir une force combinée efficace égale ou supérieure à 50 kN, mesurée « table nue », qui peuvent être utilisés pour les systèmes spécifiés dans l'alinéa 4-1.B.6.a.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-1.B.6., l'expression « table nue » désigne une table ou une surface, plate sans équipements ni accessoires.

- 4-1.B.7. Fours de fusion et de coulée à vide et à atmosphère contrôlée pour métallurgie, et équipement connexe, comme suit :
 - a. Fours de refusion à arc, fours de fusion à arc et fours de coulée et de fusion à arc possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Capacité des électrodes consommables comprise entre 1 000 et 20 000 cm³; et
 2. Capables de fonctionner à des températures de fusion supérieures à 1 973 K (1 700 °C);
 - b. Fours de fusion à faisceaux d'électrons, fours à atomisation à plasma et fours de fusion à plasma possédant les deux caractéristiques suivantes :

1. Une puissance égale ou supérieure à 50 kW; **et**
2. Capables de fonctionner à des températures de fusion supérieures à 1 473 K (1 200 °C);
- c. Systèmes de commande et de contrôle par ordinateur spécialement conçus pour tous les fours visés aux alinéas 4-1.B.7.a. ou 4-1.B.7.b.
- d. Torches à plasma spécialement conçues pour les fours visés à l'alinéa 4-1.B.7.b. possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Capables de fonctionner à des puissances supérieures à 50 kW; **et**
 2. Capables de fonctionner à des températures supérieures à 1 473 K (1 200 °C);
- e. Canons à électrons spécialement conçus pour les fours visés à l'alinéa 4-1.B.7.b. fonctionnant à une puissance supérieure à 50 kW.

4-1.C. Matières

Néant

4-1.D. Logiciel

1. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour l'« utilisation » d'équipements visés aux alinéas 4-1.A.3., 4-1.B.1., 4-1.B.3., 4-1.B.5., 4-1.B.6.a., 4-1.B.6.b., 4-1.B.6.d. ou 4-1.B.7.

Note :

Le « logiciel » spécialement conçu ou modifié pour les systèmes visés à l'alinéa 4-1.B.3.d. comprend le « logiciel » permettant une mesure simultanée de l'épaisseur et du contour des parois.

2. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipements visés à l'alinéa 4-1.B.2.

Note :

L'alinéa 4-1.D.2 ne s'applique pas à la partie du « logiciel » de programmation qui génère des codes de « commande numérique », mais ne permet pas une utilisation directe de l'équipement pour l'usinage de diverses pièces.

3. « Logiciel » pour toute combinaison de dispositifs électroniques ou pour tout système permettant à ce(s) dispositif(s) ou à des dispositifs semblables de fonctionner comme une unité de « commande numérique » pour des machines-outils, capable de commander cinq axes à interpolation ou plus qui peuvent être coordonnés simultanément pour une « commande de contourage ».

Notes :

1. *L'exportation de « logiciel » est contrôlé, qu'il soit exporté séparément ou qu'il réside dans une unité de « commande numérique » ou tout dispositif ou système électronique.*
2. *L'alinéa 4-1.D.3. ne s'applique pas au « logiciel » spécialement conçu ou modifié par les fabricants de l'unité de commande ou de la machine-outil pour faire fonctionner une machine-outil qui n'est pas visée à l'alinéa 4-1.B.2.*

4-1.E. Technologie

1. « Technologie » conformément à la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipements, de matières ou de « logiciels » visés aux alinéas 4-1.A. à 4-1.D.

4-2. MATIÈRES

4-2.A. Équipements, assemblages et composants

1. Creusets fabriqués en matières résistant aux métaux actinides liquides, comme suit :
 - a. Creusets possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Un volume compris entre 150 cm^3 (150 ml) et $8\,000 \text{ cm}^3$ (8 l); **et**
 2. Constitués ou revêtus de l'une quelconque des matières suivantes ou d'une combinaison de ces matières et ayant un degré d'impureté global égal ou inférieur à 2 % en poids :
 - a. Fluorure de calcium (CaF_2);
 - b. Zirconate (métazirconate) de calcium (CaZrO_3);
 - c. Sulfure de cérium (Ce_2S_3);
 - d. Oxyde d'erbium (erbine) (Er_2O_3);
 - e. Oxyde de hafnium (HfO_2);
 - f. Oxyde de magnésium (MgO);
 - g. Alliage nitruré niobium-titane-tungstène (environ 50 % de Nb, 30 % de Ti et 20 % de W);
 - h. Oxyde d'yttrium (yttria) (Y_2O_3); **ou**
 - i. Oxyde de zirconium (zircone) (ZrO_2);
 - b. Creusets possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Un volume compris entre 50 cm^3 (50 ml) et $2\,000 \text{ cm}^3$ (2 l); **et**
 2. Constitués ou revêtus de tantale ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 99,9 %;
 - c. Creusets possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Un volume compris entre 50 cm^3 (50 ml) et $2\,000 \text{ cm}^3$ (2 l);
 2. Constitués ou revêtus de tantale ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 98 %; **et**
 3. Recouverts de carbure, de nitrure ou de borure de tantale, ou toute combinaison de ces substances.
2. Catalyseur platiné insensible à l'humidité spécialement conçus ou préparés pour favoriser la réaction d'échange d'isotopes d'hydrogène entre l'hydrogène et l'eau en vue de la récupération du tritium de l'eau ou pour la production ou la concentration d'eau lourde.

Note technique :

Dans les réacteurs nucléaires modérés à l'eau lourde, les systèmes de concentration d'eau lourde maintiennent la concentration en eau lourde dans le cœur du réacteur. Les catalyseurs platinés insensibles à l'humidité peuvent également être utilisés pour la concentration d'eau lourde.
3. Structures composites sous la forme de tubes à parois minces présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Un diamètre intérieur de 75 mm à 650 mm;
 - b. Une épaisseur de 12 mm ou moins ; **et**
 - c. Fabriquées dans l'une quelconque des « matières fibreuses et filamenteuses » visées à alinéa 4-2.C.7.a. ou dans des matières préimprégnées au carbone visées à alinéa 4-2.C.7.c.
4. Assemblages et composants de cibles pour la production de tritium comme suit :
 - a. Les assemblages cibles faits de lithium enrichi avec l'isotope lithium 6, ou en contenant, spécialement conçus pour la production de tritium par irradiation, y compris l'intégration dans un réacteur nucléaire;

- b. Composants spécialement conçus pour les assemblages de cibles précisés au point 4-2.A.4.a.

Note technique :

Les composants spécialement conçus pour des assemblages de cibles pour la production de tritium peuvent comprendre des pastilles de lithium, des absorbeurs de tritium et du tritium spécialement enrobés.

4-2.B. Équipements d'essai et de production

- 1. Installations ou usines de tritium, et équipements pour celles-ci, comme suit :
 - a. Installations ou usines de production, régénération, extraction, ou concentration ou manipulation de tritium;
 - b. Équipements pour ces installations ou ces usines, comme suit :
 - 1. Unités de réfrigération de l'hydrogène ou de l'hélium pouvant atteindre au moins 23 K (-250 °C) avec une capacité d'évacuation de la chaleur dépassant 150 W; et
 - 2. Systèmes de stockage d'isotopes d'hydrogène ou de purification d'isotopes d'hydrogène utilisant des hydrures métalliques comme milieu de stockage ou de purification.
- 2. Installations, usines, équipements et systèmes pour la séparation des isotopes du lithium, comme suit :

N.B. :

Certains équipements et composants destinés à la séparation des isotopes du lithium dans un plasma sont aussi directement applicables à la séparation des isotopes de l'uranium et sont contrôlés en vertu du document le Groupe 3.

- a. Installations ou usines de séparation des isotopes du lithium;
- b. Équipements pour la séparation des isotopes du lithium grâce au procédé d'amalgame lithium-mercure, comme suit :
 - 1. Colonnes garnies pour les échanges liquide-liquide, spécialement conçues pour les amalgames de lithium;
 - 2. Pompes pour les amalgames de mercure et/ou de lithium;
 - 3. Cellules électrolytiques pour les amalgames de lithium;
 - 4. Évaporateurs pour solution concentrée de lithine.
- c. Systèmes d'échange d'ions spécialement conçus pour la séparation des isotopes du lithium et composants spécialement conçus à cette fin;
- d. Systèmes d'échange chimique (utilisant des éthers couronnes, des cryptands ou des éthers lariats) spécialement conçus pour la séparation des isotopes du lithium, et parties de composants spécialement conçus pour ces systèmes.

4-2.C. Matières

- 4-2.C.1. Alliages d'aluminium possédant l'une des deux caractéristiques suivantes :
 - a. < Capables d'une > résistance maximale à la traction de 460 MPa ou plus à des températures de 293 K (20 °C); et
 - b. Sous la forme de tubes ou de pièces cylindriques pleines (y compris les pièces forgées) ayant un diamètre extérieur supérieur à 75 mm.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-2.C.1., l'expression < capable d'une > couvre les alliages d'aluminium avant ou après traitement thermique.

- 4-2.C.2. Béryllium métal, alliages comprenant plus de 50 % de béryllium en poids, composés du béryllium et produits manufacturés dans ces matières, et déchets et chutes contenant du béryllium.

Note :

L'alinéa 4-2.C.2. ne s'applique pas aux articles suivants :

- a. Fenêtres métalliques pour les machines à rayons X ou les dispositifs de diagraphie des sondages;
- b. Pièces en oxyde fabriquées ou semi-fabriquées spécialement conçues pour des éléments de composants électroniques ou comme substrats pour des circuits électroniques;
- c. Béryl (silicate de béryllium et d'aluminium) sous forme d'émeraudes ou d'aigues-marines.

- 4-2.C.3. Bismuth possédant les deux caractéristiques suivantes :

- a. Une pureté de 99,99 % ou plus; **et**
- b. Une teneur en argent de moins de 10 ppm (parties par million) en poids.

- 4-2.C.4. Bore enrichi en isotope 10 (^{10}B), comme suit : bore élémentaire, composés, mélanges contenant du bore et produits manufacturés à base de ces matières, et déchets et chutes contenant du bore.

Note :

Aux fins de l'alinéa 4-2.C.4., les mélanges contenant du bore englobent les matières chargées au bore.

Note technique :

La teneur naturelle du bore en isotope 10 est d'environ 18,5 % en poids (20 % en atomes).

- 4-2.C.5. Calcium possédant les deux caractéristiques suivantes :

- a. Contenant moins de 1 000 ppm en poids d'impuretés métalliques autres que le magnésium; **et**
- b. Contenant moins de 10 ppm de bore.

- 4-2.C.6. Trifluorure de chlore (ClF_3).

- 4-2.C.7. « Matières fibreuses ou filamenteuses », et matières préimprégnées, comme suit :

- a. « Matières fibreuses ou filamenteuses » carbonées ou aramides possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 1. Un « module spécifique » égal ou supérieur à $12,7 \times 10^6$ m; **ou**
 2. Une « résistance spécifique à la traction » égale ou supérieure à $23,5 \times 10^4$ m;

Note :

L'alinéa 4-2.C.7.a. ne s'applique pas aux « matières fibreuses ou filamenteuses » aramides contenant 0,25 % ou plus en poids d'un modificateur de surface des fibres à base d'ester.

- b. « Matières fibreuses ou filamenteuses » en verre possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Un « module spécifique » égal ou supérieur à $3,18 \times 10^6$ m; **et**
 2. Une « résistance spécifique à la traction » égale ou supérieure à $7,62 \times 10^4$ m;
- c. « Fils » continus, « mèches », « filasses » ou « rubans » imprégnés de résine thermodurcie d'une largeur égale ou inférieure à 15 mm (préimprégnés), faits de « matières fibreuses ou filamenteuses » carbonées ou en verre visées aux alinéas 4-2.C.7.a. ou 4-2.C.7.b.

Note technique :

La résine forme la matrice du composite.

Notes techniques :

1. Le « module spécifique » mentionnée à l'alinéa 4-2.C.7., est le module de Young exprimé en N/m^2 divisé par le poids spécifique exprimé en N/m^3 mesuré à une température de 296 ± 2 K (23 ± 2 °C) et à une humidité relative de 50 ± 5 %.
 2. Aux fins de l'alinéa 4-2.C.7., la « résistance spécifique à la traction » est la résistance maximale à la traction exprimée en N/m^2 divisée par le poids spécifique exprimé en N/m^3 mesurée à une température de 296 ± 2 K (23 ± 2 °C) et à une humidité relative de 50 ± 5 %.
- 4-2.C.8. Hafnium métallique, alliages contenant plus de 60 % en masse d'hafnium et composés contenant plus de 60 % en masse d'hafnium, fabrication de ces matières ainsi que leurs déchets ou chutes.
- 4-2.C.9. Lithium enrichi en lithium-6 (^6Li) en une proportion supérieure à la proportion isotopique naturelle, ainsi que produits et dispositifs contenant du lithium enrichi, comme suit : lithium élémentaire, alliages, composés et mélanges contenant du lithium, fabrication de ces matières ainsi que leurs déchets ou chutes.

Note :

L'alinéa 4-2.C.9. ne s'applique pas aux dosimètres thermoluminescents.

Note technique :

La teneur naturelle du lithium en isotope 6 est d'environ 6,5 % en poids (7,5 % en atomes).

- 4-2.C.10. Magnésium possédant les deux caractéristiques suivantes :
- a. Contenant en poids moins de 200 ppm d'impuretés métalliques autres que le calcium; et
 - b. Contenant moins de 10 ppm de bore.
- 4-2.C.11. Aciers martensitiques vieillissables « capable d'une » résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 1 950 MPa à une température de 293 K (20 °C).

Note :

L'alinéa 4-2.C.11. ne s'applique pas aux formes dans lesquelles aucune dimension linéaire n'excède 75 mm.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-2.C.11., l'expression « capable d'une » couvre l'acier martensitique vieillissable avant et après traitement thermique.

- 4-2.C.12. Radium 226 (^{226}Ra), ses alliages, composés et mélanges, produits fabriqués à base de ces matières, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces matières.

Note :

L'alinéa 4-2.C.12. ne s'applique pas aux articles suivants :

- a. Appareils médicaux;
 - b. Un produit ou un dispositif ne contenant pas plus de 0,37 GBq de radium-226.
- 4-2.C.13. Alliages de titane possédant les deux caractéristiques suivantes :
- a. « Capables d'une » résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 900 MPa à une température de 293 K (20 °C); et
 - b. Sous la forme de tubes ou de pièces cylindriques pleines (y compris les pièces forgées) ayant un diamètre extérieur supérieur à 75mm.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-2.C.13., l'expression « capable d'une » englobe les alliages de titane avant et après traitement thermique.

- 4-2.C.14. Tungstène, carbure de tungstène et alliages contenant plus de 90 % de tungstène, possédant les deux caractéristiques suivantes :
- Dans des formes à symétrie cylindrique creuse (y compris les segments cylindriques) d'un diamètre intérieur compris entre 100 et 300 mm; **et**
 - Une masse supérieure à 20 kg.

Note :

L'alinéa 4-2.C.14. ne s'applique pas aux pièces spécialement conçues pour servir de poids ou de collimateurs à rayons gamma.

- 4-2.C.15. Zirconium ayant une teneur en hafnium inférieure à une partie de hafnium pour 500 parties de zirconium en poids, comme suit : métal, alliages contenant plus de 50 % de zirconium en poids, composés, produits dans ces matières, déchets et chutes contenant du zirconium.

Note :

L'alinéa 4-2.C.15. ne s'applique pas au zirconium sous la forme de feuilles dont l'épaisseur ne dépasse pas 0,10 mm.

- 4-2.C.16. Poudre de nickel et nickel métal poreux, comme suit :

N.B. :

Pour les poudres de nickel qui sont spécialement préparées pour la fabrication de barrières de diffusion gazeuse, consultez l'alinéa 3-2.5.3. du Groupe 3.

- Poudre de nickel possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - Un titre en nickel égal ou supérieur à 99,0 %; **et**
 - Une granulométrie moyenne inférieure à 10 µm mesurée conformément à la norme ASTM B 330 de l'American Society for Testing and Materials (ASTM);
- Nickel métal poreux obtenu à partir de matières spécifiées dans l'alinéa 4-2.C.16.a.

Note technique :

L'alinéa 4-2.C.16.b. vise le métal poreux obtenu par compactage et frittage des matières visées à l'alinéa 4-2.C.16.a., qui donnent une matière métallique contenant des pores fins reliés entre eux dans toute la structure.

Note :

L'alinéa 4-2.C.16. ne s'applique pas aux articles suivants :

- Poudres de nickel filamenteux;*
 - Feuilles simples de nickel métallique poreux dont la surface n'excède pas 1 000 cm² par feuille.*
- 4-2.C.17. Tritium, composés de tritium, mélanges contenant du tritium dans lesquels le rapport du tritium à l'hydrogène en atomes est supérieur à 1 partie par millier, et produits ou dispositifs qui contiennent l'une quelconque de ces substances.

Note :

L'alinéa 4-2.C.17. ne s'applique pas à un produit ou dispositif contenant moins de 1,48 x 10³ GBq de tritium.

- 4-2.C.18. Hélium-3 (³He), mélanges contenant de l'hélium-3, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces substances.

Note :

L'alinéa 4-2.C.18. ne s'applique pas à un produit ou dispositif contenant moins de 1g d'hélium-3.

4-2.C.19. Radionucléides appropriés pour la production de sources de neutrons (réaction alpha-n) :

Actinium-225(²²⁵Ac), Curium-244(²⁴⁴Cm), Polonium-209(²⁰⁹Po),
Actinium-227(²²⁷Ac), Einsteinium-253(²⁵³Es), Polonium-210(²¹⁰Po),
Californium-253(²⁵³Cf), Einsteinium-254(²⁵⁴Es), Radium-223(²²³Ra),
Curium-240(²⁴⁰Cm), Gadolinium-148(¹⁴⁸Gd), Thorium-227(²²⁷Th),
Curium-241(²⁴¹Cm), Plutonium-236(²³⁶Pu), Thorium-228(²²⁸Th),
Curium-242(²⁴²Cm), Plutonium-238(²³⁸Pu), Uranium-230(²³⁰U),
Curium-243(²⁴³Cm), Polonium-208(²⁰⁸Po), Uranium-232(²³²U)

Sous la forme suivante :

- a. Élémentaire;
- b. Composés ayant une activité totale de 37 GBq/kg ou plus;
- c. Mélanges ayant une activité totale de 37 GBq/kg ou plus;
- d. Produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces substances.

Note :

L'alinéa 4-2.C.19. ne s'applique pas à un produit ou dispositif contenant moins de 3,7 GBq d'activité.

4-2.C.20. Rhénium, alliages contenant au moins 90 % de rhénium en poids et alliages de rhénium et de tungstène contenant au total au moins 90 % de ces métaux en poids, possédant les deux caractéristiques suivantes :

- a. Dans des formes à symétrie cylindrique creuse (y compris les segments cylindriques) d'un diamètre intérieur compris entre 100 et 300 mm; et
- b. Une masse supérieure à 20 kg.

4-2.D. Logiciel
Néant

4-2.E. Technologie

1. « Technologie » conformément à la note générale sur la technologie pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipements, de matières ou de « logiciels » visés aux alinéas 4-2.A. à 4-2.D.

4-3. ÉQUIPEMENTS ET COMPOSANTS POUR LA SÉPARATION ISOTOPIQUE POUR L'URANIUM ET COMPOSANTS (AUTRES QUE CEUX DE LA LISTE DU GROUPE 3)

4-3.A. Équipements, assemblages et composants

4-3.A.1. Changeurs ou générateurs de fréquence pouvant servir de moteur d'entraînement à fréquence variable ou fixe et possédant toutes les caractéristiques suivantes :

N.B. :

1. Pour les changeurs et les générateurs de fréquence spécialement conçus ou préparés pour le procédé de centrifugation gazeuse, voir Groupe 3, alinéa 3-2.5.1.
2. Le « logiciel » spécialement conçu pour renforcer ou débloquer la performance des changeurs ou des générateurs de fréquence afin de permettre les caractéristiques indiquées ci dessous sont couverts en 4-3.D.2 et 4-3.D.3.

- a. Sortie multiphase fournissant une puissance égale ou supérieure à 40 VA;
- b. Fonctionnant à des fréquences de 600 Hz ou plus; **et**
- c. Contrôle des fréquences meilleur que (inférieur à) 0,2 %;

Notes :

1. *L'alinéa 4-3.A.1 ne concerne les changeurs de fréquence destinés à des machines industrielles et/ou à des biens de consommation déterminés (machines-outils, véhicules, etc.) que s'ils possèdent les caractéristiques mentionnées ci dessus une fois retirés; la note générale sur le principal élément est applicable.*
2. *Aux fins du contrôle des exportations, Affaires mondiales Canada déterminera si un changeur de fréquence donné possède les caractéristiques mentionnées ci dessus, en prenant en considération les contraintes matérielles et logicielles.*

Note technique :

1. *Les changeurs de fréquence mentionnés à l'alinéa 4-3.A.1. sont également connus sous le nom de convertisseurs ou d'inverseurs.*
2. *Les caractéristiques précisées à l'alinéa 4-3.A.1 peuvent être possédées par certains équipements commercialisés en tant que : générateurs, matériel d'essai électronique, blocs d'alimentation c.a., moteurs d'entraînement à vitesse variable, entraînements à vitesse variable, entraînements à fréquence variable, entraînements à fréquence réglable ou variateurs de vitesse.*

4-3.A.2. Lasers, amplificateurs lasers et oscillateurs, comme suit :

- a. Lasers à vapeur de cuivre possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant sur des longueurs d'ondes comprises entre 500 et 600 nm; **et**
 2. Une puissance de sortie moyenne égale ou supérieure à 30 W;
- b. Lasers à argon ionisé possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 400 et 515 nm; **et**
 2. Une puissance de sortie moyenne supérieure à 40 W;
- c. Lasers dopés au néodyme (autres que les lasers à verre dopé) ayant une longueur d'onde de sortie comprise entre 1 000 et 1 100 nm, possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 1. Excitation par impulsions et modulation du facteur Q, avec une durée d'impulsion égale ou supérieure à 1 ns, et possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 - a. Un fonctionnement monomode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W; **ou**
 - b. Un fonctionnement multimode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 50 W; **ou**
 2. Comportant un doubleur de fréquence produisant une longueur d'onde de sortie comprise entre 500 et 550 nm avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W;
- d. Oscillateurs à colorants organiques accordables fonctionnant en mode pulsé unique possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 300 et 800 nm;
 2. Une puissance moyenne de sortie supérieure à 1 W;
 3. Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz; **et**
 4. Une durée d'impulsion inférieure à 100 ns;
- e. Amplificateurs lasers et oscillateurs à colorants organiques accordables possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 300 et 800 nm;

2. Une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W;
3. Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz; **et**
4. Une durée d'impulsion inférieure à 100 ns;

Note :

L'alinéa 4-3.A.2.e. ne s'applique pas aux oscillateurs fonctionnant en mode unique.

- f. Lasers à alexandrite possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 720 et 800 nm;
 2. Une largeur de bande égale ou inférieure à 0,005 nm;
 3. Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 125 Hz; **et**
 4. Une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W;
- g. Lasers à dioxyde de carbone (CO₂) à régime pulsé possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 9 000 et 11 000 nm;
 2. Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz;
 3. Une puissance moyenne de sortie supérieure à 500 W; **et**
 4. Une durée d'impulsion inférieure à 200 ns;

Note :

L'alinéa 4-3.A.2.g. ne s'applique pas aux lasers industriels à CO₂ de puissance plus élevée (typiquement de 1 à 5 kW) utilisés dans des applications telles que la découpe et le soudage puisque lesdits lasers fonctionnent soit en régime continu soit en régime pulsé avec une largeur d'impulsion supérieure à 200 ns.

- h. Lasers à excitation par impulsions (XeF, XeCl, KrF) possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 240 et 360 nm;
 2. Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz; **et**
 3. Une puissance moyenne de sortie supérieure à 500 W;
- i. Appareils de déplacement Raman à parahydrogène conçus pour fonctionner à une longueur d'onde de sortie de 16 µm avec une fréquence de récurrence supérieure à 250 Hz.
- j. Lasers à monoxyde de carbone (CO) à régime pulsé possédant l'ensemble des caractéristiques suivantes :
 1. Fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 5 000 et 6 000 nm;
 2. Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz;
 3. Une puissance moyenne de sortie supérieure à 200 W; **et**
 4. Une durée d'impulsion inférieure à 200 ns.

Note :

L'alinéa 4-3.A.2.j ne s'applique pas aux lasers industriels à CO de puissance plus élevée (typiquement de 1 à 5 kW) utilisés dans des applications telles que la découpe et le soudage puisque lesdits lasers fonctionnent soit en régime continu soit en régime pulsé avec une largeur d'impulsion supérieure à 200 ns.

- 4-3.A.3. Vannes possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une dimension nominale égale ou supérieure à 5 mm;
 - b. Ayant un soufflet; **et**
 - c. Entièrement constituées ou revêtues d'aluminium, d'alliages d'aluminium, de nickel ou d'un alliage contenant 60 % ou plus de nickel.

Note technique :

Dans le cas des vannes ayant des diamètres d'entrée et de sortie différents, le paramètre dimension nominale mentionné à l'alinéa 4-3.A.3.a. renvoie au diamètre le plus petit.

4-3.A.4. Électro-aimants solénoïdaux supraconducteurs possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Capables de créer des champs magnétiques de plus de 2 T;
- b. Avec un rapport longueur divisée par diamètre intérieur supérieur à 2;
- c. Avec un diamètre intérieur supérieur à 300 mm; **et**
- d. Avec un champ magnétique uniforme meilleur que 1 % sur les 50 % centraux du volume intérieur.

Note :

L'alinéa 4-3.A.4. ne s'applique pas aux aimants spécialement conçus et exportés « comme parties de » systèmes médicaux d'imagerie à résonance magnétique nucléaire (RMN).

N.B. :

Il est entendu que les termes « comme parties de » ne signifient pas nécessairement que ces produits font physiquement partie du même envoi. Des envois séparés provenant de sources différentes sont autorisés à condition que les documents d'exportation correspondants précisent clairement le fait que les envois sont réalisés comme éléments de systèmes d'imagerie médicales.

4-3.A.5. Alimentations en courant fort continu possédant les deux caractéristiques suivantes :

- a. Capables de produire en permanence, pendant une période de 8 h, 100 V ou plus, avec une intensité de courant égale ou supérieure à 500 A; **et**
- b. Une stabilité du courant ou de la tension meilleure que 0,1 % pendant une période de 8 h.

4-3.A.6. Alimentations en courant continu haute tension possédant les deux caractéristiques suivantes :

- a. Capables de produire en permanence, pendant une période de 8 h, 20 kV ou plus, avec une intensité de courant égale ou supérieure à 1 A; **et**
- b. Une stabilité du courant ou de la tension meilleure que 0,1 % pendant une période de 8 h.

4-3.A.7. Tous types de transducteurs de pression capables de mesurer les pressions absolues et possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Capteurs de pression constitués ou revêtus d'aluminium, d'alliages d'aluminium, d'oxyde d'aluminium (alumine ou saphir), de nickel, d'alliages de nickel contenant plus de 60 % de nickel en poids ou de polymères d'hydrocarbures totalement fluorés;
- b. Joints d'étanchéité, le cas échéant, nécessaires pour sceller le capteur de pression, en contact direct avec le produit de procédé, constitués ou revêtus d'aluminium, d'alliages d'aluminium, d'oxyde d'aluminium (alumine ou saphir), de nickel, d'alliages de nickel contenant plus de 60 % de nickel en poids ou de polymères d'hydrocarbures totalement fluorés; **et**
- c. Possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 1. Une déviation totale inférieure à 13 kPa et une « précision » supérieure à 1 % de la déviation totale; **ou**
 2. Une déviation totale égale ou supérieure à 13 kPa et une « précision » supérieure à 130 Pa, pour les mesures à 13 kPa.

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 4-3.A.7., les transducteurs de pression sont des dispositifs qui convertissent les mesures de pression en signal.
2. Aux fins de l'alinéa 4-3.A.7., la « précision » englobe la non-linéarité, l'hystérésis et la répétabilité à la température ambiante.

4-3.A.8. Pompes à vide possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Un col d'entrée de 380 mm ou plus;
- b. Une vitesse de pompage égale ou supérieure à 15 m³/s; **et**
- c. Capables de produire un vide final meilleur que 13,3 mPa.

Notes techniques :

1. La vitesse de pompage est déterminée au point de mesure avec de l'azote ou de l'air.
2. Le vide final est déterminé à l'entrée de la pompe, l'entrée de la pompe étant fermée.

4-3.A.9. Compresseurs scroll à obturateur à soufflet et pompes à vide scroll (à spirales) à obturateur à soufflet possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Débit de volume à l'entrée de 50 m³/h ou plus;
- b. Rapports de pressions de 2 pour 1 ou plus; **et**
- c. Toutes les surfaces entrant en contact avec le gaz de procédé sont constituées de l'un ou l'autre des matériaux suivants :
 1. Aluminium ou alliage d'aluminium;
 2. Oxyde d'aluminium;
 3. Acier inoxydable;
 4. Nickel ou alliage de nickel;
 5. Bronze phosphoreux; **ou**
 6. Polymères fluorés.

Notes techniques :

1. Dans un compresseur ou une pompe à vide à spirales (scroll), des poches de gaz en forme de croissant sont emprisonnées entre une ou plusieurs paires de spirales emboîtées l'une dans l'autre, une spirale étant mobile et l'autre étant fixe. La spirale mobile se déplace autour de la spirale fixe, et les poches de gaz diminuent de volume (elles sont comprimées) au fur et à mesure qu'elles se déplacent vers l'orifice de sortie de la machine.
2. Dans un compresseur ou une pompe à vide à spirales à soufflet, le gaz de procédé est complètement isolé des pièces lubrifiées de la pompe et de l'air extérieur par un soufflet en métal. Une extrémité du soufflet est fixée à la spirale mobile, et l'autre extrémité est fixée au corps fixe de la pompe.
3. Les polymères fluorés comprennent notamment les matériaux suivants :
 - a. Polytétrafluoroéthylène (PTFE);
 - b. Éthylène-propylène fluoré (FEP);
 - c. Perfluoroalkoxy (PFA);
 - d. Polytrifluorochloréthylène (PCTFE); **et**
 - e. Copolymère d'hexafluoropropylène et de fluorure de vinylidène.

4-3.B. Équipements d'essai et de production

1. Cellules électrolytiques pour la production de fluor ayant une capacité de production supérieure à 250 g de fluor par heure.

2. Équipements de fabrication ou d'assemblage de rotors, équipements à dresser pour rotors, mandrins et matrices pour la formation de soufflets, comme suit :
 - a. Équipement d'assemblage de rotors pour l'assemblage de sections, chicanes et bouchons de tubes de rotors de centrifugeuses à gaz;

Note :

L'alinéa 4-3.B.2.a. comprend les mandrins de précision, les dispositifs de fixation et les machines d'ajustement fretté.

- b. Équipement à dresser pour rotors en vue de l'alignement des sections de tubes de rotors de centrifugeuses à gaz par rapport à un axe commun.

Note technique :

L'alinéa 4-3.B.2.b., pareil équipement comprendra normalement des capteurs de mesure de précision reliés à un ordinateur qui commande ensuite, par exemple, l'action de dispositifs de serrage pneumatiques servant à aligner les sections de tubes de rotor.

- c. Mandrins et matrices pour la production de soufflets à circonvolution unique.

Note technique :

Les soufflets mentionnés à l'alinéa 4-3.B.2.c. possèdent toutes les caractéristiques suivantes :

1. Diamètre intérieur de 75 à 650 mm;
2. Longueur égale ou supérieure à 12,7 mm;
3. Circonvolution unique ayant une profondeur supérieure à 2 mm; **et**
4. Fabriqués en alliages d'aluminium de haute résistance, en acier martensitique vieillissable ou en « matières fibreuses ou filamenteuses » de haute résistance.

3. Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage multiplans, fixes ou déplaçables, horizontales ou verticales, comme suit :
 - a. Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage, conçues pour équilibrer des rotors flexibles d'une longueur égale ou supérieure à 600 mm et possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Diamètre utile ou diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;
 2. Masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg; **et**
 3. Vitesse de révolution d'équilibrage pouvant atteindre plus de 5000 tr/mn;
 - b. Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage conçues pour équilibrer les composants cylindriques creux de rotors et possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;
 2. Masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg;
 3. Un déséquilibre résiduel minimal réalisable spécifique égal ou inférieur à 10 g-mm/kg par plan; **et**
 4. Être du type actionné par courroie.
4. Machines à enrouler les filaments et équipement connexe, comme suit :
 - a. Machines à enrouler les filaments possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Ayant des mouvements de positionnement, d'enveloppement et d'enroulement des fibres coordonnés et programmés en deux axes ou plus;
 2. Spécialement conçues pour fabriquer des structures ou des feuilles composites avec des « matières fibreuses ou filamenteuses »; **et**
 3. Capables d'enrouler des tubes cylindriques d'un diamètre intérieur de 75 à 650 mm et d'une longueur égale ou supérieure à 300 mm;

- b. Commandes de coordination et de programmation pour les machines à enrouler les filaments spécifiées dans la rubrique 4-3.B.4.a.;
 - c. Mandrins de précision pour les machines à enrouler les filaments visés à l'alinéa 4-3.B.4.a.
5. Séparateurs isotopiques électromagnétiques conçus pour ou munis de sources d'ions uniques ou multiples capables de fournir un flux ionique total égal ou supérieur à 50 mA.

Notes :

1. *L'alinéa 4-3.B.5. s'applique aux séparateurs capables d'enrichir les isotopes stables ainsi que ceux utilisés pour l'uranium.*

N.B. :

Un séparateur capable de séparer les isotopes de plomb avec une différence d'une unité de masse est intrinsèquement capable d'enrichir les isotopes d'uranium avec une différence de masse de trois unités.

2. *L'alinéa 4-3.B.5. comprend les séparateurs dont les sources et collecteurs d'ions se trouvent tous deux dans le champ magnétique ainsi que les configurations dans lesquelles ils sont extérieurs au champ.*

Note technique :

Une source unique d'ions de 50 mA ne peut pas produire plus de 3 g d'uranium hautement enrichi séparé par an à partir d'uranium naturel.

6. Spectromètres de masse capables de mesurer des ions d'unités de masse atomique égales ou supérieures à 230 u avec une résolution meilleure que 2 parties par 230, ainsi que des sources d'ions à cette fin, comme suit :

N.B. :

Pour les spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés pour analyser en continu des échantillons d'hexafluorure d'uranium (UF₆), voir le Groupe 3.

- a. Spectromètres de masse à plasma à couplage inductif (SM/PCI);
- b. Spectromètres de masse à décharge luminescente (SMDL);
- c. Spectromètres de masse à ionisation thermique (SMIT);
- d. Spectromètres de masse à bombardement d'électrons présentant les deux caractéristiques suivantes :
 - 1. Système d'admission de faisceau moléculaire injectant un faisceau collimaté de molécules d'analyte dans une région de la source d'ions où les molécules sont ionisées par un faisceau d'électrons; **ou**
 - 2. Au moins un piège à froid capable de refroidir jusqu'à 193 K (-80 °C) ou moins afin de capturer les molécules d'analyte qui ne sont pas ionisées par le faisceau d'électrons;
- e. Spectromètres de masse équipés d'une source ionique à microfluorisation conçus pour être utilisés avec des actinides ou des fluorures actinides.

Notes techniques :

- 1. *L'alinéa 4-3.B.6.d décrit les spectromètres de masse qui sont habituellement utilisés pour l'analyse isotopique des échantillons d'UF₆ gazeux.*
- 2. *Les spectromètres de masse à bombardement d'électrons mentionnés à l'alinéa 4-3.B.6.d sont également connus sous le nom de spectromètres de masse à impact électronique ou de spectromètres de masse à ionisation électronique.*
- 3. *À l'alinéa 4-3.B.6.d.2, un « piège à froid » est un dispositif qui séquestre les molécules de gaz en les condensant ou en les congelant sur des surfaces froides. Aux fins de la*

présente rubrique, une pompe à vide cryogénique à hélium gazeux en boucle fermée n'est pas considérée comme un piège à froid.

4-3.C. Matières

Néant

4-3.D. Logiciel

1. « Logiciel » spécialement conçu pour l'« utilisation » d'équipements visés aux alinéas 4-3.A.1., 4-3.B.3. ou 4-3.B.4.
2. « Logiciel » ou clés/codes de chiffrement spécialement conçus pour améliorer ou étendre les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement non visé par l'alinéa 4-3.A.1 de façon à ce que ses caractéristiques correspondent ou dépassent celles précisées à l'alinéa 4-3.A.1.
3. « Logiciel » spécialement conçu pour améliorer ou étendre les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement visé par l'alinéa 4-3.A.1.

4-3.E. Technologie

1. « Technologie » conformément à la note générale sur la technologie pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipements, de matières ou de « logiciels » visés aux alinéas 4-3.A. à 4-3.D.

4-4. ÉQUIPEMENTS LIES AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION DE L'EAU LOURDE (AUTRES QUE CEUX DE LA LISTE DU GROUPE 3)

4-4.A. Équipements, assemblages et composants

1. Charges spéciales à utiliser lors de la séparation de l'eau lourde de l'eau ordinaire possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Constituées d'un tamis en bronze phosphoreux traité chimiquement de manière à améliorer sa mouillabilité; **et**
 - b. Conçues pour être utilisées dans des colonnes de distillation à vide.
2. Pompes pouvant faire circuler des solutions d'un catalyseur amide de potassium dilué ou concentré dans de l'ammoniac liquide (KNH_2/NH_3), possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Étanchéité totale à l'air (c'est-à-dire hermétiquement scellées);
 - b. Capacité supérieure à 8,5 m³/h; **et**
 - c. L'une des caractéristiques suivantes :
 1. Pour les solutions concentrées (1 % ou plus) amides de potassium, pression de régime de 1,5 à 60 MPa; **ou**
 2. Pour les solutions amides de potassium diluées (moins de 1 %), pression de régime de 20 à 60 MPa.
3. Turbodétendeurs ou ensembles turbodétendeur-compresseur possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner avec une température de sortie entre 15 K (-258 °C) et 35 K (-238 °C); **et**
 - b. Conçus pour un débit d'hydrogène ou d'hélium égal ou supérieur à 1 000 kg/h.

4-4.B. Équipements d'essai et de production

1. Non utilisé depuis 2017
2. Colonnes de distillation cryogénique à hydrogène possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Conçues pour fonctionner à des températures intérieures comprises entre 15 K (-258 °C) et 35 K (-238 °C);
- b. Conçues pour fonctionner à des pressions intérieures comprises entre 0,1 MPa et 1 MPa;
- c. Fabriquées soit :
 1. En acier inoxydable austénitique; **ou**
 2. En matériaux équivalents cryogéniques et compatibles avec hydrogène (H₂) entre 15 K (-258 °C) et 35 K (-238 °C); **et**
- d. Avec un diamètre intérieur égal ou supérieur à 30 cm et une « longueur effective » égale ou supérieure à 4 m.

Note technique 1 :

Le terme « longueur effective » signifie la hauteur active du garnissage dans une colonne à garnissage ou la hauteur active des contacteurs internes dans une colonne à plateaux.

Note technique 2 :

Les matériaux équivalents peuvent comprendre, sans s'y limiter, les matériaux suivants :

- a. aluminium ;
- b. alliages d'aluminium ;
- c. alliages de cuivre
- d. alliages de nickel ; **et**
- e. alliages de titane.

3. Non utilisé depuis 2013

4-4.C. Matières
Néant

4-4.D. Logiciel
Néant

4-4.E. Technologie

1. « Technologie » conformément à la note générale sur la technologie pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipements, de matières ou de « logiciels » visés aux alinéas 4-4.A. à 4-4.D.

4-5. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE MESURE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE DISPOSITIFS EXPLOSIFS NUCLÉAIRES

4-5.A. Équipements, assemblages et composants

1. Tubes photomultiplicateurs possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Une surface photocathodique supérieure à 20 cm²; **et**
 - b. Un temps de montée de l'impulsion anodique inférieur à 1 ns.

4-5.B. Équipements d'essai et de production

1. Générateurs de radiographie éclair ou accélérateurs pulsés d'électrons possédant l'une des deux caractéristiques suivantes :
 - a. 1. Une énergie électronique de pointe de l'accélérateur égale ou supérieure à 500 keV mais inférieure à 25 MeV; **et**
 2. Un facteur de mérite (K) égal ou supérieur à 0,25; **ou**

- b. 1. Une énergie électronique de pointe de l'accélérateur égale ou supérieure à 25 MeV; **et**
2. Une puissance de pointe supérieure à 50 MW.

Note :

L'alinéa 4-5.B.1. ne s'applique pas aux accélérateurs qui constituent des composants de dispositifs destinés à d'autres fins que le rayonnement de faisceaux électroniques ou de rayons X (microscopie électronique par exemple) et ceux destinés à des fins médicales.

Notes techniques :

1. Le facteur de mérite K est défini comme suit :

$$K = 1,7 \times 10^3 V^{2,65} Q.$$
 V est l'énergie électronique de pointe en millions d'électronvolts. Lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est inférieure ou égale à $1\mu s$, Q est la charge totale accélérée en coulombs. Lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est supérieure à $1\mu s$, Q est la charge maximale accélérée en $1\mu s$. Q est égale à l'intégrale de i par rapport à t , divisée par $1\mu s$ ou la durée de l'impulsion du faisceau selon la valeur la moins élevée ($Q = \int i dt$), i étant le courant du faisceau en ampères et t le temps en secondes.
2. Puissance de pointe = (potentiel de pointe en volts) x (courant de pointe du faisceau en ampères).
3. Dans les machines basées sur des cavités d'accélération à micro-ondes, la durée de l'impulsion du faisceau est égale soit à $1\mu s$ soit à la durée du groupe de faisceaux résultant d'une impulsion de modulation des micro-ondes, selon la valeur la plus petite.
4. Dans les machines basées sur des cavités d'accélération à micro-ondes, le courant de pointe des faisceaux est le courant moyen pendant la durée du groupe de faisceaux.
2. Systèmes à canons à grande vitesse (à agent propulsif, à gaz, à bobine, électromagnétiques, électrothermiques ou autres systèmes avancés) capables d'accélérer des projectiles jusqu'à 1,5 km/s ou plus.

Note :

Cet alinéa ne concerne pas les canons spécialement conçus pour les systèmes d'armes à grande vitesse initiale.

3. Caméras à grande vitesse, imageurs et composants pour ceux ci, comme suit :

N.B. :

Les « logiciels » spécialement conçus pour améliorer ou étendre le fonctionnement des caméras ou des imageurs de façon à ce que leurs caractéristiques correspondent à celles indiquées ci dessous sont contrôlés en 4-5.D.1 et en 4-5.D.2.

- a. Caméras à fente et composants spécialement conçus pour ces caméras, comme suit :
 1. Caméras à fente ayant une vitesse d'inscription supérieure à 0,5 mm/ μs ;
 2. Caméras électroniques à fente capables d'un pouvoir de résolution temporelle égal ou inférieur à 50 ns;
 3. Tubes à fente pour les caméras visés à l'alinéa 4-5.B.3.a.2.;
 4. Dispositifs enfichables spécialement conçus pour les caméras à fente à structure modulaire et permettant l'atteinte de spécifications de fonctionnement précisées en 4-5.B.3.a.1 ou en 4-5.B.3.a.2.;
 5. Dispositifs électroniques de synchronisation, de rotors composés de turbines, les miroirs et roulements, spécialement conçus pour les caméras visées à l'alinéa 4-5.B.3.a.1.
- b. Caméras à images et composants spécialement conçus pour ces caméras, comme suit :

1. Caméras à images pouvant enregistrer plus de 225 000 images par seconde;
2. Caméras à images capables d'un pouvoir de résolution temporelle égal ou inférieur à 50 ns;
3. Tubes à images et imageurs à semi-conducteurs ayant un temps de déclenchement pour images rapides (obturateur) de 50 ns ou moins, spécialement conçus pour les caméras visées aux alinéas 4-5.B.3.b.1. ou 4-5.B.3.b.2.;
4. Dispositifs enfichables spécialement conçus pour les caméras à structure modulaire et permettant l'atteinte de spécifications de fonctionnement précisées en 4-5.B.3.b.1. ou 4-5.B.3.b.2.;
5. Dispositifs électroniques de synchronisation, ensembles de rotors composés de turbines, miroirs et roulements, spécialement conçus pour les caméras visées à l'alinéa 4-5.B.3.b.1. ou 4-5.B.3.b.2.
- c. Caméras à semi-conducteurs et caméras à tube électroniques et composants spécialement conçus pour ces caméras comme suit :
 1. Caméras à semi-conducteurs ou caméras à tube électroniques ayant un temps de déclenchement pour images rapides (obturateur) de 50 ns ou moins;
 2. Imageurs à semi-conducteurs et tubes intensificateur d'images ayant un temps de déclenchement pour images rapides (obturateur) de 50 ns ou moins spécialement conçus pour les caméras indiquées en 4-5.B.3.c.1.;
 3. Obturateur électro-optique à cellule Kerr ou à cellule de Pockels;
 4. Dispositifs enfichables spécialement conçus pour être utilisés avec des caméras à structure modulaire et permettant l'atteinte de spécifications de fonctionnement précisées en 4 5.B.3.c.1.

Note technique :

Les caméras image par image à grande vitesse peuvent être utilisées seules pour produire une image unique d'un phénomène dynamique, ou plusieurs caméras de ce type peuvent être combinées dans un système à déclenchement séquentiel pour produire de multiples images d'un phénomène.

4. Non utilisé depuis 2013
5. Instruments spécialisés pour expériences hydrodynamiques, comme suit :
 - a. Interféromètres de vitesse pour mesurer les vitesses supérieures à 1 km/s pendant des intervalles inférieurs à 10 µs;

Note :

L'alinéa 4-5.B.5.a. comprend les interféromètres de vitesse tels que VISAR (interféromètres de vitesse pour tout réflecteur) et DLI (interféromètres Doppler-laser), les PDV (vélocimètres laser Doppler), aussi connus sous le nom de Het-V (vélocimètres hétérodynes) et les interféromètres de vitesse hyperfréquence y compris les vélocimètres à mélange optique- hyperfréquence..

- b. Jauges de surpression capables de mesurer des pressions supérieures à 10 GPa, notamment les jauges au Manganin, à l'ytterbium et au polyfluorure de vinylidène (PVDF/difluorure de polyvinyle de (PVF₂);
 - c. Transducteurs de pression à quartz pour des pressions supérieures à 10 GPa.
6. Générateurs d'impulsions rapides, et têtes d'impulsions (« pulse heads ») pour ces générateurs, possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Une tension de sortie supérieure à 6 V dans une charge ohmique de moins de 55 Ω; et

- b. Un « temps de transition des impulsions » inférieur à 500 ps.

Note technique :

1. Aux fins de l'alinéa 4-5.B.6.b., le « temps de transition des impulsions » est défini comme étant l'intervalle entre des amplitudes de tension de 10 % et de 90 %.
 2. Les modules d'extension générateurs d'impulsions sont des circuits destinés à la mise en forme d'impulsions et conçus pour accepter une tension présentant une fonction en escalier et la transformer en impulsions de formes variées, notamment celles de type rectangulaire, triangulaire, en escalier, impulsion, exponentielle, ou monocycle. Les modules d'extension générateurs d'impulsions peuvent faire partie intégrante du générateur d'impulsions, ils peuvent prendre la forme d'un dispositif enfichable ou encore d'un dispositif connecté au générateur de façon externe.
7. Récipients de confinement, conteneurs, chambres et autres dispositifs de confinement pour explosifs brisants, conçus pour la mise à l'essai d'explosifs brisants ou d'engins explosifs et présentant les deux caractéristiques suivantes :
- a. Conçus pour contenir complètement une explosion équivalente à 2 kg de trinitrotoluène (TNT) ou plus; **et**
 - b. Présenter des éléments ou des caractéristiques de conception permettant le transfert en temps réel ou en décalé des données diagnostiques ou de mesure.

4-5.C. Matières
Néant

4-5.D. Logiciel

1. « Logiciel » ou clés/codes de chiffrement spécialement conçus pour améliorer ou étendre les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement non visé par l'alinéa 4-5.B.3 de façon à ce que ses caractéristiques correspondent ou dépassent celles précisées à l'alinéa 4-5.B.3.
2. « Logiciel » spécialement conçu pour améliorer ou étendre les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement visé par l'alinéa 4-5.B.3.

4-5.E. Technologie

« Technologie » conformément à la note générale sur la technologie pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipements, de matières ou de « logiciels » visés aux alinéas 4-5.A. à 4-5.D.

4-6. COMPOSANTS POUR DISPOSITIFS EXPLOSIFS NUCLÉAIRES

4-6.A. Équipements, assemblages et composants

1. Détonateurs et systèmes d'amorçage à points multiples, comme suit :
 - a. Détonateurs d'explosifs à commande électrique, comme suit :
 1. Amorce à pont (AP);
 2. Fil à exploser (FE);
 3. Percuteur;
 4. Initiateurs à feuille explosive (IFE);
 - b. Systèmes utilisant un détonateur unique ou plusieurs détonateurs conçus pour amorcer pratiquement simultanément une surface explosive de plus de 5 000 mm² à partir d'un signal unique de mise à feu avec un temps de propagation de l'amorçage sur la surface en question inférieur à 2,5 µs.

Note :

L'alinéa 4-6.A.1. ne s'applique pas aux détonateurs qui n'utilisent que des explosifs primaires, comme l'azoture de plomb.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-6.A.1., les détonateurs en question utilisent tous un petit conducteur électrique (amorce à pont, fil à exploser ou feuille) qui se vaporise avec un effet explosif lorsqu'une impulsion électrique rapide à haute intensité passe par ledit conducteur. Dans les détonateurs de type non percuteur, le conducteur à explosion amorce une détonation chimique dans un matériau de contact fortement explosif comme le PETN (tétranitrate de pentaérythritol). Dans les détonateurs à percuteur, la vaporisation à action explosive du conducteur électrique amène un percuteur à passer au-dessus d'un écartement et l'impact du percuteur sur un explosif amorce une détonation chimique. Dans certains cas, le percuteur est actionné par une force magnétique. L'expression détonateur à feuille explosive peut se référer à un détonateur AP ou à un détonateur à percuteur. De même, le terme « initiateur » est parfois employé au lieu du terme « détonateur ».

2. Dispositifs de mise à feu et générateurs d'impulsions équivalents à haute intensité, comme suit :
 - a. Dispositifs de mise à feu de détonateurs (système de déclenchement, mis de feu), y compris les dispositifs de mise à feu chargés de façon électronique et ceux actionnés par un explosif ou par un moyen optique, conçus pour actionner les détonateurs à commande multiple visés à l'alinéa 4-6.A.1;
 - b. Générateurs d'impulsions électriques modulaires (contacteurs à impulsions) possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Conçus pour une utilisation portative, mobile ou exigeant une robustesse élevée;
 2. Capables de fournir leur énergie en moins de 15 μ s dans des charges inférieures à 40 Ω ;
 3. Ayant une intensité supérieure à 100 A;
 4. N'ayant aucune dimension supérieure à 30 cm;
 5. Pesant moins de 30 kg; et
 6. Conçus pour être utilisés à l'intérieur d'une vaste gamme de températures allant de 223 à 373 K (-50 ° à 100 °C) ou conçus pour une utilisation aérospatiale.
 - c. Micro-unités de mise à feu possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. N'ayant aucune dimension supérieure à 35 mm;
 2. Tension nominale de 1 kV ou plus; et
 3. Capacité de 100 nF ou plus.

Note :

Les dispositifs de mise à feu actionnés par un moyen optique comprennent les dispositifs de mise à feu reposant sur le déclenchement par laser et le chargement par laser. Les dispositifs de mise à feu actionnés par un explosif comprennent les dispositifs de mise à feu explosifs qui utilisent des matériaux ferroélectriques et ferromagnétiques. L'alinéa 4-6.A.2.b. comprend les dispositifs de commande à lampe-éclair à xénon.

3. Dispositifs de commutation, comme suit :
 - a. Tubes à cathode froide, qu'ils soient ou non remplis de gaz, fonctionnant de manière similaire à un éclateur à étincelle, possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Comprenant trois électrodes ou plus;
 2. Tension anodique nominale de pointe égale ou supérieure à 2,5 kV;

3. Courant de plaque nominal de pointe égal ou supérieur à 100 A; **et**
4. Temporisation de l'anode égale ou inférieure à 10 µs;

Note :

L'alinéa 4-6.A.3.a. comprend les tubes au krytron à gaz et les tubes au spraytron à vide.

- b. Éclateurs à étincelle déclenchés possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Temporisation de l'anode égale ou inférieure à 15 µs; **et**
 2. Prévus pour un courant de pointe égal ou supérieur à 500 A;
- c. Modules ou assemblages à commutation rapide possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Tension anodique nominale de pointe supérieure à 2 kV;
 2. Courant de plaque nominal de pointe égal ou supérieur à 500 A; **et**
 3. Temps de commutation égal ou inférieur à 1 µs.
4. Condensateurs à décharge pulsée possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a.
 1. Tension nominale supérieure à 1,4 kV;
 2. Accumulation d'énergie supérieure à 10 J;
 3. Capacité supérieure à 0,5 µF; **et**
 4. Inductance série inférieure à 50 nH; **ou**
 - b.
 1. Tension nominale supérieure à 750 V;
 2. Capacité supérieure à 0,25 µF; **et**
 3. Inductance série inférieure à 10 nH.
5. Systèmes générateurs de neutrons, y compris les tubes, possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner sans installation de vide extérieure; **et**
 - b.
 1. Utilisant l'accélération électrostatique pour déclencher une réaction nucléaire tritium-deutérium; **ou**
 2. Utilisant l'accélération électrostatique pour déclencher une réaction nucléaire deutérium-deutérium et capables de générer 3×10^9 neutrons/s ou plus en sortie.
6. Guide d'ondes à rubans offrant un trajet de faible inductance aux détonateurs possédant les caractéristiques suivantes :
 - a. Tension nominale de plus de 2 kV; **et**
 - b. Inductance de moins de 20 nH.

4-6.B. Équipements d'essai et de production

Néant

4-6.C. Matières

1. Substances ou mélanges hautement explosifs contenant plus de 2 % en poids d'un des produits suivants :
 - a. Cyclotétraméthylènetranitramine (HMX) (CAS 2691-41-0);
 - b. Cyclotriméthylènetrinitramine (RDX) (CAS 121-82-4);
 - c. Triaminotrinitrobenzène (TATB) (CAS 3058-38-6);
 - d. Aminodinitrobenzo-furoxan ou 7-amino-4,6-nitrobenzofurazane-1-oxyde (ADNBF) (CAS 97096-78-1);
 - e. 2,2-Dinitroéthène-1,1-diamine (DADE ou FOX7) (CAS 145250-81-3);
 - f. 2,4-dinitroimidazole (DNI) (CAS 5213 49 0);

- g. 4,4'-azoxyfurazane-3,3'-diamine (DAAOF ou DAAF) (CAS 78644-89-0);
- h. 2,4,6-Tnitrobenzène-1,3-diamine (DATB) (CAS 1630-08-6);
- i. Dinitroglycoluril (DNGU ou DINGU) (CAS 55510-04-8);
- j. 3,5-Dinitro-N,N'-bis(2,4,6-trinitrophényl)pyridine-2,6-diamine (PYX) (CAS 38082-89-2);
- k. 2,2',4,4',6,6'-Hexanitro(1,1'-biphényle)-3,3'-diamine (DIPAM) (CAS 17215-44-0);
- l. 5,5'-Azobisfurazane-4,4'-diamine (DAAzF) (CAS 78644-90-3);
- m. 1,4,5,8-Tétranitropyridazino[4,5-d]pyridazine (TNP) (CAS 229176-04-9);
- n. Hexanitrostilbène (HNS) (CAS 20062-22-0); **ou**
- o. Tout explosif ayant une densité cristalline supérieure à 1,8 g/cm³ et une vitesse de détonation supérieure à 8 000 m/s.

4-6.D. Logiciel
Néant

4-6.E. Technologie

- 1. « Technologie » conformément à la note générale sur la technologie pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipements, de matières ou de « logiciels » visés aux alinéas 4-6.A. à 4-6.D.

DÉFINITIONS DE TERMES UTILISÉS DANS LES GROUPES 3 ET 4.

« Assistance technique »

L'« assistance technique » peut prendre des formes telles que : instruction, qualifications, formation, connaissances pratiques, services de consultation.

Note : L'« assistance technique » peut comprendre un transfert de « données techniques ».

« Autres éléments »

Tous les éléments autres que l'hydrogène, l'uranium et le plutonium.

« Brin »

Se reporter au terme « Matières fibreuses ou filamenteuses ».

« Commande de contournage »

Deux mouvements ou plus exécutés suivant des instructions qui désignent à la fois la position assignée suivante et la vitesse d'avance vers cette position. Ces vitesses d'avance varient suivant une relation qui les lie les unes aux autres de façon à produire le contour désiré (Réf. : ISO/DIS 2806-1994 tel que modifié).

« Commande numérique »

Commande automatique d'un processus réalisée par un dispositif qui interprète des données numériques introduites en général au fur et à mesure du déroulement du processus (Réf. : ISO 2382(2015)).

« Développement »

Se rapporte à toutes les phases précédant la « production », telles que : étude, recherche relative à la conception, analyse fonctionnelle, concepts de l'avant-projet, assemblage et essais de prototypes, projets pilotes de production, définition des données techniques, processus de conversion des données techniques en produit, conception de la configuration, conception de l'intégration, plans d'exécution.

« Déviation de position angulaire »

Différence maximale entre la position angulaire et la position angulaire réelle, mesurée avec une très grande précision, après déplacement du porte-pièce par rapport à sa position initiale.

« Données techniques »

Les « données techniques » peuvent prendre la forme de bleus, de plans, de schémas, d'épreuves photographiques et de négatifs, de diagrammes, de modèles, de formules, de tableaux, de données et de spécifications techniques, de manuels et d'instructions écrites ou enregistrées sur d'autres supports ou dispositifs, comme par exemple des disques, des bandes magnétiques et des mémoires passives.

« Du domaine public »

Désigne ici une « technologie » ou un « logiciel » dont la diffusion plus vaste ne fait l'objet d'aucune restriction. (Les restrictions résultant des droits d'auteur [copyright] n'empêchent pas la « technologie » ou le « logiciel » d'appartenir au « domaine public ».)

« Fil »

Se reporter au terme « Matières fibreuses ou filamenteuses ».

« Filament »

Se reporter au terme « Matières fibreuses ou filamenteuses ».

« Filasse »

Se reporter au terme « Matières fibreuses ou filamenteuses ».

« Incertitude de mesure »

Paramètre caractéristique qui détermine dans quelle plage autour de la valeur de sortie se situe la valeur correcte de la variable mesurable avec un niveau de confiance égal à 95 %. Elle comprend les déviations systématiques non corrigées, l'effet réactif non corrigé et les écarts aléatoires.

« Linéarité »

(Généralement mesurée sous forme de non-linéarité) déviation maximale de la caractéristique réelle (moyenne des valeurs maximales et minimales relevées), qu'elle soit positive ou négative, par rapport à une ligne droite placée de façon à uniformiser et minimaliser les écarts maximaux.

« Logiciel »

Ensemble d'au moins un « programme » ou « microprogramme » fixé sur un support d'expression tangible.

« Matières fibreuses ou filamenteuses »

Expression désignant les « filaments », « monofilaments », les « fils », les « mèches », les « filasses » ou les « rubans ».

N.B. : « Brin » : faisceau de « filaments » (en général plus de 200) disposés à peu près parallèlement.

« Fil » : faisceau de « brins » retors.

« Filament » ou « monofilament » : la plus petite fibre primaire, généralement d'un diamètre de plusieurs μm .

« Filasse » : faisceau de « filaments » généralement à peu près parallèles.

« Mèche » : faisceau de « brins » (entre 12 et 120 en général), disposés à peu près parallèlement.

« Ruban » : produit constitué de « filaments », de « brins », de « mèches », de « filasses », de « fils », etc., entrelacés ou unidirectionnels, généralement préimprégnés de résine.

« Mèche »

Se reporter au terme « Matières fibreuses ou filamenteuses ».

« Microprogramme »

Séquence d'instructions élémentaires, mémorisée dans une mémoire spéciale, dont l'exécution est lancée par l'introduction de son instruction de référence dans un registre d'instructions.

« Monofilament »

Se reporter au terme « Matières fibreuses ou filamenteuses ».

« Précision »

Terme généralement utilisé sous la forme « manque de précision » défini comme étant l'écart maximal, positif ou négatif, d'une valeur indiquée par rapport à une norme acceptée ou vraie valeur.

« Précision de positionnement »

Sur les machines-outils à « commande numérique », elle est déterminée et présentée selon l'alinéa 4-1.B.2., en conformité des conditions suivantes :

- a. Conditions d'essais (ISO 230/2 (1988), paragraphe 3) :
 1. Au cours des 12 h précédant les mesures et pendant ces dernières, la machine-outil et l'équipement de mesure de la précision doivent être maintenus à la même température ambiante. Pendant la période qui précède les mesures, les chariots de la machine seront continuellement soumis aux phases de travail de la même manière qu'ils seront soumis aux phases de travail pendant les mesures de précision;
 2. La machine doit être équipée de tout dispositif de correction mécanique, électronique ou informatique qui sera exporté avec la machine;
 3. La précision des instruments de mesure utilisés pour les mesures sera au moins quatre fois plus précise que la précision attendue de la machine-outil;
 4. L'alimentation électrique des systèmes d'entraînement des chariots doit présenter les caractéristiques suivantes :
 - a. La variation de la tension du secteur ne doit pas dépasser $\pm 10\%$ de la tension nominale;
 - b. La variation de fréquence ne doit pas dépasser ± 2 Hz de la fréquence normale;
 - c. Les mises hors secteur ou interruption de service ne sont pas autorisées;
 - b. Programme d'essai (paragraphe 4) :
 1. La vitesse d'avance (vitesse des chariots) pendant les mesures sera la vitesse d'avance rapide;
- N.B. : *Dans le cas des machines-outils produisant des surfaces de qualité optique, la vitesse d'avance sera égale ou inférieure à 50 mm/min;*
2. Les mesures seront effectuées conformément au système de mesure incrémentielle d'une limite de déplacement de l'axe jusqu'à l'autre limite sans retourner à la position de départ pour chaque mouvement jusqu'au point visé;
 3. Les axes non mesurés doivent être retenus à mi-course pendant l'essai d'un axe;
- c. Présentation des résultats des essais (paragraphe 2) : les résultats des mesures doivent comprendre :
 1. la « précision de positionnement » (A); **et**
 2. l'erreur moyenne de réversibilité (B).

« Production »

Couvrir toutes les phases de la production, telles que : construction, technique de la production, fabrication, intégration, assemblage (montage), inspection, essais, assurance de qualité.

« Programme »

Suite d'instructions permettant d'accomplir un processus ou convertible en une forme pouvant être exécutée par un ordinateur.

« Résolution »

Le plus petit incrément d'un dispositif de mesure, et le pas de progression (bit) le plus petit sur un instrument numérique (Réf. : American National Standards Institute (ANSI) B-89.1.12).

« Recherche scientifique fondamentale »

Travaux expérimentaux ou théoriques entrepris principalement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les principes fondamentaux des phénomènes et des faits observables et ne visant pas essentiellement un but ou un objectif pratique spécifique.

« Résolution »

Incrément le plus petit d'un dispositif de mesure; pour les instruments numériques le pas de progression (bit) le plus petit (Réf. : ANSI B-89.1.12).

« Ruban »

Se reporter au terme « Matières fibreuses ou filamenteuses ».

« Technologie »

Désigne les informations particulières nécessaires au « développement », à la « production » ou à « l'utilisation » d'un article. Cette information peut prendre la forme de « données techniques » ou d'« assistance technique ».

« Utilisation »

Exploitation, installation (y compris l'installation sur place), entretien (vérification), réparation, remise à niveau et remise en état.

LES ACRONYMES ET LES ABRÉVIATIONS UTILISÉE DANS LES GROUPES 3 ET 4

Note : Le Système international d'unités (SI) est utilisé dans le groupe 3 et le groupe 4. Dans tous les cas, la quantité physique définie dans les unités SI doit être considérée comme la valeur de contrôle officielle recommandée.

Voici la liste des abréviations courantes (et leurs préfixes désignant la taille) dans le groupe 3 et le groupe 4 :

A	ampère(s)	courant électrique
CAS	Chemical Abstracts Service	
°C	degré(s) Celsius	température
cm	centimètre(s)	longueur
cm ²	centimètre(s) carré(s)	superficie
cm ³	centimètre(s) cube(s)	volume
°	degré(s)	angle
g	gramme(s)	masse
g ₀	accélération due à la pesanteur (9,80665 m/s ²)	accélération
GBq	gigabecquerel(s)	activité (radioactive)
GPa	gigapascal(s)	pression
Gy	gray(s)	rayonnement ionisant absorbé
GHz	gigahertz	fréquence
H	henry(s)	inductance électrique
h	heure(s)	temps
Hz	hertz	fréquence
J	joule(s)	énergie, travail, chaleur
keV	kiloélectron-volt	énergie électrique
kg	kilogramme(s)	masse
KHz	kilohertz	fréquence
kN	kilonewton(s)	force
kJ	kilojoule(s)	énergie, travail, chaleur
kPa	kilopascal(s)	pression
kV	kilovolt(s)	potentiel électrique
kW	kilowatt(s)	puissance
K	kelvin	température thermodynamique
l	litre(s)	volume (liquides)
MeV	mégaelectron volt(s)	énergie électrique
m	mètre(s)	longueur
m ²	mètre(s) carré(s)	superficie
m ³	mètre(s) cube(s)	volume
mA	milliampère(s)	courant électrique

ml	millilitre(s)	volume
mm	millimetre(s)	longueur
mPa	millipascal(s)	pression
MPE	erreur maximale tolérée	longueur
MW	mégawatt(s)	puissance
min	minute(s)	temps
MPa	mégapascal(s)	pression
μF	microfarad(s)	capacité électrique
μm	micrometre(s)	longueur
μs	microsecond(s)	temps
N	newton(s)	force
nF	nanofarad(s)	capacité électrique
nH	nanohenry(s)	inductance électrique
nm	nanomètre(s)	longueur
ns	nanosecond(s)	temps
Ω	ohm(s)	résistance électrique
Pa	pascal(s)	pression
ps	picoseconde(s)	temps
tr/min	tour par minute	vitesse de rotation
s	seconde(s)	temps
"	seconde(s) d'arc	angle
T	tesla(s)	densité de flux magnétique
u	Unité de masse atomique unifiée	Masse atomique ou moléculaire
V	volt(s)	force électromotrice
W	Watts(s)	puissance

GROUPE 5 – MARCHANDISES ET TECHNOLOGIES DIVERSES

Produits forestiers

5101. Billes de toutes essences de bois (*Toutes destinations*)

5102. Bois à pâtes de toutes essences de bois (*Toutes destinations*)

5103. Blocs, billons, ébauches, planches et tout autre matériel ou produit de cèdre rouge propres à être utilisés pour la fabrication de bardeaux ordinaires ou de bardeaux de fente (*Toutes destinations*)

5104. Produits de bois d'œuvre résineux (*États-Unis*)

1. Produits de bois d'œuvre résineux décrits dans la version du 12 octobre 2015 de l'annexe 1A de l'Accord sur le bois d'œuvre résineux entre le gouvernement du Canada et le gouvernement des États-Unis d'Amérique signé le 12 septembre 2006, à l'exclusion de ceux décrits aux paragraphes 3 à 5 de cette annexe.
2. Il n'est pas tenu compte, au paragraphe 5 de cette annexe, de la condition prévue à l'alinéa (e) de ce paragraphe.
3. Toute mention du Harmonized Tariff Schedule of the United States (HTSUS) dans cette annexe vaut mention de la classification tarifaire canadienne correspondante prévue à l'annexe 1B de l'accord mentionné au paragraphe (1).
4. Les mentions « importation », « importé » et « importateur » figurant aux annexes 1A et 1B valent respectivement mention d'« exportation », d'« exporté » et d'« exportateur ».

Produits agricoles et de nourriture

5200. Produits laitiers et préparations pour nourrissons (*tous les pays*)

Le lait écrémé en poudre classé dans la sous-position 0402.10, les concentrés de protéines de lait classés dans la sous-position 0404.90 et les préparations pour nourrissons contenant plus de 10 % de solides de lait de vache en poids sec classées dans la sous-position 1901.10 du *Système harmonisé de désignation et de codification des marchandises* (2017).

5201. Beurre d'arachides classé dans le numéro tarifaire 2008.11.10 de la Liste des dispositions tarifaires de l'annexe du Tarif des douanes. (*États-Unis*)

5203. Produits contenant du sucre

Les produits contenant du sucre suivants :

- a) les produits classés dans les sous-positions 1701.91.54, 1704.90.74, 1806.20.75, 1806.20.95, 1806.90.55, 1901.10.74, 1901.90.69, 2101.12.54, 2101.20.54, 2106.90.78 et 2106.90.95 du « *Harmonized Tariff Schedule of the United States (2020)* », avec ses modifications successives (*États-Unis*), qui sont destinés à l'exportation vers les États-Unis dans le cadre de la proportion de la quantité contingentée du contingent tarifaire des produits contenant du sucre attribuée au Canada par les États-Unis conformément au sous-paragraphe 2b) de l'article 3.A.5 de l'annexe 3-A du chapitre 3 de l'ACEUM;
- b) les produits classés dans les sous-positions 1701.91.48, 1701.91.58, 1702.20.28, 1702.30.28, 1702.40.28, 1702.60.28, 1702.90.58, 1702.90.68, 1704.90.68, 1704.90.78, 1806.10.15, 1806.10.28, 1806.10.38, 1806.10.55, 1806.10.75, 1806.20.73, 1806.20.77, 1806.20.94, 1806.20.98, 1806.90.39, 1806.90.49, 1806.90.59, 1901.10.76, 1901.20.25, 1901.20.35, 1901.20.60, 1901.20.70, 1901.90.68, 1901.90.71, 2101.12.38, 2101.12.48, 2101.12.58,

2101.20.38, 2101.20.48, 2101.20.58, 2103.90.78, 2106.90.46, 2106.90.72, 2106.90.76, 2106.90.80, 2106.90.91, 2106.90.94 et 2106.90.97 du « *Harmonized Tariff Schedule of the United States (2020)* », avec ses modifications successives (*États-Unis*), qui sont destinés à l'exportation vers les États-Unis dans le cadre du contingent tarifaire spécifique au Canada énoncé au paragraphe 15 de l'appendice 2 intitulée Liste tarifaire des États-Unis - (contingents tarifaires) de l'annexe 2-B du chapitre 2 de l'ACEUM.

5204. Sucres, sirops et mélasses

Sucres, sirops et mélasses suivants :

- a) sucres, sirops et mélasses classés dans les sous-positions 1701.12.10, 1701.91.10, 1701.99.10, 1702.90.10 et 2106.90.44 du « *Harmonized Tariff Schedule of the United States (2020)* », avec ses modifications successives (*États-Unis*), qui sont destinés à l'exportation vers les États-Unis dans le cadre de la proportion de la quantité contingentée du contingent tarifaire de sucre raffiné attribuée au Canada par les États-Unis conformément au sous-paragraphe 2a) de l'article 3.A.5 de l'annexe 3-A du chapitre 3 de l'ACEUM;
- b) sucres, sirops et mélasses classés dans les sous-positions 1701.12.50, 1701.13.50, 1701.14.50, 1701.91.30, 1701.99.50 et 1702.90.20 du « *Harmonized Tariff Schedule of the United States (2020)* », avec ses modifications successives (*États-Unis*), qui sont destinés à l'exportation vers les États-Unis dans le cadre du contingent tarifaire spécifique au Canada énoncé au paragraphe 14 de l'appendice 2 intitulée Liste tarifaire des États-Unis - (contingents tarifaires) de l'annexe 2-B du chapitre 2 de l'ACEUM.

5205 Produits à teneur élevée en sucre

Les produits à teneur élevée en sucre classés aux sous-positions ex 1302.20, ex 1806.10, ex 1806.20, ex 2101.12, ex 2101.20 et ex 2106.90 de l'annexe 5-A de l'annexe 5 du Protocole sur les règles d'origine et les procédures d'origine de l'AÉCG (annexe 5-A), contenant au moins soixante-cinq pour cent en poids net de sucre de canne ou de betterave ajouté classés dans les sous-positions 1701.91 à 1701.99 de l'annexe 5-A, pour exportation vers un pays de l'Union européenne ou autre bénéficiaire de l'AÉCG qui, à la fois :

- a) proviennent du Canada et répondent aux critères relatifs à la description du produit et à la production suffisante indiqués au tableau A.1 de l'annexe 5-A;
- b) contiennent du sucre de canne ou de betterave qui a été exclusivement raffiné au Canada;
- c) ne sont pas inclus dans un autre article de la présente liste;
- d) sont admissibles à l'élimination des droits de douanes aux termes des échéanciers prévus à l'annexe 2-A de l'AÉCG.

5206 Produits de confiserie et préparations à base de chocolat

Les produits de confiserie et les préparations à base de chocolat classés aux positions et aux sous-positions 17.04, 1806.31, 1806.32 et 1806.90 de l'annexe 5-A de l'annexe 5 du Protocole sur les règles d'origine et les procédures d'origine de l'AÉCG (annexe 5-A) pour exportation vers un pays de l'Union européenne ou autre bénéficiaire de l'AÉCG qui, à la fois :

- a) proviennent du Canada et répondent aux critères relatifs à la description du produit et à la production suffisante indiqués au tableau A.2 de l'annexe 5-A;
- b) ne sont pas inclus dans un autre article de la présente liste;
- c) sont admissibles à l'élimination des droits de douanes aux termes des échéanciers prévus à l'annexe 2-A de l'AÉCG.

5207 Aliments transformés

Les aliments transformés classés aux positions et aux sous-positions 19.01, ex 1902.11, ex 1902.19, ex 1902.20, ex 1902.30, 1904.10, 1904.20, 1904.90, 19.05, 2009.81, ex 2009.89, 2103.90, ex 2106.10

et ex 2106.90 de l'annexe 5-A de l'annexe 5 du Protocole sur les règles d'origine et les procédures d'origine de l'AÉCG (annexe 5-A) pour exportation vers un pays de l'Union européenne ou autre bénéficiaire de l'AÉCG qui, à la fois :

- a) proviennent du Canada et répondent aux critères relatifs à la description du produit et à la production suffisante indiqués au tableau A.3 de l'annexe 5-A;
- b) ne sont pas inclus dans un autre article de la présente liste;
- c) sont admissibles à l'élimination des droits de douanes aux termes des échéanciers prévus à l'annexe 2-A de l'AÉCG.

5208 Aliments pour chiens et chats

Les aliments pour chiens et chats classés aux sous-positions 2309.10 et ex 2309.90 de l'annexe 5-A de l'annexe 5 du Protocole sur les règles d'origine et les procédures d'origine de l'AÉCG (annexe 5-A) pour exportation vers un pays de l'Union européenne ou autre bénéficiaire de l'AÉCG qui, à la fois :

- a) proviennent du Canada et répondent aux critères relatifs à la description du produit et à la production suffisante indiqués au tableau A.4 de l'annexe 5-A;
- b) ne sont pas inclus dans un autre article de la présente liste;
- c) sont admissibles à l'élimination des droits de douanes aux termes des échéanciers prévus à l'annexe 2-A de l'AÉCG.

Vêtements

5209 Vêtements

Les vêtements classés aux positions et aux sous-positions 6102.30, 61.04, 6108.92, 61.14, 62.01 et 62.05 de l'annexe 5-A de l'annexe 5 du Protocole sur les règles d'origine et les procédures d'origine de l'AÉCG (annexe 5-A) pour exportation vers un pays de l'Union européenne ou autre bénéficiaire de l'AÉCG qui, à la fois :

- a) proviennent du Canada et répondent aux critères relatifs à la description du produit et à la production suffisante indiqués au tableau C.2 de l'annexe 5-A;
- b) ne sont pas inclus dans un autre article de la présente liste;
- c) sont admissibles à l'élimination des droits de douanes aux termes des échéanciers prévus à l'annexe 2-A de l'AÉCG.

Véhicules

5210 Véhicules

Les véhicules classés aux sous-positions 8703.21, 8703.22, 8703.23, 8703.24, 8703.31, 8703.32, 8703.33, 8703.40, 8703.50, 8703.60, 8703.70, 8703.80 et 8703.90 du *Règlement (CEE) No 2658/87 du Conseil du 23 juillet 1987 relatif à la nomenclature tarifaire et statistique et au tarif douanier commun*, pris par l'Union Européenne, pour exportation vers un pays de l'Union européenne ou autre bénéficiaire de l'AÉCG ou du *Tariff of the United Kingdom*, établi par règlement pris en vertu de l'article 8 de la loi du Royaume-Uni intitulée *Taxation (Cross-border Trade) Act 2018*, c. 22, pour exportation vers un bénéficiaire de l'ACCCRU qui, à la fois:

- a) proviennent du Canada et répondent aux critères relatifs à la description du produit et à la production suffisante indiqués au tableau D.1 de l'annexe 5-A de l'annexe 5 du Protocole sur les règles d'origine et les procédures d'origine de l'AÉCG ou dans sa version incorporée par renvoi à l'ACCCRU;
- b) ne sont pas inclus dans un autre article de la présente liste;
- c) sont admissibles à l'élimination des droits de douanes aux termes des échéanciers prévus à l'annexe 2-A de l'AÉCG ou à l'annexe 2-A de l'annexe B de l'ACCCRU.

Marchandises et Technologies Provenant de L'Étranger

Marchandises et technologies d'origine américaine

5400. Marchandises et technologies d'origine américaine

Les marchandises et technologies d'origine américaine, à moins qu'elles ne soient incluses ailleurs dans la présente liste, qu'elles soient en entrepôt ou qu'elles aient été dédouanées par l'Agence des services frontaliers du Canada, à l'exclusion de celles qui ont été l'objet de préparation ou de fabrication complémentaires hors des États-Unis, de façon à en modifier sensiblement la valeur, la forme ou l'emploi ou à en produire de nouvelles.

(Toutes destinations autres que les États-Unis)

Marchandises et technologies en transit

5401. Marchandises et technologies en transit

1. Les marchandises et technologies provenant d'ailleurs qu'au Canada, qui sont incluses dans la présente liste, qu'elles soient en entrepôt ou qu'elles aient été dédouanées par l'Agence des services frontaliers du Canada, à l'exclusion de celles transitant directement en vertu d'une lettre de voiture dont le point de départ est situé hors du Canada et qui :
 - a. d'une part, indique que leur destination finale est un pays autre que le Canada;
(Toutes destinations autres que les États-Unis) et
 - b. d'autre part, dans le cas de celles expédiées des États-Unis, est accompagnée d'une copie certifiée conforme de la déclaration appelée *Shipper's Export Declaration* des États-Unis, celle-ci ne devant être en aucun point incompatible avec la lettre de voiture et devant être soumise à l'Agence des services frontaliers du Canada. *(Toutes destinations autres que les États-Unis)*

Autres marchandises et technologies militaire et stratégiques

5501. Armes à rayon laser aveuglantes *(Toutes destinations)*

Les armes à laser spécifiquement conçues de telle façon que leur seule fonction de combat ou une de leurs fonctions de combat soit de provoquer la cécité permanente chez des personnes qui portent tout au plus des verres correcteurs.

5502. Réacteurs de fusion nucléaire

1. Sous réserve du paragraphe (2), les systèmes, équipements, matériels, composants, logiciels et techniques destinés à la recherche, au développement, à la conception, aux essais, aux démonstrations ou à la formation ayant trait à la fusion nucléaire ou à la construction et à l'exploitation d'un réacteur de fusion nucléaire, notamment :
 - a. les assemblages de réacteur avec champ toroïdal et champ poloïdal;
 - b. les systèmes d'alimentation indépendante en courant électrique et magnétique;
 - c. les systèmes radioélectriques hyperfréquences de grande puissance; **et**
 - d. les systèmes de rétroaction, de contrôle et d'acquisition des données.

(Toutes destinations)

2. Le présent article ne vise pas les données qui :
 - a. sont contenues dans des ouvrages publiés ou des périodiques ou qui sont autrement accessibles au public; **ou**
 - b. ont été rendues accessibles sans restriction quant à leur diffusion ultérieure.

5503. Mines anti-personnel *(Toutes destinations)*

Les mines anti-personnel au sens de l'article 2 de la Loi de la mise en œuvre de la *Convention sur les mines anti-personnel*.

5504. Marchandises et technologies stratégiques

1. Pour l'application du présent article, « développement », « logiciel », « production », « technologie », « utilisation » et « engin spatial » s'entendent au sens qui leur est donné à la rubrique « Définitions des termes utilisés dans les groupes 1 et 2 » du Guide.
2. Les marchandises et technologies stratégiques, à savoir :
 - a. les marchandises et technologies ci-après qui sont visées au Groupe 1 du Guide :
 - i. les équipements de réception de systèmes globaux de navigation par satellite visés au paragraphe 1-7.A.5. du Guide, les logiciels connexes visés à l'article 1-7.D. du Guide et les technologies connexes visées à l'article 1-7.E. du Guide; **et**
 - ii. les équipements de propulsion et les équipements spatiaux visés aux paragraphes 1-9.A.4. à 1-9.A.11. du Guide, les logiciels connexes visés à l'article 1-9.D. du Guide et les technologies connexes visées à l'article 1-9.E. du Guide;
 - b. Sous réserve de la Note générale sur les logiciels, dans le Groupe 1 du Guide, les logiciels qui ont été spécialement conçus ou modifiés pour le développement ou l'utilisation de marchandises ou technologies visées aux alinéas d. à i.;
 - c. Sous réserve de la Note de technologie générale, dans le Groupe 1 du Guide, les technologies qui ont été spécialement conçues ou modifiées pour le développement ou la production de marchandises ou technologies visées aux alinéas d. à i.;
 - d. les charges utiles spécialement conçues ou modifiées pour les « engins spatiaux » et leurs composants spécialement conçus pour ces charges utiles, autres que les charges utiles et composants visés au Groupe 1 du Guide;

- e. les postes de contrôle au sol pour la télémétrie, le repérage et le contrôle des lanceurs spatiaux ou des « engins spatiaux », ainsi que leurs composants spécialement conçus pour ces postes;
- f. les composés chimiluminescents spécialement conçus ou modifiés à des fins militaires, et leurs composants spécialement conçus;
- g. les microcircuits électroniques insensibles au rayonnement qui sont conformes à toutes les caractéristiques suivantes ou qui les dépassent, et leurs composants spécialement conçus :
 - i. dose totale de 5×10^5 rad(SI);
 - ii. débit de dose de 5×10^8 rad(SI)/s;
 - iii. dose de neutrons de 1×10^{14} N/cm²;
 - iv. perturbation isolée de 1×10^{-7} erreur/bit/jour; **et**
 - v. mouvement isolé sans verrouillage et un verrouillage de débit de dose égal ou supérieur à 5×10^8 rad(SI)/s;

(Toutes destinations autres que les États-Unis)

- h. les équipements de conception et d'essai d'armes nucléaires suivants :
 - i. tout article, matériel, équipement ou dispositif spécialement conçu ou modifié pour être utilisé dans la conception, le développement ou la fabrication d'armes nucléaires ou de dispositifs nucléaires explosifs;

(Toutes destinations)

- ii. tout article, matériel, équipement ou dispositif spécialement conçu ou modifié pour être utilisé dans la conception, l'exécution ou l'évaluation d'essais d'armes nucléaires ou d'autres explosions nucléaires;

(Toutes destinations)

et

- i. les articles d'origine américaine qui ne sont pas visés aux alinéas a. à h. ni aux groupes 2 ou 6 et qui, aux termes d'une décision prise en vertu des parties 120 à 130 du titre 22 du règlement des États-Unis intitulé International Traffic in Arms Regulations du Code of Federal Regulations, ont une applicabilité militaire importante et ont été spécialement conçus ou modifiés à des fins militaires.

(Toutes destinations autres que les États-Unis)

5505. Marchandises et technologies destinées à certaines utilisations (Fourre-tout)

1. Les marchandises et technologies qu'elles soient incluses ou non ailleurs dans la présente liste si leurs caractéristiques et toute information communiquée à l'exportateur par le destinataire intermédiaire, le destinataire final ou toute autre source porteraient une personne raisonnable à soupçonner qu'elles seront utilisées :
 - a. pour le développement, la production, la manutention, l'exploitation, l'entretien, l'entreposage, la détection, l'identification ou la dissémination :
 - i. d'armes chimiques ou biologiques,
 - ii. de dispositifs nucléaires explosifs ou de dispersion radiologique, **ou**
 - iii. de matériaux ou d'équipements qui pourraient être utilisés dans de tels dispositifs ou armes;
 - b. pour le développement, la production, la manutention, l'exploitation, l'entretien ou l'entreposage:
 - i. de missiles ou d'autres systèmes capables de servir de vecteur pour des armes chimiques ou biologiques, ou de dispositifs nucléaires explosifs ou de dispersion radiologique, **ou**

- ii. de matériaux ou d'équipements qui pourraient être utilisés dans de tels missiles ou systèmes; **ou**
 - c. dans toute installation servant à l'une ou l'autre des activités visées aux alinéas a. et b.
- 2. Les marchandises et technologies qu'elles soient incluses ou non ailleurs dans la présente liste et à l'égard desquelles le ministre conclut, sur la base de leurs caractéristiques et de toute autre information relative, notamment, à leur utilisation finale et à l'identité ou à la conduite du destinataire intermédiaire ou du destinataire final, qu'il est probable qu'elles seront utilisées pour une activité ou dans une installation visées au paragraphe (1).
- 3. Le paragraphe (1) s'applique aux marchandises et technologies destinées à l'exportation vers toute destination, sauf si, à la fois :
 - a. le lieu de l'utilisation finale des marchandises et technologies est l'Allemagne, l'Argentine, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, la Bulgarie, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République de Corée, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse, la Turquie ou l'Ukraine;
 - b. leur destinataire intermédiaire est situé dans l'un de ces pays; **et**
 - c. leur destinataire final est situé dans l'un de ces pays.
- 4. Le paragraphe (2) s'applique aux marchandises et technologies destinées à l'exportation vers toute destination.

5506. Autres marchandises et technologies stratégiques

(Toutes destinations autres que les États-Unis)

- 1. Pour l'application du présent article, *composite, développement, ensembles électroniques, laser, logiciel, matrice, production, substrat, substrats bruts, technologie, transistor à effet de champ à grille environnante (Gate-All-Around) (GAAFET) et utilisation* ont le sens que le Guide leur attribue sous l'intertitre « Définitions des termes utilisés dans les groupes 1 et 2 ».
- 2. Les autres marchandises et technologies stratégiques, à savoir :
 - a) sous réserve de la « Note générale sur les logiciels » dans le groupe 1 du Guide, les logiciels ci-après, autres que ceux visés au groupe 1 du Guide :
 - (i) les logiciels spécialement conçus ou modifiés pour le développement ou la production d'articles visés aux divisions c)(ii)(B) ou (C) ou à l'un des sous-alinéas c)(iii) et d)(iii), (iv) et (vi) à (viii),
 - (ii) les logiciels spécialement conçus pour l'utilisation d'articles visés au sous-alinéa d)(iii),
 - (iii) les logiciels conçus pour extraire des données en format Graphic Design System II (GDSII) ou des données de configuration standard équivalentes et effectuer un alignement de couche à couche à partir d'images de microscope électronique à balayage (MEB), et pour générer des données multicouches en format GDSII ou la liste d'interconnexions de circuits;
 - Note :**
*Au sous-alinéa (iii), le format **Graphic Design System II (GDSII)** est un format de fichier de base de données utilisé dans le cadre de l'échange de données d'illustration de circuits intégrés ou d'illustration de configuration de circuits intégrés.*
 - (iv) les logiciels spécialement conçus ou modifiés pour le développement ou la production d'articles visés au sous-alinéa d)(v);
 - b) sous réserve de la « Note générale sur la technologie » dans le groupe 1 du Guide, les technologies ci-après, autres que celles visées au groupe 1 du Guide :

- (i) les technologies spécialement conçues ou modifiées pour le développement ou la production d'articles visés aux divisions c)(ii)(B) ou (C) ou à l'un des sous-alinéas c)(iii) et (iv) et d)(iii) à (viii) ou à l'alinéa e),
- (ii) les technologies spécialement conçues ou modifiées pour le développement ou la production de circuits intégrés ou de dispositifs utilisant des structures de transistor à effet de champ à grille environnante (Gate-All-Around) (GAAFET);

Notes :

- 1 Le sous-alinéa (ii) comprend les recettes de processus. **Recette de processus** s'entend d'un ensemble de conditions et de paramètres pour une étape particulière du processus.
- 2 Le sous-alinéa (ii) ne s'applique pas à la technologie utilisée pour la qualification ou la maintenance des outils.

- (iii) les technologies visant le développement ou la production de systèmes de revêtement qui sont conçus pour prévenir la corrosion des matériaux composites à matrice céramique visés au paragraphe 1-1.C.7. du Guide et pour fonctionner à une température supérieure à 1373,15K (1100°C),

Note :

Au sous-alinéa (iii), **système de revêtement** s'entend du revêtement constitué d'au moins une couche de matériau déposé sur un substrat, p. ex., une couche de liaison, une couche intermédiaire ou une couche de finition.

- (iv) les technologies visant le développement de logiciels visés au sous-alinéa a)(iv);
- c) les systèmes, équipements et composants ci-après, autres que ceux visés au groupe 1 du Guide :
 - (i) les circuits intégrés à semi-conducteur métal-oxyde complémentaire (CMOS) conçus pour fonctionner à une température ambiante égale ou inférieure à (meilleure que) 4,5 K (-268,65 °C),

Note :

Pour l'application du sous-alinéa (i), les circuits intégrés à semi-conducteur métal-oxyde complémentaire (CMOS) sont aussi appelés CMOS cryogéniques ou cryoCMOS.

- (ii) les ordinateurs quantiques et leurs ensembles électroniques et composants, à savoir :
 - (A) les ordinateurs quantiques suivants :
 - (I) les ordinateurs quantiques soutenant 34 ou plus, mais moins de 100, de qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 10^{-4} ,
 - (II) les ordinateurs quantiques soutenant 100 ou plus, mais moins de 200, qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 10^{-3} ,
 - (III) les ordinateurs quantiques soutenant 200 ou plus, mais moins de 350, qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 2×10^{-3} ,
 - (IV) les ordinateurs quantiques soutenant 350 ou plus, mais moins de 500, qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 3×10^{-3} ,
 - (V) les ordinateurs quantiques soutenant 500 ou plus, mais moins de 700, qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 4×10^{-3} ,
 - (VI) les ordinateurs quantiques soutenant 700 ou plus, mais moins de 1100, qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 5×10^{-3} ,

- (VII) les ordinateurs quantiques soutenant 1100 ou plus, mais moins de 2000, qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 6×10^{-3} ,
- (VIII) les ordinateurs quantiques soutenant 2000 ou plus qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels,
- (B) les dispositifs qubits et circuits qubits contenant ou soutenant des réseaux de qubits physiques et étant spécialement conçus pour les articles visés à la division (A),
- (C) les composants de commande quantiques et dispositifs de mesure quantiques étant spécialement conçus pour les articles visés à la division (A);

Notes :

- 1 Les articles visés à la division (B) comprennent les puces et réseaux de puces à qubits semi-conducteurs, supraconducteurs et photoniques, les réseaux de pièges à ions en surface, d'autres technologies de confinement de qubits et les interconnexions cohérentes entre ces articles.
 - 2 La division (C) s'applique aux articles conçus pour étalonner, initialiser, manipuler ou mesurer les qubits résidents d'un ordinateur quantique.
 - 3 Le sous-alinéa (ii) s'applique aux ordinateurs quantiques à modèle de circuit quantique (ou à portes) ainsi que les ordinateurs quantiques à sens unique (ou basés sur des mesures) mais ne s'applique aux ordinateurs quantiques adiabatiques (ou à recuit).
 - 4 Les articles visés au sous-alinéa (ii) ne doivent pas nécessairement contenir physiquement des qubits. Par exemple, les ordinateurs quantiques basés sur des procédés photoniques ne contiennent pas de manière permanente un article physique qui peut être identifié comme un qubit. Les qubits photoniques sont générés pendant que l'ordinateur fonctionne et sont ensuite éliminés.
 - 5 Au sous-alinéa (ii), **qubit physique** s'entend d'un système quantique à deux niveaux utilisé pour représenter l'unité élémentaire de la logique quantique au moyen de manipulations et de mesures qui ne font pas l'objet d'une correction d'erreur. Les qubits physiques diffèrent des qubits logiques en ce que ces derniers sont des qubits qui ont fait l'objet d'une correction d'erreur et qui sont constitués d'un grand nombre de qubits physiques.
 - 6 À la division (A), **soutenant 34 ou plus de qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels** fait référence à la capacité d'un ordinateur quantique de confiner, commander, mesurer et traiter les informations quantiques incorporées dans 34 qubits physiques ou plus.
 - 7 À la division (A), **entièrement commandé** se dit du qubit physique qui peut être étalonné, initialisé, isolé et lu au besoin.
 - 8 À la division (A), **connectés** se dit lorsque des opérations de porte à deux qubits peuvent être effectuées entre une paire arbitraire de qubits physiques fonctionnels disponibles. Cela n'implique pas nécessairement une connectivité totale entre les qubits.
 - 9 À la division (A), **fonctionnel** se dit du qubit physique qui accomplit des fonctions de calcul quantique universelles selon les spécifications du système relatives à la fidélité opérationnelle du qubit.
 - 10 À la division (A), **erreur C-NOT** s'entend de l'erreur de porte physique moyenne pour les portes contrôlées NOT (« C-NOT ») à deux qubits physiques les plus proches voisines.
- (iii) les amplificateurs de signaux paramétriques qui sont conçus pour fonctionner à une température ambiante inférieure à 1K (-272,15°C) et à une fréquence de 2 GHz à 15 GHz et dont le facteur de bruit est inférieur à 0,015 dB lorsqu'ils fonctionnent à cette température et à cette fréquence,

Note

Au sous-alinéa (iii), **amplificateur de signaux paramétriques**, ou amplificateur à limite quantique (QLA), comprend l'amplificateur à ondes progressives (TWPA).

- (iv) les systèmes de refroidissement cryogéniques et composants suivants :

- (A) les systèmes d'une puissance de refroidissement nominale de 600 μ W ou plus à une température égale ou inférieure à 0,1K (-273,05°C) pendant plus de 48 heures,
 - (B) les systèmes de refroidissement cryogéniques à tube de pulsation double d'une puissance de refroidissement nominale de 1,5 W ou plus à une température égale ou inférieure à 4,2K (-268,95°C) qui maintiennent une température nominale inférieure à 4K (-269,15°C);
- d) les équipements d'essai, de contrôle et de production ci-après, autres que ceux visés au groupe 1 du Guide :
- (i) les masques et réticules conçus pour les circuits intégrés visés au sous-alinéa c)(i),
 - (ii) les modèles de lithographie par impression conçus pour les circuits intégrés visés au sous-alinéa c)(i),
 - (iii) les équipements ci-après conçus pour la gravure sèche :
 - (A) les équipements conçus ou modifiés pour la gravure sèche isotropique présentant une sélectivité de la gravure de silicium-germanium à silicium (SiGe :Si) maximale supérieure ou égale à 100:1,

Note:

Pour l'application de la division (A), la sélectivité de la gravure de silicium-germanium à silicium (SiGe :Si) est mesurée pour une concentration de germanium (Ge) supérieure ou égale à 30 % ($Si_{0,70}Ge_{0,30}$).

- (B) les équipements conçus ou modifiés pour la gravure sèche anisotropique présentant tous les éléments suivants :
 - (I) une ou plusieurs sources d'énergie radiofréquence (RF) avec au moins une sortie RF pulsée,
 - (II) au moins une vanne à commutation de gaz rapide ayant un temps de commutation de moins de 300 ms,
 - (III) un mandrin électrostatique avec au moins vingt éléments à température variable réglables individuellement,
- Notes :**
- 1 La division (B) comprend la gravure à l'aide de plasma excité par impulsions RF, de plasma excité par cycle pulsé, de plasma modifié avec tension pulsée sur les électrodes, d'injection et purge cycliques de gaz combinés avec un plasma, de gravure de couche atomique par plasma ou de gravure de couche quasi-atomique par plasma.
 - 2 Le sous-alinéa (iii) comprend la gravure par radicaux, ions, réactions séquentielles ou réactions non séquentielles.
 - 3 À la note 2, **radical** s'entend d'un atome, d'une molécule ou d'un ion qui possède un électron non apparié dans une configuration de couche électronique ouverte.
- (iv) les équipements de microscopie électronique à balayage (MEB) conçus pour l'imagerie de dispositifs à semi-conducteurs ou de circuits intégrés présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - (A) une précision de positionnement de la platine inférieure à (meilleure que) 30 nm,
 - (B) l'obtention de la mesure du positionnement de la platine par interférométrie laser,
 - (C) l'étalonnage de position à l'intérieur d'un champ de vision basé sur la mesure de l'échelle de longueur de l'interféromètre laser,
 - (D) la capacité de collecter et de stocker des images ayant plus de 2×10^8 pixels,
 - (E) un chevauchement de champ de vision de moins de 5 % dans les directions verticale et horizontale,
 - (F) un chevauchement de couture de champ de vision de moins de 50 nm,
 - (G) une tension d'accélération de plus de 21 kV.

Notes :

- 1 *Le sous-alinéa (iv) comprend les équipements MEB conçus pour la récupération de la conception des puces.*
 - 2 *Le sous-alinéa (iv) ne s'applique pas aux équipements MEB conçus pour accepter un porte-plaquette conforme à la norme de l'association Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI), p. ex., un caisson normalisé à ouverture frontale (Front Opening Unified Pod ou FOUP) de 200 mm ou plus.*
- (v) les équipements à fabrication additive qui sont conçus pour produire des composants constitués de métaux ou d'alliages métalliques et qui répondent aux critères ci-après, et ainsi que les composants spécialement conçus pour ceux-ci :
- (A) l'une des sources de consolidation est :
 - (I) un laser,
 - (II) un faisceau électronique,
 - (III) un arc électrique,
 - (B) lors de la fabrication, l'atmosphère contrôlée est constituée :
 - (I) soit d'un gaz inerte,
 - (II) soit d'un vide (pression égale ou inférieure de 100 Pa),
 - (C) les équipements à configuration coaxiale ou à configuration paraxiale servant au contrôle en cours de procédé sont dotés :
 - (I) d'une caméra d'imagerie ayant une réponse de crête dont la longueur d'onde est de plus de 380 nm sans dépasser 14 000 nm,
 - (II) d'un pyromètre conçu pour mesurer des températures supérieures à 1273,15 K (1000 °C),
 - (III) d'un radiomètre ou un spectromètre ayant une réponse de crête dont la longueur d'onde est de plus de 380 nm sans dépasser 3000 nm,
 - (D) les systèmes de commande à boucle fermée qui sont conçus pour modifier les paramètres des sources de consolidation, les chemins de fabrication ou les réglages de l'équipement pendant le cycle de fabrication, utilisent la rétroaction des équipements de contrôle en cours de procédé visés à la division (C),

Notes :

- 1 *Aux divisions (C) et (D), **contrôle en cours de procédé**, ou surveillance de procédé in situ, s'entend de l'observation du procédé de fabrication additive, et de la prise de mesures à cet égard notamment, la prise de mesures visant les émissions électromagnétiques ou thermiques du bain de fusion.*
 - 2 *À la division (C), **configuration coaxiale**, ou configuration en ligne, s'entend de la configuration dans laquelle au moins un capteur est fixé dans le chemin optique du laser qui est la source de consolidation.*
 - 3 *À la division (C), **configuration paraxiale** s'entend de la configuration dans laquelle au moins un capteur est fixé ou intégré au laser, au faisceau d'électrons ou à l'arc électrique qui est la source de consolidation.*
 - 4 *À la division (C), s'agissant de la configuration coaxiale et de la configuration paraxiale, le champ de vision des capteurs est rattaché au cadre mobile de la source de consolidation et se déplace, tout au long du procédé de fabrication, selon la trajectoire de balayage.*
- (vi) les masques et les réticules de lithographie par ultraviolet extrême (UVE) conçus pour des circuits intégrés et comprenant des blancs de substrat pour masque visés à l'alinéa 1-3.B.1.j du Guide,

Note :

Le sous-alinéa (vi) s'applique également aux masques et réticules à pellicule.

- (vii) les pellicules spécialement conçues pour la lithographie par ultraviolet extrême (UVE),

Notes :

- 1 Aux sous-alinéas (vi) et (vii), **pellicule** s'entend de la membrane intégrée à un cadre et conçue pour protéger le masque ou le réticule de la contamination par particules.
 - 2 Aux sous-alinéas (vi) et (vii), **ultraviolet extrême (UVE)** s'entend de longueurs d'onde du spectre électromagnétique supérieures à 5 nm et inférieures à 124 nm.
- (viii) les équipements d'essai sous pointe cryogénique de plaquettes conçus pour réaliser des essais de dispositifs à une température égale ou inférieure à 4,5K (-268,65°C) et pour recevoir des plaquettes d'un diamètre égal ou supérieur à 100 mm;
- e) les matériaux, qui ne sont pas visés au groupe 1 du Guide, à savoir :
- (i) les matériaux épitaxiaux consistant en un substrat comportant au moins une couche obtenue par croissance épitaxiale de l'un des matériaux suivants :
 - (A) du silicium dont l'impureté isotopique est inférieure à 0,08 % d'isotopes de silicium autres que le silicium-28 ou le silicium-30,
 - (B) du germanium dont l'impureté isotopique est inférieure à 0,08 % d'isotopes de germanium autres que le germanium-70, le germanium-72, le germanium-74 ou le germanium-76,
 - (ii) les fluorures, hydrures ou chlorures de silicium ou de germanium qui contiennent :
 - (A) soit du silicium dont l'impureté isotopique est inférieure à 0,08 % d'isotopes de silicium autres que le silicium-28 ou le silicium-30,
 - (B) soit du germanium dont l'impureté isotopique est inférieure à 0,08 % d'isotopes de germanium autres que le germanium-70, le germanium-72, le germanium-74 ou le germanium-76,
 - (iii) les siliciums, les oxydes de silicium, le germanium ou les oxydes de germanium qui contiennent :
 - (A) soit du silicium dont l'impureté isotopique est inférieure à 0,08 % d'isotopes de silicium autres que le silicium-28 ou le silicium-30,
 - (B) soit du germanium dont l'impureté isotopique est inférieure à 0,08 % d'isotopes de germanium autres que le germanium-70, le germanium-72, le germanium-74 ou le germanium-76.

Note :

Le sous-alinéa (iii) comprend les substrats, les boulettes, les lingots, les boules et les préformes de ces matières.

GROUPE 6 – LISTE DU RÉGIME DE CONTRÔLE DE LA TECHNOLOGIE DES MISSILES

Note :

Les termes entre « guillemets » sont des termes qui sont définis. Voir « Définitions » à la fin du Groupe 6.

NOTE GÉNÉRALE SUR LA TECHNOLOGIE :

Le transfert de « technologie » directement associée à toute marchandise visée dans le Groupe 6 est contrôlé en vertu des clauses de chaque article, dans la mesure où le permet la législation interne. L'approbation pour l'exportation de toute marchandise du Groupe 6 autorise aussi l'exportation, au même utilisateur final, de la « technologie » représentant le minimum nécessaire à l'installation, au fonctionnement, à l'entretien ou à la réparation de la marchandise en question.

Note :

Les contrôles ne s'appliquent pas à la « technologie » « du domaine public », ou à la « recherche scientifique fondamentale ».

NOTE GÉNÉRALE SUR LES LOGICIELS :

Le Groupe 6 ne vise pas les « logiciels » qui sont :

1. Généralement disponibles pour le public en étant :
 - a. Vendus dans le commerce au détail sans restriction par :
 1. Transaction directe; **ou**
 2. Commande postale; **ou**
 3. Transaction électronique; **ou**
 4. Transaction par appel téléphonique; **et**
 - b. Conçus pour être installés par l'utilisateur sans aucune aide substantielle du fournisseur;
ou
2. « Du domaine public ».

Note :

Le note générale sur les logiciels ne s'applique qu'aux « logiciels » de grande consommation de portée générale.

NOTE SUR LES EXIGENCES MINIMALES GÉNÉRALES EN MATIÈRE DE LOGICIEL :

L'approbation donnée pour toute exportation d'un article du Groupe 6 autorise également l'exportation ou le transfert, vers le même utilisateur final, du « logiciel » minimum, à l'exclusion du code source, exigé pour l'installation, l'exploitation, l'entretien, ou la réparation de l'article afin de veiller à son utilisation sécuritaire, telle que prévue initialement.

Note :

La note sur les exigences minimales en matière de logiciel autorise également l'exportation de « logiciels » prévus pour corriger les défauts (corrections de bogues) relevés dans un article exporté légalement antérieurement, à condition que la capacité ou le rendement de l'article ne soient pas autrement améliorés.

NUMÉROS DE REGISTRE DU CHEMICAL ABSTRACTS SERVICE (CAS) :

Dans certains cas, les produits chimiques sont classés par nom et numéro de registre CAS. Les produits chimiques ayant la même formule de structure (y compris les hydrates) sont contrôlés quel que soit leur nom ou numéro de registre CAS. Les numéros de registre CAS sont indiqués pour pouvoir identifier si un produit chimique ou mélange particulier est contrôlé, sans tenir compte de la nomenclature. Les numéros de registre CAS ne peuvent pas être utilisés en tant qu'identificateurs uniques, car certaines formes du produit chimique classé ont des numéros de registre CAS différents,

et les mélanges qui contiennent un produit chimique classé peuvent également avoir des numéros de registre CAS différents.

CATÉGORIE I

6-1. VECTEURS COMPLETS

(Application à toutes les destinations pour les articles de la catégorie 6-1)

- 6-1.A. Équipement, ensembles et composants
1. Les systèmes de fusées complets (y compris les missiles balistiques, les lanceurs spatiaux et les fusées sondes) pouvant transporter une « charge utile » d'au moins 500 kg sur une portée d'au moins 300 km.
 2. Systèmes complets de véhicules aériens télépilotés (y compris les missiles de croisière, les engins-cibles et les engins de reconnaissance) pouvant transporter une « charge utile » d'au moins 500 kg sur une portée d'au moins 300 km.
- 6-1.B. Équipement d'essais et de production
1. « Installations de production » spécialement conçues pour les systèmes visés par l'article 6-1.A.
- 6-1.C. Matériaux
- Aucun
- 6-1.D. Logiciels
1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour permettre l'« utilisation » des « installations de production » visées par l'article 6-1.B.
 2. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés coordonner le fonctionnement de plus d'un sous-systèmes dans les systèmes visés par l'article 6-1.A.
- Note :**
- Dans le cas d'un aéronef avec pilote converti pour fonctionner comme un véhicule aérien télépiloté précisé à l'élément 6-1.A.2., l'élément 6-1.D.2. comprend « logiciel » comme suit :*
- a. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour intégrer le matériel de conversion avec les fonctions du système d'aéronef;
 - b. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour commander l'aéronef comme s'il s'agissait d'un véhicule aérien télépiloté.
- 6-1.E. Technologie
1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de « logiciels » visés aux articles 6-1.A., 6-1.B. ou 6-1.D.

6-2. SOUS-SYSTÈMES COMPLETS UTILISABLES AVEC LES VECTEURS COMPLETS

(Application à toutes les destinations pour tous les articles de la catégorie 6-2)

- 6-2.A. Équipement, ensembles et composants
1. Sous-systèmes complets utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., comme suit :
 - a. Étages individuels de fusée utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A.;

- b. Véhicules de rentrée utilisables dans les systèmes visés à l'article 6-1.A, et, comme suit, équipements correspondants conçus ou modifiés à cette fin, l'exclusion des dispositions de la note à la fin de 6-2.A.1. pour ceux conçus pour des charges utiles non militaires :
 - 1. Boucliers thermiques et leurs composants, en matériaux céramiques ou ablatifs;
 - 2. Dissipateurs de chaleur et leurs composants fabriqués en matériaux légers et à haute capacité thermique;
 - 3. Équipement électronique spécialement conçu pour les véhicules de rentrée;
- c. Sous-systèmes de propulsion de fusées, utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., comme suit :
 - 1. Moteurs fusée à propergol solide ou moteurs fusée hybrides ayant une impulsion totale égale ou supérieure à $1,1 \times 10^6$ Ns;
 - 2. Moteurs fusée à propergol liquide ou à propergol gélifié intégrés, ou conçus ou modifiés pour être intégrés, dans un système de propulsion à propergol liquide ou à propergol gélifié ayant une impulsion totale égale ou supérieure à $1,1 \times 10^6$ Ns;

Note :

Les moteurs d'apogée à propergol liquide ou les moteurs de maintien à poste visés par l'article 6-2.A.1.c.2., conçus ou modifiés pour servir bord de satellites, peuvent être considérés comme appartenant à la catégorie II, si l'exportation du sous-système se fait sous réserve de déclarations d'utilisation finale des limites de quantité appropriées à l'utilisation finale prévue ci-dessus, lorsque la poussée à vide ne dépasse pas 1 kN.

- d. « Sous-ensembles de guidage », utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., pouvant assurer une précision de 3,33 % ou meilleure de la « portée » (par exemple, un « ECP » de 10 km ou moins à une « portée » de 300 km), à l'exclusion des dispositions de la note à la fin de 6-2.A.1. concernant ceux conçus pour les missiles d'une « portée » inférieure à 300 km et les avions pilotés;

Notes techniques :

- 1. Dans un « sous-ensemble de guidage », la mesure et le calcul de la position et de la vitesse d'un véhicule (c.-à-d. la fonction navigation) sont intégrés au système de calcul et de télécommande du vol du véhicule servant à corriger sa trajectoire.
 - 2. À l'article 6-2.A.1.d., l'« ECP » (écart circulaire probable ou erreur circulaire probable) est une mesure de précision; c'est le rayon du cercle, centré sur la cible se trouvant à une distance spécifique, dans lequel tomberont 50 % des charges utiles.
- e. Sous-systèmes pour la commande du vecteur de poussée, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., à l'exclusion de ceux répertoriés dans la note à la fin de 6-2.A.1., conçus pour les systèmes de fusées autres que ceux visés par l'article 6-1.A.;

Note technique :

L'article 6-2.A.1.e. vise les méthodes suivantes de commande du vecteur de poussée :

- a. Tuyère flexible;
- b. Injection de liquide ou de gaz secondaire;
- c. Tuyère ou moteur orientable;
- d. Déflexion du flux de gaz d'échappement (aubes de déviation de jet ou sondes);
- e. Butées flexibles.

- f. Mécanismes de sécurité, d'armement, de déclenchement et de mise à feu de l'arme ou de la tête explosive, utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., à l'exclusion des dispositions de la note à la fin de 6-2.A.1. pour les systèmes autres que ceux visés par l'article 6-1.A.

Note :

Les exceptions mentionnées en 6-2.A.1.b., 6-2.A.1.d., 6-2.A.1.e. et 6-2.A.1.f. ci-dessus peuvent être considérées comme appartenant à la catégorie II, si l'exportation du sous-système se fait sous réserve des déclarations d'utilisation finale et de des limites de quantité appropriées à l'utilisation finale prévue ci-dessus.

6-2.B. Équipement pour les essais et la production

1. « Installations de production » spécialement conçues pour les sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.
2. « Équipement de production » spécialement conçu pour les sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.

6-2.C. Matériaux

Aucun

6-2.D. Logiciels

1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » d'« installations de production » visées par l'article 6-2.B.1.
2. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de moteurs fusée visés par l'article 6-2.A.1.c.
3. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'exploitation ou l'entretien des « sous-ensembles de guidage » visés par l'article 6-2.A.1.d.

Note :

L'article 6-2.D.3. vise aussi les « logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour améliorer la performance des « sous-ensembles de guidage », afin d'atteindre ou de dépasser la précision mentionnée à l'article 6-2.A.1.d.

4. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'exploitation ou l'entretien de sous-systèmes ou d'équipement visés par l'article 6-2.A.1.b.3.
5. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'exploitation ou l'entretien de sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.1.e.
6. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'exploitation ou l'entretien de sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.1.f.

Note :

Sous réserve des déclarations d'utilisation finale appropriées à l'utilisation finale prévue les « logiciels » visés en 6-2.D.2. - 6-2.D.6. peuvent être considérés comme appartenant à la catégorie II, comme ci-après :

1. *En vertu de l'article 6-2.D.2., s'ils sont spécialement conçus ou modifiés pour des moteurs d'apogée à propergol liquide ou des moteurs de maintien de position, ou conçus ou modifiés pour des applications pour satellites visées par la note de l'article 6-2.A.1.c.2.;*
2. *En vertu de l'article 6-2.D.3., s'ils sont conçus pour des missiles d'une « portée » inférieure à 300 km ou pour des aéronefs pilotés;*
3. *En vertu de l'article 6-2.D.4., s'ils sont spécialement conçus ou modifiés pour des véhicules de rentrée conçus pour des charges utiles non militaires;*
4. *En vertu de l'article 6-2.D.5., s'ils sont conçus pour des systèmes autres que ceux visés par l'article 6-1.A.;*

5. *En vertu de l'article 6-2.D.6., s'ils sont conçus pour des systèmes autres que ceux visés par l'article 6-1.A.*

6-2.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de « logiciels » visés par les articles 6-2.A., 6-2.B. ou 6-2.D.

CATÉGORIE II

6-3. ÉQUIPEMENT ET COMPOSANTS DE PROPULSION

6-3.A. Équipement, ensembles et composants

1. Turbo-réacteurs et turbo-propulseurs comme suit :
- a. Moteurs ayant toutes les caractéristiques suivantes :
1. « Valeur maximale de poussée » supérieure à 400 N, à l'exception des moteurs civils certifiés ayant une « valeur maximale de poussée » supérieure à 8,89 kN;
 2. Consommation spécifique de carburant inférieure ou égale à 0,15 kgN⁻¹h⁻¹;
 3. « Poids à sec » inférieure à 750 kg; **et**
 4. « Diamètre de rotor de premier étage » inférieur à 1 m;

Notes techniques :

1. *La « valeur maximale de poussée » est la poussée maximale prouvée par le constructeur du type de moteur désinstallé aux conditions statiques au niveau de la mer selon l'atmosphère type de l'OACI. La poussée certifiée de la version civile sera égale ou inférieure à la poussée maximale prouvée du type de moteur non installé.*
2. *La consommation spécifique de carburant est déterminée à la poussée continue maximale pour un type de moteur non installé donné dans des conditions statiques au niveau de la mer selon l'atmosphère de l'OACI.*
3. *« Poids à sec » est le poids du moteur sans fluides (carburant, fluide hydraulique, huile, etc.) et ne comprend pas la nacelle (logement).*
4. *« Diamètre de rotor de premier étage » est le diamètre du premier étage en rotation du moteur, qu'il s'agisse d'une soufflante ou d'un compresseur, mesuré au bord d'attaque de l'extrémité des aubes mobiles.*

- b. Moteurs conçus ou modifiés pour des systèmes visés par l'article 6-1.A., ou 6-19.A.2., indépendamment de la poussée, de la consommation spécifique de carburant, du « poids à sec » ou du « diamètre de rotor de premier étage ».

Note :

Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation de moteurs visés en 6-3.A.1. s'ils sont dans un aéronef piloté ou si les quantités sont appropriées comme pièces de remplacement d'un aéronef piloté.

2. Statoréacteurs, statoréacteurs à combustion supersonique, pulso-réacteurs, moteurs à détonation, ou « moteurs à cycles combinés », y compris les dispositifs de régulation de la combustion et les composants spécialement conçus pour ceux-ci, utilisables dans les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.2.

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 6-3.A.2., les « moteurs à cycles combinés » sont les moteurs qui utilisent au moins deux cycles des types de moteurs suivants : turbine à gaz (turboréacteur, turbopropulseur, réacteur à double flux et turbomoteur), statoréacteur, statoréacteur à combustion supersonique, pulso-réacteur, moteur à détonations, ou moteur fusée (hybride et à propergol liquide/gélifié/solide).
2. Aux fins de l'alinéa 3.A.2., les moteurs à détonation utilisent les détonations pour produire une augmentation de la pression effective dans toute la chambre de combustion. Voici des exemples de moteurs à détonations : moteurs à détonations pulsées, moteurs à détonations rotatifs ou moteurs à détonations à vague continue.
3. Enveloppes de moteurs-fusée, composants de protection thermique et cols de tuyères pour moteurs fusées hybrides ou à propergol solide utilisables avec les sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.1.c.1. ou 6-20.A.1.b.1.

N.B. :

Pour les matériaux pour protection thermique en vrac ou en feuilles, voir l'alinéa 6-3.C.2.

Note :

À l'alinéa 6-3.A.3., les protections thermiques destinées à être appliquées sur les composants des moteurs fusée, tels que les enveloppes, les entrées de tuyères et les fonds d'enveloppes, comprennent les composants en caoutchouc composite vulcanisé ou semi-vulcanisé sous forme de feuilles comportant des matériaux isolants ou réfractaires. Elles peuvent être intégrées comme réducteurs de contraintes sur les gouvernes ou sur les caissons de reprises d'efforts.

4. Dispositifs de séparation d'étages, dispositifs d'étage et interétages, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A.

N.B. :

Pour les connecteurs ombilicaux et interétages conçus spécifiquement pour les systèmes visés aux alinéas 6-1.A.1. ou 6-19.A.1., voir l'alinéa 6-11.A.5.

Note technique :

Les dispositifs d'étage et les dispositifs de séparation d'étages visés au paragraphe 6-3.A.4. peuvent contenir certains des éléments qui suivent :

- Les boulons, écrous et manilles explosifs;
- Les verrous à billes;
- Les dispositifs de coupe circulaires;
- Les cordons de découpage.

5. Systèmes de commande des propergols liquides, en suspension et gélifiés (y compris les comburants) et leurs composants spécialement conçus, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., conçus ou modifiés pour fonctionner en ambiance de vibrations de plus de 10 g (valeur efficace) entre 20 Hz et 2 kHz.

Notes :

1. Les seules servo-valves, pompes et turbines à gaz visées par l'article 6-3.A.5. sont les suivantes :
 - a. Les servo-valves conçues pour des débits de 24 litres par minute ou plus sous une pression absolue de 7 MPa ou plus et dont le temps de réponse de l'actionneur est inférieur à 100 ms.
 - b. Les pompes pour propergols liquides dont la vitesse de rotation est de 8 000 tr/min ou plus, dans des conditions de fonctionnement maximales, ou dont la pression de refoulement est égale ou supérieure à 7 MPa.

- c. Les turbines à gaz, dans le cas de turbopompes pour propergols liquides, dont la vitesse de rotation est égale ou supérieure à 8 000 tr/min, dans des conditions de fonctionnement maximales.
2. Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation de systèmes et de composants visés en 6-3.A.5. s'ils sont dans un satellite.
6. Composants spécialement conçus pour moteurs-fusée hybrides visés par l'article 6-2.A.1.c.1. ou 6-20.A.1.b.1.
7. Roulements radiaux à billes dont les tolérances spécifiées sont conformes à la classe de tolérance 2 de la norme ISO 492 (ou à la classe de tolérance ABEC 9 des normes ANSI/ABMA 20 ou à d'autres normes nationales équivalentes), ou sont supérieures, et qui présentent toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Diamètre intérieur (alésage) de la bague intérieure entre 12 et 50 mm;
 - b. Diamètre extérieur de la bague extérieure entre 25 et 100 mm; et
 - c. Largeur entre 10 et 20 mm.
8. Réservoirs de propergol liquide ou gélifié spécialement conçus pour les carburants visés par l'article 6-4.C. ou pour les propergols liquides ou gélifié utilisés dans les systèmes spécifiés à l'article 6-1.A.1.
9. « Turbopropulseurs » spécialement conçus pour les systèmes à l'article 6-1.A.2. ou 6-19.A.2., et leurs composants spécialement conçus, ayant une puissance maximale supérieure à 10 kW (produite désinstallée aux conditions statiques au niveau de la mer selon l'atmosphère type de l'OACI), excluant les moteurs certifiés civils.

Note technique :

Aux fins de l'article 6-3.A.9., un « turbopropulseur » comprend tout ce qui suit :

- a. *Turbomoteur; et*
 - b. *Système de transmission de puissance pour transférer la puissance à une hélice.*
10. Les chambres de combustion et les tuyères de moteurs fusées à propergol liquide ou de moteurs fusées à propergol gélifié utilisables avec les sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.1.c.2. ou 6-20.A.1.b.2.

6-3.B. Équipement d'essai et de production

1. Les « installations de production » spécialement conçues pour l'équipement ou les matériaux visés par les articles 6-3.A.1., 6-3.A.2., 6-3.A.3., 6-3.A.4., 6-3.A.5., 6-3.A.6., 6-3.A.8., 6-3.A.9., 6-3.A.10. ou 6-3.C.
2. L'« équipement de production » spécialement conçu pour l'équipement ou les matériaux visés par les articles 6-3.A.1., 6-3.A.2., 6-3.A.3., 6-3.A.4., 6-3.A.5., 6-3.A.6., 6-3.A.8., 6-3.A.9., 6-3.A.10. ou 6-3.C.
3. Les machines de fluotournage, utilisables pour la « production » d'équipement et de composants de propulsion (p. ex., les enveloppes de moteur-fusée et les interétages) pour les systèmes visés par l'article 6-1.A, comportant tout ce qui suit, et les composants spécialement conçus pour celles-ci :
 - a. Équipés, ou selon les spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipés, d'unités de commandes numériques ou d'une commande par ordinateur; **et**
 - b. Plus de deux axes pouvant être coordonnés simultanément pour la commande de contourage.

Note technique :

Les machines combinant les fonctions de repoussage et de fluotournage sont, aux fins de cet article, considérées comme des machines de fluotournages.

6-3.C. Matériaux

1. « Revêtement intérieur » utilisable avec les enveloppes de moteur-fusée des sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.1.c.1. ou spécialement conçus pour les sous-systèmes visés par les articles 6-20.A.1.b.1.

Note technique :

À l'article 6-3.C.1., les « revêtements intérieurs » aptes à assurer l'adhérence à l'interface entre les propergols solides et les enveloppes extérieures, ou les isolants internes, sont généralement des dispersions de matériaux isolants ou réfractaires dans un polymère liquide; par exemple des polymères PBHT chargés de particules de carbone ou d'autres polymères additionnés d'agent de polymérisation, destinés à être pulvérisés ou étalés sur l'intérieur de l'enveloppe.

2. Matériaux pour protection thermique en vrac, utilisables pour les enveloppes de moteur-fusée des sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.1.c.1. ou spécialement conçus pour les sous-systèmes visés par les articles 6-20.A.1.b.1.

Note :

À l'alinéa 6-3.C.2., les protections thermiques destinées à être appliquées sur les composants des moteurs fusée, tels que les enveloppes, les entrées de tuyères et les fonds d'enveloppes, comprennent les feuilles en caoutchouc composite vulcanisé ou semi-vulcanisé comportant des matériaux isolants ou réfractaires. Elles peuvent également être intégrées comme réducteurs de contraintes sur les gouvernes ou sur les caissons de reprises d'efforts visés par l'article 6-3.A.3.

6-3.D. Logiciels

1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés afin de permettre l'« utilisation » d'« installations de production » et de machines de fluotournage visées par les articles 6-3.B.1. ou 6-3.B.3.
2. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés afin de permettre l'« utilisation » d'équipement visé par les articles 6-3.A.1., 6-3.A.2., 6-3.A.4., 6-3.A.5., 6-3.A.6 ou 6-3.A.9.

Notes :

1. *Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation de « logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de moteurs visés par l'article 6-3.A.1. s'ils font partie d'aéronefs pilotés ou s'ils viennent en remplacement de « logiciels » utilisés dans ceux-ci.*
2. *Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation de « logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de systèmes de commande de carburant visés par l'article 6-3.A.5. s'ils font partie de satellites ou s'ils viennent en remplacement de « logiciels » utilisés dans ceux-ci.*
3. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour le « développement » d'équipement visé par les articles 6-3.A.2., 6-3.A.3. ou 6-3.A.4.

6-3.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, relative au « développement », à la « production » ou à l'« utilisation » d'équipement, de matériaux ou de « logiciels » visés par les articles 6-3.A.1., 6-3.A.2., 6-3.A.3., 6-3.A.4., 6-3.A.5., 6-3.A.6., 6-3.A.8., 6-3.A.9., 6-3.A.10., 6-3.B., 6-3.C. ou 6-3.D.

6-4. PROPERGOLS, PRODUITS CHIMIQUES ET PRODUCTION DE PROPERGOL

6-4.A. Équipement, ensembles et composants

Aucun

6-4.B. Équipement d'essai et de production

1. « Équipement de production » et composants spécialement conçus pour cet équipement, pour la « production », la manutention ou les essais de qualification de propergols liquides ou de constituants de propergols visés par l'article 6-4.C.
2. « Équipement de production », autre que celui visé par l'article 6-4.B.3., et composants spécialement conçus pour cet équipement, pour la production, la manutention, le malaxage, la polymérisation, le moulage, le pressage, l'usinage, l'extrusion ou les essais de qualification de propergols solides ou de composants de propergols visés par l'article 6-4.C.

Note :

L'alinéa 6-4.B.2. ne vise pas les mélangeurs en discontinu, les mélangeurs en continu et les broyeurs à tuyère.

N.B. :

Pour les mélangeurs en discontinu, les mélangeurs en continu et les broyeurs à tuyère, voir l'alinéa 6-4.B.3.

3. Équipement comme suit, et composants spécialement conçus pour cet équipement :
 - a. Mélangeurs en discontinu comportant tout ce qui suit :
 1. Conçu ou modifié pour mélanger sous un vide allant de 0 à 13,326 kPa;
 2. Pouvant contrôler la température de la chambre de malaxage;
 3. Une capacité volumique totale de 110 litres ou plus; **et**
 4. Au moins un « bras de malaxage/pétrissage » décentré;

Note :

À l'article 6-4.B.3.a.4., le terme « bras de malaxage/pétrissage » ne renvoie pas aux désagglomérateurs ou aux arbres de rotation lames.

- b. Mélangeurs en continu comportant tout ce qui suit :
 1. Conçu ou modifié pour mélanger sous un vide allant de 0 à 13,326 kPa;
 2. Pouvant contrôler la température de la chambre de malaxage; **et**
 3. L'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Au moins deux bras de malaxage/pétrissage; **ou**
 - b. Tout ce qui suit :
 1. Un seul bras de malaxage rotatif et oscillant ayant des dents/tiges de pétrissage; **et**
 2. Des dents/tiges de pétrissage situées à l'intérieur de l'enveloppe de la chambre de malaxage;
 - c. Broyeurs à tuyère utilisables pour le broyage ou le concassage des matériaux visés par l'article 6-4.C.;
 - d. « Équipement de production » de poudre métallique utilisable pour la « production », dans un environnement contrôlé, de matières sphériques, sphéroïdales ou atomisées visées par les articles 6-4.C.2.c., 6-4.C.2.d. ou 6-4.C.2.e.

Note :

L'article 6-4.B.3.d. comprend :

- a. *Générateurs de plasma (générateur d'arc à haute fréquence) permettant d'obtenir des poudres métalliques pulvérisées ou sphériques grâce à un procédé se déroulant dans un environnement argon-eau;*
- b. *Équipement « electroburst » permettant d'obtenir des poudres métalliques pulvérisées ou sphériques grâce à un procédé se déroulant dans un environnement argon-eau;*
- c. *Équipement permettant de « produire » des poudres d'aluminium sphériques par mise en poudre d'une masse en fusion dans un milieu inerte (p.ex., de l'azote).*

Note :

Les types d'« équipement de production » de poudres métalliques non visés par l'article 6-4.B.3.d. doivent être évalués en vertu de l'article 6-4.B.2.

6-4.C. Matériaux

N.B. :

Les numéros de registre CAS inclus à l'article 6-4.C. sont des notes techniques. Pour ce qui concerne l'utilisation de numéros de registre CAS inclus au Groupe 6, veuillez consulter la section d'introduction - Numéros de Registre CAS.

6-4.C.1. Propergols composites et propergols composites à double base modifiée.

6-4.C.2. Carburants, comme suit :

- a. Hydrazine (CAS 302-01-2) en concentration supérieure à 70 %;
- b. Dérivés de l'hydrazine, comme suit :
 1. Monométhylhydrazine (MMH) (CAS 60-34-4);
 2. Diméthylhydrazine dissymétrique (UDMH) (CAS 57-14-7);
 3. Mononitrate d'hydrazine (CAS 13464-97-6);
 4. Triméthylhydrazine (CAS 1741-01-1);
 5. Tétraméthylhydrazine (CAS 6415-12-9);
 6. N,N-diallylhydrazine (CAS 5164-11-4);
 7. Allylhydrazine (CAS 7422-78-8);
 8. Éthylènedihydrazine (CAS 6068-98-0);
 9. Dinitrate de monométhylhydrazine;
 10. Nitrate de diméthylhydrazine asymétrique;
 11. Azide d'hydrazinium (CAS 14546-44-2);
 12. Azoture de 1,1-diméthylhydrazinium (CAS 227955-52-4) / Azoture de 1,2-diméthylhydrazinium (CAS 299177-50-7);
 13. Dinitrate d'hydrazinium (CAS 13464-98-7);
 14. Acide diimido-dihydrazino-oxalique (CAS 3457-37-2);
 15. Nitrate de 2-hydroxyéthylhydrazine (HEHN);
 16. Perchlorate d'hydrazinium (CAS 27978-54-7);
 17. Diperchlorate d'hydrazinium (CAS 13812-39-0);
 18. Nitrate de méthylhydrazine (MHN) (CAS 29674-96-2);
 19. Nitrate de 1,1-diéthylhydrazine / Nitrate de 1,2-diéthylhydrazine (CAS 363453-17-2);

20. Nitrate de 3,6-dihydrazinotétrazine (DHTN);

Note technique :

Le Nitrate de 3,6-dihydrazinotétrazine s'appelle aussi le Nitrate de 1,4-dihydrazine.

- c. Poudre d'aluminium (CAS 7429-90-5) composée de particules sphériques ou sphéroïdales de taille inférieure à 200×10^{-6} m (200 µm) et présentant une teneur massique en aluminium égale ou supérieure à 97 %, si au moins 10 % de la masse totale est constituée de particules de moins de 63 µm, conformément à la norme ISO 2591-1 : 1988 ou à des normes équivalentes;

Note technique :

Une taille de particules de 63 µm (ISO R-565) correspond à une granulométrie de maille Tyler 250 ou de maille 230 (norme E-11 de l'ASTM).

- d. Poudres métalliques de n'importe lequel des matériaux suivants : zirconium (CAS 7440-67-7), béryllium (CAS 7440-41-7), magnésium (CAS 7439-95-4) ou alliages de ces métaux, si au moins 90 % de l'ensemble des particules, en volume de particules ou massique, est composé de particules de taille inférieure à 60 µm (taille déterminée par des techniques de mesure comme l'utilisation d'un tamis, de la diffraction laser ou du balayage optique), sous forme sphérique, atomisée, sphéroïdale, en paillettes ou broyées, contenant au moins 97 % massique de l'un des métaux susmentionnés;

Note :

En cas de répartition multimodale (c. à d. des mélanges de différentes tailles de particules) dans laquelle un ou plusieurs modes sont contrôlés, l'ensemble du mélange de la poudre est contrôlé.

Note technique :

La teneur naturelle en hafnium (CAS 7440-58-6) du zirconium (de 2 % à 7 % normalement) est comprise dans la teneur en zirconium.

- e. Poudres métalliques de bore (CAS 7440-42-8) ou d'alliages de bore ayant une teneur en bore de 85 % ou plus massique, si au moins 90 % de l'ensemble des particules en volume de particules ou massique sont composés de particules de taille inférieure à 60 µm (taille déterminée par des techniques de mesure comme l'utilisation d'un tamis, de la diffraction laser ou du balayage optique), sous forme sphérique, atomisée, sphéroïdale, en paillettes ou broyées;

Note :

En cas de répartition multimodale (c. à d. des mélanges de différentes tailles de particules) dans laquelle un ou plusieurs modes sont contrôlés, l'ensemble du mélange de la poudre est contrôlé.

- f. Matières à haute densité d'énergie, utilisables dans les systèmes spécifiés à l'article 6-1.A. ou 6-19.A., comme suit :
1. Carburants mélangés qui incorporent des carburants solides et des carburants liquides, tels que bouillies de bore, ayant une densité d'énergie massique égale ou supérieure à 40×10^6 J/kg;
 2. Autres carburants à haute densité d'énergie et additifs pour carburant (p. ex. cubane, solutions ioniques, JP-10) ayant une densité d'énergie volumique de $37,5 \times 10^9$ J/m³ ou supérieure, mesurée à 20°C et à une pression de une atmosphère (101,325 kPa).

Note :

L'article 6-4.C.2.f.2. ne vise pas les carburants fossiles et les biocarburants produits à partir de légumes, y compris les carburants pour moteurs certifiés pour l'aviation civile, à moins qu'ils soient spécialement formulés pour les systèmes spécifiés à l'article 6-1.A ou 6-19.A.

- g. Carburants de remplacement de l'hydrazine, comme suit :
 - 1. Azide de 2-diméthylaminoéthyle (DMAZ) (CAS 86147-04-8).
- 6-4.C.3. Combustibles/carburants, comme suit :
 - a. Perchlorates, chlorates ou chromates mélangés avec des poudres métalliques ou avec d'autres composants à haute énergie;
 - b. Nitrate d'hydroxylammonium (HAN) (CAS 13465-08-2).
- 6-4.C.4. Substances combustibles, comme suit :
 - a. Substances combustibles utilisables dans des fusées à propergol liquide, comme suit :
 - 1. Trioxyde d'azote (CAS 10544-73-7);
 - 2. Dioxyde d'azote (CAS 10102-44-0)/tétraoxyde diazote (CAS 10544-72-6);
 - 3. Pentaoxyde d'azote (CAS 10102-03-1);
 - 4. Oxydes d'azote mélangés (MON);

Note technique :

Les oxydes d'azote mélangés (MON) sont des solutions d'oxyde nitrique (NO) dans le tétraoxyde de diazote/dioxyde d'azote (N₂O₄/NO₂) qui peuvent être utilisées dans les systèmes de missiles. Les diverses compositions sont représentées par les symboles MON_i et MON_{ij} où i et j sont des nombres qui représentent le pourcentage d'oxyde nitrique dans le mélange (par ex. le MON3 contient 3 % d'oxyde nitrique et le MON25 contient 25 % d'oxyde nitrique. La limite supérieure est le MON40 avec 40 % en poids d'oxyde nitrique).

- 5. Acide nitrique fumant rouge inhibé (IRFNA) (CAS 8007-58-7);
- 6. Composés renfermant du fluor et un ou plusieurs autres halogènes, de l'oxygène ou de l'azote;

Note :

L'article 6-4.C.4.a.6. ne vise pas le trifluorure d'azote (NF₃) (CAS 7783-54-2) à l'état gazeux car il ne peut être utilisé dans les applications liées aux missiles.

- b. Substances combustibles utilisables dans des moteurs fusées à propergol solide, comme suit :
 - 1. Perchlorate d'ammonium (CAS 7790-98-9);
 - 2. Dinitramide d'ammonium (CAS 140456-78-6);
 - 3. Nitramines (cyclotétraméthylène-tétranitramine (HMX) (CAS 2691-41-0); cyclotriméthylène-trinitramine (RDX) (CAS 121-82-4);
 - 4. Nitroformate d'hydrazinium (HNF) (CAS 20773-28-8);
 - 5. 2,4,6,8,10,12-Hexanitrohexaazaisowurtane (CL-20) (CAS 135285-90-4).
- 6-4.C.5. Substances polymères, comme suit :
 - a. Polybutadiène à terminaisons carboxy (y compris polybutadiène à carboxyle terminal) (PBTC);
 - b. Polybutadiène à terminaisons hydroxy (y compris polybutadiène à hydroxyle terminal) (PBTH) (CAS 69102-90-5);
 - c. Polymère d'azoture de glycidyle (PAG), y compris PAG à hydroxyle terminal;
 - d. Polybutadiène/acide acrylique (PBAA);

- e. Polybutadiène/acide acrylique/acrylonitrile (PBAN) (CAS 25265-19-4 / CAS 68891-50-9);
- f. Copolymère polytétrahydrofurane-polyéthylèneglycol (TPEG).

Note technique :

Le copolymère polytétrahydrofurane-polyéthylèneglycol (TPEG) est un copolymère séquencé (ou copolymère à blocs) constitué de polybutane-1, 4-diol (CAS 110-63-4) et de polyéthylèneglycol (PEG) (CAS 25322-68-3).

- g. Poly(nitrate de glycidyle) (PGN ou poly GLYN), (CAS 27814-48-8).

6-4.C.6. Autres agents et additifs de propulsion, comme ci-dessous :

a. Agents liants, comme suit :

- 1. Oxyde de tris(1-(2-méthyl)aziridinyl)phosphine (MAPO) (CAS 57-39-6);
- 2. 1,1',1''-trimesoyl-tris(2-éthylaziridine) (HX-868, BITA) (CAS 7722-73-8);
- 3. Tépanol(HX-878), produit de la réaction de la tétra-éthylènepentamine, de l'acrylonitrile et du glycidol (CAS 68412-46-4);
- 4. Tepan (HX-879), produit de la réaction de la tétra-éthylènepentamine et de l'acrylonitrile (CAS 68412-45-3);
- 5. Aziridinamides polyfonctionnels ayant un squelette isophtalique, trimésique, isocyanurique ou triméthyladipique et portant aussi un groupement 2-méthylaziridine ou 2-éthylaziridine (HX-752, HX-874 et HX-877);

Note :

L'article 6-4.C.6.a.5. comprend :

- 1. 1,1'-Isophtaloyl-bis(2-méthylaziridine) (HX-752) (CAS 7652-64-4);
- 2. 2,4,6-tris(2-éthyl-1-aziridinyl)-1,3,5-triazine (HX-874) (CAS 18924-91-9);
- 3. 1,1'-triméthyladipoylbis(2-éthylaziridine) (HX-877) (CAS 71463-62-2).

b. Agents et catalyseurs de polymérisation, comme ci-dessous :

Triphényl bismuth (TPB) (CAS 603-33-8);

c. Modifiants de la vitesse de combustion, comme suit :

- 1. Carboranes, décarboranes, pentaboranes, et leurs dérivés;
- 2. Dérivés du ferrocène, comme suit :
 - a. Catocène (CAS 37206-42-1);
 - b. Éthylferrocène (CAS 1273-89-8);
 - c. n-propylferrocène (CAS 1273-92-3) / isopropylferrocène (CAS 12126-81-7);
 - d. N-butylferrocène (CAS 31904-29-7);
 - e. Pentylferrocène (CAS 1274-00-6);
 - f. Dicyclopentylferrocène (CAS 125861-17-8);
 - g. Dicyclohexylferrocène;
 - h. Diéthylferrocène (CAS 1273-97-8);
 - i. Dipropylferrocène;
 - j. Dibutylferrocène (CAS 1274-08-4);
 - k. Dihexylferrocène (CAS 93894-59-8);
 - l. Acétylferrocène (CAS 1271-55-2) / 1,1'-diacétylferrocène (CAS 1273-94-5);
 - m. Acide ferrocène-carboxylique (CAS 1271-42-7) / 1,1'- acid ferrocène-dicarboxylique (CAS 1293-87-4);

- n. Butacène (CAS 125856-62-4);
- o. Autres dérivés du ferrocène utilisables pour modifier la vitesse de combustion des agents de propulsion des fusées;

Note :

L'article 6-4.C.6.c.2.o ne vise pas les dérivés du ferrocène qui contiennent un groupe fonctionnel aromatique à six carbones fixé à la molécule de ferrocène.

- d. Esters et plastifiants comme suit :
 - 1. Dinitrate de triéthylèneglycol (TEGDN) (CAS 111-22-8);
 - 2. Trinitrate de triméthyloléthane (TMETN) (CAS 3032-55-1);
 - 3. Trinitrate de 1,2,4-butanetriol (BTN) (CAS 6659-60-5);
 - 4. Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGDN) (CAS 693-21-0);
 - 5. 4,5 diazidométhyl-2-méthyl-1,2,3-triazole (iso-DAMTR);
 - 6. Plastifiants à base de nitratoéthylnitramine (NENA), comme suit :
 - a. Méthyl-NENA (CAS 17096-47-8);
 - b. Éthyl-NENA (CAS 85068-73-1);
 - c. Butyl-NENA (CAS 82486-82-6);
 - 7. Plastifiants à base de dinitropropyl, comme suit :
 - a. Bis (2,2-dinitropropyl) acétal (CAS 5108-69-0);
 - b. Bis (2,2-dinitropropyl) formol (CAS 5917-61-3);
- e. Stabilisants, comme suit :
 - 1. 2-nitrodiphénylamine (NDPA) (CAS 119-75-5);
 - 2. N-méthyl-p-nitroaniline (MNA) (CAS 100-15-2).

6-4.C.7. « Propergols gélifiés » spécialement formulés pour être utilisés dans les systèmes précisés à l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

Note technique :

Un « propergol gélifié » est une formulation de carburant ou d'oxydant utilisant un gélifiant comme des silicates, du kaolin (argile), du carbone ou tout gélifiant polymère.

Note technique :

Les regroupements de substances à l'article 6-4.C. (p. ex., carburants, comburants, etc.) décrivent les applications habituelles des substances de propergol. Une substance demeure visée par l'article 6-4.C. même lorsqu'elle est utilisée pour une application autre que celle habituelle indiquée dans son regroupement (p. ex., le perchlorate d'hydrazinium (CAS 27978-54-7) figure dans le groupe des carburants, mais il pourrait également être utilisé comme comburant).

6-4.D. Logiciels

- 1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'exploitation ou la maintenance de l'équipement visé à l'article 6-4.B. pour la « production » et la manutention de matériaux visés à l'article 6-4.C.

6-4.E. Technologie

- 1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie pour le « développement », « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de matériaux visés par l'article 6-4.B. et 6-4.C.

6-5. RESERVÉ À UN USAGE FUTUR

6-6. PRODUCTION DE COMPOSITES STRUCTURAUX, DÉPÔT PYROLYTIQUE ET DENSIFICATION, ET MATÉRIAUX STRUCTURAUX

6-6.A. Équipement, ensembles et composants

1. Structures composites, stratifiés et leur fabrication, spécialement conçus pour l'« utilisation » dans les systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. ou dans les sous-systèmes visés par l'article 6-2.A. ou 6-20.A.
2. Composants pyrolysés resaturés (c.-à-d. carbone-carbone) ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour les systèmes de fusée; **et**
 - b. Utilisables dans les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.

6-6.B. Équipement d'essai et de production

1. Équipement de « production » de composites structuraux, de fibres, de préimprégnés ou de préformés, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. et composants et accessoires spécialement conçus pour ceux-ci, comme suit :
 - a. Machines pour le bobinage de filaments ou « machine pour le placement de fibres la pose de câbles de filaments » dont les mouvements de mise en position, de bobinage et d'enroulement des fibres peuvent être coordonnés et programmés selon trois axes ou plus, conçues pour la fabrication de structures composites ou de stratifiés à partir de matériaux fibreux ou filamenteux, et commandes de programmation et de coordination;
 - b. « Machines pour la pose de bandes » dont les mouvements de mise en position et de pose de bandes peuvent être coordonnés et programmés selon deux axes ou plus, conçues pour la fabrication de cellules et de structures de missiles en composites;

Notes techniques :

1. Une « bande de filaments » est un bandeau, un câble de filaments ou une fibre de largeur uniforme entièrement ou partiellement imprégné de résine. Les « bande de filaments » incluent celles qui sont enduites de poudre sèche adhérent à chaud.
2. « Les machines pour le placement de fibres la pose de câbles de filaments » et les « machines pour la pose de bandes » sont des machines qui exécutent des processus similaires et qui utilisent des têtes dont la position est commandée par ordinateur pour poser une ou plusieurs « bandes de filaments » sur un moule pour fabriquer une pièce ou une structure. Ces machines ont la capacité de couper puis de reprendre la pose de « bandes de filaments » individuels pendant le processus de pose.
3. Les « machines pour le placement de fibres la pose de câbles de filaments » ont la capacité de poser une ou plusieurs « bande de filaments » de largeurs inférieures ou égales à 25,4 mm. Cela renvoie à la largeur minimale du matériau que la machine peut poser, quelle que soit la capacité maximale de la machine.
4. Les « machines pour la pose de bandes » ont la capacité de poser une ou plusieurs « bandes de filaments » d'une largeur inférieure ou égale à 304,8 mm, mais ne peuvent pas poser de « bandes de filaments » d'une largeur égale ou inférieure à 25,4 mm. Cela renvoie à la largeur minimale du matériau que la machine peut poser, quelle que soit la capacité maximale de la machine.

- c. Machines à tisser multidimensionnelles et multi-directionnelles ou machines à entrelacer, y compris adaptateurs et ensembles de modification pour tisser, entrelacer ou tresser des fibres afin de fabriquer des structures composites;

Note :

L'article 6-6.B.1.c. ne vise pas la machinerie textile non modifiée pour les utilisations finales indiquées.

- d. Équipement conçu ou modifié pour la « production » de matériaux fibreux ou filamenteux, comme suit :
1. Équipement pour la transformation de fibres polymères (telles que polyacrylonitrile, rayonne ou polycarbosilane), y compris dispositif spécial pour étirer le fil pendant son chauffage;
 2. Équipement pour le dépôt en phase gazeuse d'éléments ou de composés sur des substrats filamenteux chauffés;
 3. Équipement pour l'extrusion par voie humide de céramiques réfractaires (telle que l'oxyde d'aluminium);
- e. Équipement conçu ou modifié pour le traitement de la surface des fibres spéciales ou pour la production de préimprégnés ou de préformés, dont rouleaux, tendeurs, équipement de revêtement, équipement de coupe et matrices clickers.

Note :

À l'alinéa 6-6.B.1., les composants et accessoires comprennent des moules, des mandrins, des matrices, des montages et des outillages pour la compression, la polymérisation, le moulage, le frittage ou le collage des structures composites ou stratifiés, et leurs produits manufacturés.

2. Tuyères spécialement conçues pour les procédés visés par l'article 6-6.E.3.
3. Presses isostatiques ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Pression maximale de fonctionnement égale ou supérieure à 69 MPa;
 - b. Capacité d'établir et de maintenir un environnement thermique contrôlé de 600°C ou plus; **et**
 - c. Cavité de travail d'un diamètre intérieur égal ou supérieur à 254 mm.
4. Fours pour dépôt chimique en phase vapeur, conçus ou modifiés pour la densification de composites carbone-carbone.
5. Dispositifs de commande de l'équipement et des procédés, autres que ceux visés par les articles 6-6.B.3. ou 6-6.B.4., conçus ou modifiés pour la densification et la pyrolyse de tuyères de fusée en composite structural et de coiffe de rentrée.

6-6.C. Matériaux

1. Préimprégnés en fibres imprégnées de résine et préformés en fibres recouverts de métal, pour les produits visés par l'article 6-6.A.1., fabriqués soit à partir d'une matrice organique ou d'une matrice métallique comportant des fibres ou des filaments de renfort ayant une « résistance spécifique à la traction » supérieure à $7,62 \times 10^4$ m et un « module spécifique » supérieur à $3,18 \times 10^6$ m.

Note :

Les seuls préimprégnés en fibres imprégnées de résine visés par l'article 6-6.C.1. sont ceux à base de résine ayant une température de transition vitreuse (Tg), après durcissement, supérieure à 145°C, déterminée conformément à la méthode D4065 de l'ASTM ou à une norme nationale équivalente.

Notes techniques :

1. À l'article 6-6.C.1. l'expression « résistance spécifique à la traction » désigne la résistance à la traction maximale en N/m^2 divisée par le poids spécifique en N/m^3 , mesurée à une température de $(296 \pm 2)K$ ($(23 \pm 2)^\circ C$) et à une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$.
2. À l'article 6-6.C.1. l'expression « module spécifique » désigne le module de Young en N/m^2 divisé par le poids spécifique en N/m^3 , à une température de $(296 \pm 2)K$ ($(23 \pm 2)^\circ C$) et à une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$.
2. Composants pyrolysés resaturés (c'est-à-dire carbone-carbone) ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour les systèmes de fusée; **et**
 - b. Utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.
3. Graphites en vrac à grain fin recristallisé (ayant une masse volumique apparente d'au moins $1,72 \text{ g/cm}^3$, mesurée à $15^\circ C$) et ayant une granulométrie de $100 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($100 \mu\text{m}$) ou moins, utilisables pour les tuyères de fusée et les coiffes de rentrée, qui peuvent être usinés pour obtenir les produits suivants :
 - a. Cylindres dont le diamètre est d'au moins 120 mm et dont la longueur est d'au moins 50 mm;
 - b. Tubes dont le diamètre intérieur est d'au moins 65 mm, dont l'épaisseur de la paroi est d'au moins 25 mm et dont la longueur est d'au moins 50 mm; **ou**
 - c. Blocs dont les dimensions sont d'au moins 120 mm x 120 mm x 50 mm.
4. Graphites pyrolytiques ou renforcés par des fibres, utilisables pour les tuyères de fusée et les coiffes de rentrée, pouvant servir avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.
5. Matériaux céramiques composites (ayant une constante diélectrique inférieure à 6 à des fréquences comprises entre 100 MHz et 100 GHz) pour utilisation dans les radomes de missiles utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.
6. Matériaux en céramique conçus pour les hautes températures comme suit :
 - a. Céramiques en vrac, renforcées de carbure de silicium, non oxydées, usinables, utilisables pour les coiffes d'ogives, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.;
 - b. Composites en carbure de silicium, renforcés, utilisables pour les coiffes d'ogives, véhicules de rentrée et volets de tuyère, utilisables dans les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.;
 - c. Matériaux céramiques composites usinables en vrac constitué d'une matrice de « céramique conçue pour les ultra hautes températures (UHTC) » ayant un point de fusion équivalent ou supérieur à $3000^\circ C$ et renforcé de fibres ou de filaments utilisables pour les composants de missile (comme les coiffes de missile, les véhicules de rentrée, les bords d'attaque, les aubes de déviation de jet, les gouvernes ou les parois de col de moteur-fusée) dans les systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

Note :

L'élément 6-6.C.6.c. ne régit pas les matériaux en « céramique conçue pour les ultra hautes températures (UHTC) » en forme non composite.

Note technique :

Les « céramiques conçues pour les ultra hautes températures (UHTC) » comprennent :

1. diaborure de titane (TiB_2);

2. *diaborure de zirconium (ZrB₂);*
3. *diaborure de niobium (NbB₂);*
4. *diaborure de hafnium (HfB₂);*
5. *diaborure de tantale (TaB₂);*
6. *carbure de titane (TiC);*
7. *carbure de zirconium (ZrC);*
8. *carbure de niobium (NbC);*
9. *carbure de hafnium (HfC);*
10. *carbure de tantale (TaC).*
7. Matériaux pour la fabrication de composants de missile dans les systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2, comme suit :
 - a. Tungstène et alliages sous forme de particules avec une teneur en tungstène d'au moins 97 % en poids et une taille de particules d'au plus 50×10^{-6} m (50 µm);
 - b. Molybdène et alliages sous forme de particules avec une teneur en molybdène d'au moins 97 % en poids et une taille de particules d'au plus 50×10^{-6} m (50 µm);
 - c. Tungstène sous forme solide ayant tout ce qui suit :
 1. N'importe laquelle des compositions suivantes :
 - a. Tungstène et alliages ayant une teneur en tungstène d'au moins 97 % en poids;
 - b. Tungstène infiltré de cuivre ayant une teneur en tungstène d'au moins 80 % en poids; **ou**
 - c. Tungstène infiltré d'argent ayant une teneur en tungstène d'au moins 80 % en poids; **et**
 2. Pouvant être usiné en n'importe lequel des produits suivants :
 - a. Des cylindres ayant un diamètre d'au moins 120 mm et une longueur d'au moins 50 mm;
 - b. Des tubes ayant un diamètre intérieur d'au moins 65 mm, une paroi dont l'épaisseur est d'au moins 25 mm, et une longueur d'au moins 50 mm; **ou**
 - c. Des blocs ayant une taille d'au moins 120 mm x 120 mm x 50 mm.
8. Aciers maraging, utilisables dans les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1., ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Ayant une résistance limite à la traction, mesurée à 20°C, égale ou supérieure à :
 1. 0,9 GPa au stade de recuit en solution; **ou**
 2. 1,5 GPa au stade de durcissement par précipitation; **et**
 - b. N'importe laquelle des formes suivantes :
 1. Tôles, plaques ou tubes ayant une épaisseur de paroi égale ou inférieure à 5,0 mm; **ou**
 2. Formes tubulaires ayant une épaisseur de paroi égale ou inférieure 50 mm et ayant un diamètre interne égal ou supérieur à 270 mm.

Note technique :

Les aciers maraging sont des alliages de fer :

- a. *Généralement caractérisés par un contenu élevé en nickel, un contenu en carbone inférieur ou égal à 0.03% en poids et par l'utilisation d'éléments de substitution ou de précipités pour produire un durcissement par vieillissement; et*
 - b. *L'exposition à des cycles de traitement thermique afin de faciliter la transformation martensitique (stade de recuit en solution) puis de durcissement par vieillissement (durcissement par précipitation).*
9. Aciers inoxydables duplex stabilisés au titane (Ti-DSS) utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1. et comportant tout ce qui suit :
- a. Ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une teneur en chrome de 17,0 à 23,0 % en poids et une teneur en nickel de 4,5 à 7,0 % en poids;
 2. Une teneur en titane supérieure à 0,10 % en poids; **et**
 3. Une microstructure ferrite-austénite (aussi appelée microstructure à deux phases) dans laquelle au moins 10 % en volume (déterminée conformément à la méthode E-1181-87 de l'ASTM ou à une méthode nationale équivalente) est de l'austénite; **et**
 - b. Ayant une des formes suivantes :
 1. Lingots ou barres ayant une taille de 100 mm ou plus dans chaque dimension;
 2. Feuilles d'une largeur de 600 mm ou plus et d'une épaisseur de 3 mm ou moins; **ou**
 3. Tubes de diamètre extérieur de 600 mm ou plus et à paroi de 3 mm ou moins d'épaisseur.

6-6.D. Logiciels

1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'exploitation ou la maintenance de l'équipement visé par l'article 6-6.B.1.
2. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'équipement visé par l'article 6-6.B.3., 6-6.B.4. ou 6-6.B.5.

6-6.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie relative au « développement », à la « production » ou à l'« utilisation » de l'équipement ou des « logiciels » visés par les articles 6-6.A., 6-6.B., 6-6.C. ou 6-6.D.
2. « Données techniques » (y compris les conditions de traitement) et méthodes de régulation de la température, des pressions ou de l'atmosphère des autoclaves et des hydroclaves lorsque ceux-ci sont utilisés pour la production de composites ou de composites en voie de formation, utilisables avec l'équipement ou les matériaux visés par l'article 6-6.A., ou 6-6.C.
3. « Technologie » pour la « production » de matériaux obtenus par pyrolyse, mis en forme sur un moule, un mandrin ou tout autre support, à partir de précurseurs gazeux qui se décomposent entre 1 300°C et 2 900°C, sous des pressions de 130 Pa (1 mm Hg) à 20 kPa (150 mm Hg), y compris « technologie » de formation de mélanges gazeux précurseurs, la mesure des débits et les séquences et les paramètres de commande des procédés.

6-7. RÉSERVÉ À UN USAGE FUTUR

6-8. RÉSERVÉ À UN USAGE FUTUR

6-9. INSTRUMENTATION, NAVIGATION ET RADIOGONIOMÉTRIE

6-9.A. Équipement, ensembles et composants

1. Systèmes d'instruments de pilotage intégrés comprenant des gyrostabilisateurs ou des pilotes automatiques, conçus ou modifiés pour être utilisés dans les systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2., et composants spécialement conçus à cette fin.
2. Compas gyro-astronomiques et autres dispositifs qui permettent d'obtenir la position et l'orientation par localisation automatique des corps célestes ou des satellites, et composants spécialement conçus à cette fin.
3. Accéléromètres linéaires, conçus pour être utilisés dans des systèmes de navigation à inertie ou dans des systèmes de guidage de tout type, utilisables dans les systèmes visés par les articles 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2., présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 - a. La « répétabilité » de « facteur d'échelle » inférieure à (meilleure que) 1 250 ppm; et
 - b. La « répétabilité » de « biais » inférieure à (meilleure que) 1 250 micro g.

Note :

L'alinéa 6-9.A.3. ne vise pas les accéléromètres qui sont spécialement conçus et développés comme capteurs MWD (technique de mesure pendant forage) pour utilisation dans des opérations de forage.

Notes techniques :

1. Le « biais » est défini comme étant la valeur indiquée par un accéléromètre en l'absence d'accélération.
2. Le « facteur d'échelle » est défini comme étant le rapport entre une modification à la sortie par rapport à une modification à l'entrée.
3. La mesure du « biais » et du « facteur d'échelle » se réfère à un écart moyen quadratique par rapport à une valeur d'étalonnage fixe sur une période d'un an.
4. La « répétabilité » est définie comme suit dans la norme 528-2001 de l'IEEE sur la terminologie des capteurs inertiels, au paragraphe 2.214 intitulé répétabilité (gyro, accéléromètres) de la section Définitions :

« L'étroitesse de la concordance entre des mesures répétées d'une même variable, effectuées dans les mêmes conditions de fonctionnement, quand des changements dans les conditions ou les périodes hors fonctionnement surviennent entre les mesures. »
4. Tous les types de gyroscopes utilisables dans les systèmes visés par les articles 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. avec une « stabilité » de « taux d'erreur » nominale de moins de 0,5 degré (1 sigma ou valeur efficace) par heure dans un environnement de 1 g, et composants spécialement conçus à cette fin.

Notes techniques :

1. Le « taux d'erreur » est défini comme la composante de la sortie du gyroscope, qui est fonctionnellement indépendante de la rotation d'entrée et est exprimée sous la forme d'une vitesse angulaire. (Norme 528-2001 de l'IEEE, alinéa 2.56)
2. La « stabilité » est définie comme une mesure de la capacité d'un mécanisme particulier à demeurer invariant (coefficient de performance) lors d'une exposition continue à une condition d'opération préétablie. (Cette définition ne s'applique ni à la dynamique ni à la stabilité d'un système asservi.) (Norme 528-2001 de l'IEEE, alinéa 2.247)

5. Accéléromètres ou gyroscopes de tout type, conçus pour fonctionner dans des systèmes de navigation de type inertiel ou dans des systèmes de guidage de tous types, conçus pour fonctionner à des niveaux d'accélération supérieurs à 100 g, et composants spécialement conçus à cette fin.

Note :

L'alinéa 6-9.A.5. ne comprend pas les accéléromètres qui sont conçus pour mesurer les vibrations ou les chocs.

6. « Équipement ou systèmes de mesure à inertie » se servant des accéléromètres visés aux articles 6-9.A.3. ou 6-9.A.5., ou des gyroscopes visés aux articles 6-9.A.4. ou 6-9.A.5., et systèmes intégrant un tel équipement, et composants spécialement conçus à cette fin.

Note :

L'article 6-9.A.6. comprend :

- a. les systèmes de référence d'assiette et de cap (AHRS);
- b. les gyrocompas;
- c. les unités de mesure inertielle (UMI);
- d. les systèmes de navigation par inertie (INS);
- e. les systèmes de référence par inertie (IRS);
- f. les unités de référence par inertie (IRU).

Note technique :

« L'équipement ou les systèmes de mesure inertiels » visés par l'article 6-9.A.6. incorporent des accéléromètres ou des gyroscopes pour mesurer les modifications de la vitesse et de l'orientation afin de déterminer ou de conserver le cap ou la position sans nécessiter un point de référence externe lorsque l'alignement est atteint.

7. « Systèmes d'instruments de navigation intégrés » conçus ou modifiés pour être utilisés dans les systèmes visés par les articles 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. et capables de fournir une précision de navigation de 200 m « ECP » ou moins.

Notes techniques :

1. Un « système d'instruments de navigation intégrés » comprend habituellement tous les composants suivants :
 - a. Un dispositif de mesure de l'inertie (par exemple, un système de référence d'assiette et de cap, un système de référence inertielle ou un système de navigation par inertie);
 - b. Un ou plusieurs capteurs externes utilisés pour la mise à jour de la position et/ou de la vitesse, soit périodiquement soit de façon continue pendant le vol (par exemple, récepteur de navigation par satellite, radioaltimètre et/ou radar Doppler); **et**
 - c. Logiciel et matériel d'intégration.
2. À l'article 6-9.A.7., l'« ECP » (écart circulaire probable ou erreur circulaire probable) mesure la précision, qu'on définit comme étant le rayon du cercle à l'intérieur duquel il existe une probabilité de 50 % qu'une mesure individuelle soit située.

N.B. :

Pour le « logiciel » d'intégration, voir l'article 6-9.D.4.

8. Capteurs de cap magnétiques à trois axes présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 - a. Compensation interne d'inclinaison en tangage (+/-90 degrés) et roulis (+/-180 degrés);

- b. Une précision d'azimut meilleure que (inférieure à) 0.5 degrés rms à une latitude de +/-80 degrés par rapport au champ magnétique local; **et**
- c. Conçu ou modifié pour intégration avec systèmes de commande de vol et de navigation.

Note :

Les systèmes de commande de vol et de navigation à l'article 6-9.A.8 comprennent les gyrostabilisateurs, les pilotes automatiques et les équipements à inertie.

6-9.B. Équipement d'essai et de production

- 1. « Équipement de production » et autre équipement d'essai, d'étalonnage et d'alignement, autre que ceux décrits à l'article 6-9.B.2., conçus ou modifiés pour être utilisés avec l'équipement visé à l'alinéa 6-9.A.

Note :

L'équipement visé à l'article 6-9.B.1. comprend :

- a. *Pour l'équipement gyrolaser, l'équipement suivant utilisé pour caractériser des miroirs, ayant la précision seuil indiquée ou une précision supérieure :*
 - 1. *Diffusiomètre (10 ppm);*
 - 2. *Réfectomètre (50 ppm);*
 - 3. *Profilomètre (5 angstroms);*
- b. *Pour les autres équipements à inertie :*
 - 1. *Appareil d'essai de l'unité de navigation par inertie (module IMU);*
 - 2. *Appareil d'essai de la plate-forme IMU;*
 - 3. *Support de manœuvre de l'élément stable de l'IMU;*
 - 4. *Support d'équilibrage de la plate-forme IMU;*
 - 5. *Poste d'essai d'accord du gyroscope;*
 - 6. *Poste d'équilibrage dynamique du gyroscope;*
 - 7. *Poste d'essai du moteur/rodage du gyroscope;*
 - 8. *Poste de remplissage et de vidage du gyroscope;*
 - 9. *Support centrifuge pour paliers de gyroscope;*
 - 10. *Poste d'alignement d'axe des accéléromètres;*
 - 11. *Poste d'essai des accéléromètres;*
 - 12. *Machines pour le bobinage de gyroscope à fibre optique.*
- 2. L'équipement suivant :
 - a. Des appareils d'équilibrage ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Incapables d'équilibrer des rotors ou des ensembles ayant une masse supérieure à 3 kg;
 - 2. Capables d'équilibrer des rotors ou des ensembles à des régimes supérieurs à 12 500 tr/min;
 - 3. Capables de corriger des déséquilibres dans deux plans ou plus; **et**
 - 4. Capables d'équilibrer jusqu'à un déséquilibre résiduel spécifique de 0,2 g mm par kg de masse de rotor;
 - b. Têtes indicatrices (parfois connues sous le nom d'instruments d'équilibrage) conçues ou modifiées pour être utilisées avec les appareils visés à l'article 6-9.B.2.a.;
 - c. Simulateurs de mouvement/tables de mouvement (équipement capable de simuler le mouvement) ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Deux axes ou plus;

2. Conçus ou modifiés pour incorporer des collecteurs à bagues rotatif ou des dispositifs sans contact intégrés capables de transférer le courant électrique, les signaux d'information, ou les deux; **et**
3. Ayant l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes :
 - a. Dans le cas d'un seul axe comportant tout ce qui suit :
 1. Capables de taux de 400 degrés/s ou plus, ou de 30 degrés/s ou moins; **et**
 2. Possédant une résolution égale ou inférieure à 6 degrés/s et une précision égale ou inférieure à 0,6 degré/s;
 - b. Ayant une stabilité dans les pires cas égale ou meilleure (inférieure) à plus ou moins 0,05% en moyenne sur 10 degrés ou plus; **ou**
 - c. Une « précision » de positionnement égale ou inférieure (meilleure) à 5 degrés d'arc seconde;
- d. Tables de positionnement (équipement capable d'un positionnement rotatif précis dans n'importe quel axe) ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Deux axes ou plus; **et**
 2. Possédant une précision de positionnement égale ou inférieure (meilleure) 5 degrés d'arc seconde;
- e. Centrifugeuses capables d'imprimer des accélérations supérieures à 100 g et conçues ou modifiées pour incorporer collecteurs à bagues rotatif ou des dispositifs sans contact intégrés capables de transférer du courant électrique, des signaux d'information, ou les deux.

Notes :

1. *Les seuls appareils d'équilibrage, têtes indicatrices, simulateurs de mouvement, tables de mouvement, tables de positionnement et centrifugeuses qui sont précisés dans la catégorie 6-9. sont ceux visés par l'article 6-9.B.2.*
2. *L'article 6-9.B.2.a. ne vise pas les appareils d'équilibrage conçus ou modifiés pour l'équipement dentaire ou d'autres équipements médicaux.*
3. *Les articles 6-9.B.2.c. et 6-9.B.2.d. ne visent pas les tables rotatives conçues ou modifiées pour les machines-outils ou les équipements médicaux.*
4. *Les tables de mouvement non visées par l'article 6-9.B.2.c. et ayant les caractéristiques d'une table de positionnement doivent être évaluées en fonction de l'article 6-9.B.2.d.*
5. *L'équipement qui présente les caractéristiques indiquées à l'article 6-9.B.2.d. et qui satisfait aux caractéristiques de l'article 6-9.B.2.c. est traité comme l'équipement visé à l'article 6-9.B.2.c.*
6. *L'article 6-9.B.2.c. s'applique, que les collecteurs à bagues rotatif ou des dispositifs sans contact intégrés soient installés ou non au moment de l'exportation.*
7. *L'article 6-9.B.2.e. s'applique, que les collecteurs à bagues rotatif ou des dispositifs sans contact intégrés soient installés ou non au moment de l'exportation.*

6-9.C. Matériaux

Aucun

6-9.D. Logiciels

1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » d'équipement visé par les articles 6-9.A. ou 6-9.B.
2. « Logiciels » d'intégration pour l'équipement visé par l'article 6-9.A.1.
3. « Logiciels » d'intégration conçus spécialement pour l'équipement visé par l'article 6-9.A.6.

4. « Logiciels » d'intégration conçus ou modifiés pour les « systèmes de navigation intégrés » visés par l'article 6-9.A.7.

Note :

Un type courant de « logiciel » d'intégration utilise le filtrage Kalman.

6-9.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de « logiciels » visés par les articles 6-9.A., 6-9.B. ou 6-9.D.

Note :

Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation d'équipement ou de « logiciels » visés par les articles 6-9.A. ou 6-9.D. qui font partie d'un aéronef piloté, d'un satellite, d'un véhicule terrestre, d'un véhicule maritime/bateau sous-marin, ou d'équipement d'étude géophysique, ou qui sont livrés en quantités appropriées au remplacement de pièces de ces applications.

6-10. COMMANDE DE VOL

6-10.A. Équipement, ensembles et composants

1. Systèmes de commande de vol pneumatiques, hydrauliques, mécaniques, électro-optiques ou électromécaniques (y compris systèmes de commande de vol électrique et de commande de vol optique) conçus ou modifiés pour les systèmes visés par l'article 6-1.A.
2. Équipement de commande d'assiette conçu ou modifié pour les systèmes visés par l'article 6-1.A.
3. Servo-valves de commande de vol conçues ou modifiées pour les systèmes visés par l'article 6-10.A.1. ou 6-10.A.2., et conçues et modifiées pour fonctionner dans un environnement de vibrations supérieures à 10 g (valeur efficace) comprise entre 20 Hz et 2 kHz.

Notes :

1. *Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation de systèmes, d'équipement ou de valves visés par l'article 6-10.A. qui font partie d'un aéronef piloté ou d'un satellite ou qui sont livrés en quantités appropriées au remplacement de pièces d'aéronefs pilotés.*
2. *Dans le cas des conversions d'aéronef piloté pour fonctionner comme véhicule aérien télépiloté précisé à l'article 6-1.A.2., l'article 6-10.A. comprend les systèmes, l'équipement et les valves conçus ou modifiés pour permettre le fonctionnement d'un aéronef piloté comme véhicule aérien télépiloté.*

6-10.B. Équipement d'essais et de production

1. Équipement d'essais, d'étalonnage et d'alignement conçu spécialement pour l'équipement visé par l'article 6-10.A.

6-10.C. Matériaux

Aucun

6-10.D. Logiciels

1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » d'équipement visé par les articles 6-10.A. ou 6-10.B.

Note :

Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation de « logiciels » visés par l'article 6-10.D.1. qui font partie d'un aéronef piloté ou d'un satellite ou qui sont livrés en quantités appropriées au remplacement de pièces d'aéronefs pilotés.

6-10.E. Technologie

1. « Technologie » de conception pour l'intégration du fuselage, du système de propulsion et des surfaces portantes de véhicules aériens, conçue ou modifiée pour les systèmes visés par l'article 6-1.A.2. ou 6-19.A.2., pour optimiser les performances aérodynamiques sur tout le régime de vol d'un véhicule aérien téléguidé.
2. « Technologie » de conception pour l'intégration des données de commande de vol, de guidage et de propulsion dans un système de gestion de vol, conçue ou modifiée pour les systèmes visés par l'article 6-1.A.1. ou 6-19.A.1., pour l'optimisation de la trajectoire du système de fusées.
3. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de « logiciels » visés par les articles 6-10.A., 6-10.B. ou 6-10.D.

6-11. AVIONIQUE

6-11.A. Équipement, ensembles et composants

1. Radars et « radars laser », y compris les altimètres, conçus ou modifiés pour utilisation dans les systèmes visés par l'article 6-1.A.

Note technique :

Les « radars laser » incorporent des techniques spécialisées de transmission, de balayage, de réception et de traitement des signaux pour l'utilisation de lasers pour la télémétrie par écho, la goniométrie et la discrimination des cibles à partir de l'emplacement, de la vitesse radiale et des caractéristiques de réflexion des corps.

2. Capteurs passifs pour déterminer des relèvements par rapport à des sources électromagnétiques particulières (équipement goniométrique) ou à des caractéristiques topographiques, conçus ou modifiés pour utilisation dans les systèmes visés par l'article 6-1.A.
3. Équipement de réception pour les systèmes de satellites de navigation possédant l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes, et leurs composants conçus spécialement :
 - a. Conçus ou modifiés pour utilisation dans les systèmes visés par l'article 6-1.A.;
ou
 - b. Conçus ou modifiés pour applications aériennes et possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Capables de fournir des données de navigation à des vitesses supérieures à 600 m/s;
 2. Utilisant un système de décryptage conçu ou modifié pour les services militaires ou gouvernementaux, permettant d'avoir accès aux signaux/données sécurisés d'un système de satellites de navigation; **ou**
 3. Conçus spécialement pour utiliser des caractéristiques antibrouillage (par exemple, antenne orientable antibrouillage ou antenne orientable électroniquement), pour fonctionner dans un environnement de contre-mesures actives ou passive.

Notes :

1. Les alinéas 6-11.A.3.b.2. et 6-11.A.3.b.3. ne visent pas l'équipement conçu pour les services de système de satellites de navigation commerciaux, civils ou de sauvegarde de la vie humaine (par exemple, intégrité des données, sécurité des vols).
2. À l'article 6-11.A.3., système de satellites de navigation comprend les systèmes de positionnement par satellites mondiale (GNSS; p. ex., GPS, GLONASS, Galileo ou BeiDou) et les systèmes de positionnement par satellites régionale (RNSS; p. ex., NavIC, QZSS).
4. Ensembles et composants électroniques, conçus ou modifiés pour être utilisés dans les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A. et conçus spécialement pour être utilisés à des fins militaire et à des températures supérieures à 125°C.

Note :

Les alinéas 6-11.A.1., 6-11.A.2., 6-11.A.3. et 6-11.A.4. comprennent :

- a. L'équipement topographique;
- b. L'équipement (numérique et analogique) de cartographie et de mise en corrélation de scènes;
- c. L'équipement de radar de navigation Doppler;
- d. L'équipement d'interféromètre passif;
- e. L'équipement de capteur d'imagerie (actif et passif).
5. Connecteurs ombilicaux et interétages conçus spécifiquement pour les systèmes précisés aux articles 6-1.A.1. ou 6-19.A.1.

Note :

À l'alinéa 6-11.A.5., les connecteurs interétages incluent aussi les connecteurs électriques installés entre les systèmes visés à l'alinéa 6-1.A.1. ou 6-19.A.1. et leur « charge utile ».

Note :

Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation d'équipement visé par l'article 6-11.A. faisant partie d'un aéronef piloté ou d'un satellite ou en quantités appropriées au remplacement de pièces d'aéronefs pilotés.

6-11.B.	Équipement d'essais et la production Aucun
6-11.C.	Matériaux Aucun
6-11.D.	Logiciels 1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de l'équipement visé par les articles 6-11.A.1., 6-11.A.2. ou 6-11.A.4. 2. « Logiciels » spécialement conçus pour l'« utilisation » de l'équipement visé par l'article 6-11.A.3.
6-11.E.	Technologie 1. « Technologie » de conception pour la protection des sous-systèmes avioniques et électriques contre les risques que constituent les impulsions électromagnétique (EMP) et le brouillage électromagnétique par des sources externes, comme suit : a. « Technologie » de conception pour les systèmes de blindage; b. « Technologie » de conception pour la configuration de circuits et sous-systèmes électriques blindés; c. « Technologie » de conception pour la détermination des critères de blindage des éléments ci-dessus.

2. « Technologie », selon la note de technologie générale, pour la « mise au point », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de « logiciels » visés par les articles 6-11.A. ou 6-11.D.

6-12. SOUTIEN DE LANCEMENT

6-12.A. Équipement, ensembles et composants

1. Appareils et dispositifs, conçus ou modifiés pour la manutention, la commande, l'activation et le lancement des systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

Note

Les appareils et dispositifs visés à l'alinéa 6-12.A.1. comprennent ceux qui sont installés sur un aéronef piloté ou un véhicule aérien sans équipage.

2. Véhicules conçus ou modifiés pour le transport, la manutention, la commande, l'activation et le lancement des systèmes visés par l'article 6-1.A.
3. Gravimètres ou gradiomètres de gravité conçus ou modifiés pour utilisation à bord d'un aéronef ou d'un navire, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., comme suit, et les composantes spécialement conçues :
 - a. Gravimètres qui possèdent toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une précision statique ou opérationnelle égale ou inférieure (meilleure) à 0,7 milligal (mgal); et
 2. Une « durée d'atteinte de la valeur d'équilibre » de deux minutes ou moins;

Note technique :

À l'article 6-12.A.3.a.2., la « durée d'atteinte de la valeur d'équilibre » (aussi désignée comme temps de réponse du gravimètre) est la période pendant laquelle les effets perturbants des accélérations induites par la plateforme (bruit haute fréquence) sont réduits.

- b. Gradiomètres.
4. Équipement de télémessure et de télécommande, y compris l'équipement au sol, conçu ou modifié pour les systèmes visés par les articles 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

Notes :

1. *L'article 6-12.A.4. ne vise pas l'équipement conçu ou modifié pour des aéronefs pilotés ou des satellites.*
2. *L'article 6-12.A.4. ne vise pas l'équipement au sol conçu ou modifié pour des applications terrestres ou marines.*
3. *L'article 6-12.A.4. ne vise pas l'équipement conçu pour des services de système de satellites de navigation commerciaux, civils ou de sauvegarde de la vie humaine (par exemple, intégrité des données, sécurité des vols).*
5. Systèmes de poursuite de précision utilisables avec des systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2., comme suit :
 - a. Systèmes de poursuite faisant appel à un transcodeur installés sur la fusée ou le véhicule aérien sans équipage conjointement avec des repères de surface ou aéroportés ou des systèmes de satellites de navigation, pour effectuer des mesures en temps réel de la position et de la vitesse en vol;
 - b. Radars de télémessure, y compris dispositifs de poursuite optiques/à infrarouge connexes, ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Résolution angulaire supérieur à 1.5 mrad;

2. Portée de 30 km ou plus avec résolution en distance supérieur à 10 m (valeur efficace); **et**
 3. Résolution en vitesse supérieur à 3 m/s.
6. Les piles thermiques conçues ou modifiées pour les systèmes décrits en 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

Note :

L'article 6-12.A.6. ne vise pas les piles thermiques spécialement conçues pour les systèmes de roquettes ou les véhicules aériens télépilotes qui ne peuvent offrir une autonomie d'au moins 300 km.

Note technique :

Les piles thermiques sont des piles jetables qui contiennent un sel inorganique, non conducteur, solide comme électrolyte. Ces piles renferment une matière pyrolytique, qui, lorsque enflammée, fait fondre l'électrolyte et active la pile.

- 6-12.B. Équipement d'essais et de production
Aucun
- 6-12.C. Matériaux
Aucun
- 6-12.D. Logiciels
1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de l'équipement visé par l'article 6-12.A.1.
 2. « Logiciels » pour le traitement des données après vol enregistrés permettant de déterminer la position de l'aéronef sur toute sa trajectoire de vol et spécialement conçus ou modifiés pour les systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.
 3. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » d'équipement visé par les articles 6-12.A.4. ou 6-12.A.5., utilisables avec des systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.
- 6-12.E. Technologie
1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'équipement ou des « logiciels » visés par les articles 6-12.A. ou 6-12.D.

6-13. ORDINATEURS

- 6-13.A. Équipement, ensembles et composants
1. Calculateurs analogiques, calculateurs numériques ou analyseurs différentiels numériques, conçus ou modifiés pour utilisation dans les systèmes visés par l'article 6-1.A. possédant une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner en continu à des températures allant de moins de -45°C à plus de +55°C; **ou**
 - b. Conçus pour être renforcés ou « insensibilisés au rayonnement ».
- 6-13.B. Équipement d'essais et de production
Aucun
- 6-13.C. Matériaux
Aucun

6-13.D. Logiciels

Aucun

6-13.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement visé par l'article 6-13.A.

Note :

Les gouvernements peuvent autoriser l'exportation d'équipement visé par 6-13. faisant partie d'un aéronef piloté ou d'un satellite ou en quantités appropriées au remplacement de pièces d'aéronefs pilotés.

6-14. CONVERTISSEURS ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

6-14.A. Équipement, ensembles et composants

1. Convertisseurs analogique/numérique utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., possédant l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour répondre aux spécifications militaires pour l'équipement renforcé;
ou
 - b. Conçus ou modifiés pour les utilisations militaires et étant d'un des types suivants :
 1. « Microcircuits » de conversion analogique/numérique qui sont « insensibilisés au rayonnement » ou qui présentent toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner à des températures allant de moins de -54°C à plus de +125°C; **et**
 - b. Hermétiquement scellés; **ou**
 2. Cartes ou modules de circuits imprimés de conversion analogique/numérique du type à entrée électrique, possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner à des températures allant de moins de -45°C à plus de +80°C; **et**
 - b. Équipés de « microcircuits » visés par l'article 6-14.A.1.b.1.

6-14.B. Équipement d'essais et de production

Aucun

6-14.C. Matériaux

Aucun

6-14.D. Logiciels

Aucun

6-14.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'équipement visé par l'article 6-14.A.

6-15. ÉQUIPEMENT ET INSTALLATIONS POUR LES ESSAIS

6-15.A. Équipement, ensembles et composants

Aucun

6-15.B. Équipement d'essais et de production

1. L'équipement pour les essais de vibrations, utilisable avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A. ou 6-20.A., et leurs composants, comme suit :

- a. Les « systèmes pour les essais de vibration intégrant un contrôleur numérique » et à rétroaction ou en boucle fermée, capables de faire vibrer un système à une accélération d'au moins 10 g (valeur efficace) entre 20 Hz et 2 kHz tout en exerçant des forces d'au moins 50 kN, mesurées sur « table nue »;

Note technique :

À l'alinéa 6-15.B.1.a., les « systèmes pour les essais de vibration intégrant un contrôleur numérique » sont les systèmes dont les fonctions sont partiellement ou entièrement contrôlées de façon automatique par des signaux électriques codés numériquement et stockés.

- b. Contrôleurs numériques, combinés à un « logiciel » pour essais de vibration spécialement conçu, dont la « largeur de bande à contrôle en temps réel » est supérieure à 5 kHz, et conçus pour être utilisés avec les systèmes visés à l'article 6-15.B.1.a.;

Note technique :

À l'alinéa 6-15.B.1.b., une « largeur de bande à contrôle en temps réel » est la vitesse maximale à laquelle un contrôleur peut exécuter des cycles complets d'échantillonnage, de traitement de données et de transmission de signaux de commande.

- c. Excitateurs de vibrations (tables de vibrations) avec ou sans amplificateurs connexes, capables d'exercer une force d'au moins 50 kN, mesurée sur « table nue », et utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-15.B.1.a.;
- d. Structures de soutien des éprouvettes et les appareils électroniques conçus pour combiner de multiples excitateurs de vibrations en un système d'excitation de vibration complet pouvant exercer une force efficace combinée d'au moins 50 kN, mesurée sur « table nue », et utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-15.B.1.a.
2. Installations d'essai aérodynamiques pour des vitesses de Mach 0,9 ou plus, utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A. ou 6-19.A. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A. ou 6-20.A.

Notes :

1. L'article 6-15.B.2. comprend les souffleries aérodynamiques et les souffleries à ondes de choc pour l'étude de la circulation de l'air autour des objets.
2. L'alinéa 6-15.B.2. ne vise pas les souffleries destinées à des vitesses de Mach 3 ou moins et dont la « taille en coupe transversale pour les essais » est égale ou inférieure à 250 mm.

Note technique :

La « taille en coupe transversale pour les essais » désigne le diamètre du cercle, la longueur du bord d'un carré, le plus long côté du rectangle ou l'axe principal d'une ellipse au point où la taille de la coupe est la plus longue. La « coupe transversale pour les essais » est la section perpendiculaire au sens de circulation de l'air.

3. Bancs d'essai utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A. ou 6-20.A., pouvant servir à l'essai de fusées ou de moteurs à propergol solide ou liquide d'une poussée de plus de 68 kN, ou pouvant mesurer simultanément sur trois axes les composantes de la poussée.
4. Chambres à atmosphère contrôlée suivantes, utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A. ou 6-19.A. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A. ou 6-20.A. :
 - a. Chambres à atmosphère contrôlée qui possèdent toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Capacité de simuler l'une ou l'autre des conditions de vol suivantes:
 - a. Altitude d'au moins 15 km; **ou**
 - b. Plage de températures de moins de -50° C à plus de +125° C; **et**
 2. Incorporant, ou conçues ou modifiées pour incorporer, une table de vibrations ou d'autres équipements pour les essais de vibrations pour produire des vibrations de 10 g (valeur efficace) ou plus, mesurées sur « table nue », entre 20 Hz et 2 kHz, tout en exerçant des forces d'au moins 5 kN;

Notes techniques :

1. *L'article 6-15.B.4.a.2. définit des systèmes capables de générer des vibrations à ondes simples (p. ex. une onde sinusoïdale) et des systèmes capable de générer une vibration aléatoire à bande large (c.-à-d. un spectre de puissance).*
2. *À l'article 6-15.B.4.a.2., conçues ou modifiées signifie que la chambre à atmosphère contrôlée fournit des interfaces appropriées (p. ex. dispositifs de scellement) pour incorporer une table de vibrations ou d'autres équipements pour les essais de vibrations comme spécifié dans cet article.*
- b. Chambres à atmosphère contrôlée capables de simuler toutes les conditions de vol suivantes :
 1. Environnements acoustiques à un niveau de pression sonore global de 140 dB ou plus (rapporté à 2×10^{-5} N/m²) ou à puissance acoustique nominale total de sortie de 4 kW ou plus; **et**
 2. L'une ou l'autre des conditions suivantes :
 - a. Altitude d'au moins 15 km; **ou**
 - b. Plage de températures allant de moins de -50° C à plus de +125° C.
5. Accélérateurs capables de fournir un rayonnement électromagnétique produit par effet Bremsstrahlung à partir d'électrons accélérés sous 2 MeV ou plus, et l'équipement contenant ces accélérateurs, utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A. ou 6-20.A.

Note :

L'alinéa 6-15.B.5. ne vise pas l'équipement spécialement conçu à des fins médicales.

6. Installations d'essais aérothermodynamiques, utilisables pour les systèmes visés par l'article 6-1.A.-ou 6-19.A. ou les sous-systèmes visés par l'article 6-2.A. ou 6-20.A., ayant l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes :
 - a. un système d'alimentation électrique d'une capacité équivalente ou supérieure à 5 MW;
 - b. une pression totale d'alimentation de gaz équivalente ou supérieure à 3 MPa.

Note :

L'alinéa 6-15.B.6., comprend les souffleries à jet de plasma et les tunnels à jet de plasma pour l'étude des effets thermiques et mécaniques de l'écoulement d'air sur des objets.

Note technique :

Dans l'alinéa 6-15.B. < table nue > désigne une table plate ou une surface sans installation ni équipement.

- 6-15.C. Matériaux
Aucun
- 6-15.D. Logiciels
 1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de l'équipement visé à l'article 6-15.B., utilisable aux fins d'essai des systèmes visés à l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. ou des sous-systèmes mentionnés à l'alinéa 6-2.A. ou 6-20.A.
- 6-15.E. Technologie
 1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de « logiciels » visés aux articles 6-15.B. ou 6-15.D.

6-16. MODÉLISATION/SIMULATION ET INTÉGRATION DE LA CONCEPTION

- 6-16.A. Équipement, ensembles et composants
 1. Ordinateurs hybrides (analogiques-numériques en combinaison) spécialement conçus aux fins de modélisation, de simulation ou d'intégration de conception de systèmes visés à l'article 6-1.A. ou des sous-systèmes visés à l'article 6-2.A.

Note :

La présente ne s'applique que lorsque l'équipement est fourni avec des « logiciels » visés à l'article 6-16.D.1.
- 6-16.B. Équipement d'essais et de production
Aucun
- 6-16.C. Matériaux
Aucun
- 6-16.D. Logiciels
 1. « Logiciels » spécialement conçus pour la modélisation, la simulation ou l'intégration de la conception des systèmes visés à l'alinéa 6-1.A. ou des sous-systèmes visés à l'alinéa 6-2.A. ou 6-20.A.

Note technique :

La modélisation comporte en particulier l'analyse aérodynamique et à l'analyse thermodynamique des systèmes.

6-16.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement ou de « logiciels » visés aux articles 6-16.A ou 6-16.D.

6-17. FURTIVITÉ

6-17.A. Équipement, ensembles et composants

1. Dispositifs permettant de réduire les variables observables comme la réflectivité radar, les signatures ultraviolettes/infrarouges et les signatures acoustiques (c.-à-d. technologie de la furtivité), pour des applications utilisables dans les systèmes visés à l'article 6-1.A. ou 6-19.A. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A. ou 6-20.A.

6-17.B. Équipement d'essais et de production

1. Systèmes spécialement conçus pour la mesure de la surface efficace radar, utilisables pour les systèmes visés à l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A.

6-17.C. Matériaux

1. Matériaux permettant de réduire les variables observables comme la réflectivité radar, les signatures ultraviolettes/infrarouges et les signatures acoustiques (c.-à-d. technologie de la furtivité) pour des applications utilisables dans les systèmes visés à l'article 6-1.A. ou 6-19.A., ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A.

Notes :

1. L'article 6-17.C.1. comprend les matériaux structural et les revêtements (y compris les peintures) spécialement conçus pour réduire ou personnaliser la réflectivité ou l'émissivité dans les bandes micro-ondes, infrarouge ou ultraviolet.
2. L'article 6-17.C.1. ne vise pas les revêtements (y compris les peintures) spécialement utilisés pour assurer la régulation thermique des satellites.

6-17.D. Logiciels

1. « Logiciels » spécialement conçus pour réduire les variables observables comme la réflectivité radar, les signatures ultraviolettes/infrarouges et les signatures acoustiques (c.-à-d. technologie de la furtivité) pour des applications utilisables pour les systèmes visés à l'article 6-1.A. ou 6-19.A., ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A.

Note :

L'article 6-17.D.1. comprend les « logiciels » spécialement conçus pour analyser la réduction de signatures.

6-17.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'équipement ou de « logiciels » visés aux articles 6-17.A., 6-17.B., 6-17.C. ou 6-17.D.

Note :

L'article 6-17.E.1. comprend les bases de données spécialement conçues pour l'analyse de la réduction de signatures.

6-18. PROTECTION CONTRE LES EFFETS NUCLÉAIRES

6-18.A. Équipement, ensembles et composants

1. « Microcircuits » « insensibles au rayonnement » permettant de protéger les systèmes de fusées et les véhicules aériens télépilotes, contre les effets nucléaires (p. ex. impulsions électromagnétiques (IEM), rayons X, effets de souffle et effets thermiques combinés), et utilisables dans le cas des systèmes visés à l'article 6-1.A.
2. « Détecteurs » spécialement conçus ou modifiés pour protéger les systèmes de fusées et les véhicules aériens télépilotes contre les effets nucléaires (p. ex. impulsions électromagnétiques (IEM), rayons X, effets de souffle et effets thermiques combinés), et utilisables dans le cas des systèmes visés à l'article 6-1.A.

Note technique :

Un « détecteur » est par définition, un dispositif mécanique, électrique, optique ou chimique qui identifie et enregistre automatiquement, ou enregistre un stimulus comme un changement de pression ou de température de l'environnement, un signal électrique ou électromagnétique ou un rayonnement émanant d'une matière radioactive. Sont compris dans cette définition les dispositifs de détection ponctuelle.

3. Radômes conçus pour résister à un choc thermique combiné supérieur à $4,184 \times 10^6 \text{ J/m}^2$, accompagné d'une surpression maximale supérieure à 50 kPa, utilisables pour protéger les systèmes de fusées et les véhicules aériens télépilotes contre les effets nucléaires (p. ex. impulsions électromagnétiques (IEM), rayons X, effets de souffle et effets thermiques combinés), et utilisables dans le cas des systèmes visés à l'article 6-1.A.

6-18.B. Équipement d'essais et de production

Aucun

6-18.C. Matériaux

Aucun

6-18.D. Logiciels

Aucun

6-18.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'équipement visé à l'article 6-18.A.

6-19. AUTRES SYSTÈMES DE LANCEURS COMPLETS

6-19.A. Équipement, ensembles et composants

1. Systèmes de fusées complets (y compris les missiles balistiques, les lanceurs spatiaux et les fusées sondes), non visés à l'article 6-1.A.1., d'une « portée » maximale égale ou supérieure à 300 km.
2. Systèmes complets de véhicules aériens télépilotes (y compris les missiles de croisière, les engins-cibles et drones de reconnaissance), non visés à l'article 6-1.A.2., d'une « portée » maximale égale ou supérieure à 300 km.
3. Systèmes complets de véhicules aériens sans équipage, non visés à l'article 6-1.A.2 ou 6-19.A.2, possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Qui présentent l'une des caractéristiques suivantes :

1. Système autonome de commande de vol et de navigation; **ou**
2. Vol contrôlé hors de la portée visuelle directe d'un opérateur humain; **et**
- b. Qui présentent l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Intégration d'un système/dispositif de pulvérisation d'aérosol, ayant une capacité supérieure à 20 litres; **ou**
 2. Conçus ou modifiés pour contenir un système/dispositif de pulvérisation d'aérosol, ayant une capacité supérieure à 20 litres.

Notes :

L'article 6-19.A.3. ne vise pas les modèles réduits d'avions spécialement conçus pour des fins récréatives ou de compétition.

Notes techniques :

1. *Un aérosol est une matière particulaire ou un liquide autre que le carburant, les sous-produits ou les additifs, qui forment la « charge utile » qui sera dispersée dans l'atmosphère. Les pesticides épandus sur les cultures et les poudres chimiques utilisés pour ensemercer les nuages sont des exemples d'aérosol.*
2. *Un système de pulvérisation d'aérosol contient tous ces dispositifs (mécaniques, électriques, hydrauliques, etc.) nécessaires pour le stockage et la dispersion de l'aérosol dans l'atmosphère. Cela inclut la possibilité d'une injection d'aérosol dans les gaz d'échappement de combustion et le souffle d'hélice.*

6-19.B. Équipement d'essais et de production

1. « Installations de production » spécialement conçues pour les systèmes visés à l'article 6-19.A.1 ou 6-19.A.2.

6-19.C. Matériaux

Aucun

6-19.D. Logiciels

1. « Logiciels » assurant la coordination de la fonction de plus d'un sous-système, spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » dans les systèmes visés aux articles 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

Note :

Dans le cas d'un aéronef avec pilote converti pour fonctionner comme un véhicule aérien télépiloté visés par l'article 6-19.A.2., l'article 6-19.D.1. comprend « logiciel » comme suit :

- a. *« Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour intégrer le matériel de conversion avec les fonctions du système d'aéronef;*
- b. *« Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour commander l'aéronef comme s'il s'agissait d'un véhicule aérien télépiloté.*

6-19.E. Technologie

1. « Technologie », selon la note générale sur la technologie pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » d'équipement visé aux articles 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

6-20. AUTRES SOUS-SYSTÈMES COMPLETS

6-20.A. Équipement, ensembles et composants

1. Sous-systèmes complets, comme suit :
 - a. Étages de lanceurs individuels, non visés à l'article 6-2.A.1., utilisables dans les systèmes visés à l'article 6-19.A.;

- b. Sous-systèmes de propulsion de fusées, non visés à l'article 6-2.A.1., utilisables dans les systèmes visés à l'article 6-19.A.1., comme suit :
 - 1. Moteurs fusées à propergol solide ou moteurs fusées hybrides ayant une impulsion totale égale ou supérieure à $8,41 \times 10^5$ Ns, mais de moins de $1,1 \times 10^6$ Ns;
 - 2. Moteurs fusées à propergol liquide ou à propergol gélifié intégrés, ou conçus ou modifiés pour être intégrés, dans un système de propulsion à propergol liquide ou à propergol gélifié ayant une impulsion totale égale ou supérieure à $8,41 \times 10^5$ Ns, mais de moins de $1,1 \times 10^6$ Ns.

6-20.B. Équipement d'essais et de production

- 1. « Installations de production » spécialement conçues pour les sous-systèmes visés à l'article 6-20.A.
- 2. « Équipement de production » spécialement conçu pour les sous-systèmes visés à l'article 6-20.A.

6-20.C. Matériaux

Aucun

6-20.D. Logiciels

- 1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour les systèmes visés à l'article 6-20.B.1.
- 2. « Logiciels » non spécifiés à l'article 6-2.D.2., spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de propulseurs moteurs-fusées visés à l'article 6-20.A.1.b.

6-20.E. Technologie

« Technologie », selon la note générale sur la technologie, pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'équipement ou des « logiciels » visés aux articles 6-20.A., 6-20.B. ou 6-20.D.

GROUPE 6 – DÉFINITIONS

Aux fins du Groupe 6, les définitions suivantes s'appliquent :

« Aide technique »

Peut prendre diverses formes, par exemple :

- instruction
- aptitudes
- formation
- connaissance pratique
- services de consultation

« Charge utile »

Masse totale qui peut être transportée par le système de fusées ou le véhicule aérien sans équipage spécifié et qui ne sert pas à maintenir le système ou le véhicule en vol.

Note :

Les équipements, sous-systèmes ou composants précis à inclure dans la « charge utile » dépendent du type et de la configuration du véhicule concerné.

Notes techniques :

1. *Missiles balistiques*

- a. *La « charge utile » des systèmes comportant des véhicules de rentrée qui se séparent comprend :*

1. *Les véhicules de rentrée, y compris :*
 - a. *L'équipement dédié de guidage, de navigation et de contrôle;*
 - b. *L'équipement dédié de contre-mesures;*
2. *Les munitions, quel qu'en soit le type (p. ex, explosif et non explosif);*
3. *Les structures de support et les mécanismes de déploiement des munitions (p. ex. servant à relier le véhicule de rentrée au véhicule gigogne/de post-propulsion ou à le séparer de ce véhicule) qui peuvent être enlevés sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule;*
4. *Les mécanismes et les dispositifs de mise en sécurité, d'armement, d'allumage ou de mise à feu;*
5. *Tout autre équipement de contre-mesures (p. ex. leurres, brouilleurs ou lance-paillettes) qui se sépare du véhicule gigogne/de post-propulsion;*
6. *Le véhicule gigogne/de post-propulsion ou le module de contrôle d'assiette/compensation de vitesse, excluant les systèmes/sous-systèmes essentiels au fonctionnement des autres étages.*

- b. *La « charge utile » des systèmes comportant des véhicules de rentrée qui ne se séparent pas comprend :*

1. *Les munitions, quel qu'en soit le type (p. ex, explosif et non explosif);*
2. *Les structures de support et les mécanismes de déploiement des munitions qui peuvent être enlevés sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule;*
3. *Les mécanismes et les dispositifs de mise en sécurité, d'armement, d'allumage ou de mise à feu;*
4. *Tout équipement de contre-mesures (p. ex. leurres, brouilleurs ou lance-paillettes) qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule.*

2. *Lanceurs spatiaux*

La « charge utile » comprend :

- a. Des engins spatiaux (simples ou multiples), notamment les satellites;*
- b. Des adaptateurs engin spatial lanceur, comprenant, le cas échéant, des moteurs d'apogée/périgée ou des systèmes similaires de manœuvre et des systèmes de séparation.*

3. Fusées-sondes

La « charge utile » comprend :

- a. L'équipement nécessaire pour une mission, tel que dispositifs de saisie, d'enregistrement ou de transmission de données pour les données spécifiques à la mission;*
- b. L'équipement de récupération (p. ex. parachutes) qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule.*

4. Missiles de croisière

La « charge utile » comprend :

- a. Les munitions, quel qu'en soit le type (p. ex. explosif et non explosif);*
- b. Les structures de support et les mécanismes de déploiement des munitions qui peuvent être enlevés sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule;*
- c. Les mécanismes et les dispositifs de mise en sécurité, d'armement, d'allumage ou de mise à feu;*
- d. Tout équipement de contre-mesures (p. ex. leurres, brouilleurs ou lance-paillottes) qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule;*
- e. Tout équipement d'altération de la signature qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule.*

5. Autres véhicules aériens télépilotés

La « charge utile » comprend :

- a. Les munitions, quel qu'en soit le type (p. ex. explosif et non explosif);*
- b. Les mécanismes et les dispositifs de mise en sécurité, d'armement, d'allumage ou de mise à feu;*
- c. Tout équipement de contre-mesures (p. ex. leurres, brouilleurs ou lance-paillottes) qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule;*
- d. Tout équipement d'altération de la signature qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule;*
- e. L'équipement nécessaire pour une mission, tels que dispositifs de saisie, d'enregistrement ou de transmission de données pour les données spécifiques à la mission et les structures de soutien qui peuvent être enlevées sans nuire à l'intégrité structurelle du véhicule;*
- f. L'équipement de récupération (p. ex. parachutes) qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule;*
- g. Les structures de support et mécanismes de déploiement des munitions pouvant être retirés sans compromettre l'intégrité structurelle du véhicule.*

« Développement »

Concept touchant toutes les phases précédant la « production », par exemple :

- conception
- recherche en matière de conception
- analyse en matière de conception

- établissement de concepts de conception
- assemblage et mise à l'essai de prototypes
- établissement de modèles de production à l'échelle pilote
- données de conception
- processus de transformation des données de conception en un produit
- conception de la configuration
- conception de l'intégration
- établissement de schémas

« Données techniques »

Peut prendre diverses formes, par exemple :

- plans détaillés
- plans
- schémas
- modèles
- formules
- algorithmes
- tableaux
- conceptions techniques et devis
- instructions et manuels écrits ou consignés sur d'autres supports ou dispositifs tels que :
 - disques
 - bandes
 - mémoires mortes

« Du domaine public »

« Logiciels » ou « technologie » mis à la disposition sans aucune restriction après la diffusion. (Les restrictions liées aux droits d'auteur n'empêchent pas que des « logiciels » ou une « technologie » soient « du domaine public ».)

« Équipement de production »

Outillage, modèles, gabarits, mandrins, moules, matrices, dispositifs de fixation, mécanismes d'alignement, équipement d'essai, autre machinerie et composants de machinerie, limités à ceux spécialement conçus ou modifiés pour la « mise au point » ou pour une ou plusieurs phases de « production ».

« Insensible au rayonnement »

Désigne un composant ou un équipement conçu pour résister ou évalué comme résistant à des niveaux de rayonnement équivalant ou excédant une dose d'irradiation totale de 5×10^5 rads (Si).

« Installations pour la production »

« Équipement de production » et « logiciels » connexes spécialement conçus, intégrés à des installations pour la « mise au point » d'une ou de plusieurs phases de « production ».

« Logiciels »

Ensemble d'un ou plusieurs « programmes » ou de « microprogrammes », disposés dans tout support d'expression matériel.

« Microcircuit »

Dispositif dans lequel un certain nombre d'éléments passifs et/ou actifs sont considérés comme associés de façon indivisible sur ou dans une structure continue, afin de fonctionner comme un circuit.

« Microprogrammes »

Séquence d'instructions élémentaires conservées dans une mémoire spéciale, dont l'exécution est assurée par l'introduction du registre d'instructions de référence correspondant.

« Précision »

Généralement mesuré en termes de manque de précision, défini comme étant l'écart maximal, positif ou négatif, d'une valeur indiquée par rapport à une norme acceptée ou vraie valeur.

« Portée »

Distance maximale que peut parcourir en vol stable un système de fusées ou un système de véhicules aériens télépilotés, mesurée en projetant la trajectoire du système sur la surface de la Terre.

Notes techniques :

1. *Lors de la détermination de la « portée », il est tenu compte de la capacité maximale basée sur les caractéristiques du système contenant une pleine charge de carburant ou de propergol.*
2. *La « portée » des systèmes de fusées et des systèmes de véhicules aériens est déterminée indépendamment de tout facteur externe, tel que restrictions opérationnelles, limitations imposées par les télémessures, liaisons de données et autres contraintes externes.*
3. *Pour les systèmes de fusées, on détermine la « portée » à partir de la trajectoire qui donne la portée maximale, en supposant une atmosphère type OACI et un vent nul.*
4. *Pour les systèmes de véhicules aériens télépilotés, on détermine la « portée » pour la distance aller seulement, en utilisant le profil de vol correspondant à la plus faible consommation de carburant (p. ex. vitesse de croisière et altitude) et en supposant une atmosphère type OACI et un vent nul.*

« Production »

Concept englobant toutes les phases de la production, par exemple :

- ingénierie de la production
- fabrication
- intégration
- assemblage (montage)
- inspection
- essai
- assurance de la qualité

« Programmes »

Séquence d'instructions visant à effectuer un procédé, présentées dans une forme exécutable par un ordinateur électronique ou pouvant être transformées en une telle forme.

« Recherche scientifique fondamentale »

Travaux expérimentaux ou théoriques entrepris principalement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les principes fondamentaux à l'origine des phénomènes ou des faits observables, non orientés principalement vers un but ou un objectif pratique précis.

« Technologie »

Renseignements précis nécessaires pour la « mise au point » la « production » ou l'« utilisation » d'un produit. Ces renseignements peuvent prendre la forme de « données techniques » ou d'« aide technique ».

« Utilisation »

Désigne :

- exploitation
- installation (y compris installation sur place)
- entretien
- réparation
- révision
- remise à neuf

GROUPE 6 – TERMINOLOGIE

Les termes suivants, lorsqu'ils apparaissent dans le Groupe 6, correspondent aux définitions ci-après :

- a. « Spécialement conçu »
 Décrit l'équipement, les pièces, les composants, les matériaux ou les « logiciels » qui, par suite d'une « mise au point », présentent des propriétés uniques qui les distinguent pour certaines utilisations prédéterminées. Par exemple, un composant d'équipement qui est « spécialement conçu » afin d'être utilisé dans un missile ne sera considéré comme tel que s'il ne présente aucune autre fonction ou aucun autre usage. De même, un composant d'équipement de fabrication qui est « spécialement conçu » pour produire un certain type de composant ne sera considéré comme tel que s'il n'est pas en mesure de produire d'autres types de composants.
- b. « Conçu ou modifié »
 Décrit l'équipement, les pièces ou les composants qui, par suite d'une « mise au point » ou d'une modification, présentent des propriétés précises les rendant appropriées à une application particulière. L'équipement, les pièces, les composants ou les « logiciels » « conçus ou modifiés » peuvent servir dans d'autres applications. Par exemple, une pompe recouverte de titane conçus pour un missile peut être utilisée avec des fluides corrosifs autres que des propegols.
- c. « Utilisable », « pouvant » ou « capable »
 Décrit l'équipement, les pièces, les composants ou les « logiciels » qui conviennent à une utilisation particulière. Il n'est pas nécessaire que l'équipement, les pièces, les composants, les matériaux ou les « logiciels » aient été configurés, modifiés ou spécifiés pour cette utilisation particulière. Par exemple, tout circuit de mémoire de spécification militaire serait « utilisable » dans un système de guidage.
- d. « Modifié » dans le contexte de « logiciel »
 Décrit un « logiciel » qui a été transformé volontairement de façon à comporter des propriétés le rendant approprié pour certaines utilisations ou dans certaines applications autres que celles pour lesquelles il a été « modifié ».

UNITÉS, CONSTANTES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS LE GROUPE 6

ABEC	Annular Bearing Engineers Committee
ABMA	American Bearing Manufactures Association
ANSI	American National Standards Institute
Angstrom	1×10^{-10} mètre
ASTM	American Society for Testing and Materials
Bar	unité de pression
°C	degrés Celsius
cc	Centimètre cube
CAS	Chemical Abstracts Service
dB	decibel
ECP	Erreur circulaire probable ou Écart circulaire probable
g	gramme; aussi, l'accélération de la gravité sur Terre
GHz	gigahertz
GNSS	Systèmes globaux de navigation par satellite ex. BeiDou Galileo GLONASS - Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema GPS - Global Positioning System
h	heure
Hz	hertz
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IR	Infrarouge
ISO	Organisation internationale de normalisation
J	joule
JIS	Japanese Industrial Standard
K	Kelvin
kg	kilogramme
kHz	kilohertz
km	kilomètre
kN	kilonewton
kPa	kilopascal
kW	kilowatt
m	mètre
MeV	un million d'électron-volts ou mega électron-volt
MHz	megahertz
Milligal	10^{-5} m/s^2 (aussi le mGal, mgal or milligalileo)
mm	millimètre
mm Hg	mm de mercure
MPa	megapascal
mrاد	milliradian
ms	milliseconde

µm	micromètre
N	newton
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
Pa	pascal
PBTH	polybutadiène à terminaisons hydroxy (PBTH);
Ppm	partie par million
Rads(Si)	unité de dose de radiation absorbée
RF	systèmes radiofréquence
Rms	valeur efficace
Rpm	unité de mesure de vitesse angulaire
RNSS	Systèmes de positionnement par satellites régionale ex. 'NavIC' – Système régional de navigation par satellite indien 'QZSS' – système de satellites Quasi Zenith
RV	véhicules de rentrée
s	seconde
Tg	température de transition vitreuse
Tyler	grandeur de maille Tyler, ou série standard de seive Tyler
UAV	véhicule aérien sans équipage
UV	ultra violet

CONVERSIONS UTILISÉES DANS LE GROUPE 6

Unit (de)	Unité (à)	Conversion
bar	pascal (Pa)	1 bar = 100 kPa
g (gravité)	m/s ²	1 g = 9,80665 m/s ²
mrad (millirad)	degrés (angle)	1 mrad ≈ 0,0573°
rads	ergs/gram of Si	1 rad (Si) = 100 ergs/gramme de silicone (= 0,01 gray [Gy])
Maille Tyler 250	mm	Une maille Tyler 250 possède une ouverture de 0,063 mm

GROUPE 7 – LISTE DE NON-PROLIFÉRATION DES ARMES CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

Notes :

1. Les termes placés entre « guillemets » sont des termes définis. Voir « Définitions s'appliquant au Groupe 7 ».
2. Aux articles 7-3. et 7-4., le chiffre entre parenthèses suivant le nom du composé chimique est le numéro de registre du Chemical Abstracts Service tel qu'il est répertorié dans le Chemical Abstracts Service Registry Handbook, publié par l'American Chemical Society, Washington (D.C.).
3. Les mélanges contenant une quantité quelconque d'agents/précurseurs chimiques inscrits aux tableaux 1A ou 1B de la Convention sur les armes chimiques (CAC) (articles 7-3.1. ou 7-3.2.) sont également contrôlés.
4. Les mélanges contenant une quantité supérieure à 10 % d'agents/précurseurs chimiques inscrits aux tableaux 2A ou 2B de la CAC (articles 7-3.3. ou 7-3.4.) sont contrôlés à moins que le produit chimique répertorié ne soit un ingrédient d'un produit identifié comme bien de consommation conditionné pour la vente au détail en vue d'être utilisé à des fins personnelles.
5. Les mélanges contenant une quantité supérieure à 30% d'agents/précurseurs chimiques inscrits aux tableaux 3A ou 3B de la CAC (articles 7-3.5. ou 7-3.6.) ou du groupe de l'Australie (article 7-4.) sont contrôlés à moins que le produit chimique répertorié ne soit un ingrédient d'un produit identifié comme bien de consommation conditionné pour la vente au détail en vue d'être utilisé à des fins personnelles.
6. L'article 7-3. est basé sur la Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication, du stockage et de l'emploi des armes chimiques et sur leur destruction (connue sous le nom de Convention sur les armes chimiques ou CAC). Les autres articles de ce groupe sont basés sur le Groupe de l'Australie (GA).

NUMÉROS DU REGISTRE DU CHEMICAL ABSTRACTS SERVICE (CAS) :

Les produits chimiques sont classés par nom, numéro de registre Chemical Abstracts Service (CAS) et annexe de la CAC (s'il y a lieu). Les produits chimiques ayant la même formule de structure (p. ex. hydrates, les formes isotopiquement marquées ou tous les stéréoisomères possibles) sont contrôlés quel que soit leur nom ou leur numéro de registre CAS. Les numéros de registre CAS sont indiqués pour pouvoir identifier si un produit chimique ou mélange particulier est contrôlé, sans tenir compte de la nomenclature. Toutefois, les numéros de registre CAS ne peuvent pas être utilisés en tant qu'identificateurs uniques dans tous les cas, car certaines formes du produit chimique classé ont des numéros de registre CAS différents, et les mélanges qui contiennent un produit chimique classé peuvent également avoir des numéros de registre CAS différents.

ÉQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS DE PRODUCTION DE PRODUITS CHIMIQUES A DOUBLE USAGE, ARMES CHIMIQUES, LOGICIELS ET TECHNOLOGIE CONNEXE

- 7-1. Équipement, assemblages et composants
Aucun
- 7-2. Équipements et installations de production

Notes :

1. Le but de ces contrôles ne doit pas être contourné par le transfert de produits non contrôlés qui contiennent un ou plusieurs composants contrôlés, lorsque le ou les composants contrôlés constituent l'élément principal du produit et qu'il est possible de l'enlever et de l'utiliser à d'autres fins.

N.B. :

Afin de décider si le ou les composants réglementés constituent l'élément principal de l'article, les gouvernements doivent prendre en compte des facteurs tels que la quantité, la valeur et le savoir-faire technologique, ainsi que d'autres circonstances particulières qui feraient de ce ou ces composants l'élément principal de l'article en question.

2. *L'objectif de ces contrôles ne doit pas être contourné par le transfert de toute une usine, à n'importe quelle échelle, qui a été conçue pour produire un agent chimique ou un précurseur chimique contrôlé par cette liste.*
3. *Les matériaux constitutifs des joints plats, des garnitures, des joints d'étanchéité, des rondelles et autres dispositifs assurant l'étanchéité ne déterminent pas le statut des articles quant au contrôle des articles énumérés ci-dessous, à la condition que ces matériaux soient interchangeables.*
4. *La phrase figurant au paragraphe 7-2.1. « ... toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques... » est entendue comme incluant toutes les opérations avec le ou les produits chimiques en contact avec les surfaces concernées : entre autres, la production, la consommation, le confinement, le stockage et/ou le transfert*

7-2.1. Récipients de réaction, réacteurs ou agitateurs, réservoirs de stockage, contenants ou réservoirs de récupération, échangeurs de chaleur ou condenseurs, colonnes de distillation ou d'absorption, valves, conduites à parois multiples, pompes, équipement de remplissage, incinérateurs et assemblages de réparation préfabriqués, comme ci-dessous :

- a. Récipients à réaction ou réacteurs, avec ou sans agitateur, d'un volume (géométrique) interne total supérieur à 0,1 m³ (100 l) et inférieur à 20 m³ (20 000 l), dont toute les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
 1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
 3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);
 4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
 5. Tantale ou ses alliages;
 6. Titane ou ses alliages;
 7. Zirconium ou ses alliages; **ou**
 8. Niobium (columbium) ou ses alliages.

N.B. :

Pour les assemblages de réparation préfabriqués et leurs composants spécialement conçus voir 7-2.1.k.

- b. Agitateurs conçus pour servir dans les récipients à réaction ou les réacteurs énumérés précédemment, ainsi que les hélices, lames ou les tiges conçus pour ces agitateurs; dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
 1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
 3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);

4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
 5. Tantale ou ses alliages;
 6. Titane ou ses alliages;
 7. Zirconium ou ses alliages; **ou**
 8. Niobium (columbium) ou ses alliages.
- c. Réservoirs de stockage, conteneurs ou récipients de récupération d'un volume (géométrique) interne total supérieur à 0,1 m³ (100 l), dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
 3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);
 4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
 5. Tantale ou ses alliages;
 6. Titane ou ses alliages;
 7. Zirconium ou ses alliages; **ou**
 8. Niobium (columbium) ou ses alliages.

N.B. :

Pour les assemblages de réparation préfabriqués et leurs composants spécialement conçus voir 7-2.1.1.

- d. Échangeurs de chaleur ou condenseurs, dont la surface de transfert de chaleur est supérieure à 0,15 m² et inférieure à 20 m², et tubes, plaques, serpentins ou blocs (cœurs), conçus pour de tels échangeurs de chaleur ou condenseurs, dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
 3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);
 4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
 5. Graphite ou carbone graphitique;
 6. Tantale ou ses alliages;
 7. Titane ou ses alliages;
 8. Zirconium ou ses alliages;
 9. Carbure de silicium;
 10. Carbure de titane; **ou**
 11. Niobium (columbium) ou ses alliages.

Note technique :

Le carbone graphitique est une composition renfermant du carbone amorphe et du graphite, dont la teneur massique en graphite est égale ou supérieure à 8 %.

- e. Colonnes de distillation ou d'absorption, d'un diamètre interne supérieur à 0,1 m, et distributeurs de liquides, distributeurs de vapeurs ou collecteurs de liquides conçus pour de telles colonnes, dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
 3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);
 4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
 5. Graphite ou carbone graphitique;
 6. Tantale ou ses alliages;
 7. Titane ou ses alliages;
 8. Zirconium ou ses alliages; **ou**
 9. Niobium (columbium) ou ses alliages.

Note technique :

Le carbone graphitique est une composition renfermant du carbone amorphe et du graphite, dont la teneur massique en graphite est égale ou supérieure à 8 %.

- f. Robinets (valves)
1. Robinets présentant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Taille nominales supérieure à DN 10 ou NPS 3/8;
 - b. Toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux de construction définis dans la note technique 1 de la présente entrée.
 2. Robinets, non visés au paragraphe 7-2.1.f.1., présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Taille nominale égale ou supérieure à DN 25 ou NPS 1 et égale ou inférieure à DN 100 ou NPS 4;
 - b. Corps de robinets ou revêtements de corps de robinets préformés;
 - c. Dispositif de fermeture interchangeable;
 - d. Toutes les parois des corps de robinets ou des revêtements de corps de robinets préformés qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux de construction définis dans la note technique 1 de la présente entrée.
 3. Composants, comme suit :
 - a. Corps de robinets conçus pour les robinets énoncés visés aux alinéas 7-2.1.f.1. ou 7-2.1.f.2., dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux de construction définis dans la note technique 1 de la présente entrée;
 - b. Revêtements de corps de robinets préformés conçus pour les robinets visés aux alinéas 7-2.1.f.1. ou 7-2.1.f.2., dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux de construction définis dans la note technique 1 de la présente entrée.

Note technique 1 :

Les matériaux de construction pour les robinets peuvent comprendre l'un ou l'autre des éléments suivants :

1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);
4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
5. Tantale ou ses alliages;
6. Titane ou ses alliages;
7. Zirconium ou ses alliages;
8. Niobium (columbium) ou ses alliages; **ou**
9. Céramiques comme suit :
 - a. Carbure de silicium d'une pureté de 80 % ou plus en poids;
 - b. Oxyde d'aluminium (alumine) d'une pureté de 99,9 % ou plus en poids;
ou
 - c. Oxyde de zirconium (zircone).

Note technique 2 :

La « taille nominale » est définie comme la valeur la plus faible entre les diamètres des orifices d'entrée et de sortie.

Note technique 3 :

Les dimensions métriques nominales (DN) des robinets sont conformes à la norme ISO 6708:1995. Les dimensions nominales des tubes (NPS) sont conformes à la norme ASME B36.10 ou B36.19, ou aux normes nationales équivalentes.

- g. Conduites à parois multiples comportant un orifice de détection des fuites, dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
 3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);
 4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
 5. Graphite ou carbone graphitique;
 6. Tantale ou ses alliages;
 7. Titane ou ses alliages;
 8. Zirconium ou ses alliages; **ou**
 9. Niobium (columbium) ou ses alliages.

Note technique :

Le carbone graphitique est une composition renfermant du carbone amorphe et du graphite, dont la teneur massique en graphite est égale ou supérieure à 8 %.

- h. Pompes à joints d'étanchéité multiples et pompes sans joints d'un débit nominal maximal supérieur à 0,6 m³/h, pompes à vide d'un débit nominal maximal supérieur à 5 m³/h (à température [273° K; 0°C] et pression [101,3 kPa] normales) ainsi que les boîtiers (corps de pompe), revêtements de corps de pompe préformés, têtes de pompe, rotors ou buses de pompe à jet conçus pour de telles pompes, dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement;
 3. Fluoropolymères (matériels polymériques ou élastomériques ayant une teneur massique en fluor supérieure à 35 %);
 4. Verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
 5. Graphite ou carbone graphitique;
 6. Tantale ou ses alliages;
 7. Titane ou ses alliages;
 8. Zirconium ou ses alliages;
 9. Céramique;
 10. Ferrosilicium (alliage de fer ayant une teneur élevée en silicium); **ou**
 11. Niobium (columbium) ou ses alliages.

Note technique 1 :

Le carbone graphitique est une composition renfermant du carbone amorphe et du graphite, dont la teneur massique en graphite est égale ou supérieure à 8 %.

Note technique 2 :

Les joints mentionnés dans cette réglementation entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques produits (ou sont conçus pour l'être), et assurent l'étanchéité là où un arbre d'entraînement rotatif ou alternatif passe à travers le corps d'une pompe.

- i. Équipement de remplissage commandé à distance, dont toutes les parois qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques sont faites des matériaux suivants :
1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 % ;
ou
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement.
- j. Les incinérateurs conçus pour détruire les agents de guerre chimiques, les précurseurs contrôlés ou les munitions chimiques, comportant des systèmes d'alimentation en déchets spécialement conçus, des dispositifs de manipulation spéciaux et une chambre de combustion fonctionnant à une température moyenne supérieure à 1 000°C, et dont toutes les parois du système d'alimentation en déchets qui entrent en contact avec les produits à incinérer sont faites ou recouvertes des matériaux suivants :
1. Nickel ou alliages ayant une teneur massique en nickel supérieure à 40 %;
 2. Alliages ayant des teneurs massiques en nickel et en chrome supérieures à 25 et 20 %, respectivement; **ou**
 3. Céramique.

- k. Assemblages de réparation préfabriqués et leurs composants spécialement conçus pour :
 - 1. être fixés mécaniquement à des cuves ou réacteurs de réaction revêtus de verre qui satisfont aux paramètres décrits au paragraphe 7-2.1.a.; **et**
 - 2. avoir des surfaces métalliques qui entrent en contact direct avec les produits chimiques et qui sont fabriqués à partir de tantale ou d'alliages de tantale.
- l. Assemblages de réparation préfabriqués et leurs composants spécialement conçus pour :
 - 1. être fixés mécaniquement à des réservoirs de stockage, conteneurs ou récipients de récupération revêtus de verre qui satisfont aux paramètres décrits au paragraphe 7-2.1.c.; **et**
 - 2. avoir des surfaces métalliques qui entrent en contact direct avec les produits chimiques et qui sont fabriqués à partir de tantale ou d'alliages de tantale.

Note technique :

Pour les matériaux mentionnés aux alinéas 7-2.1.a. à 7-2.1.l., le terme alliage, quand il n'est pas accompagné d'une teneur élémentaire spécifique, doit être interprété comme un alliage du métal dont la teneur est la plus importante en poids.

Protocole d'entente :

L'article 7-2. ne s'applique pas à l'équipement spécialement conçu pour être utilisé dans des applications civiles (par exemple la transformation des aliments, le traitement des pâtes et du papier ou la purification de l'eau, etc.) et qui, en raison de sa conception, ne convient pas au stockage, au traitement, à la production ou au transport et à la régulation du débit d'agents chimiques ou d'un précurseur chimique répertorié aux articles 7-3. ou 7-4.

7-2.2. Supprimé.

N.B. :

Pour l'équipement de remplissage télécommandé, voir le 7-2.1.i.

7-2.3. Supprimé.

N.B. :

Pour les incinérateurs, voir le 7-2.1.j.

7-2.4. Moniteurs et systèmes de surveillance des gaz toxiques, et leurs composants de détection comme suit : détecteurs, capteurs, cartouches remplaçables et logiciels dédiés à un tel équipement

- a. Conçus pour le fonctionnement en continu et pouvant être utilisés pour détecter des agents de guerre chimiques ou des précurseurs contrôlés par le Groupe d'Australie, avec une « limite minimale de détection » de moins de 0,3 mg/m³; **ou**
- b. Conçus pour détecter les substances possédant une activité d'inhibition de la cholinestérase.

Note technique 1 :

La « limite minimale de détection » des moniteurs ou systèmes de surveillance des gaz toxiques est la concentration détectable la plus basse de la substance à analyser requise pour produire un signal supérieur à trois fois l'écart type du signal du moniteur ou du système de surveillance des gaz toxiques lors de la mesure d'un échantillon vierge.

Dans le cas de moniteurs ou systèmes de surveillance des gaz toxiques dotés d'une zone morte ou d'une suppression programmée des zéros, la « limite minimale de détection » est la concentration détectable la plus basse requise pour produire une lecture.

(L'article 7-2. s'applique à toutes les destinations à l'exception de l'Allemagne, l'Argentine, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, la Bulgarie, la Corée du Sud, la Croatie, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Inde, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, la Malte, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République Chypre, la République tchèque, la République slovaque, la Roumanie, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse, la Turquie et l'Ukraine.)

7-3. Matières de la CAC

(Toutes les destinations s'appliquent à tous les articles inscrits dans 7-3)

1. Produits chimiques toxiques du tableau 1A de la CAC :
 - a. Alkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphonofluoridates de O-alkyle (égal ou inférieur à C10, y compris cycloalkyle);
ex. Sarin : méthylphosphonofluoridate de O-isopropyle (CAS 107-44-8);
Soman : méthylphosphonofluoridate de O-pinacolyle (CAS 96-64-0);
 - b. N,N-dialkyl (Me, Et, n- ou i-Pr) phosphoramidocyanidates de O-alkyle (égal ou inférieur à C10, y compris cycloalkyle);
ex. Tabun : N,N-diméthylphosphoramidocyanidate de O-éthyle (CAS 77-81-6);
 - c. Alkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphonothioates de O-alkyle (H ou égal ou inférieur à C10, y compris cycloalkyle) et de S-2-dialkyl(Me, Et, n-Pr ou i-Pr)aminoéthyle et les sels alkylés ou protonés correspondants;
ex. VX : méthylphosphonothioate de O-éthyle et de S-2-diisopropylaminoéthyle (CAS 50782- 69-9);
 - d. **Moutardes au soufre :**
Sulfure de 2-chloroéthyle et de chlorométhyle (CAS 2625-76-5);
Gaz moutarde : sulfure de bis(2-chloroéthyle) (CAS 505-60-2);
Bis(2-chloroéthylthio)méthane (CAS 63869-13-6);
Sesquimoutarde : 1,2-bis(2-chloroéthylthio)éthane (CAS 3563-36-8);
1,3-Bis(2-chloroéthylthio)-n-propane, (CAS 63905-10-2);
1,4-Bis(2-chloroéthylthio)-n-butane, (CAS 142868-93-7);
1,5-Bis(2-chloroéthylthio)-n-pentane, (CAS 142868-94-8);
Oxyde de bis(2-chloroéthylthiométhyle), (CAS 63918-90-1);
Moutarde-O : Oxyde de bis (2-chloroéthylthioéthyle), (CAS 63918-89-8);
 - e. **Lewisites :**
Lewisite 1 : 2-chlorovinylidichlorarsine, (CAS 541-25-3);
Lewisite 2 : bis(2-chlorovinyl)chlorarsine, (CAS 40334-69-8);
Lewisite 3 : tris(2-chlorovinyl)arsine, (CAS 40334-70-1);
 - f. **Moutardes à l'azote :**
HN1 : bis(2-chloroéthyl)éthylamine, (CAS 538-07-8);
HN2 : bis(2-chloroéthyl)méthylamine, (CAS 51-75-2);
HN3 : tris(2-chloroéthyl)amine, (CAS 555-77-1);
 - g. Saxitoxine, (CAS 35523-89-8);

- h. Ricine, (CAS 9009-86-3);
 - i. Phosphonamidofluoridates de P-alkyle (H ou $\leq C_{10}$, y compris cycloalkyle) N-(1-(dialkyle ($\leq C_{10}$, y compris cycloalkyle)amino))alkylidène(H ou $\leq C_{10}$, y compris cycloalkyle) et les sels alkylés ou protonés correspondants;
 - ex. Phosphonamidofluoridate de P-décyle N-(1-(di-n-décylamino)-n-décylidène) (2387495-99-8);
Phosphonamidofluoridate de méthyl-(1-diéthylamino)éthylidène) (CAS 2387496-12-8);
 - j. Phosphoramidofluoridates de O-alkyle (H ou $\leq C_{10}$, y compris cycloalkyle) N-(1-(dialkyle ($\leq C_{10}$, y compris cycloalkyle)amino))alkylidène(H ou $\leq C_{10}$, y compris cycloalkyle) et les sels alkylés ou protonés correspondants
 - ex. Phosphoramidofluoridate de O-n-décyle N-(1-(di-n-décylamino)-n-décylidène) (CAS 2387496-00-4);
Phosphoramidofluoridate de méthyl (1-(diéthylamino)éthylidène) (CAS 2387496-04-8);
Phosphoramidofluoridate d'éthyl (1-(diéthylamino)éthylidène) (CAS 2387496-06-0);
 - k. (Bis(diéthylamino)méthylène)phosphonamidofluoridate de méthyle (CAS 2387496-14-0);
 - l. Carbamates (quaternaires et biquaternaires de diméthylcarbamoyloxypyridines)

Quaternaires de diméthylcarbamoyloxypyridines :

1-[N,N-Dialkyl($C \leq 10$)-N-(n-(hydroxyl, cyano, acétoxy)alkyl($C \leq 10$)) ammonio]-n-[N-(3-diméthylcarbamoyl- α -picoliny)-N,N-dialkyl($C \leq 10$) ammonio]décane dibromide (n=1-8);

 - ex. 1-[N,N-Diméthyl-N-(2-hydroxy)éthylammonio]-10-[N-(3-diméthylcarbamoyl- α -picoliny)-N,N-diméthylammonio]décane dibromide (CAS 77104-62-2);

Biquaternaires de diméthylcarbamoyloxypyridines :

1,n-Bis[N-(3-diméthylcarbamoyl- α -picolyl)-N,Ndialkyl($C \leq 10$) ammonio]-alkane-(2,(n-1)-dione) dibromide (n=2-12);

 - ex. 1,10-Bis[N-(3-diméthylcarbamoyl- α -picolyl)-N-éthyl- N-méthylammonio]-décane-2,9-dione dibromide (CAS 77104-00-8).
2. Précurseurs du tableau 1B de la CAC :
 - a. Difluorures d'alkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphonyle;
 - ex. DF : difluorure de méthylphosphonyle (CAS 676-99-3);
Difluorure d'éthylphosphonyle (CAS 753-98-0);
 - b. Alkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphonites de O-alkyle (H ou égale ou inférieur à C_{10} , y compris cycloalkyle) et de O-2-dialkyl(Me, Et, n-Pr ou i-Pr)aminoéthyle et les sels alkylés ou protonés correspondants;
 - ex. QL : méthylphosphonite de O-éthyle et de O-2-diisopropylaminoéthyle, (CAS 57856-11-8);
 - c. Chlorosarin : méthylphosphonochloridate de O-isopropyle, (CAS 1445-76-7);
 - d. Chlorosoman : méthylphosphonochloridate de O-pinacolyle, (CAS 7040-57-5).
 3. Produits chimiques toxiques du tableau 2A de la CAC :
 - a. Amiton : phosphorothioate de O,O-diéthyle et de S-[2-(diéthylamino)éthyle], (CAS 78-53-5) et les sels alkylés ou protonés correspondants;
 - b. PFIB : 1,1,3,3,3-pentafluoro-2-(trifluorométhyl)-1-propène, (CAS 382-21-8);

- c. BZ : benzilate de 3-quinuclidinyle, (CAS 6581-06-2).
- 4. Précurseurs du tableau 2B de la CAC :
 - a. Produits chimiques, sauf ceux qui sont répertoriés aux articles 7-3.1. ou 7-3.2., contenant un atome de phosphore auquel est lié un groupe méthyle, éthyle ou propyle (normal ou iso), sans autre atome de carbone. Ex :
 - 1. Méthylphosphonate de diméthyle, (CAS 756-79-6);
 - 2. Dichlorure de méthylphosphonyle, (CAS 676-97-1);

Note :

Cet article ne couvre pas le fonofos : éthylphosphonothiolothionate de O-éthyle et de S-phényle (CAS 944-22-9).

- b. Dihalogénures N,N-dialkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphoramidiques;
- c. N,N-Dialkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr)phosphoramidates de dialkyle(Me, Et, n-Pr ou i-Pr);
- d. Trichlorure d'arsenic, (CAS 7784-34-1);
- e. Acide benzilique : Acide 2,2-diphényl-2-hydroxyacétique, (CAS 76-93-7);
- f. Quinuclidin-3-ol, (CAS 1619-34-7);
- g. Chlorures de N,N-dialkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr)aminoéth-2-yle et sels protonés correspondants;
- h. N,N-dialkyl(Me, Et, n-Pr ou i-Pr)aminoéthan-2-ol et sels protonés correspondants;

Note :

Cet article ne couvre pas :

- a. *N,N-Diméthylaminoéthanol, (CAS 108-01-0), et sels protonés correspondants;*
- b. *N,N-Diéthylaminoéthanol, (CAS 100-37-8) et sels protonés correspondants;*
- i. N,N-dialkyl(Me, Et, n-Pr or i-Pr)aminoéthane-2-thiol et les sels protonés correspondants;
- j. Thiodiglycol : sulfure de bis(2-hydroxyéthyle), (CAS 111-48-8);
- k. Alcool pinacolique : 3,3-diméthylbutan-2-ol, (CAS 464-07-3).
- l. 2-(Diisopropylamino)éthanethiol, chlorhydrate (1:1) (41480-75-5)

Note :

L'alinéa 7-3.4 comprend, sans s'y limiter, les produits chimiques suivants :

- a. *Chlorure de N,N-diisopropyl-2-aminoéthyle (CAS 96-79-7);*
- b. *N,N-Diisopropyl-2-aminoéthanethiol (CAS 5842-07-9);*
- c. *Éthylphosphonate de diéthyle (CAS 78-38-6);*
- d. *N,N-Diméthylphosphoramidate de diéthyle (CAS 2404-03-7);*
- e. *Dichlorure d'éthylphosphinyle (CAS 1498-40-4);*
- f. *Dichlorure d'éthylphosphonyle (CAS 1066-50-8);*
- g. *Dichlorure de méthylphosphinyle (CAS 676-83-5);*
- h. *N,N-Diisopropyl-2-aminoéthanol (CAS 96-80-0);*
- i. *Méthylphosphonite de diéthyle (CAS 15715-41-0);*
- j. *Éthylphosphonate de diméthyle (CAS 6163-75-3);*
- k. *Difluorure d'éthylphosphinyle (CAS 430-78-4);*
- l. *Difluorure de méthylphosphinyle (CAS 753-59-3);*
- m. *Chlorhydrate de chlorure de N,N-diisopropyl-2-aminoéthyle (CAS 4261-68-1);*
- n. *Acide méthylphosphonique (CAS 993-13-5);*
- o. *Méthylphosphonate de diéthyle (CAS 683-08-9);*

- p. Dichlorure de N,N-diméthylaminophosphoryle (CAS 677-43-0);*
- q. Dichlorure méthylphosphonothioïque (CAS 676-98-2).*
- 5. Produits chimiques toxiques du tableau 3A de la CAC :
 - a. Phosgène : Dichlorure de carbonyle, (CAS 75-44-5);
 - b. Chlorure de cyanogène, (CAS 506-77-4);
 - c. Cyanure d'hydrogène, (CAS 74-90-8);
 - d. Chloropicrine : trichloronitrométhane, (CAS 76-06-2).
- 6. Précurseurs du tableau 3B de la CAC :
 - a. Oxychlorure de phosphore, (CAS 10025-87-3);
 - b. Trichlorure de phosphore, (CAS 7719-12-2);
 - c. Pentachlorure de phosphore, (CAS 10026-13-8);
 - d. Phosphite de triméthyle, (CAS 121-45-9);
 - e. Phosphite de triéthyle, (CAS 122-52-1);
 - f. Phosphite de diméthyle, (CAS 868-85-9);
 - g. Phosphite de diéthyle, (CAS 762-04-9);
 - h. Monochlorure de soufre, (CAS 10025-67-9);
 - i. Dichlorure de soufre, (CAS 10545-99-0);
 - j. Chlorure de thionyle, (CAS 7719-09-7);
 - k. Ethyldiéthanolamine, (CAS 139-87-7);
 - l. Méthyldiéthanolamine, (CAS 105-59-9);
 - m. Triéthanolamine, (CAS 102-71-6).

7-4. Matières du GA

- 1. Produits chimiques précurseurs d'armes chimiques, comme ci-dessous :
 - a. 3-Hydroxy-1-méthylpipéridine, (CAS 3554-74-3);
 - b. Fluorure de potassium, (CAS 7789-23-3);
 - c. 2-Chloroéthanol, (CAS 107-07-3);
 - d. Diméthylamine, (CAS 124-40-3);
 - e. Chlorhydrate de diméthylamine, (CAS 506-59-2);
 - f. Fluorure d'hydrogène, (CAS 7664-39-3);
 - g. Benzilate de méthyle, (CAS 76-89-1);
 - h. 3-Quinuclidone, (CAS 3731-38-2);
 - i. Pinacolone, (CAS 75-97-8);
 - j. Cyanure de potassium, (CAS 151-50-8);
 - k. Bifluorure de potassium, (CAS 7789-29-9);
 - l. Bifluorure d'ammonium, (CAS 1341-49-7);
 - m. Bifluorure de sodium, (CAS 1333-83-1);
 - n. Fluorure de sodium, (CAS 7681-49-4);
 - o. Cyanure de sodium, (CAS 143-33-9);
 - p. Pentasulfure de phosphore (CAS 1314-80-3);
 - q. Diisopropylamine, (CAS 108-18-9);
 - r. Diéthylaminoéthanol, (CAS 100-37-8);
 - s. Sulfure de sodium, (CAS 1313-82-2);
 - t. Chlorhydrate de triéthanolamine, (CAS 637-39-8);
 - u. Phosphite de triisopropyle, (CAS 116-17-6);

- v. Phosphorothioate de O,O-diéthyle, (CAS 2465-65-8);
- w. Phosphorodithioate de O,O-diéthyle, (CAS 298-06-6);
- x. Hexafluorosilicate de sodium, (CAS 16893-85-9);
- y. Diéthylamine (CAS 109-89-7);
- z. Dichlorophosphate de méthyle (CAS 677-24-7);
- aa. Dichlorophosphate d'éthyle (CAS 1498-51-7);
- bb. Difluorophosphate de méthyle (CAS 22382-13-4);
- cc. Difluorophosphate d'éthyle (CAS 460-52-6);
- dd. Chlorophosphite de diéthyle (CAS 589-57-1);
- ee. Chlorofluorophosphate de méthyle (CAS 754-01-8);
- ff. Chlorofluorophosphate d'éthyle (CAS 762-77-6);
- gg. N,N-diméthylformamidine (CAS 44205-42-7);
- hh. N,N-diéthylformamidine (CAS 90324-67-7);
- ii. N,N-dipropylformamidine (CAS 48044-20-8);
- jj. N,N-diisopropylformamidine (CAS 857522-08-8);
- kk. N,N-diméthylacétamidine (CAS 2909-14-0);
- ll. N,N-diéthylacétamidine (CAS 14277-06-6);
- mm. N,N-dipropylacétamidine (CAS 1339586-99-0);
- nn. N,N-diméthylpropanamidine (CAS 56776-14-8);
- oo. N,N-diéthylpropanamidine (CAS 84764-73-8);
- pp. N,N-dipropylpropanamidine (CAS 1341496-89-6);
- qq. N,N-diméthylbutanamidine (CAS 1340437-35-5);
- rr. N,N-diéthylbutanamidine (CAS 53510-30-8);
- ss. N,N-dipropylbutanamidine (CAS 1342422-35-8);
- tt. N,N-diisopropylbutanamidine (CAS 1315467-17-4);
- uu. N,N-diméthylisobutanamidine (CAS 321881-25-8);
- vv. N,N-diéthylisobutanamidine (CAS 1342789-47-2);
- ww. N,N-dipropylisobutanamidine (CAS 1342700-45-1);
- xx. Dipropylamine (CAS 142-84-7);
- yy. 1,1,3,3-tetraéthylguanidine (CAS 13439-87-7).

7-5. Logiciels

Les contrôles sur le transfert de « logiciels » ne s'applique que dans les cas spécifiquement indiqués à l'article 7-2 ci-haut, et ne s'appliquent pas aux « logiciels » qui :

1. Sont couramment à la disposition du public du fait qu'ils sont :
 - a. Vendus directement sur stock, sans restriction, à des points de vente au détail :
 1. En magasin;
 2. Par correspondance;
 3. Par transaction électronique; **ou**
 4. Par téléphone; **et**
 - b. Conçus pour être installés par l'utilisateur sans assistance ultérieure importante de la part du fournisseur; **ou**
2. « Relèvent du domaine public ».

7-6. Technologie

« Technologie », y compris les permis, directement reliée aux :

- agents de guerre chimiques visés dans l'article 7-3;
- précurseurs contrôlés visés dans l'article 7-4; **et**
- équipements à double usage visés dans l'articles 7-2.

Sont compris ici :

- a. le transfert de « technologie » (« données techniques ») par tout moyen, y compris sur des supports électroniques, par fax ou téléphone;
- b. le transfert de « technologie » sous la forme de « soutien technique ».

Notes :

- 1. *Les contrôles sur la « technologie » ne s'appliquent pas à l'information faisant partie « du domaine public » ou de la « recherche fondamentale » ou à l'information minimale nécessaire aux demandes de brevet.*
- 2. *Ces contrôles ne s'appliquent pas à la « technologie » représentant le minimum nécessaire à l'installation, au fonctionnement, à l'entretien et à la réparation des produits contrôlés dont l'exportation a été autorisée.*

MATÉRIELS BIOLOGIQUES À DOUBLE USAGE, AGENTS BIOLOGIQUES, LOGICIELS ET TECHNOLOGIES CONNEXES

7-11. Équipement, assemblages et composants

Aucun

7-12. Essais biologiques, inspection et équipement de production, comme ci-dessous :

- 1. Installations complètes de confinement et équipements connexes comme suit :
 - a. Installations de confinement complètes conformes aux critères de confinement P3 ou P4 (BL3, BL4, L3, L4), prescrits dans le Manuel de biosécurité en laboratoire de l'OMS. (Genève, 2004, 3ème édition).
 - b. Équipements conçus pour une installation fixe dans des installations de confinement spécifiées en 7-12.1.a. comme suit :
 - i. Autoclaves de décontamination à double porte;
 - ii. Douches de décontamination pour combinaisons de protection complètes alimentées par une source externe d'air;
 - iii. Portes d'étanchéité à joint mécanique ou à joint gonflable.
- 2. Fermenteurs
 - a. Fermenteurs permettant la culture de micro-organismes ou de cellules vivantes pour la production de virus ou de toxines, sans propagation d'aérosol, et ayant un volume interne total de 20 litres ou plus.
 - b. Équipements conçus pour de tels fermenteurs, comme suit :
 - i. salles de culture conçues pour être stérilisées ou désinfectées sur place;
 - ii. dispositifs de retenue pour salle de culture; **ou**
 - iii. modules de commande de procédé capables de contrôler et de réguler simultanément au moins deux paramètres du système de fermentation (p. ex. température, pH, nutriments, agitation, oxygène dissous, débit d'air, régulation de l'écume).

Notes :

- 1. *Les fermenteurs comprennent les bioréacteurs (y compris les bioréacteurs à usage unique (jetables)), les chimostats et les systèmes à débit continu.*

2. Les dispositifs de maintien de chambres de culture incluent les chambres de culture à usage unique à parois rigides
3. Centrifugeuse
Centrifugeurs permettant la séparation en continu de micro-organismes pathogènes, sans propagation d'aérosol, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Un ou plusieurs joints d'étanchéité dans la zone de confinement de la vapeur;
 - b. Débit supérieur à 100 litres/h;
 - c. Comportant des éléments en acier inoxydable poli ou en titane polis; **et**
 - d. Permettant la stérilisation in situ des vapeurs en espace clos.

Note technique :

Aux fins de l'article 7-12.3., les centrifugeuses comprennent les décanteuses.

4. Équipement de filtration à courants croisés (tangentiels)
 - a. Équipement de filtration à courants croisés (tangentiels) permettant la séparation de microorganismes ou de cultures de cellules, de virus ou de toxines dont les caractéristiques sont les suivantes :
 1. Possédant une surface de filtration totale égale ou supérieure à 1 m²; **et**
 2. Répondant à l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Pouvant être stérilisé ou désinfecté *in situ*; **ou**
 - b. Utilisant des composants de filtration jetable ou à usage unique.

Note :

Ce contrôle ne comprend pas les équipements conçus pour l'osmose inverse ou pour la filtration de sang à des fins médicales (par exemple, l'hémodialyse ou la plasmaphérèse), tel que précisé par le fabricant.

- b. Composantes des unités de filtration à courants croisés (tangentiels) (ex. modules, éléments, cassettes, cartouches, unités ou plaques) dont la surface de filtration individuelle est supérieure ou égale à 0,2 m² et qui ont été conçues pour des équipements de filtration à courants croisés (tangentiels) tel que précisé à l'alinéa 7-12.4.a.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 7-12.4., le terme « stérilisé » signifie l'élimination de tout microorganisme viable de l'équipement au moyen d'agents physiques (ex. vapeur) ou chimiques. « Désinfecté » désigne un procédé visant à réduire le nombre de microorganismes, mais généralement pas celui des spores bactériennes, au moyen d'agents chimiques, sans nécessairement tuer ou éliminer tous les organismes.

5. Équipement de lyophilisation
Équipement de lyophilisation stérilisable à la vapeur ou au gaz, avec condenseur d'une capacité égale ou supérieure à 10 kg de glace par 24 heures et inférieure à 1 000 kg de glace par 24 heures.
6. Équipement de séchage par atomisation
Équipement de séchage par atomisation capable de sécher des toxines ou des microorganismes pathogènes ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. capacité d'évaporation de l'eau $\geq 0,4$ kg/h et ≤ 400 kg/h;
 - b. capacité de produire une taille moyenne typique de particules de substance ≤ 10 micromètres avec ses éléments ordinaires ou en apportant une modification mineure du dispositif de séchage par atomisation en installant des buses d'atomisation permettant d'obtenir la taille de particules nécessaire; **et**
 - c. possibilité de stérilisation ou de désinfection sur place.

7. Équipement de protection ou de confinement comme suit :
- a. Combinaisons de protection complètes ou pour le haut du corps, ou cagoules alimentées par une source externe d'air et fonctionnant sous pression positive;

Note technique :

Cet alinéa ne vise pas les combinaisons conçues pour être portées avec un appareil respiratoire autonome.

- b. Chambres de bioconfinement, isolateurs ou enceintes de biosécurité, présentant toutes les caractéristiques suivantes pour un fonctionnement normal :
 - 1. Espace de travail totalement clos dans lequel l'opérateur est séparé du travail par une barrière physique;
 - 2. Capable de fonctionner en pression négative;
 - 3. Moyens de manipuler de façon sécuritaire les articles dans l'espace de travail;
 - 4. L'air acheminé à l'espace de travail et évacué est filtré au moyen d'un filtre HEPA.

Note 1 :

Ce contrôle inclut les enceintes de biosécurité de catégorie III, telles que décrites dans la plus récente édition du Manuel de biosécurité en laboratoire de l'OMS ou construites conformément aux normes, règles ou directives nationales.

Note 2 :

Ce contrôle inclut les isolateurs présentant toutes les caractéristiques susmentionnées, peu importe l'usage auquel ils sont destinés et leur désignation, à l'exception des isolateurs médicaux spécialement conçus pour protéger ou transporter des patients infectés.

8. Équipement d'inhalation d'aérosols
- Équipement d'inhalation d'aérosols conçues pour l'essai d'aérosols contenant des micro-organismes, des virus ou des toxines, comme suit :
- a. Chambres d'exposition globale ayant une capacité de 1 mètre cube ou plus.
 - b. Appareil d'exposition par voie nasale seulement utilisant un flux d'aérosol dirigé et ayant une capacité d'exposition de 12 rongeurs ou plus, ou 2 animaux autres que des rongeurs ou plus; et des tubes de retenue d'animaux fermés conçus pour une utilisation avec de tels appareils.
9. Systèmes de pulvérisation ou de nébulisation et leurs composants, comme suit :
- a. Systèmes complets de pulvérisation ou de nébulisation spécialement conçus ou modifiés pour être installés dans des aéronefs, les aérostats ou des UAV capables de produire, à partir d'une suspension liquide, des gouttelettes d'un « diamètre volumique médian » initial inférieur à 50 micromètres, à un débit supérieur à deux litres par minute.
 - b. Rampes de pulvérisation ou réseaux de générateurs d'aérosols spécialement conçus ou modifiés pour être installés dans des aéronefs, les aérostats ou des UAV capables de produire, à partir d'une suspension liquide, des gouttelettes d'un « diamètre volumique médian » initial inférieur à 50 micromètres, à un débit supérieur à deux litres par minute.
 - c. Générateurs d'aérosols spécialement conçus pour être installés dans des systèmes qui respectent tous les critères énoncés aux paragraphes 7-12.9.a. et 7-12.9.b.

Notes techniques :

Les générateurs d'aérosols sont des appareils spécialement conçus ou modifiés pour être installés dans des aéronefs; il s'agit de buses, de pulvérisateurs centrifuges ou d'autres appareils semblables. La présente ne s'applique pas aux systèmes de pulvérisation ou de nébulisation ni aux composants décrits au paragraphe 7-12.9. pour lesquels on a démontré qu'ils ne peuvent servir à la diffusion d'aérosols infectieux.

Jusqu'à ce que l'on ait élaboré des normes internationales, il faut suivre les lignes directrices suivantes :

La taille des gouttelettes produites par le matériel de pulvérisation ou les buses spécialement conçus pour être installés dans des aéronefs ou des UAV doit être mesurée à l'aide de l'une des méthodes suivantes :

- a. Laser Doppler;*
- b. Diffraction laser à diffusion vers l'avant.*

10. Synthétiseurs ou assembleurs et synthétiseurs d'acide nucléique

- a. Synthétiseurs ou assembleurs et synthétiseurs d'acide nucléique, partiellement ou entièrement automatisés, et conçus pour générer des acides nucléiques continus d'une longueur supérieure à 0,5 kilobase.
- b. « Logiciels » conçus pour les assembleurs et synthétiseurs d'acide nucléique visés à l'alinéa 7-12.10.a., capables de concevoir et de créer des éléments génétiques fonctionnels à partir de données de séquençage numériques.

11. Synthétiseurs de peptides

- a. Synthétiseurs de peptides partiellement ou entièrement automatisés capables de produire des peptides à une « échelle de synthèse de système » égale ou supérieure à 1 mmol.

Note technique :

L'« échelle de synthèse de système » est la quantité maximale (mmol) de peptides que l'instrument peut créer avec les récipients de réaction compatibles les plus gros (L). Lorsque de multiples peptides sont produits en parallèle, ce terme correspond à la somme des récipients de réaction compatibles les plus gros (L).

N.B. :

Voir le paragraphe 7-2. de la Liste d'équipements et d'installations de production de produits chimiques à double usage, de la technologie connexe et des logiciels réglementés pour les autres récipients de réaction ou reacteurs chimiques.

(L'article 7-12. s'applique à toutes les destinations à l'exception de l'Allemagne, l'Argentine, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, la Bulgarie, la Corée du Sud, la Croatie, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Inde, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, la Malte, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République Chypre, la République tchèque, la République slovaque, la Roumanie, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse, la Turquie et l'Ukraine.)

7-13. Matières

(Toutes les destinations s'appliquent à toutes les matières inscrites dans 7-13)

Agents biologiques

7-13.1. Agents pathogènes chez les humains et animaux et des toxines, comme ci-dessous :

- a. Virus:
 1. Virus de la peste équine africaine
 2. Virus de la peste porcine africaine

3. Virus Andes
4. Virus de l'influenza aviaire (Virus de la grippe aviaire)

Note:

N'inclut que les virus de la grippe aviaire très pathogènes, tels que définis par l'Organisation mondiale de la santé animale, l'Union Européenne ou des organismes nationaux de réglementation compétents.

5. Virus de la fièvre catarrhale ovine
6. Virus Chapare
7. Virus Chikungunya
8. Virus Choclo
9. Virus de la peste porcine classique
10. Virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo
11. Virus Dobrava-Belgrade
12. Virus de l'encéphalite équine de l'Est
13. Virus Ebola : tous les membres du genre virus Ebola
14. Virus de la fièvre aphteuse
15. Virus de la variole caprine
16. Virus Guanarito
17. Virus d'Hantaan
18. Virus Hendra (morbillivirus équin)
19. Virus de l'encéphalite japonaise
20. Virus de Junin
21. Virus de la maladie de la forêt de Kyasanur
22. Virus Laguna Negra
23. Virus de la fièvre de Lassa
24. Virus de l'encéphalomyélite ovine
25. Virus Lujo
26. Virus de la dermatose nodulaire contagieuse
27. Virus de la chorioméningite lymphocytaire
28. Virus Machupo
29. Virus de Marbourg : tous les membres du genre virus de Marburg
30. Coronavirus lié au syndrome respiratoire du Moyen-Orient (SRMO-CoV)
31. Virus de la variole du singe
32. Virus de l'encéphalite de Murray Valley
33. Virus de la maladie de Newcastle
34. Virus Nipah
35. Virus de la fièvre hémorragique d'Omsk
36. Virus Oropouche
37. Virus de la peste des petits ruminants
38. Virus de la maladie de Teschen
39. Virus de l'encéphalite Powassan
40. Virus de la rage et autres membres du genre Lyssavirus
41. Virus reconstitué de la grippe de 1918
42. Virus de la vallée du Rift
43. Virus de la peste bovine

44. Virus Rocio
45. Virus Sabia
46. Virus de Séoul
47. Coronavirus lié au syndrome respiratoire aigu sévère (coronavirus lié au SRAS)
48. Virus de la variole ovine
49. Virus Sin Nombre
50. Virus de l'encéphalite de Saint-Louis
51. Virus de l'herpès des suidés (virus de la pseudorage, maladie d'Aujeszky)
52. Virus de la maladie vésiculeuse du porc
53. Virus de l'encéphalite à tiques (sous-type de l'Extrême-Orient)
54. Virus de la Variole
55. Virus de l'encéphalite équine du Venezuela
56. Virus de la stomatite vésiculeuse
57. Virus de l'encéphalite équine de l'Ouest
58. Virus de la fièvre jaune
- b. Non utilisé depuis 2013
- c. Bactéries :
 1. Bacillus anthracis;
 2. Brucella abortus;
 3. Brucella melitensis;
 4. Brucella suis;
 5. Chlamydia psittaci (Chlamydophila psittaci);
 6. Clostridium botulinum;
 7. Clostridium argentinense (anciennement dénommé Clostridium botulinum Type G), variétés produisant la neurotoxine botulinum;
 8. Clostridium baratii, variétés produisant la neurotoxine botulinum;
 9. Clostridium butyricum, variétés produisant la neurotoxine botulinum;
 10. Francisella tularensis;
 11. Burkholderia mallei (Pseudomonas mallei);
 12. Burkholderia pseudomallei (Pseudomonas pseudo-mallei);
 13. Salmonella enterica, sous espèce enterica sérovar Typhi (Salmonella typhi);
 14. Shigella dysenteriae;
 15. Vibrio cholerae;
 16. Yersinia pestis;
 17. Clostridium perfringens, variétés productrices de la toxine epsilon;

Note :

Il est entendu qu'en limitant cette mesure de contrôle aux souches de Clostridium perfringens productrices de la toxine epsilon, le transfert d'autres souches de Clostridium perfringens qui seront utilisées comme cultures témoins positives aux fins d'analyse des aliments et de contrôle de la qualité n'est donc pas visé par la mesure de contrôle.

18. Escherichia coli (STEC) appartenant aux sérogroupes O26, O45, O103, O104, O111, O121, O145, O157 produisant la toxine shiga et autres sérogroupes produisant cette toxine;

Note :

Les Escherichia coli (STEC) produisant la toxine shiga sont aussi connues comme E. coli entérohémorragiques (EHEC), E. coli productrices de vérotoxine (VTEC) ou E.coli producteurs de vérocytotoxines (VTEC).

19. Coxiella burnetii;
 20. Rickettsia prowazekii;
 21. Mycoplasma capricolum sous-espèce capripneumoniae (« souche F38 »);
 22. Mycoplasma mycoides sous-espèce mycoides SC (variante petite colonie).
- d. Toxines comme suit et sous-unités :

Note :

Sauf les immunotoxines.

1. Neurotoxines botuliniques;

Note :

Sauf les neurotoxines botuliniques sous forme de produits satisfaisant à tous les critères suivants :

- a. *préparations pharmaceutiques destinées à des analyses ou à être administrées aux êtres humains à des fins médicales;*
 - b. *produits préemballés pour être distribués comme produits médicaux ou cliniques; et*
 - c. *vente permise par une autorité gouvernementale comme produit médical ou clinique.*
2. Toxines alpha, bêta 1, bêta 2, epsilon et iota de Clostridium perfringens;
 3. Conotoxines;

Note :

Sauf les conotoxines sous forme de produits satisfaisant à tous les critères suivants :

- a. *préparations pharmaceutiques destinées à des analyses ou à être administrées aux êtres humains à des fins médicales;*
 - b. *produits préemballés pour être distribués comme produits médicaux ou cliniques; et*
 - c. *vente permise par une autorité gouvernementale comme produit médical ou clinique.*
4. Ricine;
 5. Saxitoxine;
 6. Shigatoxines (toxines de type shiga, vérotoxines et vérocytotoxines);
 7. Entérotoxines de Staphylococcus aureus, toxine alpha hémolysine et toxine du syndrome de choc toxique (auparavant dénommée entérotoxine F du Staphylococcus);
 8. Tétrodoxine;
 9. Microcystines (Cyanginosines);
 10. Aflatoxines;
 11. Abrine;
 12. Non utilisé depuis 2022
 13. Diacétoxyscirpénol;
 14. Toxine T-2;
 15. Toxine HT-2;
 16. Modécine;

17. Volkensine;
18. Viscumine (*Viscum album*, lectin 1);
19. Brévétotoxines;
20. Gonyautoxines;
21. Nodularines;
22. Palytoxine;
23. Neosaxitoxine (NEO).
- e. Champignons :
 1. *Coccidioides immitis*;
 2. *Coccidioides posadasii*;
- f. Éléments génétiques et organismes génétiquement modifiés :
 Tout organisme génétiquement modifié ¹ ou tout élément génétique ² qui contient ou code, selon le cas, l'un des éléments suivants :
 - a) un ou plusieurs gènes, ou un ou plusieurs produits traduits, spécifiques d'un des virus énumérés à l'alinéa 7-13.1.a.; **ou**
 - b) tout gène ou gène spécifique d'une bactérie ³ répertoriée à l'alinéa 7-13.1.c. ou d'un champignon à l'alinéa 7-13.1.e. et qui, selon le cas :
 - (i) en soi ou par l'intermédiaire de ses produits transcrits ou traduits représente un risque important pour la santé humaine, animale ou végétale, **ou**
 - (ii) pourrait favoriser ou accroître la pathogénécité ⁴; **ou**
 - c) toute toxine inscrite à l'alinéa 7-13.1.d. ou leurs sous-unités.

Note technique :

1. Les organismes génétiquement modifiés comprennent les organismes dans lesquels les séquences d'acides nucléiques ont été créées ou modifiées par manipulation moléculaire délibérée.
2. Les éléments génétiques comprennent notamment les chromosomes, les génomes, les plasmides, les transposons, les vecteurs et les organismes inactivés contenant des fragments d'acide nucléique récupérables, modifiés ou non, ou synthétisés chimiquement en tout ou en partie. Aux fins du contrôle des éléments génétiques, les acides nucléiques provenant d'un organisme, d'un virus ou d'un échantillon inactivé sont considérés comme « récupérables » si l'inactivation et la préparation du matériau sont destinées ou connues pour faciliter l'isolement, la purification, l'amplification, la détection ou l'identification des acides nucléiques.
3. Ces contrôles ne s'appliquent pas aux séquences d'acides nucléiques d'*Escherichia coli* des sérogroupes O26, O45, O103, O104, O111, O121, O145, O157 productrices de shigatoxine et d'autres sérogroupes producteurs de shigatoxine, autres que les éléments génétiques codant pour la shigatoxine ou ses sous-unités.
4. L'expression favoriser ou accroître la pathogénécité désigne l'insertion ou l'intégration des séquences d'acides nucléiques susceptibles de favoriser ou d'accroître la capacité d'un organisme récepteur à être utilisé pour causer délibérément la maladie ou la mort. Il peut s'agir d'altérations de divers paramètres, notamment : virulence, transmissibilité, stabilité, voie d'infection, gamme d'hôtes, reproductibilité, capacité à échapper ou à supprimer l'immunité de l'hôte ou à la supprimer, résistance aux contre-mesures ou détectabilité.

Note :

Les agents et les pathogènes biologiques sont contrôlés quand ils font partie d'une culture vivante d'agent pathogène ou d'une préparation d'agent toxique isolé ou extrait d'une source quelconque ou de matières, y compris des matières vivantes, qui ont été délibérément

inoculées ou contaminées avec l'agent. Les cultures vivantes isolées d'un agent pathogène comprennent les cultures vivantes en dormance ou sous forme de préparations sèches, que l'agent soit naturel, amélioré ou modifié.

Un agent/pathogène est inclus dans l'article 7-13.1.a. à 7-13.1.f. sauf quand il est sous forme de vaccin. Un vaccin est un produit médical faisant partie d'une préparation pharmaceutique autorisée par les autorités de réglementation du pays de fabrication ou d'utilisation, ou dont la mise en marché ou les essais cliniques (incluant les essais cliniques vétérinaires) ont été autorisés par ces autorités, qui est destiné à créer une réaction d'immunité protectrice chez les humains ou les animaux dans le but de les protéger contre la maladie.

- 7-13.2. Agents pathogènes chez les animaux, comme ci-dessous :
- a. Non utilisé depuis 2014
 - b. Non utilisé depuis 2014
 - c. Non utilisé depuis 2014
 - d. Non utilisé depuis 2014
- 7-13.3. Agents pathogènes chez les végétaux, comme ci-dessous :
- a. Virus :
 1. Virus andin latent de la pomme de terre (Tymovirus andin latent de la pomme de terre);
 2. Viroïde de la filiosité des tubercules de la pomme de terre;
 - b. Rickettsies
Aucune
 - c. Bactéries :
 1. Xanthomonas albilineans;
 2. Xanthomonas citri pv. citri (Xanthomonas axonopodis pv. citri, Xanthomonas campestris pv. citri);
 3. Xanthomonas oryzae pv. oryzae (Pseudomonas campestris pv. oryzae);
 4. Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus (Clavibacter sepedonicus, Clavibacter michiganense ssp. sepedonicus, Corynebacterium michiganensis ssp. sepedonicum, Corynebacterium sepedonicum);
 5. Ralstonia solanacearum, race 3, biovar 2;
 - d. Toxines
Aucune
 - e. Champignons :
 1. Colletotrichum kahawae (Colletotrichum coffeanum var. virulans);
 2. Bipolaris oryzae (Cochliobolus miyabeanus, Helminthosporium oryzae);
 3. Pseudocercospora ulei (Microcyclus ulei, Dothidella ulei);
 4. Puccinia graminis, ssp. graminis var. graminis/Puccinia graminis ssp. graminis var. stakmanii (Puccinia graminis) (syn. Puccinia graminis f.sp. tritici);
 5. Puccinia striiformis (syn. Puccinia glumarum);
 6. Magnaporthe oryzae (Pyricularia oryzae);
 7. Peronosclerospora philippinensis (Peronosclerospora sacchari);
 8. Sclerophthora rayssiae var. zeae;
 9. Synchytrium endobioticum;
 10. Tilletia indica;
 11. Thecaphora solani;

- f. Éléments génétiques et organismes génétiquement modifiés :
 Tout organisme génétiquement modifié ¹. ou tout élément génétique ². qui contient ou code, selon le cas :
- a) un ou plusieurs gènes spécifiques d'un des virus énumérés à l'alinéa 7-13.3.a.; **ou**
 - b) tout gène ou gène spécifique d'une bactérie répertoriée à l'alinéa 7-13.3.c. ou d'un champignon à l'alinéa 7-13.3.e. et qui, selon le cas :
 - (i) en soi ou par l'intermédiaire de ses produits transcrits ou traduits représente un risque important pour la santé humaine, animale ou végétale, **ou**
 - (ii) pourrait favoriser ou accroître la pathogénécité ³.

Notes techniques :

1. *Les organismes génétiquement modifiés comprennent les organismes dans lesquels les séquences d'acides nucléiques ont été créées ou modifiées par manipulation moléculaire délibérée.*
2. *Les éléments génétiques comprennent notamment les chromosomes, les génomes, les plasmides, les transposons, les vecteurs et les organismes inactivés contenant des fragments d'acide nucléique récupérables, modifiés ou non, ou synthétisés chimiquement en tout ou en partie. Aux fins du contrôle des éléments génétiques, les acides nucléiques provenant d'un organisme, d'un virus ou d'un échantillon inactivé sont considérés comme « récupérables » si l'inactivation et la préparation du matériau sont destinées ou connues pour faciliter l'isolement, la purification, l'amplification, la détection ou l'identification des acides nucléiques.*
3. *L'expression favoriser ou accroître la pathogénécité désigne l'insertion ou l'intégration des séquences d'acides nucléiques susceptibles de favoriser ou d'accroître la capacité d'un organisme récepteur à être utilisé pour causer délibérément la maladie ou la mort. Il peut s'agir d'altérations de divers paramètres, notamment : virulence, transmissibilité, stabilité, voie d'infection, gamme d'hôtes, reproductibilité, capacité à échapper ou à supprimer l'immunité de l'hôte ou à la supprimer, résistance aux contre-mesures ou détectabilité.*

7-14. Logiciels

Les contrôles sur le transfert de « logiciels » ne s'appliquent que dans les cas spécifiquement indiqués à l'article 7-12 ci-haut et 7-15, et ne s'appliquent pas aux « logiciels » qui :

1. Sont couramment à la disposition du public du fait qu'ils sont :
 - a. Vendus directement sur stock, sans restriction, à des points de vente au détail :
 - 1. En magasin;
 - 2. Par correspondance;
 - 3. Par transaction électronique; **ou**
 - 4. Par téléphone; **et**
 - b. Conçus pour être installés par l'utilisateur sans assistance ultérieure importante de la part du fournisseur; **ou**
2. « Relèvent du domaine public ».

7-15. Technologie

« Technologie », y compris les permis, directement associée aux :

- agents biologiques contrôlés par le GA visés au paragraphe 7-13; **ou**
- équipements biologiques à double usage contrôlés par le GA visés au paragraphe 7-12.

Sont compris ici :

- a. le transfert de « technologie » (« données techniques ») par tout moyen, y compris sur des supports électroniques, par fax ou téléphone;
- b. le transfert de « technologie » sous la forme de « soutien technique ».

Notes :

1. *Les contrôles sur la « technologie » ne s'appliquent pas à l'information faisant partie « du domaine public » ou de la « recherche fondamentale » ou à l'information minimale nécessaire aux demandes de brevet.*
2. *Ces contrôles ne s'appliquent pas à la « technologie » représentant le minimum nécessaire à l'installation, au fonctionnement, à l'entretien et à la réparation des produits contrôlés dont l'exportation a été autorisée..*

DÉFINITIONS S'APPLIQUANT AU GROUPE 7

« Aérostat »

Le terme « aérostat » désigne les ballons, les dirigeables, etc., utilisant de l'air échauffé ou un gaz plus léger que l'air (comme l'hélium ou l'hydrogène) pour s'élever dans l'atmosphère.

« Développement »

Le « développement » est lié à toutes les phases qui précèdent la « production » telles que :

- conception
- recherche de conception
- concept de conception
- assemblage des prototypes
- plans de production à l'échelle pilote
- données relatives à la conception
- processus de transformation des données de conception en un produit
- conception de la configuration
- conception de l'intégration
- plans

« Diamètre volumique médian »

Pour les systèmes à l'eau, le diamètre volumique médian équivaut au diamètre médian massique.

« Données techniques »

Les « données techniques » peuvent prendre la forme de bleus, de plans, de schémas, de modèles, de formules, de tableaux, de devis techniques, de manuels et d'instructions écrites ou enregistrées sur d'autres supports ou dispositifs, comme disques, bandes magnétiques et mémoires mortes.

« Du domaine public »

L'expression « du domaine public » désigne, dans le sens qui s'applique ici, la « technologie » ou « logiciel » qui a été rendue accessible sans restriction quant à sa diffusion ultérieure. (Les restrictions relatives aux droits d'auteur n'empêchent pas la « technologie » ou « logiciel » d'être « du domaine public »).

« Logiciel »

Une série de un ou plusieurs « programmes » ou « microprogrammes » dans un médium d'expression tangible.

« Microprogramme »

Une séquence d'instructions élémentaires contenues dans un entreposage spécial selon lequel l'exécution est initiée par l'introduction d'un registre d'instructions de référence.

« Production »

La « production » désigne toutes les phases de production telles que :

- construction
- techniques de production
- fabrication
- intégration
- assemblage (montage)
- inspection
- essais
- assurance de la qualité

« Programme »

Une séquence d'instructions qui exécutent une action dans, ou convertible dans, une forme exécutable par un ordinateur.

« Recherche scientifique fondamentale »

Travaux expérimentaux ou théoriques entrepris surtout en vue d'obtenir de nouvelles connaissances sur les principes fondamentaux de phénomènes ou des faits observables, non orientés principalement vers un objectif ou un but pratique précis.

« Soutien technique »

Peut prendre les formes suivantes : cours, savoir-faire, formation, connaissances pratiques, services de consultation. Le « soutien technique » inclut les formes verbales de soutien. Le « soutien technique » peut comprendre le transfert de « données techniques ».

« Technologie »

Information précise nécessaire au « développement », à la « production » ou à l'« utilisation » d'un produit. L'information peut se présenter sous forme de « données techniques » ou de « soutien technique ».

« UAV »

Véhicule aérien sans équipage.

« Utilisation »

Désigne l'exploitation, l'installation (y compris l'installation in situ), l'entretien (la vérification), la réparation, la révision et la remise à neuf.

GROUPE 8 - ABROGÉ - JANVIER 2006 (DORS/SOR/2006-16)

GROUPE 9 - TRAITÉ SUR LE COMMERCE DES ARMES

(Toutes destinations. Application à toutes les destinations pour les articles du Groupe 9.)

Les marchandises visées aux articles 9-1. à 9-9., qu'elles figurent ou non ailleurs dans la présente liste, le Canada ayant accepté de contrôler l'exportation de celles-ci conformément aux obligations qui lui incombent en vertu du *Traité sur le commerce des armes*.

- 9-1. Les chars de combat, à savoir les véhicules de combat blindés à chenilles ou à roues automoteurs pesant au moins 16,5 t à vide, équipés d'un canon principal à tir direct d'un calibre d'au moins 75 mm.
- 9-2. Les véhicules blindés de combat, à savoir :
 - a. les véhicules à chenilles, semi-chenillés ou à roues automoteurs dotés d'une protection blindée et d'une capacité tout terrain qui présentent l'une des caractéristiques suivantes :
 - i. ils sont conçus ou modifiés et équipés pour transporter un groupe de combat d'infanterie de quatre fantassins ou plus,
 - ii. ils sont équipés d'un armement intégré ou organique d'un calibre d'au moins 12,5 mm,
 - iii. ils sont équipés d'un lanceur de missiles,
 - iv. ils sont équipés de moyens techniques organiques d'observation, de reconnaissance, d'indication d'objectif et conçus pour effectuer des missions de reconnaissance,
 - v. ils sont équipés des moyens techniques intégrés ou organiques pour le commandement des troupes,
 - vi. ils sont équipés des moyens techniques et électroniques, intégrés ou organiques, conçus pour la guerre électronique;
 - b. les véhicules blindés de lancement de ponts.
- 9-3. Les systèmes d'artillerie de gros calibre, à savoir :
 - a. les canons, obusiers, mortiers – ainsi que les systèmes d'artillerie associant les caractéristiques d'un canon ou d'un obusier - capables de prendre à partie des objectifs au sol par des tirs indirects, qui présentent l'une des caractéristiques suivantes :
 - i. un calibre d'au moins 75 mm, mais d'au plus 155 mm,
 - ii. un calibre de plus de 155 mm;
 - b. les systèmes de lance-roquettes multiples capables de prendre à partie des objectifs au sol par des tirs indirects d'un calibre d'au moins 75 mm;
 - c. les porte-canons spécialement conçus pour le remorquage d'artillerie.
- 9-4. Les aéronefs militaires et les systèmes connexes, à savoir :
 - a. les aéronefs avec équipage — à voilure fixe ou à flèche variable — conçus, équipés ou modifiés pour effectuer l'une des opérations suivantes :
 - i. prendre à partie des objectifs au moyen de missiles guidés, de roquettes non guidées, de bombes, de mitrailleuses, de canons ou d'autres armes de destruction,
 - ii. effectuer des missions de reconnaissance, de commandement des troupes, de guerre électronique, de suppression de systèmes de défense aérienne, de ravitaillement en vol ou de largage;
 - b. les aéronefs sans équipage — à voilure fixe ou à flèche variable — conçus, équipés ou modifiés pour effectuer l'une des opérations suivantes :
 - i. prendre à partie des objectifs au moyen de missiles guidés, de roquettes non guidées, de bombes, de mitrailleuses, de canons ou d'autres armes de destruction,
 - ii. effectuer des missions de reconnaissance, de guerre électronique ou de suppression de systèmes de défense aérienne;

- c. les systèmes de contrôle et de réception des informations des aéronefs sans équipage visés à l'alinéa 9-4.b.

9-5. Les hélicoptères militaires et les systèmes connexes, à savoir :

- a. les aéronefs avec équipage à voilure tournante conçus, équipés ou modifiés pour effectuer l'une des opérations suivantes :
 - i. prendre à partie des objectifs au moyen d'armes guidées ou non guidées antichars, air-surface, air-sous-mer ou air-air, pour lesquelles les aéronefs sont équipés d'un système intégré de contrôle de tir et de visée,
 - ii. effectuer des missions de reconnaissance, de guerre électronique, d'acquisition d'objectifs — y compris la lutte anti-sous-marine —, de communications, de commandement des troupes ou de pose de mines;
- b. les aéronefs sans équipage à voilure tournante conçus, équipés ou modifiés pour effectuer l'une des opérations suivantes :
 - i. prendre à partie des objectifs au moyen d'armes guidées ou non guidées antichars, air-surface, air-sous-mer ou air-air pour lesquelles les aéronefs sont équipés d'un système intégré de contrôle de tir et de visée,
 - ii. effectuer des missions de reconnaissance, de guerre électronique ou de suppression de systèmes de défense aérienne;
- c. les systèmes de contrôle et de réception des informations des aéronefs sans équipage visés à l'alinéa 9-5.b.

9-6. Les navires et sous-marins armés et équipés à des fins militaires présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. un déplacement normal de 150 t ou plus;
- b. un déplacement normal inférieur à 150 t, et l'équipement nécessaire au lancement de missiles ou des torpilles d'une portée de 25 km ou plus.

9-7. Les missiles et lanceurs de missiles

- 1. Les missiles et lanceurs de missiles, à savoir :
 - a. les roquettes guidées ou non guidées et les missiles balistiques ou de croisière capables de transporter une ogive ou une arme de destruction à une portée de 25 km ou plus;
 - b. les lanceurs spécialement conçus ou modifiés pour lancer ces missiles ou roquettes, s'ils ne sont pas visés par l'un ou l'autre des articles 9-1. à 9-6.;
 - c. les systèmes de défense anti-aérienne portatifs.
- 2. L'alinéa 9-7.1.a. vise notamment les véhicules pilotés à distance présentant les caractéristiques des missiles ou roquettes qui y sont visés.

9-8. Les armes de petit calibre

- 1. Les armes de petit calibre destinées à une utilisation finale par un membre de la police ou de l'armée, individuellement, à savoir :
 - a. les armes de poing qui présentent l'une des caractéristiques suivantes :
 - i. elles sont automatiques ou automatiques modifiées,
 - ii. elles sont semi-automatiques,
 - iii. elles sont des revolvers;
 - b. les fusils, à l'exception de ceux visés à l'alinéa 9-8.1.d.;
 - c. les mitraillettes automatiques ou automatiques modifiées;
 - d. les fusils d'assaut automatiques ou automatiques modifiées;
 - e. les mitrailleuses légères présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- i. elles sont automatiques ou automatiques modifiées,
 - ii. elles ont un calibre de 12,7 mm ou moins.
- 2. Le paragraphe 9-8.1. ne vise pas :
 - a. les armes à feu spécialement conçues pour des munitions factices ou à blanc incapables de tirer un projectile ou une cartouche de marquage;
 - b. les armes à feu spécialement conçues pour le marquage ou les munitions d'entraînement du type force contre force;
 - c. les armes à feu spécialement conçues pour lancer des projectiles reliés par fil qui sont dépourvus de charge explosive ou de liaison de communication à une distance de 500 m ou moins;
 - d. les *armes à feu historique* au sens du paragraphe 84(1) du *Code criminel*.

9-9. Les armes légères

- 1. Les armes légères destinées à être utilisées par un membre des forces armées ou de sécurité, ou par plusieurs membres servant d'équipage, et effectuant principalement des tirs directs, à savoir :
 - a. les mitrailleuses lourdes, autres que les lance-grenades visés à alinéa 9-9.1.b., présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - i. elles sont automatiques ou automatiques modifiées,
 - ii. elles ont un calibre de 12,7 mm ou moins;
 - b. les lance-grenades portatifs, lance-grenades montés sous le canon et lance-grenades avec affût;
 - c. les canons antichars portables;
 - d. les fusils sans recul;
 - e. les lanceurs de missiles et systèmes de roquettes portables antichars;
 - f. les mortiers de calibre inférieur à 75 mm.
- 2. Le paragraphe 9-9.1. ne vise pas les *armes à feu historique* au sens du paragraphe 84(1) du *Code criminel*.

INDEX

Cet index non exhaustif ne vise qu'à faciliter la consultation.

Absorbeurs du type « cheveu »	1-1.C.	hyperfréquences	1-3.A.
Absorbeurs plans	1-1.C.	Amplificateurs optiques	1-5.B., 1-5.E.
Accélérateurs	3-2.5.8. et 9., 2-19., 4-5.B., 6-15.B.	Analyse aérodynamique	6-16.
Accéléromètres	1-7.A., 6-9.A.	Analyse thermodynamique	6-16.
Accéléromètres lineaires	1-7.A., 6-9.A.	Analyseurs d'absorption	3-2.6.
Acier	4-2.C., 4-3.B., 4-4., 6-6.C.	Analyseurs de réseaux	1-3.A.
Aciers inoxydables duplex stabilisés		Analyseurs de signaux	1-3.A.
au titane	6-6.C.9.	Analyseurs différentiels numériques	6-13.A.
Aciers vieilliss	4-2.C., 6-6.C.8.	Antennes à réseaux phasés	1-5.A., 1-6.A.
Acquisition de cibles	2-5.	Anticorps pour la guerre biologique	2-7.
Acquisition de données	1-9.B.	Appareils à synthèse d'ammoniac	4-5.D.
Additifs pour explosifs	2-8., 6-4.C.	Appareils DCPV avec poussée plasmatique	1-3.B.
Aéronefs d'entraînement	2-10.	Appareils DCPV	1-2.B., 1-3.B., 6-6.B., 6-7.
Aéronefs de reconnaissance	2-10.	Appareils de détection immergés	1-6.A., 2-9.
Aéronefs militaires	9-4.	Appareils de prise de vues	1-6.A., 1-8.A., 4-5.B.
Aérostats	1-9.A., 2-10., 6-1.A.2., 6-19.A.2.	Appareils de séparation des isotopes du lithium	4-2.B.
Affûts de canon	2-6.	Appareils inertiels de navigation ou d'orientation	1-7.A.
Agents anti-émeutes	2-7.	Armements de gros calibres	2-2.
Agents biologiques	2-7., 7-13.	Armes à canon lisse	2-1., 2-2.
Agents chimiques	2-7., 7-3.	Armes à énergie cinétique	2-12.
Agents d'étanchéité	1-1.A.	Armes à énergie dirigée	2-19.
Agents de guerre biologique	7-13.	Armes à rayon laser aveuglantes	2-19., 5501
Agents de polymérisation	6-3.C.	Armes antichars	2-2.
Agents et additifs de propergol	2-8., 6-4.C.	Armes biologique	2-7., 7-13.
Agents pathogènes chez les animaux	7-13.	Armes chimiques	2-7., 7-3.
Agents pathogènes chez les humains	7-13.	Armes de petit calibre	2-1., 9-8.
Agents pathogènes chez les végétaux	7-13.	Armes légères	9-9.
Agents pour les produits chimiques	7-1.-7-11.	Armes motorisées	2-6.
Agents toxicologiques	2-7., 7-13.	Armes portatives	2-1.
Agilité de fréquence radar	1-6.A.	Armes prohibées	2-1., 2-2.
Agitateurs	7-2.1.	Armoires de sécurité biologique	7-12.
Alexandrite	1-6.C.	Arséniate de potassium et de titanyte (KTA)	1-6.C.
Algorithmes asymétriques, cryptologiques	1-5.A.2.	Artillerie automotrices, pièces d'	2-6.
Algorithmes symétriques, cryptologiques	1-5.A.2.	Artillerie	2-2.
Alimentation en air, appareils d'	2-10.	Assemblages de cibles pour la production de tritium	4-2.A.
Alimentations en courant fort continue	4-3.A.	Assemblages de réparation préfabriqués	7-2.1.
Aliments pour chats	5208.	Assembleurs et synthétiseurs d'acide nucléique	7-12.10.
Aliments pour chiens	5208.	Ateliers mobiles de réparation	2-17.
Aliments transformés	5207.	Authentification	1-5.A.2.
Alliages d'aluminium	1-1.C., 4-2.C.	Avionique	1-7., 6-11.
Alliages de magnésium	1-1.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.	Avions	2-10.
Alliages de niobium	1-1.C.	Avions, équip. pour manipulation d'	2-10.
Alliages de Rhénium	4-2.C.20.	Avitaillement en vol	2-10.
Alliages de tungstène	1-1.C., 4-2.C., 6-6.C.	Bactéries, humain, animal, plantes	7-13.
Alliages de tungstène et de molybdène	6-6.C.	Bancs d'essais	6-15.B.
Alliages d'uranium titane	1-1.C.	Barrières de diffusion gazeuse	3-2.5.3.1.
Alliages métalliques	1-1.C., 4-2.C., 6-6.C.	Bassins d'essai de carène	1-8.B.
Altimètres	1-7.A, 6-11.A.	Batteries d'hydrophones	1-6.A.
Amphibies, véhicules	2-6.	Batteries	1-3.A.
Amplificateurs à semi-conducteurs		Beidou, équipement de réception	6-11.A.
		Béryllium substrats bruts	1-6.C.

Béryllium	1-1.C., 1-2.A., 1-6.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.	Canons	2-2.
Beurre d'arachides	5201	Canons à électrons	4-1.B.7.
Billes	5101	Capteurs d'imagerie multispectraux	1-6.A.
Biocatalyseurs	2-7.	Capteurs d'infrarouges	2-15.
Bismaléimides	1-1.C.	Capteurs électromagnétiques	1-6.A.
Bismuth	2-8., 4-2.C., 6-4.C.	supraconducteurs	1-6.A.6., 1-6.B., 1-6.C., 1-6.D., 1-6.E.
Blindé, matériel	2-13.	Capteurs magnétiques et à champ électrique	1-6.A.
Blocs d'alimentation pour aimants	3-2.5.9., 5502	Capteurs optiques	1-6.A.
Blocs d'alimentation pour micro-ondes	3-2.5., 4-5.B.1.	Capteurs radar d'imagerie	2-12.
Blocs d'alimentation haute puissance		Capteurs sous-marins à champ électrique	1-6.A.6.
à courant continu	3-2.5., 4-3.A., 5502	Carabines	2-1., 2-2.
Blocs d'alimentation haute tension		Carbone de type diamant	1-2.E.
à courant continu	3-1.5., 4-5.3.	Cardans	1-6.A.
Bobines d'induction de champ toroïdal	5502	Carters en céramique	1-9.B.
Bois à pâtes	5102	Cartes de circuits imprimés	1-4.A., 2-11.
Bois d'œuvre	5104, 5105	Cartes de commande de mouvement	4-5.
Bombardement, calculateurs et viseurs	2-5.	Cartographie de terrain	6-11.A.
Bombes incendiaires	2-4.	Cartouches	2-3., 2-4.
Bombes	2-4.	Casques protecteurs	2-10., 2-13.
Bore et composés du bore	1-1.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.	Casques, militaires	2-13.
	3-2.1.11., 6-2.A., 6-6.A.	Catalyseurs platinisés	4-2.A.
Boucliers thermiques	2-4., 2-11.	Catalyseurs	4-2.A.2., 6-4.C.
Brouillage, matériels de	6-4.B.	CCME (contre-contre-mesures électroniques)	2-11.
Broyeurs à jet	6-3.B.	Cellules électrolytiques pour la production de fluor	4-3.B.
Broyeurs à tuyère	7-8.	Centrifugeuses à gaz	3-2.5.1. &2.
Appareils de brumisation	3-2.6.7.	Centrifugeuses capable de séparation	3-2.5., 7-12.3.
Brûleurs catalytiques	2-21.	Centrifugeuses	3-2.5., 6-9.B.
C3I, logiciel	1-5.A.1., 1-6.A.	Céramique	1-1.C., 1-9.B.
Câbles à fibres optiques	1-5.A.	Chambres anachoïques	6-15.B.4.
Câbles de télécommunication, imprenable	1-5.A., 1-8.A.	Chambres de bioconfinement	7-12.7.
Câbles	3-2.7.2., 4-2.C.5.	Chambres de combustion	6-3.A.
Calcium (très pur)	1-4.A.	Chambres de poussée à haute pression	1-9.A.
Calculateurs à réseaux systoliques	6-13.A.	Chambres de poussée	1-9.A.
Calculateurs analogiques		Chambres environnementales	6-15.B.4.
Calculateurs de transformée	1-3.A.	Champignons	7-13.
de Fourier rapide	6-16.A.	Changeurs de fréquence	3-2.5., 4-3.A.1.
Calculateurs hybrides	1-4.A.	Changeurs de fréquence, centrifugation gazeuse	3-2.5.
Calculateurs neuronaux	1-4.A., 1-4.E., 6-13.A.	Chars de combat	9-1.
Calculateurs numériques	1-4.A.	Charges sous-marines	2-4.
	1-4.A., 2-11., 6-13.A.	Charges utiles	1-9.A., 5504
Calculateurs optiques		Chars	2-6.
Calculateurs	1-6.A., 1-8.A., 4-5.B.	Chauffage à quartz	1-9.B.
Caméras	1-6.A., 2-15.	Chiffrement, Équipements de	1-5.A.
Caméras de prises de vues aériennes	1-6.A., 2-15.	Chiffrement numérique, Équipements de	1-5.A.
Caméras de reconnaissance		Chlorofluorocarbures	1-1.C.
Caméras de télévision résistant aux effets du rayonnement	4-1.A.	Circuits à matrice de portes programmables par l'utilisateur	1-3.A.
Caméras électroniques à fente	1-6.A., 4-5.B.	Circuits intégrés cryogéniques à CMOS	1-3.A., 5506.
Caméras électroniques à images	1-6.A., 4-5.B.	Circuits intégrés de lecture (ROIC)	1-6.A.
Caméras militaires	2-15.	Circuits intégrés hyperfréquences	1-3.A.
Caméras sous-marines	1-6.A., 1-8.A.	Circuits intégrés par réseaux neuronaux	1-3.A.
Camouflage	2-17.	Circuits intégrés	1-3.A., 5504.
Canalisations à parois multiple	7-2.	Circuits microélectroniques	1-3.A., 5504.
Canons sans recul	2-2.	CME (contre-mesures électroniques)	2-11.
		Codeurs de position absolue	1-3.A.

Colonnes à plateaux permettant l'échange eau-sulfure d'hydrogène	3-2.6.	Cryptologie	1-5.A.2., 1-5.D.2., 2-11.
Colonnes d'échange eau-sulfure d'hydrogène	4-4.B.	Cuves de réacteurs sous pression	3-2.1.
Colonnes d'absorption	7-2.1.	Cuves des réacteurs	7-2.
Colonnes de distillation cryogénique	4-4.B.2.	Démolition, matériels de	2-4.
Colonnes de distillation	4-4.B., 7-2.1.	Dépannage, véhicules militaires de	2-6.
Combinaisons anti-G (antigravifique)	2-10.	Dépôt sous forme gazeuse, Équipements pour le	6-6.
Combustibles liquides	2-8., 6-4.C.	Dépôt, équipements pour le dépôt en phase vapeur par procédé chimiques	1-2.B., 1-2.E., 1-3.B., 6-6.B.4.
Commande d'attitude et d'orbite	1-9.A., 5504.	Détecteurs	1-6.A.
Commandes du vecteur poussée	6-2.A.	Détecteurs acoustiques	1-6.A.
Commandes électroniques numériques		Détecteurs optiques	1-6.A.
moteur pleine autorité	1-7.E., 1-9.D., 1-9.E.	Détecteurs pour batteries à plan focal	1-6.A.
Commutation optique	1-5.B.1., 1-5.D., 1-5.E.	Détection immergés, appareils de	2-9.
Commutation, Équipement de	1-5.A.	Détection, matériel de	2-5., 7-2.
Compas	1-7.A., 2-11., 6-9.A.	Détection, matériel pour réduction de la	1-1.C., 2-17., 6-17.
Composants d'armes	2-1., 2-2.	Détonateurs	1-1.A., 4-1.A.1.
Composants de composés fluorés	1-1.A., 1-1.C.	Deutérium	3-2.2., 4-6.A.5.
Composants, équipement nucléaire	3-2.1.	Deutérium, installation de production	3-2.6., 3-2.2., 4-6.A.5.
Composés chimoluminescents	5504		
Composés chimiques	7-3., 7-4.	Deutérium, paraffines au deutérium	
Composés fluorés	1-1.A., 1-1.C.	hydrures de lithium	3-1.3.
Composites	1-1.B., 1-1.C., 4-2.C., 6-6.A.	Diamètre volumétrique moyen	7-12.8
Compresseurs	1-9.E., 3-2.5.	Diffusiomètres	6-9.A.
Conception d'intégration des systèmes	6-16.	Diodes laser	1-6.A.
Condensateurs à capacité de stockage d'énergie élevée	1-3.A., 4-6.A.	Dirigeables sans équipage	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.
Condensateurs	1-3.A., 4-6.A.4.	Dispositifs à haute énergie	1-3.A.
Condenseurs	7-2.1.	Dispositifs de acousto-optiques	1-3.A.
Conducteurs composites supraconducteurs	1-1.C.	Dispositifs de commutation électronique	4-6.A.
Conduite de tir, matériels de	2-5.	Dispositifs de stockage de propergol	1-9.A.
Connecteurs pour fibres optiques	1-8.A., 2-9.	Dispositifs de visée	2-1., 2-2., 2-5.
Contacteurs à impulsions	4-6.A.	Dispositifs électroniques supraconducteurs	1-3.A.
Conteneurs, chimiques	7-2.	Dispositifs hyperfréquences ou à ondes millimétriques	1-3.A.
Conteneurs de stockage	7-2.	Dispositifs, programmables par l'utilisateur	1-3.A.
Conteneurs, militaires	2-17.	Dispositifs utilisant les ondes acoustiques	1-3.A.
Contre-contre mesures électroniques	2-11.	Dispositifs utilisant les ondes acoustiques de surface	1-3.A.
Contre-mesures électroniques	2-11.	Dispositions de séparation d'étages	6-3.
Contrôle dimensionnel, Équipement de	1-2.B., 4-1.B.	Disrupteurs	1-1.A.
Contrôle, systèmes électroniques de	2-11.		2-4.
Contrôleurs d'accès au réseau	1-4.A.	Dissipateurs de chaleur	6-2.
Convertisseurs d'ammoniac, craqueurs, tours	4-4.B., 3-2.6.	Dragage de mines, câbles pour le	2-4.
Convertisseurs de fréquence	3-2.6.2.4., 4-3.A.1.	Diffusiomètres	6-9.
Convertisseurs analogiques-numériques	1-3.A., 6-14.A.	Eau lourde, installations de production	3-2.2, 3-2.6., 4-2.A.
Convertisseurs numériques-analogiques-	1-3.A.	Échangeurs de chaleur	3-2.1.9., 3-2.5., 7-2.
Copolymères cristaux liquides		EEPROM	1-3.A.
thermoplastiques	1-1.C.	Effecteurs terminaux	1-2.B., 2-17., 4-1.A.3.
Copolymères	1-1.C.	Électro-aimants solénoïdes à supraconducteurs	1-3.A., 4-3.A.
Coprocasseurs graphiques	1-4.A.	Électroniques, matériels	1-3.A., 2-11.
Coque, pénétrateurs et connecteurs de	1-8.A., 2-9.	Éléments combustibles, inst. de fabrication	3-2.4.
Coques	1-8.A., 2-9.	Éléments génétiques	7-13.
Craqueurs d'ammoniaque	3-2.6.	Éléments optiques à ouverture commune	2-19.
Creusets	3-2.3., 3-2.5., 3-2.7., 4-2.A.	Éléments primaires (piles électroniques)	1-3.A.
Cryogéniques, équipements	1-6.A., 2-20.	Éléments rechargeables	1-3.A.
Cryptages, équipement de	1-5.A.2., 2-11.	Enceintes de biosécurité	7-12.7.
Cryptographie quantique	1-5.A.2.		

Enceintes de diffuser	3-2.5.3.2.	Équipement de séchage par atomisation	7-12.6.
Enceintes environnementales	6-15.	Équipement de séparation de gaz	3-2.5.
Engins aériens téléguidés	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.	Équipement de séparation des isotopes d'uranium et composants	3-2.5., 4-3.
Engins cibles	6-10., 6-19.	Équipement de séparation	7-1., 7-12.
Engins de reconnaissance	1-9.A., 6-10., 6-19.	Équipement de test biologique	7-12.
Engins explosifs improvisés, disrupteurs de	1-1.A., 2-4.	Équipement de traitement de signal ou renforcement d'image	1-4.A.
Enregistreurs analogiques d'instrumentation	1-3.A.	Équipement d'essai nucléaire	4-5.A.
Enregistreurs numériques d'instrumentation	1-3.A.	Équipement d'essai pour la propulsion	1-9.B.
Enregistreurs numérique	1-3.A.	Équipement d'inhalation d'aérosols	7-12.8.
Enrichissement aérodynamique	3-2.5.5.	Équipement et systèmes de navigation	1-7., 1-8.A., 6-9.A.
Ensembles de broches	1-2.B.	Équipement industriel à double usage dans le secteur nucléaire	4-1.A.
Ensembles de glissières	1-2.B.	Équipement laser de détection acoustique	1-6.A.
Ensembles hyperfréquences	1-3.A.	Équipement pour le dépôt d'arc cathodique	1-2.B.
Entraînement, matériels d'	2-14.	Équipement pour l'implantation ionique	1-3.B.
Entraîneurs	2-14.	Équipements contenant des brasseurs numériques	1-5.A.
Entretien militaire	2-18.	Équipement de réception de positionnement global par satellite	1-7.A, 2-11., 5504., 6-11.A.
Enveloppes de diffuseur	3-1.5.		1-3.B.
Enveloppes de moteurs fusée	6-3.	Équipements de croissance épitaxiale	
Enveloppes de moteurs	1-9.A.	Équipement inertiel de détermination de l'azimut, du cap et du nord	1-7.A., 6-9.A.
Enzymes pour guerre chimique et biologiques	2-7., 7-13.	Équipements de réception de positionnement global par satellite	1-7.A, 5504., 6-11.A.
Équipement acoustique de levé des fonds marins	1-6.A.	Équipements de soutien de lancement	6-12.A.
Équip. conçu en vue de l'emploi avec des réacteurs nucléaires	3-2.1.	Équipements de télécommunication résistant aux effets du rayonnement	1-5.A.1.
Équipement à dégainer et machines à découper	3-2.3.1.	Équipements destinés à mesurer le facteur de réflexion	1-6.B., 6-17.B.
Équipement d'avionique, fusées	6-11.	Équipement pour la dissémination	2-7., 7-12.
Équipement bancaire	1-5.A.2.	Équipements pour la fabrication de propergols	6-4.B.
Équipement de brouillage	1-5.A.2., 2-11.	Équipements pour la gravure sèche	5506.
Équipement de cryptanalyse	1-5.A.4.	Équipements pour la réalisation des préimprégnés	1-1.B., 6-6.B.
Équipement de commutation pour circuits numériques	1-5.B., 1-5.D., 1-5.E.	Équipements pour la réalisation d'instruments de navigation	1-7.B., 6-9.B.
Équipement de contre mesure	2-5., 2-11., 2-15., 2-19.	Équipements pour la réalisation d'instruments de radiogoniométrie	6-9.
Équipement de contre-contre mesure	2-11.	Équipements pour la réalisation de missiles, de roquettes et de véhicules aériens autopilotés	1-9.B., 2-18., 6-2.B., 6-20.B.
Équipement de contrôle d'attitude	1-7.A., 1-9.A., 6-10.A.2.	Équipements pour l'extrusion par voie humide	6-6.B.
Équipement de contrôle des dimensions	1-2.B., 4-1.B.	Équipements pour la réalisation de turbines à gaz	1-9.B., 6-3.B.
Équipement de décontamination	1-1.A., 2-7.	Équipements pour la réalisation de composites structuraux	6-6.B.
Équipement de dissolution	3-2.3.2.	Équipements pour la réalisation de commandes de vol	6-10.A.
Équipement de fluotournage	6-6.B.	Équipements pour la réalisation de matériel de télécommunication	1-5.B.
Équipement de guidage et de navigation	1-7.A, 2-11., 6-2.A., 6-9.A.	Équipements pour la réalisation de systèmes de propulsion	1-9.B., 6-3.B.
Équipement d'interception	1-5.A.1., 2-11.	Équipements pour la réalisation des préformés	1-1.B., 6-6.B.
Équipement de lyophilisation	7-12.5.	Équipements pour la réalisation de moteur d'avion	1-9.B., 6-3.B.
Équipement de levé sous-marin	1-6.A.		
Équipement de mesure de front d'onde	1-6.A.		
Équipement de poursuite de missiles	2-5., 6-12.A.		
Équipement de production à « commande par programme enregistré »	1-2.B., 1-3.B., 6-6.B.		
Équipement de production chimique	7-2., 7-12.		
Équipement de production d'armes chimiques	7-1., 7-2.		
Équipement de production de fluor	4-3.A.		
Équipement de protection laser	2-17.		
Équipement de radiogoniométrie	1-5.A.1., 6-11.A.		
Équipement de radiographie éclair	4-5.B.		
Équipement de remplissage télécommandé	7-2.2.		

Équipements pour l'extrusion par voie humide	6-6.	Génie pour zone de combat, équipement de	2-17.
Équipements radio à spectre étalé	1-5.A.	Géophones terrestres	1-6.A.
Équipements TEMPEST	1-5.A.3.	Gestion clé	1-5.A.2.
Équipements, télécommande	6-12.A.	GLONASS, équipement de réception	1-7.A, 2-11., 5504., 6-11.A.
Esters nitriques	6-4.C.	Gradiomètres de gravité	1-6.A., 6-12.A.3.
Étages de fusée	2-4., 6-2.A., 6-20.A.	Graphite	3-2.2.2., 3-2.5.9., 6-6.C.3
Étalons de fréquence atomiques	1-3.A.	Graphites en vrac	6-6.C.3.
Explosifs	2-8., 4-6.C., 6-4.C.	Gravimètres	1-6.A., 6-12.A.3.
Extracteurs de solvants	3-2.6.1.	Gravimètres, Équip. de production de	1-6.B.
FADEC	1-7.E., 1-9.D., 1-9.E.	Grenades fumigènes	2-4.
Faisceau de particules, systèmes à	2-19.	Grenades sous-marines	2-4.
Fenêtres de blindage anti-radiation	4-1.A.	Grenades	2-4.
Fermenteur d'agents biologiques	7-12.2.	Guerre biologique	2-7., 7-10.
Feuillards d'alliage amorphe	1-1.C.	Guerre chimique	2-7., 7.3.
Fibres de carbone	1-1.C., 4-2.C.	Guides d'onde souples	1-3.A.
Fibres de détection optiques	1-6.A.	Guides d'ondes à rubans	4-6.A.6.
Fibres optiques de pénétration de coque	1-8.A.	Gyro-astro-compas	1-7.A, 6-9.A.
Fibres optiques	1-5.A.1., 1-6.A., 1-6.C.	Gyroscopes	1-7.A, 6-9.A.
Fibres	1-1.C., 1-5.A., 1-6.C.	Gyrostabilisateurs	6-9.A.
Filets sous-marins	2-9.	Hafnium	1-6.C., 3-2.1.6., 4-2.A. & C.
Filtres optiques	1-6.A.	Hélices	1-8.A.
Filtres, accordables	1-3.A.	Hélicoptères	2-10.
Fluides d'amortissement	1-1.C.	Hélicoptères militaires	9-5.
Fluides de flottaison	1-1.C.	Hélium-3	4-2.B.1., 4-2.C.
Fluor, production de	4-5.3.	Hexafluorure d'uranium	3-1.2.
Forge, pièces de, militaires	2-16.	HMX	2-8., 4-6.C., 6-4.C.
Fours à dépôt chimique en phase vapeur	1-2.B., 6-6.B.4.	Huiles d'hydrocarbures synthétiques	1-1.C.
Fours à induction sous vide	4-1.B.4.	Huiles d'hydrocarbures	1-1.C.
Fours à induction	4-1.B.	Hydrophones	1-6.A.
Fours métallurgiques à bombardement d'électrons	4-1.B.	Hydroptères	1-8.A.
Fours métallurgiques à plasma	4-1.B.	Imagerie infrarouge, Équipements d'	1-6.A., 2-15.
Fours métallurgiques	4-1.B.	Imagerie thermique, équipements d'	1-6.A., 2-15.
Fours sous vide	4-1.B.	Imagerie, équipements d'	1-6.A., 2-15.
Fours	3-2.7., 4-1.B.7.	Impulsion électromagnétique	1-5.A.
Fumées, lancement de	2-2.	Incinérateurs	7-2.3.
Fusées de signalisation	2-3., 2-4.	Infrarouge, équipement à	1-6.A., 2-15.
Fusées sondes	2-10., 6-1.A., 6-19.A.	Isolateurs (biologique)	7-12.7.
Fusées	1-9.A., 2-4., 6-1.A., 6-19.A., 6-20.A.	Inst. conçues pour séparer les isotopes	3-2.5.
Fusils	2-1., 9-8.	Installations d'essai aérodynamiques	6-15.B.2
Fusion Nucléaire	5502.	Installations d'essais aérothermodynamiques	6-15.B.6.
Gaines de combustible nucléaire	3-2.1.6.	Installations d'essais militaires	2-18.
Galileo, équipement de réception	1-7.A, 2-11., 5504., 6-11.A.	Installations de confinement biologique et équipements	7-12.
Garnissages spéciaux utilisés pour séparer l'eau lourde	4-4.A.	Installations de confinement	7-12.
Gaz lacrymogènes	2-7.	Installations de conversion du nitrate de plutonium	3-2.3.
Gaz, lancement ou production de	2-2.	Installations de conversion du plutonium	3-2.7.
Gélifiants	2-4.	Installations de production d'armes chimiques	7-1.
Générateur de rayons-x à éclairs	4-5.E.	Installations de production de deutérium	3-2.6.
Générateur d'énergie, équipement	2-17.	Installations de production de missiles, de roquettes et de véhicules aériens télépilotes	2-18., 6-2.B., 6-20.B.
Générateur d'impulsions haute tension	4-5.B.	Installations de production de moteurs d'avion	1-9.B., 6-3.B.
Générateurs nucléaires de vapeur	3-2.1.	Installations de production de plutonium métal	3-1.5.
Générateurs photovoltaïques	1-3.A.	Installations de production de systèmes de propulsion	1-9.B., 6-3.B.

Index

Installations de production de tritium	4-2.B.	Logiciel de lithographie computationnelle	1-3.D
Inst. de retraitement d'éléments de combustibles	3-2.3.	Logiciel de modélisation	6-16.D.
Inst. pour la production de (UF ₆)	3-2.5.	Logiciel d'intrusion	1-4.D.4.
Installations pour le plutonium	3-2.3., 3-1.5.	Logiciel de surveillance de communication	1-5.D.
Installations, production d'éléments combustibles	3-2.4.	Logiciel de télécommunications	1-5.D.
Installations, séparation de matières fissiles	3-2.3.	Logiciel pour marine	1-8.D.
Installations, traitement de matières fissiles	3-2.3.	Logiciel, commande de vol	6-12.D.
Installations, traitement de matières irradiées	3-2.3.	Logiciel, composites structuraux	6-6.D.
Inst. conçues pour la fabrication d'éléments de combustibles	3-2.4.	Logiciel, conception électronique	1-3.D.
Instrument de mesure de la pression	4-3.A.	Logiciel, cyberopérations militaires offensives	2-21.
Instruments de détection et de mesure des neutrons	3-2.1.	Logiciel, déchiffrement de code de distance des systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS)	1-7.D.5.
Instruments de mesure angulaire	1-2.B., 4-1.B.	Logiciel, densification	6-6.D.
Instruments de mesure de déplacement linéaire	1-2.B., 4-1.B.	Logiciel, dépôt pyrolytique	6-6.D.
Instruments de mesure de déplacement angulaire	1-2.B., 4-1.B.	Logiciel, effets nucléaires	6-18.D.
Instruments hydrodynamiques	4-5.B.	Logiciel, furtivité	6-17.D.
Intégration de capteurs, matériels d'	2-5.	Logiciel, insensibilisation aux radiations	6-18.D.
Intensificateurs d'image	1-6.A., 2-15.	Logiciel, installations d'essais environnementaux	6-15.D.
Interféromètres	4-5.B.5., 6-11.A.	Logiciel, intégration de conception	6-16.D.
Isolation	1-9.A., 6-3.A.3.	Logiciel, intégration des instruments de vol	6-9.D.
Isotopes, installations pour la séparation des	3-2.5.	Logiciel, microscopie électronique à balayage	5506.
Isotopes, matières pour la séparation des	3-1.5., 4-5.3.	Logiciel, missiles, roquettes et véhicules aériens télépilotés	1-9.D., 6-1.A., 6-19.A., 6-20.D.
Isotopes, séparation des	3-1.5., 4-5.3.	Logiciel, moteurs d'avion	1-9.D., 6-3.D.
Jauges de contrainte	1-9.B.	Logiciel, production de propergol	2-21., 6-4.D.
Jauges de surpression	4-5.B.5.	Logiciel, propulsion	1-9.D., 6-3.D.
Joints d'étanchéité	1-1.A.	Logiciel, radiogoniométrie	6-9.D.
L'orientation du faisceau	1-6.A.	Logiciel, rétablir fonctionnement après impulsion électromagnétique	1-3.D.
Lance-flammes	2-2.	Logiciel, simulation	2-21., 6-16.D.
Lance-fumées	2-2.	Logiciel, soutien de lancement	6-12.D.
Lance-gaz	2-2.	Logiciels pour systèmes d'armes	2-21.
Lance-projectiles	2-2.	Logiciels, navigation et avionique	1-7.D., 6-9.D., 6-11.D.
Lance-roquettes	2-2.	Lubrifiantes	1-1.C.
Lanceurs	1-9.A., 2-4., 6-1.A., 6-19.A.	Machines à décharge électrique	1-2.B., 4-1.B.2.
Lanceurs de missiles	9-7.	Machines à entrelacer	1-1.B., 6-6.B.1.
Lanceurs spatiaux	1-9.A., 2-4., 6-1.A., 6-19.A.	Machines à repousser	1-2.B., 4-1.B., 6-3.B.
Laser entraînant la cécité	2-19., 5501	Machines à tailler	1-2.B., 2-18., 4-1.B.
Laser, Équipements de diagnostics	1-6.A.	Machines d'équilibrage multiplans centrifuges	4-5.B.3.
Laser, Équipements de production de	1-6.B.	Machines de fluotournage	1-2.B., 4-1.B., 6-3.B.
Laser, Équipements d'essai de	1-6.B.	Machines de chargement du combustible nucléaire	3-2.1.
Lasers à semi-conducteurs	1-6.A.	Machines de fraisage	1-2.B., 4-1.B.
Lasers	1-6.A., 2-19., 3-2.5.7.13., 4-3.A.2., 5501	Machines de rectification	1-2.B.
Lasers, amplificateurs	1-6.A., 4-5.3.	Machines de repoussage	4-1.B.
L'eau lourde	3-2.2.	Machines de tissage	1-1.B., 6-6.B.
Lidar	1-6.A., 6-11.A.	Machines de tournage	1-2.B., 4-1.B.2.
Lithium, appareils de production et de séparation	4-2.C.	Machines d'équilibrage	4-3.B.3., 6-9.B.2.
Lithographie, Équipements de	1-3.B.	Machines pour la pose de bandes	1-1.B., 6-6.B.
Logiciel (voir équipement correspondant)		Machines pour le bobinage de filaments	1-1.B., 4-3.B., 6-6.B.
Logiciel, assembleurs d'acide nucléique	7-12.	Machines pour le placement de câble	
Logiciel C ³ I, C ⁴ I	2-21.		

de filaments	1-1.B., 6-6.B.	Matrices	1-1.B., 1-2.B., 4-3.B.
Machines pour le placement de fibres ou la pose de câble de filaments	6-6.B.	Mécanismes de désaccouplement	6-3.A.
Machines-outils à commande numérique	1-2.B., 4-1.B.	Mécanismes de têtes militaires	6-2.A.
Machines-outils à fabrication additive	1-2.B., 1-9.A.	Mécanisme électronique supraconductive	1-3.A.
Machines-outils à faisceau électronique	1-2.B.	Mélanges chimiques	7-2.
Machines-outils à forer des trous profonds	1-2.B.	Mélangeurs discontinues	6-4.B.3.
Machines-outils à jet de liquide	1-2.B.	Mélangeurs en continu	2-18., 6-4.B.
Machines-outils de contournage	1-2.B., 4-1.B.	Mélasses	5204
Machines-outils	1-2.B., 4-1.B.2.	Mémoires à semi-conducteurs	1-3.A.
Magazines pour les armes	2-1., 2-2.	Mesure, Équipements de	1-2.B., 1-9.B., 4-1.B.
Magnésium	1-1.C., 2-8., 4-1.B.2.	Métal sous forme brute	1-1.C.
Magnétomètres	1-6.A.	Métal sous forme mi-ouvrée	1-1.C.
Mandrins	4-1.B., 6-6.B.1.	Métaux magnétiques	1-1.C.
Marchandises en transit	5401	Micro-calculateurs	1-3.A.
Marchandises pour certaines utilisations (fourre-tout)	5505	Microcircuits résistant aux effets du rayonnement	1-3.A., 6-18.A., 5504
Marchandises provenant des États-Unis	5400	Microcommande	1-3.A.
Masques à gaz	1-1.A., 2-7.	Micro-ondes, armes à	2-19.
Masques ou réticules	1-3.B., 1-6.A.	Micro-organismes	7-13.
Matériaux alliés	1-1.C.	Microphone laser	1-6.A.
Matériaux carbone-carbone	1-9.A., 1-9.C., 6-6.C.	Microprocesseurs	1-3.A., 5504.
Matériaux céramiques	1-1.C., 3-2.5.3., 6-6.C.	Microscopes électroniques à balayage	5506.
Matériaux de poudres céramiques	1-1.C.	Mines anti-personnel	2-4., 5503
Matériaux de structure	6-6.C.	Mines	2-4., 5503
Matériaux fibreux ou filamenteux	1-1.C., 4-2.C., 4-3.B., 6-6.C.	Minirefroidisseurs Joule-Thomson	1-6.A.
Matériaux hétéro-épitaxiés	1-3.C.	Mirco-organismes génétiquement modifiés	7-13.
Matériaux optiques	1-6.C.	Miroirs à réseaux phasés	1-6.A.
Matériaux pour absorber les ondes électromagnétiques	1-1.C.	Miroirs déformables	1-6.A.
Matériaux précurseurs	1-1.C.	Miroirs optiques	1-6.A.
Matériaux structuraux	1-1.C., 6-6.C.	Miroirs refroidis	1-6.A.
Matériel aéroporté	2-10.	Missile, équipement de poursuite et guidage de	2-5., 6-9.A.
Matériel d'essais des appareils inertiels	1-7.B., 6-9.B.	Missiles	9-7.
Matériel d'oxygénation	2-10., 2-17.	Missiles de croisière	2-4., 6-1.A.2., 6-19.A.2.
Matériel de conduite de tir	2-5.	Missiles, guidés et non guidés	2-4., 6-1.A., 6-19.A.
Matériel de dégazage	7-12.	Mitrailleuses	2-1.
Matériel de filtration	7-12.4.	Moniteurs et systèmes de surveillance des gaz toxiques	7-2.4.
Matériel de génie	2-17.	Modélisation, logiciel de	2-21.
Matériel de lyophilisation	7-12.5.	Modificateurs de vitesse de combustion	6-4.C.
Matériel de protection	1-1.A., 2-7.	Modulateurs électro-optiques	1-3.A.
Matériel de protection/confinement biologique	7-12.	Module de puissance hyperfréquence	1-3.A.
Matériel de remplissage télécommandé	7-2.	Molybdène	6-6.C.7.
Matériel de remplissage	7-12.	Montages	1-1.B., 1-9.B.
Matériel électronique pour le militaire	2-11.	Mortiers	2-2.
Matériel radio	1-5.A., 2-11.	Moteurs à cycles combinés	1-9.A., 6-3.A.2.
Matériels céramiques	1-1.C.	Moteurs à détonations	6-3.A.
Matériel pour la dissémination	2-7.	Moteurs à turbine à gaz	1-9.A., 2-10., 6-3.A.
Matériels pour diminuer la réflectivité radar	1-1.A., 1-1.C., 6-17.B.	Moteurs à turbines à gaz marins	1-8.A., 1-9.A.
Matériels terminaux d'interface	1-4.A.	Moteurs aéronautiques	1-9.B., 2-10., 6-3.A.
Matières brutes	3-1.1.	Moteurs d'aéronefs	1-9.A., 2-10., 6-3.A.
Matières de la CAC	7-3.	Moteurs électriques pour sous-marins	1-8.A., 2-9.
Matières fissiles	3-1.2.	Moteurs fusée hybrides	2-4., 6-2.A.1., 6-3.A.6., 6-20.A.1.
Matières pour sources de chaleur nucléaires	1-1.C.	Moteurs fusée à propergol gélifié	6-2.A.1., 6-20.A.1.
Matières réactives	2-8.		

Index

Moteurs fusée	1-9.A., 2-4., 6-2.A., 6-20.	Plaquettes	1-3.A.
Moteurs pour navires militaires	2-9.	Plateformes d'engins spatiaux	1-9.A., 5504.
Moteurs pour véhicules militaires	2-6.	Plasma, Équipements pour la pulvérisation de	1-2.B.
Moteurs pulsoréacteurs	6-3.A.	Plastifiants nitrate	2-8., 6-4.C.
Moteurs statoréacteurs à combustion	1-9.A., 6-3.A.	Plongée sous-marines, appareils de	1-8.A., 2-17.
Moteurs statoréacteurs	1-9.A., 6-3.A.	Plongée sous-marines, matériels de	1-8.A., 2-17.
Moteurs	1-9.A., 6-3.A.	Plutonium	1-1.C., 3-1.
Moulage, Équipements de	1-9.B.	Plutonium, nitrate de	3-1.
Moules	1-1.B., 1-2.B., 6-6.B.1.	Plutonium, oxyde de	3-1.
Mousse syntactique	1-8.C.	Pointage de nuit, matériel de	1-6.A., 2-5., 2-15.
Munitions	2-3.	Pointage, dispositifs de	2-5.
Navals, équipements	2-9.	Polyarylèneécétones	1-1.C.
Navires de surface	2-9.	Polycarbosilazanes	1-1.C.
Navires	2-9., 9-6.	Polydiorganosilanes	1-1.C.
Neptunium	1-1.C.	Polyétherimides aromatiques	1-1.C.
Nez de véhicules de rentrée	1-9.A., 6-2.A.	Polyimides aromatiques	1-1.C.
Nickel	1-1.C.	Polymères	1-1.C.
Nickel, poudre de	1-1.C., 3-2.5., 4-2.C.16.	Polymères conducteurs	1-1.C.
		Polymères piézoélectriques	1-1.C.
		Polysilazanes	1-1.C.
Noyaux en céramiques	1-9.B.	Pompes à vide	3-2.5., 4-3.A.8.
Obusiers	2-2.	Pompes	1-9.A., 3-2.1., 3-2.5., 3-2.6., 4-2.B., 6-3.A., 7-2.1.
Optiques de contrôle, Équipements	1-6.A.		
Ordinateurs	1-4.A., 2-11., 6-13.A.	Ponts, télécommunications	1-5.A.
Ordinateurs quantiques	5506.	Position, indicateurs de	2-5.
Organisme génétiquement modifié	7-13.	Pots fumigènes	2-4.
Oscillateurs	1-3.A., 1-6.A., 4-3.A.2.	Poudres d'alliages métalliques	1-1.C.
Outillage	1-9.B.	Poudre d'aluminium	2-8., 6-4.C.
Outils de coupe en diamant	1-2.B.	Poudre de fer	2-8.
Outils de coupe	1-2.B., 4-1.B.	Poudre de magnésium	2-8., 6-4.C.
Outils numérique d'investigation	1-5.A.4.	Poudre de nickel	1-1.C., 3-2.5., 4-2.C.16.
Oxyde de plutonium	3-1.		
Parachutes	2-10.	Poudre de nickel, grande pureté	4-2.C.
Pathogènes, humain, animal, végétatif	7-13., 7-13.1., 7-13.2.	Poudre de zirconium	2-8., 6-4.C.
Perchlorate d'ammonium	2-8.1., 6-4.B.	Poudres métalliques	1-1.C.
Performance de crête corrigée	1-4.A., 1-4.D., 1-4.E.	Précurseurs d'agents chimiques	2-7., 7-3., 7-4.
Photocathodes	1-6.A.	Précurseurs pour explosifs	2-8.
Photodiodes ou phototransistors		Préformés	6-6.B.
semi-conducteurs	1-6.A.	Préimprégnés	1-1.C., 4-2.A., 6-6.
Photographique, matériel	1-6.A., 1-8.A., 2-15., 4-5.B.	Préparations à base de chocolat	5206.
		Presses isostatiques à chaud	1-2.B., 4-1.B., 6-6.B.
Pièces de fonderie	2-16.	Presses isostatiques	1-2.B., 4-1.B.5., 6-6.B.3.
Pièces de forge	2-16.		
Piles électriques	1-3.A.	Processeurs de transformée de Fourier rapide	1-3.A.
Piles solaires	1-3.A.	Production de biens militaires, équip. et tech.	2-18.
Piles thermiques	6-12.A.	Production de deutérium	3-2.6.
Pilotage automatique pour charges parachutées	2-10.	Production de Télécommunications, Équipements pour	1-5.B.1.
Pilotes automatiques	1-7.A., 6-9.A.	Production de tritium	4-2.B.
Pistolets	2-1.	Production d'équipements de propulsion	1-9.B., 6-3.B.
Pistolets-mitrailleurs	2-1.	Production des aubes mobiles pour turbines à gaz	1-9.B.
Placage ionique, Équipements pour le	1-2.B.	Production et séparation du lithium	4-2.B.
Plaques à microcanaux	1-6.A.	Produits alimentaires	5201, 5203
Plaques de blindage	1-1.A., 2-13.		5204

Produits chimiques pour propergols	2-8., 6-4.C.	Ravitaillement en carburant des avions,	
Produits chimiques toxiques	2-7., 7-3.	appareil	2-10.
Produits chimiques	1-1.C., 2-7., 2-8. 6-4., 7-3., 7-4.	RDX	2-8., 4-6.C., 6-4.C.4.
Produits contenant du sucre	5203., 5205., 5206.	Réacteurs de fusion	5502.
Produits à teneur élevée en sucre	5205.	Réacteurs nucléaires	2-17., 3-2.1., 5502.
Produits de bois	5101, 5102, 5103, 5104	Réacteurs chimiques	7-2.
Produits de confiserie et préparations à base de chocolat	5206.	Récepteurs d'essai hyperfréquences	1-3.A.
Produits en substances non fluorées	1-1.A.	Récepteurs pour radio	1-5.A.1., 2-11.
Produits fissiles	3-1.1.	Récepteurs pour navigation par satellite	1-7.A., 2-11., 5504., 6-11.A.
Produits forestiers	5101, 5102, 5103, 5104	Récipients de confinement pour explosifs	4-5.B.7.
Produits laminés	1-1.A.	Récipients de réaction	7-2.1.
Profilomètre	1-7.B., 6-9.B.	Récipients de sûreté anti-criticité	3-2.3.2.
Projecteurs acoustiques	1-6.A.	Reconnaissance, matériels de	2-5.
Projecteurs électriques	2-17.	Réduction des signatures	6-17.
Propergols à haut rendement	2-8., 6-4.C.	Réflexivité radar réduite	6-17.
Propergols composites	2-8., 6-4.C.	Réflexomètre	6-9.A.
Propergol gélifié	6-3.A., 6-4.C.	Réfrigérants cryogéniques	1-6.A.
Propergol liquide	6-4.C.	Réfrigération de l'hélium	4-2.B.
Propergols solides	2-8., 6-4.C.	Réfrigération en cycle fermé	1-9.A.
Propergols	2-8., 6-4.C.	Refroidissement par aspersion	1-3.A.
Propulsion électromagnétique	2-12.	Réglage de tir, instruments de	2-5.
Propulsion nucléaire	2-9., 2-17., 3-2.1.	Remorques militaires	2-6.
Propulsion par plasma	2-12.	Renforcement d'image, équip. de	1-4.A.
Propulsion, Équipements de contrôle de systèmes de	1-9.B.	Réseau de laser à semi-conducteur	1-6.A.
Propulsion, Équipements d'essai de	1-9.B.	Réseaux de portes programmables	1-3.A.
Protection balistiques, matériaux pour la	2-13.	Réseaux locaux pour ordinateurs (LAN)	1-5.A.
Protection contre le souffle/chaleur	6-18.	Réseaux logiques programmables	1-3.A.
Protection contre les rayons X et les effets thermiques	6-18.A.	Réservoirs de propergol gélifié	6-3.A.
Protection EIM	6-18.	Réservoirs de propergol liquide	6-3.A.
Protection thermique	6-2.	Résine	1-1.C.
Pulso-réacteur	6-3.	Revêtement, Équipement de	1-2.B.
Pulvérisation cathodique	1-2.B.	Revolvers	2-1.
Pyrolytiques, Équipements	6-6.B.	Rhénium	4-2.C.20
Pyrotechniques, lancement de matériels	2-2.	Rickettsies	7-13.
Pyrotechniques, produits	2-8.	Robins à joints d'étanchéité multiples	1-1.B., 1-2.B., 6-6.
Radar à laser	1-6.A., 2-11., 6-11.A.	Robins	4-5.3., 7-2.
Radars	1-6.A., 2-11., 6-9.A., 6-11.A., 6-12.A.	Robots sous-marins	1-8.A.
Radars	1-5.A.2.	Robots	1-2.B., 1-8.A., 2-17., 4-1.A.3.
Radios à sauts de fréquence	2-7., 3-1.2., 4-2.C.	Rondelles d'étanchéité	1-1.A.
Radioactives, substances		Roquettes	1-9.A., 2-4., 6-1.A., 6-19.A. 6-20.A.
Radiocellulaires numérique, Équipements ou systèmes	1-5.A.	Rotor, production de	1-9.B., 4-3.B.
Radiofréquence de grande puissance, systèmes de	2-19.	Roulements radiaux	6-3.A.7
Radiogoniométrie, Équipements de	1-5.A.1., 6-11.A.	Roulements silencieux	2-9.
Radiographie, Équipement de	6-15.A.	Roulements	1-2.A., 6-3.A.7.
Radionucléides	4-2.C.19.	Routage adaptatif dynamique	1-5.D.
Radiotéléphones	1-5.A.	Routeurs	1-5.A.2.
Radiotomographie	1-1.B.	Saphir dopé au titane	1-6.C.
Radium-226	4-2.C.12.	Satellite	1-9.A., 2-11., 5504.
Radômes	6-6.C.5.	Sécurité de l'information	1-5.A., 2-11.
		Sécurité informatique, matériels de	2-11.
		Sélénure de gallium-argent (AgGaSe ₂)	1-6.C.
		Sélénure de thallium-arsenic	1-6.C.
		Sélénure de zinc (ZnSe)	1-6.C.
		Semi-chenillés, véhicules	2-6.
		Séparateur des isotopes	3-2.5.9.1., 4-3.B.5.

Index

Servo-valves	6-3.A., 6-10.A.	Système de récupération océanique	1-8.A.
Signatures numériques	1-5.A.2.	Système de réduction de bruit	1-8.A., 6-17.
Silencieux pour armes à feu	2-1.	Système de tubulure de collecteurs	
Simulateurs de mouvement	6-9.B.2.	de machine	3-2.5.2.
Simulateurs	2-14.	Systèmes à faisceau ionique	1-3.B.
Simulateurs d'engins spatiaux	1-9.A., 5504.	Systèmes à rayons X	1-3.A., 4-5.B.
Simulation, logiciels de	2-21., 6-16.D.	Systèmes acoustiques	1-6.A.
Sonar, Équipements	1-6.A.	Systèmes biologiques	2-7., 7-13.
Sonde	1-2.B.	Systèmes d'essais de vibration	4-1.B., 6-15.B.
Soudage par diffusion	1-1.B.	Systèmes d'alimentation indépendants de l'air	1-8.A., 2-9.
Soufflantes	3-2.5., 3-2.6.	Systèmes de collage	1-9.B.
Souffleries	1-9.B., 6-15.B.	Systèmes de commande de vol	1-7.A, 6-2.A.,
Soufflets	3-2.5.1, 4-3.A.9.		6-10.A.
	4-3.B.	Systèmes de commande de vol électrique	6-10.A.
Sources de chaleur nucléaires, matières pour	1-1.C.	Systèmes de commande de vol optique	6-10.A.
Sous-marins	1-8.A., 2-9., 9-6.	Systèmes de communications sous-marin	1-5.A.1.
Sous-munitions	2-3.	Systèmes de compensation magnétique	1-6.A.
Sous-systèmes de fusées	2-4., 6-2.A., 6-20.A.	Systèmes de défense anti-aérienne portatifs	9-7.
Spectromètres de masse	3-2.5.5., 3-2.5.7.,	Systèmes de détection nucléaire, biologique,	
	4-3.B.6.	chimique	1-1.A., 2-7.
SPG	1-7.A, 6-11.A.3.	Systèmes de détection ou de localisation	
SQUID	1-6.A.	acoustique	1-6.A.
Stabilisants pour explosifs	2-8.	Systèmes de fluoration	3-2.5.7.9.
Stabilisants	6-4.C.	Systèmes de localisation cohérente passive	1-5.A.
Stabilisateurs gyroscopiques	6-9.	Systèmes de manipulation des plaquettes	1-3.B.
Stabilisateurs	2-8., 6-4.	Systèmes de mesure de la surface efficace	
Statoréacteur à combustion supersonique	1-9.A.	radar	1-6.B., 6-17.B.
Stockage d'hydrogène	1-9.A.	Systèmes de mesure de type non à contact	1-2.B.
Structures "composites"	1-1.A., 3-2.5.,	Systèmes de mesure pour l'analyse des	
	4-2.A.3. , 6-6.A.	profils radar	1-6.B., 6-17.B.
Substances à double usage		Systèmes de missiles balistiques	6-1.A.1.
dans le secteur nucléaire	4-2.C.	Systèmes de navigation à inertie	1-7.A, 6-9.A.3.
Substances comburantes	6-4.C.4.	Systèmes de navigation sous-marins	1-7.A., 2-9
Substances lubrifiantes	1-1.C.	Systèmes intégrés de navigation	6-9.A.7.
Substances polymères non fluorées	1-1.C.	Systèmes de nébulisation	7-12.9.
Substances polymères	1-1.A., 6-4.C.5.	Systèmes de pilotage automatique	2-10.
Substances propulsives	2-8., 6-4.C.	Systèmes de positionnement global (GPS),	
Substrats bruts de carbure de silicium	1-6.C.	équipement de réception	1-7.A., 2-11.,
Substrats polycristallins	1-3.C.		5504., 6-11.A.
Sucres	5203, 5204., 5205.,	Systèmes de positionnement par satellites	
	5206.	régionale (RNSS)	6-11.A.
Suiveurs stellaires	1-7.A., 6-9.A.	Systèmes de poursuite	6-12.A.
Sulfure de zinc (ZnS)	1-6.C.	Systèmes de propulsion de fusées	1-9.A., 2-4., 6-2.A.
Superalliage	1-9.B.	Systèmes de propulsion	1-8.A., 1-9.A.,
Suppression des signatures	2-17., 6-17.		5504.
Supraconducteurs, équip. et composants	2-20.	Systèmes de pulvérisation	7-12.9.
Surveillance de cible, matériels de	2-5.	Systèmes de radiofréquence/hyperfréquence	5502.
Surveillance, systèmes électroniques de	2-11.	Systèmes de réfrigération	1-9.A.
Synthétiseurs de fréquences	1-3.A.	Systèmes de refroidissement cryogéniques	1-6.A.
Synthétiseurs de peptides	7-12.	Systèmes de stockage	1-9.A.
Synthétiseurs numérique direct	1-3.A.	Systèmes de surveillance des gaz	7-2.
Système à implosion	4-5.B.	Systèmes de vaporisation	3-2.5.7.
Systèmes acoustiques dissuasifs contre les		Systèmes d'artillerie de gros calibre	9-3.
plongeurs	1-8.A.	Systèmes d'échange ionique à reflux	3-1.5.
Système d'amorçage multipoints	4-6.A.	Systèmes d'hydrographie bathymétriques	1-6.A.
Système d'intrusion	1-4.A.5.	Systèmes d'instruments de vol intégrés	1-7.A, 6-9.A.
Système de lumière sous-marins	1-8.A.	Systèmes et équipement de propulsion	1-9.A., 5504.,
Système de navigation	1-8.A.		6-3.A.
Système de propulsion	1-8.A.	Systèmes fusées	1-9.A., 2-4., 5504.,

Systèmes générateurs de neutrons	6-1.A., 6-19.A.	Technologie, optiques	6-11.E.
Systèmes générateurs de plasma	4-6.A.5.	Technologie, ordinateurs analogiques	1-6.E.
Systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS), équipement de réception	3-1.5.8-3.	Technologie, pales d'hélices	1-4.E., 6-13.E.
	1-7.A., 2-11., 5504., 6-11.A.	Technologie, perçage de trous à jet d'eau	1-9.E.
Systèmes ou équipement de surveillance des communications de réseau IP	1-5.A.1.j.	Technologie, perçage de trous à laser	1-9.E.
Systèmes passifs, acoustiques	1-6.A.	Technologie, poudres céramiques	1-1.E.
Systèmes pour le stockage d'énergie électro-magnétique	1-3.A.	Technologie, production de propergols	2-22., 6-4.E.
Systèmes submersibles	1-8.A., 2-9.	Technologie, prod. de systèmes de véhicules moteur diesel	1-9.E.
Tables de mouvement	6-9.	Technologie, produits biologiques	7-15.
Tables de positionnement	6-9.	Technologie, produits chimiques	7-6.
Tantale	7-2.1.	Technologie, propergols	2-22., 6-4.E.
Technologie (voir aussi équipement correspondant)		Technologie, propulsion	1-9.E., 6-3.E.
Technologie de blindage	1-5.E.2., 6-11.E.	Technologie, radars	1-6.E.
Technologie de marine	1-8.E.	Technologie, radiogoniométrie	6-9.
Technologie des missiles, des roquettes et des véhicules aériens télépilotes	1-9.E., 2-22., 5504., 6-1.E., 6-19.E., 6-20.E.	Technologie, sécurité de l'information	1-5.E.2.
Technologie des procédés biologiques	7-15	Technologie, simulation	6-16.E.
Technologie des procédés chimiques	7-6.	Technologie, souffleries	1-9.E., 6-15.E.
Technologie IEM	1-5.E.2., 6-11.E.	Technologie, soutien de lancement	6-12.E.
Technologie, aubages à géométrie variable	1-7.E.	Technologie, systèmes de transmission d'énergie	1-9.E.
Technologie, acoustique	1-6.E.	Technologie, systèmes d'injection de carburant	1-9.E.
Technologie, appareils de prises de vues	1-6.E., 4-5.E.	Technologie, télécommunications	1-5.E.
Technologie, calculateurs	1-4.E.	Technologie, traitement des matériaux	1-2.E.
Technologie, capteurs et lasers	1-6.E.	Télécommande, Équipements	6-12.A.
Technologie, capteurs optiques	1-6.E.	Télécommunications, Équipements de	1-5.A.1.
Technologie, commande de vol	1-7.E., 6-10.E.	Télécommunications, Équipements d'essai de	1-5.B.
Technologie, composants moteur diesel	1-8.E., 1-9.E.	Télémанипуляторы	3-2.7.2., 4-1.A.
Technologie, composites structuraux	1-1.E., 6-6.E.	Téléètres	2-5.
Technologie, convertisseurs analogiques-numériques	1-3.E., 6-14.E.	Téléétrie, Équipements de	6-12.A.
Technologie, dépôt pyrolytique	6-6.E.	Téléétrie, repérage et contrôle	1-9.A., 5504.
Technologie, effets nucléaires	6-18.E.	Télescopes de projection	1-6.A.
Technologie, électro-chimiques/électro-érosif pour perçage	1-9.E.	Tellurure de cadmium et de zinc (CdZnTe)	1-6.C.
Technologie, électronique	1-3.E.	Tellurure de cadmium	1-6.C.
Technologie, furtivité,	1-1.E., 2-22., 6-17.E.	Teste, Équipements de	1-3.B.
Technologie, GAAFET	5506.	Têtes indicatrices	6-9.B.2.
Technologie, gravimètres	1-6.E.	Thorium	3-1.
Technologie, impulsion électromagnétique	6-11.	Thyristor, dispositifs et modules	1-3.A.
Technologie, installations d'essais environnementaux	6-15.E.	Titane et ses alliages	1-1.C., 2-8., 3-2., 4-2., 6-6.C., 7-2.1.
Technologie, intégration de conception	6-16.E.	Torches à plasma	4-1.B.7.
Technologie, interférence électromagnétique	1-5.E.2., 6-11.E.	Torpilles	2-4.
Technologie, lasers	1-6.E.	Tours d'échange	3-2.6.
Technologie, magnétomètres	1-6.E.	Toxines	2-7., 7-13.
Technologie, matériaux évolués	1-1.E.	Tracteurs militaires	2-6.
Technologie, matériaux structuraux	1-1.E., 6-17.E.	Traitement de données	1-9.B.
Technologie, modélisation	6-16.E.	Traitement de données de charge utile	1-9.A., 5504.
Technologie, moteurs à turbines à gaz et composants	1-9.E., 6-3.E.	Traitement de données de commande et de télémétrie	1-9.A., 5504.
Technologie, moteurs d'avion	1-9.E., 6-3.E.	Traitement de signal	1-4.A., 1-5.A.1.
Technologie, moteurs supersoniques	1-9.E., 2-22., 6-3.E.	Tranches de carbure de silicium	1-3.C.
Technologie, navigation et avionique	1-7.E., 6-9.E.,	Transducteurs de pression	4-3.A.7.
		Transducteurs	1-6.A., 1-9.B., 4-3.A.
		Transistors hyperfréquences	1-3.A.
		Transistors	1-3.A.
		Transmission, Équipements de	1-5.A.
		Trifluorure de chlore (ClF ₃)	2-8., 3-2.7.1.2.,

Index

	4-2.C.6.	Véhicules aériens télépilotes	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.
Tritium	4-2.C.		
Tritium, installations pour le	3-1.2., 3-1.5., 4-2.B.	Véhicules blindés	2-6.
Tritium, production, séparation et manipulation	4-2.B.	Véhicules blindés de combat	9-2.
Tubes à agilité de fréquence	2-11.	Véhicules de rentrée	6-2.A.
Tubes à choc	6-15.B.2.	Véhicules militaires armés	2-6.
Tubes à ondes progressive	1-3.A.	Véhicules télécommandés	1-1.A.6.
Tubes de zirconium	3-2.1.	Engins spatiaux et équipement connexe	1-9.A., 2-11., 5504
Tubes intensificateurs d'image	1-6.A., 2-15.	Véhicules submersibles	1-8.A., 2-9.
Tubes photomultiplicateurs	4-5.A.1.	Véhicules suborbitaux	1-9.A.
Tungstène	4-2.C., 6-6.C.	Vérification, Équipements de	1-1.B., 1-2.B., 4-5.
Turboréacteurs à double flux	6-3.A.	Verre	1-6.C.
Turboréacteurs	6-3.	Vêtements	5209.
Turbosoufflantes légers	6-3.	Vêtement anti-G (antigravifique)	2-10
Tuyauteries de distribution	3-2.5	Vêtements blindés	1-1.A., 2-13.
Tuyères	1-9.A., 6-3.A., 6-6.A.	Vêtements de vol pressurés	2-10.
	6-19.A.3	Vêtements protecteurs	1-1.A., 2-7., 2-13., 7-12.
UAV de pulvérisation d'aérosols	4-1.B., 6-3.B.3.	Vibrations acoustiques, équipements d'essai	1-9.B.
Unités de commande numérique	1-4.A.	Vibrations, Équipements d'essais aux	1-9.B., 4-1.B., 6-15.B.
Unités de séparation par échange chimique	3-1.5.		7-13.
Uranium	3-1.	Virus, humain, animal, plantes	2-1., 2-2., 2-5.
Uranium appauvri	3-1.	Visée, dispositifs de	2-1., 2-2., 2-5.
Usines d'enrichissement	3-2.5.	Viseurs d'armement	1-4.A.
Usines d'enrichissement par le procédé électromagnétique	3-2.5.9.	Visuels ou moniteurs	1-1.C., 2-8., 3-2.1., 4-2.C., 6-4.C.
Vannes	3-2., 4-3.A., 7-2.1.	Zirconium, métal et alliages	
Véhicules	2-6., 5210.		
Véhicule aérien sans équipage	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.		
	2-6.		
Véhicules à traction intégrale	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.		
Véhicules aériens non habités	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.		
Véhicules aériens non pilotés			