

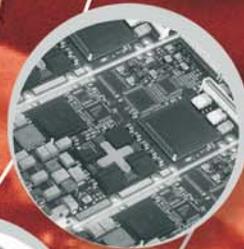


Affaires étrangères 27 ca a YfW et
8 fj Y cdda YbhCanada

Foreign Affairs 27 HfUKY and
8 Yj Y cda YbhCanada

Guide des

CONTRÔLES À L'EXPORTATION DU CANADA



Décembre 2013

Introduction

La délivrance des licences d'exportation sous la Loi des licences d'exportation et d'importation relève de la compétence de la Direction générale de la réglementation commerciale du ministère des Affaires étrangères, du Commerce et du Développement (MAECD). Afin d'assister les exportateurs, la Direction générale de la réglementation commerciale publie des informations importantes sur son site Web (www.international.gc.ca), tel que le Manuel des contrôles à l'exportation, des Avis aux exportateurs, une Foire aux questions, des Codes de marchandises, et les coordonnées des divisions de la Direction générale de la réglementation commerciale responsable de l'administration des contrôles à l'exportation spécifiques.

Pour obtenir des renseignements sur le processus de demande de licence d'exportation prière de consulter notre site Web : www.international.gc.ca

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

Les exportateurs « reconnus » du système CEED peuvent vérifier le statut de toutes leurs demandes soumises en ligne. Les exportateurs « non reconnus » peuvent obtenir les coordonnées de la division responsable de l'administration d'un contrôle spécifique via le site Web (www.international.gc.ca) et peuvent vérifier l'état de leur demande en fournissant le numéro de référence (no. ref) de leur demande de licence d'exportation.

Régimes multilatéraux sur les contrôles à l'exportation et ententes bilatérales :

Au moment de sa rédaction, le présent Guide comprend la liste des articles énumérés sur la *Liste des marchandises d'exportation contrôlée* (LMEC) dont l'exportation est contrôlée en raison de la politique étrangère canadienne, y compris la participation du Canada aux régimes multilatéraux de contrôles à l'exportation ainsi qu'à des ententes bilatérales. Les contrôles à l'exportation spécifiés dans ce Guide s'appliquent à toutes destinations à l'exception des États-Unis, sauf si indiqué autrement.

La *Liste des marchandises d'exportation contrôlée* est accessible au site Web du ministère de la Justice au canada.justice.gc.ca. Les versions les plus récentes des listes de contrôle de chacun des régimes multilatéraux de contrôle à l'exportation qui sont actuellement intégrées à la LMEC sont les suivantes :

Régime de contrôle des exportations	Dernière mise à jour de la LMEC
L'Accord de Wassenaar	Décembre 2013
Nuclear Suppliers Group	Novembre 2013
Missile Technology Control Regime	Octobre 2013
Australia Group	Juin 2013

Table des matières

Groupe 1 – Liste de marchandises à double usage.....	1
LISTE – « EXPLOSIFS »	22
Tableau – Méthodes de dépôt.....	35
Groupe 2 – Liste de matériel de guerre.....	155
Définitions des termes utilisés dans les Groupes 1 et 2.....	185
Les acronymes et les abréviations utilisés dans les Groupes 1 et 2.....	206
Groupe 3 – Liste de non prolifération nucléaire.....	208
Groupe 4 – Liste de marchandises a double usage dans le secteur nucléaire.....	240
Définitions de termes utilisés dans les Groupes 3 et 4.....	269
Groupe 5 – Marchandises et technologies diverses.....	273
Groupe 6 – Liste du regime de contrôle de la technologie des missiles.....	277
Groupe 6 – Définitions.....	309
Groupe 6 – Terminologie.....	314
Unités, constantes, acronymes et abréviations utilisés dans le Groupe 6.....	315
Conversions utilisées dans le Groupe 6.....	316
Groupe 7 – Liste de non-prolifération des armes chimiques et biologiques.....	317
Définitions s’appliquant au groupe 7.....	336
Index.....	338

GROUPE 1 – LISTE DE 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 par les 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 qui des 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 »).

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 applications spatiales ou « aéronautiques », constitués pour plus de 50 % en poids de l'une des substances visées par les alinéas 1-1.C.9.b. ou 1-1.C.9.c.;
 - b. Polymères et copolymères piézoélectriques, constitués de matériaux à base de fluorure de vinylidène (CAS 75-38-7), visées par l'alinéa 1-1.C.9.a., présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Sous forme de feuilles ou de pellicules; **et**
 2. Possédant une épaisseur supérieure à 200 µm;
 - c. Joints, rondelles d'étanchéité, sièges de soupape, réservoirs souples ou membranes, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Constitués de fluoroélastomères contenant au moins un groupe éther vinylique comme motif constitutionnel; **et**
 2. Spécialement conçus pour des applications spatiales et « aéronautiques » ou dans les missiles;
- 1-1.A.2. Structures « composites » ou produits laminés, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. Composés d'une « matrice » organique et de matériaux visés par les alinéas 1-1.C.10.c., 1-1.C.10.d. ou 1-1.C.10.e.; **ou**
 - 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 par 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.

- 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 « adaptés pour être utilisés en cas de guerre »;
2. Matières radioactives « adaptées pour être utilisées en cas de guerre »;
3. Agents toxiques de guerre; **ou**
4. « Agents anti-émeute », y compris :
 - a. α -Bromobenzèneacétonitrile (cyanure de bromobenzyle) (CA) (CAS 5798-79-8);
 - b. [(2-chlorophényl)méthylène]propanedinitrile (o-chlorobenzylidènemalononitrile) (CS) (CAS 2698-41-1);
 - c. 2-chloro-1-phényléthanone, chlorure de phénylacyle (ω -chloroacétophénone) (CN) (CAS 532-27-4);
 - d. Dibenzo-(b,f)-1,4-oxazépine (CR) (CAS 257-07-8);

- e. 10-chloro-5,10-dihydrophénarsazine (chlorure de phénarsazine) (Adamsite), (D.M.) (CAS 578-94-9);
- f. N-nonanoylmorpholine, (MPA) (CAS 5299-64-9);
- b. Combinaisons, gants et chaussures de protection, spécialement conçus ou modifiés pour assurer la défense contre l'un des produits suivants :
 - 1. Agents biologiques « adaptés pour être utilisés en cas de guerre »;
 - 2. Matières radioactives « adaptés pour être utilisés en cas de guerre »; **ou**
 - 3. Agents toxiques de guerre;
- 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 « adaptés pour être utilisés en cas de guerre »;
 - 2. Matières radioactives « adaptés pour être utilisés en cas de guerre »; **ou**
 - 3. Agents toxiques de guerre;
- 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 :

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 substances radioactives « adaptés pour être utilisés en cas de guerre », les agents biologiques « adaptés pour être utilisés en cas de guerre », 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.*

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 équivalents nationaux.

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'usager 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 :

« Disrupteurs » – 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 :

- 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).

Notes techniques :

1. *Les mots amorce ou allumeur sont parfois utilisés au lieu du mot détonateur.*
2. *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. :

Voir aussi le Groupe 2 – Liste de matériel de guerre, dans le cas des équipements et dispositifs spécialement conçus pour un usage militaire.

- 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;
 - 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.

Note technique :

Les « charges formées » sont des charges explosives qui ont une forme destinée à concentrer les effets de la détonation.

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

- 1-1.B.1. Équipement pour la production ou l'inspection de structures ou de produits laminés « composites » visés au paragraphe 1-1.A.2. ou de « matériaux fibreux ou filamenteux » visés au paragraphe 1-1.C.10., 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 techniques :

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 mm sans toutefois dépasser 305 mm, et de couper les < bandes de filaments > puis de reprendre la pose de « bandes de filaments » individuels 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 techniques :

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

- d. Équipement spécialement conçu ou adapté pour la production de fibres de renforcement, 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 pour la production, par la méthode de fusion à chaud, des préimprégnées visées par l'alinéa 1-1.C.10.e.;
- 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 mm et de couper puis de reprendre la pose de « bandes de filaments » individuels pendant le processus de pose.

Notes techniques :

1. *Aux fins du paragraphe 1-1.B.1., les axes « d’asservissement de position primaire » commandent, sous la direction d’un logiciel, la position 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. *Aux fins du paragraphe 1-1.B.1., une « bande de filaments » est un bandeau, un câble de filaments ou une fibre de largeur uniforme entièrement ou partiellement imprégné de résine.*
- 1-1.B.2. Équipement pour la production d’alliages métalliques, de poudres d’alliages métalliques ou de matériaux alliés, spécialement conçus pour empêcher la contamination et pour être utilisé 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 superplastique » 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 aéronautiques ou aérospatiaux; **ou**
 - c. Composants spécialement conçus pour les structures visées à l’alinéa 1-1.B.3.a. ou pour les moteurs visés par 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 les ondes électromagnétiques, 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 :

Les échantillons pour essais d'absorption concernant la note 1.c.1.a. de l'alinéa 1-1.C.1.a. 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).*

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 pour l'absorption de fréquences supérieures à $1,5 \times 10^{14}$ Hz mais inférieures à $3,7 \times 10^{14}$ Hz et non transparents dans le domaine visible;

Note :

L'alinéa 1-1.C.1.b. ne vise pas les matériaux conçus ou formulés spécifiquement 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 :

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 vise pas les alliages métalliques, les poudres d'alliages métalliques et les matériaux alliés, pour le revêtement de substrats.

Notes techniques :

1. Les alliages métalliques cités à l'alinéa 1-1.C.2. sont des alliages contenant un pourcentage plus élevé en poids du métal indiqué que de tout autre élément.
 2. La « résistance à la rupture sous contrainte » doit être mesurée conformément à la norme ASTM E-139 ou à des équivalents nationaux.
 3. La « résistance à la fatigue oligocyclique » doit être mesurée conformément à la norme ASTM E-606 - « Recommended Practise 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. La contrainte moyenne est définie comme la contrainte maximale moins la contrainte minimale divisée par la contrainte maximale.
- a. Aluminiures, comme suit :
1. Aluminiures 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. Aluminiures 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 par 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;
- 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 :

Dans les alinéas ci-après, 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;
- 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 »; **ou**
 - g. « Alliage mécanique »; **et**
- 3. Capable de former des matériaux visés par 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 par 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. « Filage par fusion » ; **ou**
 - c. « Extraction en fusion ».

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 :

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 :

Les matériaux < nanocristallins > cités à l'alinéa 1-1.C.3.c. 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 $17,5 \text{ g/cm}^3$;
 - 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 (-263,31° C); **et**
 2. Persistance de l'état « supraconducteur » à une température de 4,2 K (-268,96° 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 $1\,750 \text{ A/mm}^2$ en section transversale globale du conducteur;
 - c. « Composites supraconducteurs » consistant en au moins un < filament > « supraconducteur », qui demeure « supraconducteur » au-delà de 115 K (-158,16° C).

Note technique :

Aux fins du paragraphe 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. Fluides hydrauliques contenant, comme ingrédient principal, l'un des produits suivants :

1. < Huiles de silahydrocarbures > synthétiques, présentant toutes les caractéristiques suivantes :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.6.a.1., les < huiles de silahydrocarbures > contiennent exclusivement du silicium, de l'hydrogène et du carbone.

- a. < Point d'éclair > de plus de 477 K (204° C);
 - b. < Point d'écoulement > de 239 K (-34° C) ou moins;
 - c. < Indice de viscosité > de 75 ou plus; **et**
 - d. < Stabilité thermique > à 616 K (343° C); **ou**
2. < Chlorofluorocarbures > présentant toutes les caractéristiques suivantes :

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.6.a.2., les < chlorofluorocarbures > contiennent exclusivement du carbone, du fluor et du chlore.

- a. Aucun < point d'éclair >;
- b. < Température d'allumage spontané > à plus de 977 K (704° C);
- c. < Point d'écoulement > à 219 K (-54° C) ou moins;
- d. < Indice de viscosité > de 80 ou plus; **et**
- e. Point d'ébullition de 473 K (200° C) ou plus;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.C.6.a. :

1. Le < point d'éclair > est déterminé au moyen de la méthode Cleveland à vase ouvert, décrite dans la norme ASTM D-92 ou dans des équivalents nationaux;
2. Le < point d'écoulement > est déterminé au moyen de la méthode décrite dans la norme ASTM D-97 ou dans des équivalents nationaux;
3. L'< indice de viscosité > est déterminé au moyen de la méthode décrite dans la norme ASTM D-2270 ou dans des équivalents nationaux;
4. La < stabilité thermique > est déterminée au moyen de la méthode suivante ou équivalents nationaux :

Un volume de 20 mL du fluide à l'essai est placé dans une chambre de 46 mL en acier inoxydable de type 317, contenant une bille de chacun des matériaux suivants : acier à outils M-10, acier 52100 et bronze de qualité de marine (60 % Cu, 39 % Zn, 0,75 % Sn); ces billes ont un diamètre (nominal) de 12,5 mm;

La chambre est purgée avec de l'azote et scellée à la pression atmosphérique et la température est augmentée à 644 ± 6 K ($371 \pm 6^\circ$ C) et maintenue à ce niveau pendant 6 heures;

L'échantillon est considéré comme thermiquement stable si, à la fin du traitement ci-dessus, toutes les conditions suivantes sont satisfaites :

- a. La perte de poids subie par chaque bille de métal est inférieure à 10 mg/mm^2 de surface de bille;
 - b. La variation de viscosité par rapport à la viscosité initiale, établie à 311 K (38° C), est inférieure à 25 %; **et**
 - c. L'indice d'acide total ou l'indice d'alcalinité totale est inférieur à 0,40;
5. La < température d'allumage spontané > est déterminée au moyen de la méthode décrite dans la norme ASTM E-659 ou dans des équivalents nationaux.

- b. Substances lubrifiantes contenant comme ingrédient principal, l'un des produits suivants :
 - 1. Éthers ou thio-éthers de phénylène ou d'alkylphénylène, ou leurs mélanges, contenant plus de deux fonctions éther ou thio-éther ou leurs mélanges; **ou**
 - 2. Fluides de silicones fluorées possédant une viscosité cinématique inférieure à 5 000 mm²/s (5 000 centistokes) à 298 K (25° C);
- 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, pour refroidissement de dispositifs électroniques, 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. Matériaux céramiques de base, matériaux céramiques non « composites », matériaux « composites » à « matrice » céramique et matériaux précurseurs, comme suit :
- a. Matériaux de base en borures de titane simples ou complexes, 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. Matériaux céramiques non « composites » sous formes brutes ou semi-ouvrées composés de borures de titane possédant une masse volumique égale ou supérieure à 98 % de la masse volumique théorique;

Note :

L'alinéa 1-1.C.7.b. ne vise pas les abrasifs.

- c. Matériaux « composites » céramiques-céramiques à « matrice » de verre ou d'oxyde, renforcés avec des fibres ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. 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 $12,7 \times 10^3$ m;
- d. Matériaux « composites » céramiques-céramiques, avec ou sans phase métallique continue, contenant des particules, des trichites ou des fibres, dans lesquels les carbures ou nitrures de silicium, de zirconium ou de bore constituent la « matrice »;
 - e. Matériaux précurseurs (c.-à-d. matériaux polymériques ou métallo-organiques spéciaux) pour la production de toute(s) phase(s) des matériaux visés par l'alinéa 1-1.C.7.c., comme suit :
 - 1. Polydiorganosilanes (pour la production de carbure de silicium);
 - 2. Polysilazanes (pour la production de nitrure de silicium);
 - 3. Polycarbosilazanes (pour la production de céramiques renfermant des composants de silicium, de carbone et d'azote);
 - f. Matériaux « composites » céramiques-céramiques à « matrice » d'oxyde ou de verre, renforcés avec des fibres continues constituées de l'un quelconque des systèmes suivants :
 - 1. Al_2O_3 (CAS 1344-28-1); **ou**
 - 2. Si-C-N;

Note :

L'alinéa 1-1.C.7.f. ne vise pas les matériaux « composites » contenant des fibres des dits systèmes lorsque la résistance à la traction de ces fibres est inférieure à 700 MPa à 1 273 K (1 000° C) ou lorsque leur limite de fluage est supérieure à 1 % sous une charge de 100 MPa appliquée pendant 100 heures à 1 273 K (1 000° C).

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. Copolymères de cristaux liquides thermoplastiques, possédant une température de déformation supérieure à 523 K (250° C) mesurée conformément à la norme ISO 75-2 (2004), méthode A ou à des équivalents nationaux, sous une charge de $1,80 \text{ N/mm}^2$, et composés de :
 - 1. L'une des composés suivantes :
 - a. Phénylène, biphénylène ou naphthalène; **ou**

- b. Phénylène, biphenylène ou naphthalène substitué par du méthyl, du tert-butyl ou du phényl; **et**
- 2. L'un des acides suivants :
 - a. Acide téréphtalique (CAS 100-21-0);
 - b. Acide 6-hydroxy-2-naphtoïque (CAS 16712-64-4); **ou**
 - c. Acide 4-hydroxybenzoïque (CAS 99-96-7);
- c. Supprimé en 2006;
- d. Polyarylènecétones;
- e. Poly(sulfures d'arylène), dans lesquels le groupe arylène est constitué de biphenylène, de triphenylène ou d'une combinaison des deux;
- f. Polybiphenylèneéthersulfone possédant une « température de transition vitreuse (Tg) » supérieur à 563 K (290° C).

Notes techniques :

- 1. La « température de transition vitreuse (Tg) » des substances visées par l'alinéa 1-1.C.8.a.2. matériaux thermoplastiques et les matériaux visés par l'alinéa 1-1.C.8.a.4. est déterminée au moyen de la méthode décrite dans la norme ISO 11357-2 (1999) ou dans des équivalents nationaux.
- 2. Pour les thermoplastiques visés par le paragraphe 1-1.C.8.a.2., et les matériaux visés par le paragraphe 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-708-07 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. Copolymères de fluorure de vinylidène dont 75 % ou plus de la structure est une structure cristalline bêta sans étirage;
- 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 :

- 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'« aéronautique civile », 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, possédant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Un « module spécifique » supérieur à $2,54 \times 10^6$ 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.

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. ou 1-1.C.10.c., 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. L'évaluation du de la « résistance à la traction spécifique », du « module spécifique » ou de la masse spécifique des « matériaux fibreux ou filamenteux » non unidirectionnels (tissus, nattes aléatoires ou tresses) du paragraphe 1-1.C.10. 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 ».
- d. « Matériaux fibreux ou filamenteux », présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Constitués de l'un des éléments suivants :
 - a. Polyétherimides visés par l'alinéa 1-1.C.8.a.; **ou**
 - b. Substances visées par les alinéas 1-1.C.8.b. à 1-1.C.8.f.; **ou**
 2. Constitués de matériaux visés par l'alinéa 1-1.C.10.d.1.a. ou 1-1.C.10.d.1.b. et « mélangés » à d'autres fibres visées par les alinéas 1-1.C.10.a., 1-1.C.10.b. ou 1-1.C.10.c.;
- 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 au paragraphe 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b.;
 - b. Une « température de transition vitreuse (Tg) mesurée par analyse dynamomécanique » égale ou supérieure à 453 K (180° C), lorsqu'elles sont imprégnées de résines phénoliques; **ou**
 - c. Une « température de transition vitreuse (Tg) mesurée par analyse dynamomécanique » égale ou supérieure à 505 K (232° C), lorsqu'elles sont imprégnées de résines non phénoliques et non précisé en 1-1.C.8. ou en 1-1.C.9.b. ou de brai non précisé en 1-1.C.8. ou en 1-1.C.9.b.

Note 1:

Les « matériaux fibreux ou filamenteux » en métal ou en carbone (prépréformés) 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 m^2 ;
 - 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 aux paragraphes 1-1.C.8. ou 1-1.C.9.b.

Note technique :

La « température de transition vitreuse (Tg) mesurée par analyse dynamomécanique » des matériaux visés à l'alinéa 1-1.C.10.e. 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 :

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).

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 :

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 « grammes effectifs » ou moins, lorsque ces quantités sont contenues dans l'élément capteur d'un instrument.*
- 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.

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 par 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 par les alinéas ou les paragraphes 1-1.A.1.b., 1-1.A.1.c., 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 matériaux de base ou des matériaux céramiques non « composites » suivants :
 1. Matériaux de base 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. Zircone (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;
 2. Autres matériaux de base 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; **ou**
 3. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Plaquettes dont le rapport longueur/épaisseur est supérieur à 5;
 - b. Trichites dont le rapport longueur/diamètre est supérieur à 10 pour des diamètres inférieurs à 2 µm; **et**
 - c. Fibres continues ou hachées d'un diamètre inférieur 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 de conception ou de production d'abrasifs.

- d. « Technologie » pour la « production » de fibres polyamides aromatiques;
- e. « Technologie » pour l'installation, l'entretien ou la réparation des matériaux visés par le paragraphe 1-1.C.1.;
- f. « Technologie » pour la réparation des structures, produits laminés ou matériaux « composites » visés par le paragraphe 1-1.A.2. ou les alinéas 1-1.C.7.c. ou 1-1.C.7.d.

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'avions.

- g. < Bibliothèques > (bases de données paramétriques) 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.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-1.E.2.g, le terme < bibliothèque > (base de données paramétriques), désigne une collection de renseignements techniques pouvant servir à l'amélioration de la performance de l'équipement ou des systèmes pertinents.

LISTE – « EXPLOSIFS »

(Voir le paragraphe 1-1.A.8.)

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, FOX7) (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 (cyclo-tétraméthylène-tétranitramine, 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 (cyclo-triméthylène-trinitramine, 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 tétranitroglycolurile) (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).

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 et systèmes de paliers, comme suit, et leurs composants :

Note :

Le paragraphe 1-2.A.1. ne vise pas les billes ayant des tolérances spécifiées par le fabricant classées suivant ISO 3290, grade 5, ou pires.

- a. Roulements à billes et roulements à rouleaux massifs ayant des tolérances spécifiées par le fabricant conformes à la classe de tolérance 4 de la norme ISO 492 (ou d'autres normes nationales équivalentes) ou possédant une meilleure tolérance, et dont les bagues, les billes ou les rouleaux (ISO 5593), sont en métal monel ou en béryllium;

Note :

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

- b. Non utilisé depuis 2010
- c. Systèmes de paliers magnétiques actifs présentant l'une des caractéristiques suivantes :
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. *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. *La nomenclature des axes sera conforme à la norme ISO 841 « Machines à commande numérique - Nomenclature des axes et des mouvements ».*

4. Aux fins de la présente catégorie, une « broche basculante » est considérée comme un axe de rotation.
5. La « précision de positionnement déclarée » obtenue à partir de mesures effectuées conformément à la norme ISO 230/2 (2006) ou de normes nationales équivalentes peut être utilisée pour chaque modèle de machine-outil, au lieu d'essais individuels. La « précision de positionnement déclarée » est la précision fournie aux responsables de la délivrance des licences à l'échelle nationale, comme valeur représentative d'un modèle particulier de machine-outil.

Détermination de la « précision de positionnement déclarée » :

- a. Choisir cinq machines-outils du modèle à évaluer;
 - b. Mesurer la précision des axes linéaires conformément à la norme ISO 230/2 (2006);
 - c. Déterminer les valeurs A pour chaque axe de chaque machine-outil. La méthode de calcul de la valeur A est décrite dans la norme ISO;
 - d. Déterminer la valeur moyenne de A pour chaque axe. Cette valeur moyenne \bar{A} devient la valeur déclarée pour chaque axe du modèle ($\bar{A}_x, \bar{A}_y...$);
 - e. Comme la catégorie 2 se rapporte à chaque axe linéaire, il y aura autant de valeurs déclarées que d'axes linéaires;
 - f. Si un quelconque axe d'un modèle de machine-outil non visée par les alinéas 1-2.B.1.a. à 1-2.B.1.c. possède une précision déclarée \bar{A} inférieure ou égale à la précision de positionnement spécifié pour chaque modèle de machine-outil plus 2 μm , 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 précision du positionnement des machines-outils, telles qu'elles sont définies par la norme internationale ISO 230/2 (2006) ou des équivalents nationaux ne doit pas être prise en compte.

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.

N.B. :

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

- a. Machines-outils de tournage, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Précisions de positionnement, avec « toutes les corrections disponibles », égales ou inférieures à (meilleures que) 3,0 μm , conformément à la norme ISO 230/2

(2006) ou à des normes nationales équivalentes, le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires; **et**

2. Ayant deux axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage »;

Note :

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.*
- b. Machines-outils de fraisage, présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Précisions de positionnement, avec « toutes les corrections disponibles », égales ou inférieures à (meilleures que) 3,0 µm, conformément à la norme ISO 230/2 (2006) ou à des normes nationales équivalentes, le long de un ou plusieurs des axes linéaires; **et**
 - b. Ayant trois axes linéaires et un axe de rotation pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage »;
 2. Ayant cinq axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage » et ayant une des caractéristiques suivantes :

Note :

Les « machines-outils à mécanisme parallèle » sont spécifiées par l'alinéa 1-2.B.1.b.2.d.

- a. *Précisions de positionnement, avec « toutes les corrections disponibles », égales ou inférieures à (meilleures que) 3,0 µm le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement inférieure à 1 m;*
- b. *Précisions de positionnement, avec « toutes les corrections disponibles », égales ou inférieures à (meilleures que) 4,5 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 2 m;*
- c. *Précisions de positionnement, avec « toutes les corrections disponibles », égales ou inférieures à (meilleures que) $4,5 + 7x(L-2)$ µm (L étant la longueur de déplacement en mètre) le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires avec une longueur de déplacement égale ou supérieure à 2 m; **ou***
- d. *Est une « machine-outil à mécanisme parallèle »;*

Note technique :

Une « machine-outil à mécanisme parallèle » est une machine-outil comportant plusieurs tiges reliées à une plateforme et des actionneurs, chacun des actionneurs déplaçant la tige lui correspondant simultanément et indépendamment.

3. Machines à pointer ayant une précision de positionnement, avec « toutes les corrections disponibles », égales ou inférieures à (meilleures que) 3,0 µm, conformément à la norme ISO 230/2 (2006) ou à des normes nationales équivalentes, le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires; **ou**
4. Découpeuse rapid présentant toutes les caractéristiques suivantes:
 - a. « Faux-rond » de l'arbre et « voile » inférieurs à (meilleures que) 0,0004 mm à l'indicateur FRDI; **et**

- b. Déviation angulaire du déplacement horizontal (orientation, pas et roulis) d'une courbure inférieure à (meilleures que) 2 s d'arc, de l'indicateur FRDI, pour un déplacement de 300 mm.
- c. Machines-outils de rectification présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Précisions de positionnement, avec « toutes les corrections disponibles », égales ou inférieures à (meilleures que) 3,0 µm, conformément à la norme ISO 230/2 (2006) ou à des normes nationales équivalentes, le long de l'un ou de plusieurs axes linéaires, **et**
 - b. Ayant trois axes ou plus 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 »;

Notes :

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 précision de positionnement avec « toutes les corrections disponibles » est inférieure à (meilleure que) 3.0 µm, déterminée conformément à ISO 230/2 (2006) ou à des équivalents nationaux.*
- 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 >.

Note technique :

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 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 » ou manuelles, leurs composants, commandes et accessoires spécialement conçus, spécialement conçus pour tailler, finir, rectifier ou roder les engrenages droits et à denture hélicoïdale et hélicoïdale double, durcis ($R_c = 40$ ou supérieur), ayant un diamètre du cercle primitif supérieur à 1 250 mm et une largeur de denture de 15 % ou plus du diamètre du cercle primitif, 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 :

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

Note technique :

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 non électroniques, par les procédés mentionnés dans le

tableau et dans les Notes associées suivant l'alinéa 1-2.E.3.f., leurs composants de manutention, placement, manipulation et commande automatisés spécialement conçus :

- a. Équipements de production par dépôt chimique en phase vapeur, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Un procédé modifié pour l'une des techniques suivantes :
 - a. Dépôt en phase vapeur par procédé chimique pulsatoire;
 - b. Décomposition thermique par nucléation contrôlée; **ou**
 - c. Dépôt en phase vapeur par procédé chimique assisté ou amélioré par plasma; **et**
 2. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Joints rotatifs sous vide poussé (inférieur ou égal à 0,01 Pa); **ou**
 - b. Dispositif de commande de l'épaisseur du revêtement *in situ*;
- b. 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, 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 et équipements de contrôle dimensionnel ou de mesure, équipements et « ensembles électroniques », 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);

Note technique :

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 $1,7 + L/1\ 000\ \mu\text{m}$.

- b. Instruments de mesure de déplacement linéaire et angulaire, comme suit :
1. Instruments de mesure de « déplacement linéaire » présentant l'une des caractéristiques suivantes:

Note :

Les interféromètres laser de mesure de la distance sont seulement visés par le paragraphe 1-2.B.6.b.1.c.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.6.b.1., le « déplacement linéaire » est le changement de distance entre la sonde de mesure et l'objet mesuré.

- a. Systèmes de mesure de type non à contact, ayant une « résolution » égale ou inférieure à (meilleure que) $0,2\ \mu\text{m}$ dans une gamme de mesure égale ou inférieure à $0,2\ \text{mm}$;
- b. Systèmes transformateurs différentiels variables linéaires (TDVL) présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Ayant au moins une des caractéristiques suivantes :
- a. « Linéarité » égale ou inférieure à (meilleure que) $0,1\ \%$ dans une gamme de mesure allant de 0 jusqu'au maximum de la « plage de fonctionnement maximale » jusqu'à $\pm 5\ \text{mm}$; **ou**
- b. « Linéarité » égale ou inférieure à (meilleure que) $0,1\ \%$ mesurée de 0 à $5\ \text{mm}$ dans le cas des TDVL dont la « plage de fonctionnement maximale » est supérieure à $\pm 5\ \text{mm}$; **et**
2. Dérive égale ou inférieure à (meilleure que) $0,1\ \%$ par jour à une température normale ambiante de la salle d'essai $\pm 1\ \text{K}$;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-2.B.6.b.1.b., la « plage de fonctionnement maximale » est la moitié du déplacement linéaire total possible du système TDVL. Par exemple, les TDVL dont la « plage de fonctionnement maximale » jusqu'à et y compris $\pm 5\ \text{mm}$ peuvent mesurer un déplacement linéaire total possible de $10\ \text{mm}$.

- c. Systèmes de mesure présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Contenant un « laser »; **et**
2. Maintenant pendant au moins 12 heures à une température de $20 \pm 1^\circ\ \text{C}$, toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Une « résolution » pour la pleine échelle de 0,1 µm ou moins (meilleure); **et**
- b. Capable de parvenir à une « incertitude de mesure », lorsqu'ils sont compensés pour l'indice de réfraction de l'air, égale ou inférieure à (meilleure que) $(0,2 + L/2 000)$ µm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en millimètres) à tout point dans la portée de mesure; **ou**
- d. « Ensembles électroniques » spécialement conçus pour fournir une capacité de rétroaction dans les systèmes visés à l'alinéa 1-2.B.6.b.1.c.;

Note :

L'alinéa 1-2.B.6.b.1. ne vise pas les systèmes de mesure à interféromètres, avec un système de contrôle automatique conçu pour n'utiliser aucune technique de rétroaction, contenant un « laser » afin de mesurer les erreurs du mouvement du chariot des machines-outils, des machines de contrôle dimensionnel, ou des équipements similaires.

- 2. Instruments de mesure angulaire présentant une « précision » de position angulaire égale ou inférieure à (meilleure que) 0,00025°;

Note :

Le sous-alinéa 1-2.B.6.b.2. 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.

- c. 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 par 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. Ayant une capacité, en temps réel, de traitement de l'image en trois dimensions réelles ou d'analyse de scène en trois dimensions réelles, afin de créer ou de modifier des « programmes » ou des données de programme numériques;

Note technique :

La limitation visant l'analyse de scène ne comprend pas l'approximation de la troisième dimension par la vision sous un angle donné ni l'interprétation d'une échelle de gris limitée en vue de la perception de la profondeur ou de la texture pour les tâches autorisées (21/2D).

- 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. Ensembles ou unités spécialement conçus pour machines-outils ou pour les systèmes et équipements de contrôle dimensionnel et de mesure, comme suit :

- a. Unités de rétroaction en position linéaire ayant une « précision » globale inférieure à (meilleure que) $(800 + (600 \times L/1\ 000))$ nm, (L représentant la longueur réelle exprimée en millimètres);

N.B. :

En ce qui concerne les systèmes à « laser », se reporter également à la note de l'alinéa 1-2.B.6.b.1.c. et 1-2.B.6.b.1.d.

- b. Unités de rétroaction en position rotative ayant une « précision » inférieure à (meilleure que) $0,00025^\circ$;

N.B. :

En ce qui concerne les systèmes à « laser », se reporter également à l'alinéa 1-2.B.6.b.2.

Note :

Les alinéas 1-2.B.8.a. et 1-2.B.8.b. s'appliquent aux unités conçues pour déterminer l'information de positionnement destinée à la rétroaction de commande, comme les dispositifs de type inductifs, les échelles graduées, les systèmes infrarouges et les systèmes « laser ».

- c. « Tables rotatives inclinables » et « broches basculantes » qui, conformément aux spécifications du fabricant, peuvent améliorer les machines-outils à un niveau égal ou supérieur à la sous-catégorie 1-2.B.

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 ordinateur et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

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

Note technique :

Aux fins du paragraphe 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 par le paragraphe 1-2.D.2., comme suit :

- a. Logiciel spécialement conçu ou modifié pour le « développement » ou la « production » des équipements visés par les sous-catégories 1-2.A. ou 1-2.B.
b. Logiciel spécialement conçu ou modifié pour l'« utilisation » des équipements visés par les 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 contourage » :

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 la paragraphe 1-2.B.2. Voir le paragraphe 1-2.D.1. et 1-2.D.3. pour les « logiciels » visés par le paragraphe 1-2.B.2.

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 par les 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 du même rang de mesure spécifiques par 1-2.B.6.a.

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

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

- a. « Technologie » pour le « développement » de l'infographie interactive en tant qu'élément intégré aux unités de « commande numérique » pour la préparation ou la modification de programmes pièces;
- 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 »;
 2. Données techniques constituées des méthodes de processus ou des paramètres énumérés ci-dessous et servant à contrôler :
 - a. Le « formage à l'état de superplasticité » des alliages d'aluminium, des alliages de titane ou des « superalliages » :
 1. Préparation des surfaces;
 2. Niveau de contrainte;
 3. Température;
 4. Pression;
 - b. Le « soudage par diffusion » des « superalliages » ou des alliages de titane :
 1. Préparation des surfaces;
 2. Température;

3. Pression;
- c. Le « pressage hydraulique par action directe » des alliages d'aluminium ou des alliages de titane :
 1. Pression;
 2. Durée du cycle;
- d. La « densification isostatique à chaud » des alliages de titane, des alliages d'aluminium ou des « superalliages » :
 1. Température;
 2. Pression;
 3. Durée du cycle;
- 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. « Technologie » pour le « développement » de générateurs d'instructions (par exemple, de programmes pièces) pour machines-outils à partir de données de conception se trouvant à l'intérieur d'unités de « commande numérique »;
- 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)	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) Diamant Carbone de type diamant (17)
B. Dépôt en phase vapeur par procédé physique par évaporation thermique (TE-PVD)	Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)	Couches diélectriques (15) Diamant Carbone de type diamant (17)
	B.1. Dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons (EB-PVD) (suite)	
	« Superalliages »	Siliciures alliés Aluminures alliés (2) MCrAlX (5) Zircones 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)	<p>Acier anticorrosion (7)</p> <p>Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique</p> <p>Carbure de tungstène cémenté (16)</p> <p>Carbure de silicium (18)</p> <p>Molybdène et alliages de molybdène</p> <p>Béryllium et alliages de béryllium</p> <p>Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)</p> <p>Alliages de titane (13)</p>	<p>MCrAlX (5)</p> <p>Zircons modifiées (12)</p> <p>Leurs mélanges(4)</p> <p>Siliciures</p> <p>Carbures</p> <p>Métaux réfractaires</p> <p>Leurs mélanges (4)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Nitride de bore</p> <p>Carbures</p> <p>Tungstène</p> <p>Leurs mélanges (4)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Borures</p> <p>Béryllium</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Borures</p> <p>Nitrures</p>
B.2. Dépôt en phase vapeur par procédé physique par chauffage par résistance assisté par faisceau d'ions (placage ionique)	<p>Céramiques (19) et Verres à faible dilatation (14)</p> <p>Matériaux « composites » carbone-carbone, céramiques et à « matrice » métallique</p> <p>Carbure de tungstène cémenté (16)</p> <p>Carbure de silicium</p> <p>Molybdène et alliages de molybdène</p> <p>Béryllium et alliages de béryllium</p> <p>Matériaux pour fenêtres de capteurs (9)</p>	<p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Carbone de type diamant (17)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Carbone de type diamant (17)</p>

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

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

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) Zircones modifiées (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)	Carbures Tungstène
	Carbure de silicium (18)	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 « technologie » afférente à la cémentation en caisse en une seule phase de profils de voilure d'une seule pièce n'est pas visée par la catégorie 2.
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 » spécialement conçue 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.

TABLEAU - 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 luminescente ou par un rayonnement « laser ».

N.B. 1 :

Le dépôt en phase vapeur par procédé chimique comprend les procédés suivants : dépôt hors caisse à flux de gaz dirigé, dépôt en phase vapeur par procédé chimique pulsatoire, dépôt thermique par nucléation contrôlée, dépôt en phase vapeur par procédé chimique 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 sont les suivantes :

1. Dépôt en phase vapeur par procédé physique 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 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 peut être 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, 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. « Technologie » 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. « Technologie » 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. « Technologie » 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. « Technologie » 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. « Technologie » 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 (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., ou 1-3.A.1.a.13., 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., 1-3.A.1.a.12. ou 1-3.A.1.a.13., 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., 1-3.A.1.a.12 et 1-3.A.1.a.13.

1-3.A.1. Composants électroniques et leurs composants spécialement conçus, comme :

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

Note 1 :

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.

Note 2 :

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 ».

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 (équivalant à 1 MeV) de 5×10^{13} n/cm² 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, convertisseur 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, mémoires mortes programmables effaçables électriquement (EEPROM), mémoires flash ou mémoires statiques à accès aléatoire (SRAM) présentant l'une des caractéristiques suivantes:

- 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 destinés aux automobiles ou aux 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. Résolution de 8 bits ou plus mais inférieure à 10 bits, avec une vitesse de conversion supérieure à 1 milliard de mots par seconde;
 2. Résolution de 10 bits ou plus mais inférieure à 12 bits, avec une vitesse de conversion supérieure à 300 millions de mots par seconde;
 3. Résolution de 12 bits, avec une vitesse de conversion supérieure à 200 millions de mots par seconde;
 4. Résolution supérieure à 12 bits mais égale ou inférieure à 14 bits, avec une vitesse de conversion supérieure à 125 millions de mots par seconde; **ou**
 5. Résolution supérieure à 14 bits avec une vitesse de conversion supérieure à 20 million de mots par seconde.

Notes techniques :

1. Une résolution de n bits correspond à une quantisation de 2^n niveaux.
2. Le nombre de bits dans le mot converti est égal à la résolution du ADC.
3. La vitesse de conversion est la vitesse maximum du convertisseur, indépendamment de l'architecture ou du suréchantillonnage.
4. Pour les « ADC à canaux multiples », les signaux de sortie ne sont pas combinés et la vitesse de conversion est la vitesse maximale d'un seul canal.
5. Pour les « ADC à entrelacement » ou pour les « ADC à canaux multiples » qui possèdent un mode de fonctionnement entrelacé, les signaux de sortie sont combinés et la vitesse de conversion est la vitesse combinée totale de tous les canaux.
6. Les fournisseurs peuvent aussi désigner la vitesse de conversion comme étant la vitesse d'échantillon-nage, le taux de conversion ou la vitesse d'exécution.

La vitesse de conversion est souvent indiquée en mégahertz (MHz) ou mégaéchantillons par seconde (MÉPS).

7. *Aux fins de la mesure de la vitesse de conversion, une vitesse d'un mot par seconde est équivalente à un hertz ou à un échantillon par seconde.*
 8. *Les « ADC à canaux multiples » sont des dispositifs qui comprennent plus d'un ADC et qui sont conçus de manière à ce que chaque convertisseur ait une entrée analogique distincte.*
 9. *Les « ADC à entrelacement » sont des dispositifs qui comprennent des convertisseurs 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.*
- b. Convertisseurs numérique-analogique (DAC) présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Une résolution de 10 bits ou plus et un « taux de mise à jour corrigé » de 3 500 MÉPS ou plus; **ou**
 2. Une résolution de 12 bits ou plus et un « taux de mise à jour corrigé » de 1 250 MÉPS ou plus et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Un temps d'établissement de moins de 9 ns à 0,024 % de la valeur pleine échelle à l'application d'un échelon pleine échelle; **ou**
 - b. Une « dynamique de décodage » 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.

Notes techniques:

1. *La « dynamique de décodage (SDFR) » est le rapport de la valeur efficace de la fréquence porteuse (composante maximale du signal) à l'entrée du convertisseur sur la valeur efficace de la composante suivante la plus large de bruit ou de distorsion harmonique à la sortie.*
2. *La SDFR est déterminée directement à partir du tableau des spécifications ou à partir des tracés de caractérisation de la SDFR 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 convertisseur. Les DAC dont le mode d'interpolation peut être désactivé (facteur d'interpolation de un) sont considérés comme des convertisseurs classiques (sans interpolation).*
 - b. *Pour les DAC à interpolation (convertisseurs à suréchantillonnage), le « taux de mise à jour corrigé » est le taux de mise à jour du convertisseur divisé par le plus petit facteur d'interpolation. Le « taux de mise à jour corrigé » d'un convertisseur 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 500 ou supérieur; **ou**
 - b. Un « débit de données unidirectionnel série cumulé de crête d'émetteur-récepteur » de 200 Go/s ou plus;

Note :

L'alinéa 1-3.A.1.a.7. comprend :

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

Notes techniques :

1. Les « dispositifs logiques programmables par l'utilisateur » sont aussi connus comme circuits à matrice de portes programmables par l'utilisateur ou réseaux logiques programmables par l'utilisateur.
 2. 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.
 3. 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;
 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, présentant une durée d'exécution nominale de transformation complexe à N points inférieure à $(N \log_2 N)/20$ 480 ms, N étant le nombre de points;

Note technique :

Lorsque que *N* est égal à 1 024 points, la formule à l'alinéa 1-3.A.1.a.12. 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 de 3,5 GHz ou plus et une résolution de conversion de 10 bits ou plus, mais de moins de 12 bits; **ou**
 - b. Une fréquence d'horloge de convertisseur numérique-analogique de 1,25 GHz ou plus et une résolution de conversion de 12 bits ou plus;

Note technique :

Le fréquence d'horloge de convertisseur numérique-analogique peut être spécifiée sous forme de fréquence d'horloge principale ou de fréquence d'horloge d'entrée.

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

Note 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. Tubes électroniques à vide et cathodes, comme suit :

Note 1 :

L'alinéa 1-3.A.1.b.1. ne vise pas les tubes 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 tubes 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. Tubes à ondes progressives, à impulsions ou à ondes entretenues, comme suit :
 1. Tubes fonctionnant à des fréquences supérieures à 31,8 GHz;
 2. Tubes comportant un élément chauffant de cathode ayant un temps de montée inférieur à 3 secondes jusqu'à la puissance RF nominale;
 3. Tubes 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. Tubes à hélices 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; **ou**
- c. « Qualifiés pour l'usage spatial »;
- b. Tubes amplificateurs à champs croisés ayant un gain supérieur à 17 dB;
- c. Cathodes imprégnées conçues pour tubes électroniques produisant une densité de courant en émission continue dans les conditions de fonctionnement nominales dépassant 5 A/cm²;
- 2. Amplificateurs de puissance à « circuits intégrés monolithiques » hyperfréquences ou modules (CIMH) qui sont l'un des suivantes :
 - 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 de fréquence 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; **ou**
- 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;

Note 1 :

Le statut d'un transistor dont la fréquence nominale comprend des fréquences figurant dans plus d'une plage de fréquences, tel que défini dans 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 par 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 de fréquences 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 de fréquences 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 (48,54 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; **ou**
- f. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une puissance de crête de sortie à saturation (en watts), P_{sat} , supérieure à 400 divisé par le carré de la fréquence maximale de fonctionnement (en GHz) [$P_{\text{sat}} > 400 \text{ W} \cdot \text{GHz}^2 / f_{\text{GHz}}^2$];
 2. Une « bande passante fractionnelle » de 5 % ou plus; **et**
 3. Deux côtés perpendiculaires l'un par rapport à l'autre ayant l'un ou l'autre une longueur d (en cm) égale ou inférieure à 15 divisé par la fréquence minimum de fonctionnement en GHz [$d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} / f_{\text{GHz}}$].

Note technique :

2,7 GHz devrait être utilisée comme la plus basse fréquence de fonctionnement (f_{GHz}) dans la formule l'alinéa 1-3.A.1.b.4.f.3. dans le cas des amplificateurs dont la plage nominale de fonctionnement s'étend jusqu'à 2,7 GHz et moins [$d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} / 2,7 \text{ GHz}$].

N.B. :

Les amplificateurs de puissance sous forme de MMIC devraient être évalués en fonction des critères de l'alinéa 1-3.A.1.b.2.

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. jusqu'à 1-3.A.1.b.4.e., est déterminé par le seuil minimum de puissance de crête de sortie à saturation.

Note 3 :

Le paragraphe 1-3.A.1.b.4. inclut les modules émetteurs-récepteurs et émetteurs.

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, conçus pour étendre la gamme de fréquences des équipements décrits aux alinéas 1-3.A.2.c., 1-3.A.2.d., 1-3.A.2.e. ou 1-3.A.2.f. au-delà des limites qui y sont mentionnées;
8. Amplificateurs de puissance hyperfréquences contenant des tubes visés par l'alinéa 1-3.A.1.b. 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 cm^3 ;

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 tube à ondes progressives, d'un circuit intégré monolithique hyperfréquence et d'un conditionneur de puissance électronique intégré, possédant 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 cm^3/W ; **et**
 - c. « Largeur de bande 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. *Dans le cas d'une puissance nominale maximale de 20 W, par exemple, le volume à l'alinéa 1-3.A.1.b.9.b. serait calculé comme suit : $20 \text{ W} \times 10 \text{ cm}^3/\text{W} = 200 \text{ cm}^3$.*
 2. *Le « temps de mise en marche » à l'alinéa 1-3.A.1.b.9.a. 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.*
10. Oscillateurs ou ensembles oscillateurs, dont les spécifications indiquent qu'ils fonctionnent en présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Bruit de phase en bande latérale unique (BLU), en dBc/Hz, meilleure que $-(126+20 \log_{10}F - 20 \log_{10}f)$ à tous les points dans la plage 10 Hz $<F < 10$ kHz; **et**

- b. Bruit de phase en bande latérale unique (BLU), en dBc/Hz, meilleure que $-(114+20 \log_{10}F - 20 \log_{10}f)$ à tous les points dans la plage $10 \text{ kHz} \leq F < 500 \text{ kHz}$.

Note technique :

Dans 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 :
 - a. Inférieur à 156 ps;
 - b. Inférieur à 100 µs pour toute commutation de fréquence dépassant 1,6 GHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 4,8 GHz, mais ne dépassant pas 10,6 GHz;
 - c. Inférieur à 250 µs pour toute commutation de fréquence dépassant 550 MHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 10,6 GHz, mais ne dépassant pas 31,8 GHz;
 - d. 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 43,5 GHz;
 - e. Inférieur à 1 ms pour toute commutation de fréquence supérieure à 550 MHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 56 GHz;
 - f. Inférieur à 1 ms pour toute commutation de fréquence supérieure à 2,2 GHz dans la plage de fréquences synthétisées au-delà de 56 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz; **ou**
 - g. Inférieur à 1 ms pour toute commutation de fréquence supérieure à 75 GHz.

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.

- 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 comprise entre 1 GHz et 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. \langle Rejection de fréquence des lobes latéraux \rangle supérieure à 65 dB et largeur de bande supérieure à 100 MHz;

Note technique :

La \langle réjection de fréquence des lobes latéraux \rangle 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. \langle Piles \rangle , comme suit :
 - a. \langle Piles primaires \rangle ayant une \langle densité d'énergie \rangle supérieure à 550 Wh/kg à 20° C;
 - b. \langle Piles secondaires \rangle ayant une \langle densité d'énergie \rangle supérieure à 300 Wh/kg à 20° C;

Notes techniques :

1. *Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.1., la \langle densité d'énergie \rangle (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 de l'alinéa 1-3.A.1.e.1., une \langle pile \rangle 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.

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 le Groupe 2 - 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.

- 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;
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 :

« 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) $\pm 1,0$ secondes d'arc;

- 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/ μ s 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/ μ s 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 silicium commandés;
- Thyristors à déclenchement électrique;
- Thyristors déclenché par lumière;
- Thyristors IGCT (Integrated Gate-Commutated Thyristor);
- Thyristors GTO (Gate Turn-Off Thyristor);
- Thyristors MCT (MOS Controlled Thyristor);
- 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 électronique (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.2. Équipements électroniques 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. Numériseurs de formes d'ondes et enregistreurs transitoires, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Taux de numérisation égal ou supérieur à 200 millions d'échantillons par seconde et résolution égale ou supérieure à 10 bits; **et**
 - b. « Débit continu » égal ou supérieur à 2 Gbit/s;

Notes techniques :

1. *Pour les instruments 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 en mémoire de masse sans aucune perte d'information tout en assurant le taux d'échantillonnage et la conversion analogique-numérique.*
6. Systèmes enregistreurs numériques de données de mesure utilisant l'enregistrement sur disque magnétique et présentant toutes les caractéristiques suivantes, ainsi qu'enregistreurs numériques spécialement conçus à cet usage :
 - a. Taux de numérisation de données de mesure égaux ou supérieurs à 100 millions d'échantillons par seconde avec une résolution de 8 bits ou plus; **et**
 - b. « Débit continu » de 1 Gbit/s ou plus;

Note technique :

Les systèmes enregistreurs numériques de données de mesure peuvent être configurés de manière à intégrer ou à ne pas intégrer un numériseur dans l'enregistreur numérique.

7. Oscilloscopes en temps réel ayant 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 pour toute bande passante de 60 GHz à 3 dB ou plus par canal d'entrée;

Note :

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

1-3.A.2.b. Non utilisé depuis 2009

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

1. « Analyseurs de signaux » ayant une résolution de bande passante à 3dB supérieure à 10 MHz n'importe où dans la gamme de fréquences supérieure à 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 37,5 GHz;
2. « Analyseurs de signaux » ayant un niveau de bruit moyen affiché de moins de (meilleure que) -150 dBm/Hz n'importe où dans la gamme de fréquences supérieure à 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz;
3. « Analyseurs de signaux » ayant une fréquence de plus de 75 GHz;
4. « Analyseurs de signaux dynamiques » ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. « Bande passante en temps réel » supérieure à 85 MHz; **et**
 - b. Une probabilité de découverte de 100 % avec une réduction 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 15 µs ou moins;

Note techniques :

1. La probabilité de découverte indiquée au paragraphe 1-3.A.2.c.4.b. se nomme aussi probabilité d'interception ou probabilité de capture.
2. Aux fins du paragraphe 1-3.A.2.c.4.b., 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.

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. « Analyseurs de signaux » comportant une fonction de « déclenchement de masque fréquentiel » ayant une probabilité de déclenchement (capture) de 100 % pour les signaux ayant une durée de 15 µs ou moins;

1-3.A.2.d. Générateurs de signaux de fréquence synthétisés produisant des fréquences de sortie, dont la stabilité à court et à long terme et la précision sont commandées par, dérivées de ou assujetties à l'oscillateur principal de référence interne et 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 synthétisées au-delà de 31,8 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz :
 - a. Une « durée d'impulsion » inférieure à 100 ns; **et**
 - b. Un rapport marche/arrêt égal ou supérieur à 65 dB;
2. Une puissance de sortie supérieure à 100 mW (20 dBm) n'importe où dans la gamme de fréquences synthétisées supérieure à 43,5 GHz, mais ne dépassant pas 75 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 1,6 GHz dans la gamme de fréquences synthétisées dépassant 4,8 GHz mais ne dépassant pas 10,6 GHz;

- c. Inférieur à 250 μ s pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la gamme de fréquences synthétisés dépassant 10,6 GHz mais ne dépassant pas 31,8 GHz;
 - d. Inférieur à 500 μ s pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la gamme de fréquences synthétisés dépassant 31,8 GHz mais ne dépassant pas 43,5 GHz;
 - e. Inférieur à 1 ms pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la gamme de fréquences synthétisées dépassant 43,5 GHz mais ne dépassant pas 56 GHz; **ou**
 - f. Inférieur à 1 ms pour tout changement de fréquence supérieur à 2,2 GHz dans la gamme de fréquences synthétisées dépassant 56 GHz mais ne dépassant pas 75 GHz;
4. Bruit de phase en bande latérale unique (BLU), exprimé en dBc/Hz, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Inférieur à (meilleur que) $-(126+20 \log_{10}F - 20 \log_{10}f)$ à tout point dans la plage de 10 Hz $<F < 10$ kHz à tout point dans la plage de fréquences synthétisées dépassant 3,2 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz; **et**
 - b. Inférieur à (meilleur que) $-(114+20 \log_{10}F - 20 \log_{10}f)$ à tout point dans la plage de 10 kHz $\leq F < 500$ kHz à tout point dans la plage de fréquences synthétisées dépassant 3,2 GHz, mais ne dépassant pas 75 GHz; **ou**

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 fréquence synthétisée maximale dépassant 75 GHz;

Note 1 :

Aux fins du paragraphe 1-3.A.2.d., l'expression générateurs de signaux à synthèse de fréquence englobe 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.

Notes techniques :

- 1. *La fréquence synthétisée maximale d'un générateur de fonctions et de formes d'ondes arbitraires est calculée en divisant le taux d'échantillonnage, en échantillons/seconde, par le facteur 2,5.*
- 2. *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.*

1-3.A.2.e. Analyseurs de réseaux présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- 1. Une puissance de sortie supérieure à 31,62 mW (15 dBm) à tout point dans la plage de fréquences de fonctionnement dépassant 43,5 GHz mais ne dépassant pas 75 GHz;
- 2. Une puissance de sortie supérieure à 1 mW (0 dBm) à tout point dans la plage de fréquences d'opération dépassant 75 GHz mais ne dépassant pas 110 GHz;
- 3. 'Fonctionnalité de mesure de vecteur non-linéaire' à des fréquences supérieures à 50 GHz mais ne dépassant pas 110 GHz; **ou**

Note Technique :

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.

4. Fréquence de fonctionnement supérieure à 110 GHz;
- 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.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 capables de 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 de 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 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 utilisé comme implants de silicium dans un « substrat » de matériau semiconducteur chauffé à 600° C ou plus;
- c. Équipements pour l'élimination par des méthodes sèches anisotropiques par plasma présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Conçus ou optimisés pour produire des dimensions critiques égales ou inférieures à 65 nm; **et**
 2. Non-uniformité dans la tranche égale ou inférieure à 10 % 3σ , mesurée en excluant une bordure de rebord de 2 mm ou moins:
- 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., 1-3.B.1.b. ou 1-3.B.1.c.; **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., 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, la gravure, l'implantation ou le traitement thermique.
 2. Aux fins de l'alinéa 1-3.B.1.e., 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. Photorépéteurs d'alignement et d'exposition (photo-répéteurs 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 245 nm; **ou**
 - b. Capables de produire des figures dont la « dimension de l'élément résoluble minimal » (ÉRM) est égale ou inférieure à 95 nm;

Note technique :

La « dimension de l'élément résoluble minimal » (ÉRM) est calculée à l'aide de la formule suivante :

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

où le facteur $K = 0,35$

2. Équipement de lithographie par impression permettant de produire des détails de 95 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 ou le traitement de dispositifs semi-conducteurs, utilisant des méthodes d'écriture directe, et, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
- a. Utilisant 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. Ayant une dimension du spot inférieure à 0,2 µm;
 - 2. Capables de produire des figures d'une dimension inférieure à 1 µm;**ou**
 - 3. Précision de chevauchement meilleure que ± 0,20 µm (3 sigma);
 - g. Masques et réticules conçus pour les circuits intégrés visés par le paragraphe 1-3.A.1.;
 - h. Masques multicouches comportant une couche à décalage de phase non visés par l'alinéa 1-3.B.1.g. et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Fabriqués sur un « substrat vierge » formant masque et fabriqué de verre présentant une biréfringence inférieure à 7 nm/cm; **ou**
 - 2. Conçu pour être utilisé 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 par le paragraphe 1-3.A.1.

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

- 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 de transistors à une fréquence supérieure à 31,8 GHz;
 - b. Non utilisé depuis 2004
 - c. Pour le test de circuits intégrés hyperfréquences visés par 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 :
- Silicium (Si);
 - Germanium (Ge);
 - Carbure de silicium (SiC); **ou**
 - 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, AlGaN, InAlN, InAlGaN, GaP, 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.

- 1-3.C.2. Résines photosensibles (résists) comme suit, et « substrats » revêtus de résine photosensible comme suit :
- Résines photosensibles (résists) conçues pour la lithographie des semi-conducteurs comme suit :
 - Résines photosensibles (résists) positives adaptées (optimisées) pour l'emploi à des longueurs d'onde inférieures à 245 nm, mais égales ou supérieures à 15 nm;
 - Résines photosensibles adaptées (optimisées) pour l'emploi à des longueurs d'onde inférieures à 15 nm mais égales ou supérieures à 1 nm;
 - 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;
 - Non utilisé depuis 2012
 - Toutes résines photosensibles (résists) optimisées pour des technologies de formation d'images de surface;
 - 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 :
- Composés organométalliques d'aluminium, de gallium et d'indium ayant une pureté (pureté du métal) supérieure à 99,999 %;
 - Composés organoarséniés, organoantimoniés et organo-phosphorés ayant une pureté (pureté de l'élément inorganique) supérieure à 99,999 %.

Note :

Le paragraphe 1-3.C.3. ne vise que des composés dont l'élément métallique, partiellement métallique ou non métallique 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 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. « Substrats » de semi-conducteurs en carbure de silicium (SiC), de nitrure de gallium (GaN), de nitrure d'aluminium (AlN) ou de nitrure de gallium d'aluminium (AlGaN), ou lingots, boules ou autres préformes de ces matières, ayant une résistivité supérieure à 10 000 ohm-cm à 20° C.
- 1-3.C.6. « Substrats » visés au paragraphe 1-3.C.5 comportant au moins une couche épitaxiale de carbure de silicium, de nitrure de gallium, de nitrure d'aluminium ou de nitrure de gallium d'aluminium.

1-3.D. LOGICIEL

- 1-3.D.1. « Logiciel » spécialement conçu pour le « développement » ou la « production » d'équipements visés par les alinéas 1-3.A.1.b. à 1-3.A.2.g. 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 simulation « basé sur des principes de physique », spécialement conçu pour le « développement » de procédés de lithographie, de gravure ou de dépôt permettant de transformer des figures de masque en figures topographiques spécifiques, dans des matériaux conducteurs, diélectriques ou semi-conducteurs.

Note technique :

Aux fins du paragraphe 1-3.D.3., « basé sur des principes de physique » désigne l'utilisation de calculs pour déterminer une séquence de causes et d'effets physiques à partir de propriétés physiques (p. ex., température, pression, constantes de diffusion et propriétés des matériaux semi-conducteurs).

Note :

Les bibliothèques, les caractéristiques de conception ou les données connexes pour la conception de dispositifs ou de circuits intégrés à semi-conducteurs sont considérées comme de la « technologie ».

- 1-3.D.4. « Logiciel » spécialement conçu pour le « développement » d'équipements visés par le paragraphe 1-3.A.3.

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 par les sous-catégories 1-3.A., 1-3.B. ou 1-3.C.;

Note 1 :

Le paragraphe 1-3.E.1. ne vise pas la « technologie » pour la « production » d'équipements ou de composants visés par le paragraphe 1-3.A.3.

Note 2 :

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

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

1-3.E.2. « Technologie », au sens de la Note générale de technologie, autre que celle visée par le 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 :

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.

- 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 quatre 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 :

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

Note 1 :

L'alinéa 1-3.E.2. ne vise pas la « technologie » du « développement » ou de la « production » de 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 2 :

L'alinéa 1-3.E.2. comprend la « technologie » pour les processeurs de signaux numériques et les processeurs matriciels numériques.

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 hétéro-bipolaires (HBT), dispositifs à puits quantique et à super-réseaux;

Note :

L'alinéa 1-3.E.3.b. ne vise pas la technologie des transistors à haute mobilité d'électrons (HEMT) fonctionnant à des fréquences inférieures à 31,8 GHz et des transistors bipolaires à hétérojonction (HBT) fonctionnant à des fréquences inférieures à 31,8 GHz.

- c. Dispositifs électroniques à « supraconducteurs »;
- d. Substrats de films 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. Tubes électroniques à vide fonctionnant à des fréquences égales ou supérieures à 31,8 GHz.

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 3 :

Les calculateurs, matériels connexes et « logiciel » assurant des fonctions cryptologiques ou cryptoanalytiques, une sécurité multiniveau certifiée ou une isolation de l'utilisateur certifiée, ou limitant la compatibilité électromagnétique (EMC), doivent être évalués également en regard des caractéristiques de performances définies dans la catégorie 5, partie 2 (Sécurité de l'information).

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

N.B. :

Voir la catégorie 5, partie 2 pour les ordinateurs électroniques et équipement connexe effectuant ou comportant des fonctions de « sécurité de l'information ».

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 »;
- Les équipements conçus pour le « traitement de signal ».

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 8,0 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. Il ne s'applique pas aux « ensembles électroniques » intrinsèquement limités par la nature de leur conception destinés à être utilisés comme matériel connexe visé par l'alinéa 1-4.A.3.e.

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. Équipements effectuant des conversions analogique-numérique dépassant les limites définies à l'alinéa 1-3.A.1.a.5.;
- 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 ».

- 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 ».

- 1-4.A.5. Systèmes, équipements et composants, spécialement conçus ou modifiés pour générer, faire fonctionner, livrer ou communiquer avec du « 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 par les sous-catégories 1-4.A. ou 1-4.D.
 - b. « Logiciel » autre que ceux visés par 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 0,60 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. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour renforcer de la « technologie » visée par la sous-catégorie 1-4.E.
- 1-4.D.3. Non utilisé depuis 2009

N.B. :

Voir la catégorie 5, partie 2, pour les logiciels effectuant ou comportant des fonctions de « sécurité de l'information ».

1-4.D.4. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour générer, faire fonctionner, livrer ou communiquer avec du « 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 » autre que celle visée par l'alinéa 1-4.E.1.a., spécialement conçue ou modifiée pour le « développement » ou la « production » des équipements comme suit :
 1. « Calculateurs numériques » ayant une « performance de crête corrigée » (« PCC ») dépassant 0,60 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 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 Téraflops 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 et/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 » = W₁x 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 :

1. les combinaisons de processeurs comprenant des processeurs spécialement conçus pour améliorer les performances par agrégation, fonctionnant simultanément et partageant leur mémoire; ou
2. les combinaisons mémoires/processeurs multiples fonctionnant simultanément et utilisant du matériel spécialement conçu.

Note technique :

Aggrégation de tous les processeurs et accélérateurs fonctionnant simultanément et tous réalisés sur la même pastille.

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. 1 :

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

N.B. 2 :

Voir aussi la catégorie 5, partie 2 pour les équipement, les composants et le « logiciel », effectuant ou comportant des fonctions de « sécurité de l'information ».

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;
ou
 3. Spécialement conçus pour fonctionner en dehors de la gamme de températures allant de 218 K (-55° C) à 397 K (124° C);

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.a.3. s'applique uniquement aux équipements électroniques.

Note :

Les alinéas 1-5.A.1.a.2. et 1-5.A.1.a.3. ne visent pas les équipements conçus ou modifiés pour être utilisés à bord de satellites.

- 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 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 par 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 :

« Temps de commutation de canal » : 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 2400 bits/s;

Note 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 :

« Essai de mise à l'épreuve » : 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 » fonctionnant au-dessus de 31,8 GHz;

Note :

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

- 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 transmis par voie hertzienne;
 2. Équipement d'interception non visé par 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 par les 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 le Groupe 2 - 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 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 :

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, come suit :
1. Équipement d'émission radiofréquences (RF), non visé par l'alinéa 1-5.1.1.f et conçu ou modifié pour prématurément activer ou empêcher le déclenchement d'engins explosifs improvisés.
 2. Équipement utilisant des techniques conçues pour permettre les radiocommunications sur les mêmes canaux de fréquences que ceux sur lesquels les équipements visés par l'alinéa 1-5.A.1.h.1. émettent.

N.B. :

Voir aussi la Groupe 2 - Liste de matériel de guerre.

- i. Non utilisé depuis 2012

N.B. :

Voir aussi l'alinéa 1-5.A.1.f. au sujet des articles visés antérieurement par l'alinéa 1-5.A.1.i.

- 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 (c.-à-d. réseau dorsal IP d'échelle nationale) :
 - a. Analyse au niveau de la couche application (c.-à-d. la couche 7 du modèle d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI) (ISO/CEI 7498-1));
 - b. Extraction de métadonnées sélectionnés et de contenus d'applications sélectionnés (c.-à-d. 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).

Note technique :

« Sélecteurs constants » : 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).

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 par le 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. Effectuant l'« amplification optique » en employant des amplificateurs à fibre fluorée dopée au praséodyme (PDFFA);
 - c. Faisant appel aux techniques de transmission optique cohérente ou de détection optique cohérente; **ou**

Note :

L'alinéa 1-5.B.1.b.2.c. s'applique à l'équipement spécifiquement conçu pour le « développement » de systèmes et dont la section réception comporte un oscillateur local optique pour se synchroniser avec un « laser » porteur.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 5.B.1.b.2.c., ces techniques comprennent les techniques hétérodynes, homodynes ou intradynes.

- 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 256.
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 par le paragraphe 1-5.A.1.;
- b. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le soutien de la « technologie » visée par le paragraphe 1-5.E.1.;
- 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 256.

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 par le paragraphe 1-5.A.1., ou « logiciels » visés à l'alinéa 1-5.D.1.a.;

- b. « Technologie » spécifique comme suit :
1. « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » d'équipements de télécommunications spécialement conçus pour servir à bord de satellites;
 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. Équipements faisant appel aux techniques numériques, conçus pour fonctionner à un « taux de transfert numérique total » de plus de 120 Gbit/s;

Note technique :

Pour l'équipement de commutation de télécommunications, le « taux de transfert numérique total » est la vitesse de transmission unidirectionnelle d'une seule interface, calculé sur le port ou la ligne ayant la vitesse la plus élevée.

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. effectuant une « amplification optique » à l'aide d'amplificateurs à fibre fluorée dopée au praséodyme (PDFFA);
 - c. Faisant appel aux techniques de transmission optique cohérente ou de détection optique cohérente;

Note :

L'alinéa 1-5.B.1.b.2.c. s'applique à l'équipement spécifiquement conçu pour le « développement » de systèmes et dont la section réception comporte un oscillateur local optique pour se synchroniser avec un « laser » porteur.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-5.B.1.b.2.c., ces techniques comprennent les techniques hétérodynes, homodynes ou intradynes.

- 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 le « développement » ou la « production » de 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 un « commutateur optique » et possédant un temps de commutation inférieur à 1 ms;
- 4. Équipements radio présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Techniques de modulation d'amplitude en quadrature (MAQ) au-delà du niveau 256;
 - 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 le « développement » ou la « production » des 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 :

Le statut des équipements, du « logiciel », des systèmes, des « ensembles électroniques » spécifiques à une application donnée, des modules, des circuits intégrés, des composants ou des fonctions assurant la « sécurité de l'information » est déterminé dans la catégorie 5, partie 2, même s'il s'agit de composants ou d'« ensembles électroniques » d'autres équipements.

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. et 1-5.D.2. 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. Non utilisé depuis 2000*
- 5. 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 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 que les conditions de 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 principale fonction de l'article doivent être disponibles avant l'achat sans qu'il soit nécessaire de consulter le vendeur ou le fournisseur.
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.

Note 4 :

La catégorie 5, partie 2 ne vise pas les articles intégrant ou utilisant la « cryptologie » et remplissant toutes les conditions suivantes :

- a. La principale fonction ou l'ensemble de fonctions n'est aucun des suivants :
 1. « Sécurité de l'information »;
 2. Un ordinateur, incluant ses systèmes d'exploitations, ses parties et composants;
 3. Envoi, réception ou stockage d'information (sauf pour des fonctions de divertissement, de diffusion commerciale de masse, de gestion des droits numériques ou de gestion de dossiers médicaux); **ou**
 4. Mise en réseau (exploitation, administration, gestion et approvisionnement compris);
- b. La fonction cryptographique est limitée à l'appui de leur fonction principal ou leurs ensembles de fonctions; **et**
- c. 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 a. et b. ci-dessus.

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

- 1-5.A.2. Systèmes de « sécurité de l'information », leurs équipements et composants, comme suit :
- a. Systèmes, équipements, « ensembles électroniques » spécifiques à une application donnée, modules ou circuits intégrés pour la « sécurité de l'information », comme suit, et leurs composants spécialement conçus pour la « sécurité de l'information » :

N.B. :

Pour le statut des équipements de réception de positionnement global par satellite (GNSS) contenant ou utilisant du décryptage voir le paragraphe 1-7.A.5., et pour le « logiciel » et la « technologie » de décryptage connexes, voir les paragraphes 1-7.D.5. et 1-7.E.1.

1. Conçus ou modifiés pour utiliser la « cryptologie » faisant appel à des techniques numériques assurant toute fonction cryptologique autre que l'authentification, la signature numérique ou l'exécution de « logiciels » protégés contre la copie et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Notes techniques :

1. Les fonctions de signature numérique d'authentification et l'exécution de « logiciels » protégés contre la copie comprennent leur fonction de gestion des clés connexe.
2. L'authentification comprend tous les aspects de contrôle d'accès où il n'y a aucune cryptologie de fichiers ou de texte, exception faite des cas où la

cryptologie est liée à la protection de mots de passe de numéros d'identification personnel (NIP) ou de toute donnée semblable afin de prévenir tout accès non autorisé.

- a. Un « algorithme symétrique » faisant appel à une longueur de clé de plus de 56 bits; **ou**

Notes technique :

Dans la catégorie 5, partie 2, les bits de parité ne sont pas inclus dans la longueur de la clé.

- 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 Z/pZ); **ou**
 3. Logarithmes discrets dans un groupe différent de celui mentionné à l'alinéa 1-5.A.2.a.1.b.2. de plus de 112 bits (p. ex. Diffie-Hellman sur une ellipse);
2. Conçus ou modifiés pour effectuer des fonctions cryptanalytiques;

Note :

Le paragraphe 1-5.A.2.a.2. inclut les systèmes ou équipements conçus ou modifiés pour effectuer la cryptanalyse au moyen de la rétroingénierie.

3. Non utilisé depuis 1998
4. 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;
5. Conçus ou modifiés pour employer des techniques cryptologiques pour générer le code d'étalement pour le « spectre étalé », autres que ceux visées par l'alinéa 1-5.A.2.a.6., y compris le code de saut pour les systèmes à « sauts de fréquence »;
6. 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 :
- a. Une largeur de bande supérieure à 500 MHz; **ou**
 - b. Une « bande passante fractionnelle » de 20 % ou plus.
7. Systèmes et dispositifs de sécurité pour la technologie de l'information et des communications qui ne sont pas cryptographiques et qui ont été évalués et certifiés par une autorité à un niveau d'assurance de l'évaluation excédant (EAL) EAL-6 des Critères communs (CC) ou équivalent;
8. Systèmes de câbles de télécommunication conçus ou modifiés en faisant appel à des moyens mécaniques, électriques ou électroniques pour détecter les intrusions subreptices;

Note :

Le paragraphe 1-5.A.2.a.8. s'applique seulement à la sécurité de la couche physique.

9. Conçus ou modifiés pour utiliser ou effectuer la « cryptographie quantique ».

Note technique :

La « cryptographie quantique » est également connue sous le nom de distribution quantique de clés ou QKD.

- b. Systèmes, équipements, « ensembles électroniques » spécifiques à une application donnée, modules ou circuits intégrés, conçus ou modifiés pour permettre à un article d'atteindre ou de dépasser les niveaux de performances spécifiées pour une fonctionnalité au paragraphe 1-5.A.2.a. qui ne serait pas activée autrement.

Note :

Le paragraphe 1-5.A.2. ne vise aucune des articles suivants :

- a. Cartes à microprocesseur personnalisées et « dispositifs d'écriture- lecture » 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 capacité de cryptologie est restreinte à l'usage dans des équipements ou des systèmes exclus du paragraphe 1-5.A.2. en raison de la Note 4 de la catégorie 5, partie 2 ou les paragraphes b. à i. de la présente Note, et ne peuvent pas être reprogrammés pour un autre usage; **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 capacité de cryptologie n'est pas accessible par l'utilisateur.

Note technique :

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 » spécialement conçus ou modifiés, et limités, pour les articles visés à l'alinéa a.1. de la présente Note;

Note technique :

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 2009

N.B. :

Voir la Note 4 de la catégorie 5, partie 2 pour les articles visés auparavant à la Note b. du paragraphe 1-5.A.2.

- c. Non utilisé depuis 2009

N.B. :

Voir la Note 4 de la catégorie 5, partie 2 pour les articles visés auparavant à la Note c. du paragraphe 1-5.A.2.

- d. Équipements de cryptologie spécialement conçus et limités aux usages bancaires ou aux « transactions monétaires » ;

Note technique :

Les termes « transactions monétaires » au paragraphe 1-5.A.2. Note d. comprennent la collecte et le relevé des tarifs ou des fonctions de crédit.

- e. Radiotéléphones portatifs ou mobiles destinés à l'usage civil (par exemple pour l'emploi avec les systèmes de radiocommunications cellulaires commerciaux civils) qui sont incapables d'émettre des données cryptées directement à un autre radiotéléphone ou

équipement (à l'exception de l'équipement de réseau d'accès radio (RAN)), ou de 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));

- f. *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;*
- g. *Radiotéléphones mobiles ou portables et dispositifs clients sans fil semblables destinés à un usage civil, qui mettent en oeuvre seulement des normes cryptologiques standard publiées ou commerciales (à l'exception des fonctions anti-piratage, qui peuvent être non publiées) et qui rencontrent aussi les conditions des paragraphes a.2. à a.5. de la note sur la cryptologie (Note 3 de la catégorie 5, partie 2), qui ont été personnalisés pour une application industrielle civile spécifique avec des caractéristiques qui n'affectent pas la fonctionnalité cryptographique que ces dispositifs avaient avant leur personnalisation;*
- h. *Non utilisé depuis 2009*

N.B. :

Voir la Note 4 de la catégorie 5, partie 2 pour les articles visés auparavant à la Note h du paragraphe 1-5.A.2.

- i. *Équipements de « réseau local personnel » qui mettent en oeuvre seulement des normes cryptologiques standard publiées ou commerciales et dont la capacité cryptologique est limitée à une portée nominale ne dépassant pas 30 mètres selon les spécifications du fabricant; ou ne dépassant pas 100 mètres selon la fiche technique du fabricant dans le cas de l'équipement qui ne peut pas être interconnecté avec plus de 7 dispositifs; **ou***
- j. *Équipements, ne possédant aucune des fonctionnalités visées aux alinéas 1-5.A.2.a.2., 1-5.A.2.a.4., 1-5.A.2.a.7. ou 1-5.A.2.a.8., lorsque toutes les capacités cryptologiques visées à l'alinéa 1-5.A.2.a. respectent l'un des critères suivants :*
 - 1. *il ne peut pas être utilisé; **ou***
 - 2. *il n'est possible de la rendre utilisable qu'au moyen d'une « activation cryptographique »; **ou***

N.B. :

Pour l'équipement qui a subi une « activation cryptographique », voir le paragraphe 1-5.A.2.a.

- k. *Équipements du réseau d'accès radio (RAN) pour télécommunications cellulaires mobiles conçus à des fins civiles, répondant aux alinéas 2. à 5. 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 16 utilisateurs simultanées ou moins.*

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. 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. 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 » des équipements visés par le paragraphe 1-5.A.2. ou des « logiciels » visés par l'alinéa 1-5.D.2.c.;
- b. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le soutien de la « technologie » visée par le paragraphe 1-5.E.2.;
- c. « Logiciel » spécifique comme suit :
 1. « Logiciel » présentant les caractéristiques ou exécutant ou simulant les fonctions des équipements visés par le paragraphe 1-5.A.2.;
 2. « Logiciel » destiné à certifier le « logiciel » visé par l'alinéa 1-5.D.2.c.1.
- d. « Logiciel » conçu ou modifié pour permettre à un article d'atteindre ou de dépasser les niveaux de performances spécifiées pour une fonctionnalité au paragraphe 1-5.A.2.a. qui ne serait pas activée autrement.

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 par les paragraphes 1-5.A.2. ou 1-5.B.2. ou du « logiciel » visés par les paragraphes 1-5.D.2.a. ou 1-5.D.2.c.
- b. « Technologie » pour permettre à un article d'atteindre ou de dépasser les niveaux de performances spécifiées pour une fonctionnalité au paragraphe 1-5.A.2.a. qui ne serait pas activée autrement.

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

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 :

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 le biais de correction 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;

Notes techniques :

1. *La < résolution de sondage > est la largeur de la bande au fond (en degrés) divisée par le nombre maximal de sondages par bande.*

2. *L'< amélioration > comprend la capacité de corriger par des moyens externes.*

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

Note technique :

La pression acoustique nominale du capteur détermine la profondeur nominale de l'équipement visé par le paragraphe 1-6.A.1.a.1.a.2.

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; **ou**

Note technique :

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 %.

- b. Équipement de levé non visé par 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 l'exactitude de la profondeur par compensation de tous les facteurs suivants :
 - a. Mouvement du capteur acoustique;
 - b. Propagation dans l'eau du capteur au fond marin et du fond marin jusqu'au capteur; **et**
 - c. Vitesse du son au niveau du capteur.
3. Sonar à balayage latéral ou sonar à synthèse d'ouverture, conçu pour l'imagerie des fonds marins et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 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»; **and**
 - c. Une « résolution transversale » inférieure à 15 cm;

Notes techniques :

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 sonars à balayage latéral 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 :
 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 μ Pa 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 est déterminé par le statut de cet 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 ($Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-PbTiO_3$, ou PMN-PT) issus d'une solution solide ou de monocristaux de plomb-indium-niobate/plomb-magnésium-niobate/plomb-titanate ($Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O_3-Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-PbTiO_3$, ou PIN-PMN-PT) issus d'une solution solide.

1. < Puissance volumique acoustique > rayonnée instantanée supérieure à 0,01 $mW/mm^2/Hz$ pour les dispositifs fonctionnant sur des fréquences inférieures à 10 kHz;
2. < Puissance volumique acoustique rayonnée > continue supérieure à 0,001 $mW/mm^2/Hz$ pour les dispositifs fonctionnant sur des fréquences inférieures à 10 kHz; **ou**

Note technique :

La < puissance volumique acoustique > est obtenue en divisant la puissance acoustique de sortie par le produit de la surface de rayonnement et de la fréquence de fonctionnement.

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 sous-marins et ayant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 1. Portée de détection supérieure à 1 000 m; **et**

2. Précision de positionnement 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 l'engin de surface ou sous-marin;*
 - 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 acoustics de transmission et réception spécialement conçus :
 1. Portée de détection supérieure à 530 m;
 2. Précision de positionnement inférieure à 15 m valeur efficace (moyenne quadratique) 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 conçu pour l'usage militaire, voir le Groupe 2 - 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 :

- 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.

Note technique :

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 ».

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. $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$, 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 » 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;

Notes techniques :

- 1. 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. 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. 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 :

Les réseaux 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;

Note technique :

Le terme « modifiable » à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.b. 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.

- 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 par l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a.; **ou**
 8. Capteurs hydroacoustiques à base d'accéléromètres visés par l'alinéa 1-6.A.1.a.2.g.;
- 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 meilleure que $\pm 0,5^\circ$; **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;
 - 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 par le paragraphe 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 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.

Note :

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

Notes techniques :

1. *Les capteurs hydroacoustiques à base d'accéléromètres capteurs sont aussi connus sous le nom de capteurs vectoriels.*
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 supérieure à 1 % de la vitesse;
2. Équipement d'enregistrement sonar à calcul de vitesse doppler ayant une précision en vitesse supérieure à 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.

Note technique:

La « multiplication de charge » est 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 semi-conducteurs ou d'une « matrice plan focal ».

- 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 multicalcines (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 visées que par le paragraphe 1-6.A.2.a.3.f.

Note technique :

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 variants.*
- c. *Les « matrices plan focal » conçues ou modifiées spécialement pour obtenir une « multiplication de charge » et limité par la conception a 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 :

Un mécanisme de limitation de réponse intégré à l'élément détecteur est conçu pour rendre le détecteur inutilisable s'il est enlevé ou modifié.

- 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 :

Le paragraphe 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.

Note technique :

Aux fins du paragraphe 1-6.A.2.a.3.d., la « direction de balayage » est définie comme l'axe qui est parallèle au réseau linéaire d'éléments détecteurs et 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 », a 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 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 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 semiconducteurs 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 par le paragraphe 1-6.A.2.a.1;

Note technique :

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 un temps moyen (observé) jusqu'à défaillance (MTTF) prévu ou un temps de bon fonctionnement (MTBF) prévu dépassant 2 500 heures;

- b. Minirefroidisseurs Joule-Thomson 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;

Note :

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.

1-6.A.2.e. Non utilisé depuis 2008

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

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

N.B. :

En ce qui concerne les appareils de prises de vues de télévision ou de photographie sur pellicule spécialement conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin, se reporter aux alinéas 1-8.A.2.d.1. et 1-8.A.2.e.

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 par les 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. Caméras à vitesse élevée utilisant tout format de film, du 8 mm au 16 mm inclus, dans lesquelles le film avance de façon continue pendant toute la période d'enregistrement, et qui sont capables d'enregistrer à des cadences de plus de 13 150 images/s;

Note :

L'alinéa 1-6.A.3.a.1. ne vise pas les caméras conçues à des fins civiles.

- 2. Appareils de prises de vues mécaniques à vitesse élevée dans lesquels le film ne se déplace pas et qui sont capables d'enregistrer à des vitesses de plus de 1 million d'images/s pour la hauteur totale de cadrage de film 35 mm ou à des vitesses proportionnellement plus élevées pour des hauteurs de cadrage inférieures ou à des vitesses proportionnellement plus basses pour des hauteurs de cadrage supérieures;
- 3. Appareils de prises de vues à balayage, mécaniques ou électroniques, ayant une vitesse d'enregistrement de plus de 10 mm/μs;
- 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 par 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 par l'alinéa 1-6.A.4.a.;
 - 2. Équipement de contrôle optique visé par 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 la présente entrée, 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 la présente entrée, 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 lignée 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 par 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 comportant des « matrices plan focal » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. Comportant des « matrices plan focal » visées par les alinéas 1-6.A.2.a.3.a. à 1-6.A.2.a.3.e.;
 - b. Comportant des « matrices plan focal » visées par l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f.;
- ou**
- c. Comportant des « matrices plan focal » visées par le paragraphe 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 10 mrad/pixel (milliradians/pixel);*
 - 2. *Lentille à focale fixe non conçue pour être enlevée;*
 - 3. *Aucun « affichage intégré »; et*

Note technique :

L'« affichage intégré » 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.

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**

Note technique :

Le « champ de vision instantané (IFOV) » précisé à la Note 3.b. 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.

- c. La caméra a été conçue spécialement en vue d'être installée dans un véhicule terrestre pour passagers civils, de moins de 3 tonnes (poids brut du véhicule), et qu'elle présente toutes les caractéristiques suivantes :
 1. La caméra est utilisable uniquement lorsqu'elle est installée dans l'un des véhicule suivants :
 - a. Le véhicule terrestre pour passagers civils pour lequel elle a été conçue; **ou**
 - b. Une installation d'essai de maintenance spécialement conçue et autorisée; **et**
 2. 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; **et**
 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 de moins de 3 tonnes (poids brut du véhicule) ou des traversiers de véhicules et de passagers civils dont la longueur globale (LOA) est égale ou supérieure à 65 m ou plus, présentant l'une des caractéristiques suivantes :*
 1. *Ne peut fonctionner que dans l'un des équipements suivants:*
 - a. *Le véhicule terrestre pour passagers civils ou le traversier de passagers et véhicules pour lequel il était destinée; **ou***
 - b. *Une installation de maintenance autorisée et spécialement conçu; **et***
 2. *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 mA/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.

- 1-6.A.3.b.5. Caméras d'imagerie comportant les détecteurs à semi-conducteurs visés en 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 :
1. « Miroirs déformables » à surfaces continues ou à éléments multiples, et leurs composants spécialement conçus, capables de repositionner de manière dynamique des parties de la surface du miroir à des fréquences supérieures à 100 Hz;
 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/m^2 et d'une masse totale supérieure à 2 kg;
4. Miroirs à orientation du faisceau d'un diamètre (ou d'une longueur de l'axe principal) supérieur à 100 mm, conservant une planéité de $\lambda/2$ ou meilleure (λ est égal à 633 nm) et ayant une bande passante de pilotage de plus de 100 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 cm^3 ; **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 égal ou inférieur à 5×10^{-6} dans toute direction coordonnée;
- 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. Équipements comportant des bandes passantes d'orientation, de poursuite, de stabilisation ou d'alignement de résonateur égales ou supérieures à 100 Hz avec une précision de $10 \text{ } \mu\text{rad}$ (microradians) ou moins;
 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 $200 \text{ } \mu\text{rad}$ (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 $2 \text{ rad (radians)/s}^2$; **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 $0,5 \text{ rad (radians)/s}^2$;

4. Spécialement conçus pour maintenir l'alignement de systèmes à miroirs à réseaux phasés ou à segments phasés composés de miroirs dont le diamètre du segment ou la longueur de l'axe principal est égal ou supérieur à 1 m ou plus;
- 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. 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. Les fabricants ne sont pas tenus de mesurer la rugosité surfacique mentionnée à l'alinéa 1-6.A.4.e.2. 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. Fabriqué 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.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 par le paragraphe 1-6.A.5.d.

Note technique :

Par « lasers » < à impulsions non répétitives >, on entend les « lasers » qui produisent une seule impulsion de sortie ou dont l'intervalle entre les impulsions est supérieur à une minute.

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.

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, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Sortie monomode transverse et puissance de sortie supérieure à 200 W; **ou**
 - b. Sortie multimode transverse présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. < Rendement de prise murale > supérieur à 18 % et puissance de sortie supérieure à 500 W; **ou**
 2. Puissance de sortie supérieure à 2 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 2 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 et/ou la distribution du faisceau.

Note 2 :

L'alinéa 1-6.A.5.a.6.b. ne vise pas les « lasers » industriels à mode transverse présentant une des caractéristiques suivantes :

- a. *Puissance de sortie dépassant 500 W, mais sans dépasser 1 kW et présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
 1. *Produit des paramètres du faisceau (PPF) dépassant 0,7 mm•mrad; et*
 2. *« Luminosité » ne dépassant pas 1024 W/(mm•mrad)²;*
- b. *Puissance de sortie dépassant 1 kW, mais sans dépasser 1,6 kW et ayant un PPF dépassant 1,25 mm•mrad;*
- c. *Puissance de sortie dépassant 1,6 kW, mais sans dépasser 2,5 kW et ayant un PPF dépassant 1,7 mm•mrad;*
- d. *Puissance de sortie dépassant 2,5 kW, mais sans dépasser 3,3 kW et ayant un PPF dépassant 2,5 mm•mrad;*
- e. *Puissance de sortie dépassant 3,3 kW, mais sans dépasser 4 kW et ayant un PPF dépassant 3,5 mm•mrad;*
- f. *Puissance de sortie dépassant 4 kW, mais sans dépasser 5 kW et ayant un PPF dépassant 5 mm•mrad;*
- g. *Puissance de sortie dépassant 5 kW, mais sans dépasser 6 kW et ayant un PPF dépassant 7,2 mm•mrad;*
- h. *Puissance de sortie dépassant 6 kW, mais sans dépasser 8 kW et ayant un PPF dépassant 12 mm•mrad; ou*
- i. *Puissance de sortie dépassant 8 kW, mais sans dépasser 10 kW et ayant un PPF dépassant 24 mm•mrad;*

Note technique :

Aux fins de la Note 2.a. du paragraphe 1-6.A.5.a.6.b., la « luminosité » est définie comme la puissance de sortie du « laser » divisée par le carré du produit des paramètres du faisceau, c.-à-d., (puissance de sortie)/PPF².

Note technique :

Le « rendement de prise murale » est défini comme 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.

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; **ou**
 8. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 555 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 :
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 50 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 µs 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 10 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 10 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 µs et présentant une des caractéristiques suivantes :
 1. Sortie monomode transverse et présentant une des caractéristiques suivantes :
 - a. « Puissance de crête » dépassant 100 kW;
 - 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 µs 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; **ou**
 - 8. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 555 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 :

Note :

L'alinéa 1-6.A.5.c. comprend les « lasers » à titane-saphir (Ti: Al₂O₃), les « lasers » à thulium-YAG (Tm: YAG), les « lasers » à thulium-YSGG (Tm: YSGG), les « lasers » à alexandrite (Cr: BeAl₂O₄), les « lasers » à centres colorés, les « lasers » à colorants et les « lasers » à liquides.

- 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;
- 1-6.A.5.d. Autres « lasers », non visés par les 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.

- a. « Lasers » à semi-conducteurs monomodes transverses individuels présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Longueur d'onde égale ou inférieure à 1 510 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1,5 W; **ou**
 2. Longueur d'onde supérieure à 1 510 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 1 400 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 15 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 2,5 W; **ou**
 3. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 900 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 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/cm^2 ;
 - 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/cm^2 ;
 - 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**
 - 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**
 - 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 par 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 par 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 en 1-6.A.5.d.1.e., mais qui ne sont pas conçues pour permettre une combinaison additionnelle ou pour être modifiées sont visées par l'alinéa 1-6.A.5.d.1.d.

Note 2

Les « piles de réseaux » formées en combinant les « piles de réseaux » « laser » visées en 1-6.A.5.d.1.e. et qui sont conçues pour permettre une combinaison additionnelle ou pour être modifiées sont visées par 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.

Notes techniques :

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.
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 :
 - 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);
- 6. « Lasers » 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 :

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, spécialement conçus pour être utilisés avec des « lasers » visés;

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. Équipements de mesure de front d'onde (phases) dynamiques, capables de mapper au moins 50 positions sur un front d'onde de faisceau, présentant l'un des ensembles de caractéristiques suivants :
 - a. Cadences égales ou supérieures à 100 Hz et discrimination de phase d'au moins 5 % de la longueur d'onde du faisceau; **ou**
 - b. Cadences égales ou supérieures à 1 000 Hz et discrimination de phase d'au moins 20 % de la longueur d'onde du faisceau;

2. Équipements de diagnostic « laser » capables de mesurer des erreurs d'orientation angulaire du faisceau d'un système de « lasers à très grande puissance » (« SHPL ») égales ou inférieures à 10 microradians;
 3. Équipements, ensembles et composants optiques spécialement conçus pour un système de « lasers à très grande puissance » (« SHPL ») à réseau phasé destinés à assurer la combinaison cohérente des faisceaux avec une précision de $\lambda/10$ à la longueur d'onde prévue ou de 0,1 μm , la valeur retenue étant la plus faible;
 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 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 meilleure que (inférieure à) 1 nm; et
 5. Rapport signal/bruit optique égale ou supérieure à 10^3 .

Note technique :

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 » inférieure 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 » inférieure 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 » inférieure 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 par l'alinéa 1-6.A.6.a.;
 2. « Gradiomètres magnétiques intrinsèques » à fibres optiques, dont la « sensibilité » du gradient de champ magnétique est inférieure 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 inférieure 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 par les 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., 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;
- Radars d'automobiles civiles;
- Visuels ou moniteurs utilisés pour le contrôle de la circulation aérienne 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. Erreur de localisation de 1 m ou moins (plus grande précision) en distance et de 0,2 degré ou moins (plus grande précision) en azimut;
- b. Ayant une fréquence accordable supérieure à $\pm 6,25$ % de la « fréquence de fonctionnement centrale »;

Note technique :

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 d'ouverture synthétique, d'ouverture synthétique inverse ou en mode radar embarqué à balayage latéral;
- e. Comprenant des antennes à réseaux phasés 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) »;
- 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 de contrôle de la circulation aérienne civile;*
 3. *Pas de capacités de télécommande de la vitesse de balayage du radar à partir du centre de contrôle de la circulation aérienne en cours de vol; et*
 4. *Installés de façon permanente.*
- c. *Les radars de poursuite des ballons-sondes météorologiques.*
- 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 longue 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 par l'alinéa 1-6.A.8.j.3.

Note 2 :

Le paragraphe 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 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'impulsion » 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 :**
Le paragraphe 6.A.8.l.1. ne vise pas les capacités d'alertes de conflit des systèmes de contrôle de la circulation aérienne 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 au paragraphe 1-6.A.8.f ou le paragraphe 1-6.A.8.i.
- N.B. :**
Voir aussi le paragraphe 2-5.b.

Note :

Le paragraphe 1-6.A.8.l. ne vise pas les systèmes, matériels ou ensembles servant aux « services du trafic maritime ».

Notes techniques :

1. Aux fins du paragraphe 1-6.A.8., le « radar maritime » est un radar qui est utilisé pour naviguer de manière sécuritaire en mer, dans les eaux intérieures et à proximité des rives.
2. Aux fins du paragraphe 1-6.A.8., 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

Néant

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 de $\pm 0,1$ % 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 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 des niveaux de pureté égaux ou supérieurs à 99,9995 %;
- b. Monocristaux, y compris leurs plaquettes épitaxiales, d'un des éléments suivants :
1. Tellurure de cadmium et de zinc (CdZnTe) dont la fraction molaire de zinc est inférieure à 6 % en poids;
 2. Tellurure de cadmium (CdTe), quel que soit le niveau de pureté; **ou**
 3. Tellurure de mercure et de cadmium (HgCdTe), quel que soit le niveau de pureté.

Note technique :

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 séléniure 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. Séléniure de gallium-argent (AgGaSe₂, aussi connu comme AGSE) (CAS 12002-67-4);
 3. Séléniure de thallium-arsenic (Tl₃AsSe₃, également désigné par l'acronyme TAS) (CAS 16142-89-5);
 4. Diphosphure de zinc-germanium (ZnGeP₂, aussi connu comme ZGP); **ou**
 5. Séléniure de gallium (GaSe) (CAS 12024-11-2);
- c. Matériaux optiques non linéaires autre que ceux visés par le 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 cristallins synthétiques hôtes pour « lasers », sous forme brute, comme suit :

- a. Saphir dopé au titane.
- b. Non utilisé depuis 2012

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 par les 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 par 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 par le paragraphe 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 au Groupe 2, 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

Néant

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. « Programmes » d'application faisant partie du « 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 et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Spécialement conçus pour protéger les « antennes à réseaux phasés électroniquement orientables » visées par 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 par les 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 par les 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 » de revêtement et de traitement des surfaces optiques, « nécessaire » à l'obtention d'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 :

L'« épaisseur optique » correspond au produit de l'indice de réfraction et de l'épaisseur géométrique du revêtement

2. « Technologie » de fabrication optique faisant appel aux techniques de tournage à pointe de diamant unique produisant des précisions de fini de surface 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 « lasers à très grande puissance (« SHPL ») ou l'essai ou l'évaluation de matériaux irradiés par des faisceaux de « lasers à très grande puissance » (« 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 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 d'assiette et de cap (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).

Note 2 :

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 d'un État participant à l'Arrangement de Wassenaar.

Notes techniques :

1. Les < systèmes de référence d'aide au positionnement > fournissent la position de manière indépendante et ils comprennent :
 - a. Le Système mondial de navigation par satellite (GNSS);
 - b. Les « systèmes de navigation référencée par bases de données » (« DBRN »).
2. < Erreur circulaire probable > (< ECP >) - 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.
 - 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 (meilleur);
 2. 0,5 % de la ECP pour la distance parcourue ou moins (meilleur); **ou**
 3. Dérive totale de la ECP de 1 mille marin ou moins (meilleure) en une période de 24 heures;

Note technique :

Les paramètres de performance des paragraphes 1-7.A.3.a.1., 1-7.A.3.a.2. et 1-7.A.3.a.3. 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 technique :

Le paragraphe 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);
- 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 par les paragraphes 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 azimut 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 :

Les « suiveurs stellaires » sont aussi connus comme capteurs d'attitude stellaire ou gyro-astro-compas.

- 1-7.A.5. Équipements de réception de systèmes globaux de navigation par satellite (GNSS) 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 GNSS 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 du paragraphe 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.

- 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 erreur 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. :

Voir l'alinéa 1-6.A.1.a. pour les systèmes acoustiques et 1-6.A.1.b. pour l'équipement loch sonar à corrélation de vitesse et à vitesse Doppler.

Voir la catégorie 1-8.A.2. pour les autres systèmes de marine.

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 par 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 »;

Notes techniques :

1. *« Maintenance de niveau I »*

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 unité et à son remplacement par un équipement de rechange.

2. *« Maintenance de niveau II »*

L'unité interchangeable en ligne (UIL) défaillante est expédiée à l'atelier d'entretien (celui du constructeur ou celui de l'exploitant responsable de la maintenance de niveau II). A l'atelier, l'équipement en panne est testé par différents moyens adaptés pour localiser le module défaillant de l'unité remplaçable en atelier (URA) responsable de la panne. Ce module est déposé et remplacé par un module de rechange en état de marche. Le module défaillant (ou éventuellement l'unité interchangeable en ligne (UIL) complète) est alors renvoyé au constructeur. La « maintenance de niveau II » ne comprend pas le démontage ou la réparation des accéléromètres ou gyroscopes soumis au contrôle.

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 par 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 par les 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 :

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 inertiels (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 paragraphes 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 paragraphes 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. Référence de systèmes globaux de navigation par satellite (GNSS); **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 de commande active 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., 1-7.E.4.c.1. ou 1-7.E.4.c.2.

1-7.D.4. « Code source » incorporant la « technologie » visée par les alinéas 1-7.E.4.a.1. à 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 par fils électriques ou fibres optiques;
- d. « Systèmes de commande active 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 mondiaux de navigation par satellite (GNSS) 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 par les 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 en 1-7.A.5.a.

- 1-7.E.2. « Technologie » au sens de la Note générale de technologie pour la « production » des équipements visés par les 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 par les paragraphes 1-7.A.1. à 1-7.A.4.

Note :

Le paragraphe 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 ».

N.B. :

Voir Notes techniques au paragraphe 1-7.B.1.

- 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 »;
 6. « Mosaïque de capteurs optiques de commande de vol » spécialement conçue pour la mise en service de « systèmes de commande active de vol »; **ou**
 7. Systèmes « DBRN » conçus pour la navigation sous l'eau utilisant des bases de données sonar ou des bases de données de gravité dont l'erreur de positionnement est égale ou inférieure (plus grande précision) à 0,4 mille marin;
- b. « Technologie » de « développement », comme suit, pour les « systèmes de commande active de vol » (y compris commande électrique ou à fibres optiques) :
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 » actifs optiques;
 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. Le « développement » de « 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 »;
2. Le « développement » de « technologie » visant des instruments de vol intégrés exclusivement pour la navigation ou les approches VOR, DME, ILS ou MLS.

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.

6. Non utilisé depuis 2013
- 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.

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 5 partie 2, (Sécurité de l'information) pour les équipements de communications codés;

- 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., le terme < portée > désigne la moitié de la distance maximale que peut parcourir un véhicule submersible en < fonctionnement autonome >.*
- c. Véhicules submersibles non habités, attachés, conçus pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 1 000 m et présentant l'une des caractéristiques suivantes:
 1. Conçus pour des manoeuvres auto-propulsées au moyen de moteurs de propulsion et systèmes de poussée visés par l'alinéa 1-8.A.2.a.2.; **ou**
 2. Une liaison de données à fibres optiques;
- d. Véhicules submersibles non habités, non attachés, présentant l'une des caractéristiques suivantes:
 1. Conçus pour déterminer une trajectoire par rapport à une référence géographique quelconque, sans assistance humaine en temps réel;
 2. Liaison acoustique de données ou de commande; **ou**
 3. Liaison optiques de données ou de commande supérieure à 1 000 m;

- 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. Véhicules à effet de surface (de type à jupe complète) présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Vitesse maximale prévue, en pleine charge, supérieure à 30 noeuds avec une hauteur de vague significative de 1,25 m (état de la mer de niveau 3) ou plus;
 - 2. Pression de coussin supérieure à 3 830 Pa; **et**
 - 3. Rapport de déplacement navire léger/pleine charge inférieur à 0,70;
- g. 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 (état de la mer de niveau 5) ou plus;
- h. 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 (état de la mer de niveau 5) ou plus;
- i. < Bâtiments à faible surface de flottaison > présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. 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 (état de la mer de niveau 5) ou plus; **ou**
 - 2. 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 (état de la mer de niveau 6) ou plus;

Note technique :

Les < bâtiments à faible surface de flottaison > sont définis par la formule suivante : La ligne de flottaison pour un tirant d'eau opérationnel donné doit être inférieure à $2 \times (\text{volume déplacé pour ce tirant d'eau})^{2/3}$.

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. Moteurs de propulsion ou systèmes de poussée à courant continu;
 - 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.;

Note technique :

L'objectif de l'alinéa 1-8.A.2.a.4. ne devrait pas être contourné par l'exportation de « mousse syntactique » visée au paragraphe 1-8.C.1. dont la fabrication est arrivée à un stade intermédiaire et qui ne se trouve pas encore sous sa forme de composant finale.

- b. Systèmes spécialement conçus ou modifiés pour le contrôle automatisé du déplacement des véhicules submersibles visés par le paragraphe 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;
- c. Dispositifs de pénétration de coque à fibres optiques résistant à la pression;
- d. Systèmes de vision sous-marins comme suit :
 - 1. Systèmes de télévision et caméras de télévision, comme suit :
 - a. Systèmes de télévision (comprenant une caméra et des équipements de surveillance et de transmission de signaux) ayant une « résolution limite » mesurée dans l'air supérieure à 800 lignes et spécialement conçus ou modifiés pour fonctionner à distance avec un véhicule submersible;
 - b. Caméras de télévision sous-marines ayant une « résolution limite » mesurée dans l'air supérieure à 1 100 lignes;
 - c. Caméras de télévision pour faible niveau lumineux spécialement conçues ou modifiées pour l'usage sous-marin contenant et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. Des tubes intensificateurs d'image visés à l'alinéa 1-6.A.2.a.2.a.; **et**
 - 2. Plus de 150 000 « pixels actifs » par élément de surface sensible;
- e. Appareils photographiques spécialement conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin, à des profondeurs supérieures à 150 m ayant un film de 35 mm ou plus et comportant l'un des éléments suivants :
 - 1. Annotation de la pellicule avec des données fournies par une source extérieure à l'appareil;
 - 2. Correction automatique de la distance focale postérieure; **ou**
 - 3. Commande de compensation automatique spécialement conçue pour pouvoir utiliser un boîtier de caméra sous-marine à des profondeurs supérieures à 1 000 m;
- f. Non utilisé depuis 2009
 - 1. Non utilisé depuis 2009

Note technique :

Dans le domaine de la télévision, la « résolution limite » est une mesure de la résolution horizontale, généralement exprimée par le nombre maximal de lignes par hauteur d'image distinguées sur une mire, en suivant la norme 208/1960 de l'IEEE ou toute autre norme équivalente.

- 2. Systèmes spécialement conçus ou modifiés pour fonctionner à distance avec un véhicule sous-marin et employant des techniques destinées à réduire les effets de la rétrodiffusion lumineuse et incluant les dispositifs de tomoscopie en lumière pulsée ou les systèmes « laser »;
- e. Appareils photographiques spécialement conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin, à des profondeurs supérieures à 150 m ayant un film de 35 mm ou plus et comportant l'un des éléments suivants :
 - 1. Annotation de la pellicule avec des données fournies par une source extérieure à l'appareil;
 - 2. Correction automatique de la distance focale postérieure; **ou**
 - 3. Commande de compensation automatique spécialement conçue pour pouvoir utiliser un boîtier de caméra sous-marine à des profondeurs supérieures à 1 000 m;
 - 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. Systèmes lumineux spécialement conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin comme suit :
 1. Systèmes lumineux stroboscopiques capables d'assurer une sortie d'énergie lumineuse supérieure à 300 J par éclair et de produire des éclairs à une cadence supérieure à 5 éclairs par seconde;
 2. Systèmes lumineux à arc à l'argon spécialement conçus pour être utilisés à des profondeurs supérieures à 1 000 m;
- 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 :

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. Jupes, joints et doigts, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. Conçus pour des pressions de coussin de 3 830 Pa ou plus, fonctionnant avec une hauteur de vague significative de 1,25 m (état de la mer de niveau 3) ou plus et spécialement conçus pour les véhicules à effet de surface (de type à jupe complète) visés par l'alinéa 1-8.A.1.f.; **ou**
 - 2. Conçus pour des pressions de coussin de 6 224 Pa ou plus, fonctionnant avec une hauteur de vague significative de 3,25 m (état de la mer de niveau 5) ou plus et spécialement conçus pour les véhicules à effet de surface (de type à parois rigides) visés par l'alinéa 1-8.A.1.g.;

- l. Hélices d'élévation prévues pour plus de 400 kW et spécialement conçues pour les véhicules à effet de surface visés par les alinéas 1-8.A.1.f. ou 1-8.A.1.g.;
- m. Ailes pour hydroptères à phénomène de sous-cavitation ou de sur-cavitation totalement immergées spécialement conçues pour les hydroptères visés par l'alinéa 1-8.A.1.h.;
- n. Systèmes actifs spécialement conçus ou modifiés pour le contrôle automatique du mouvement causé par la mer, pour des véhicules ou navires visés aux alinéas 1-8.A.1.f., 1-8.A.1.g., 1-8.A.1.h. ou 1-8.A.1.i.;
- o. Hélices propulsives, systèmes de transmission ou de génération de puissance et systèmes de réduction du bruit, comme suit :
 1. Hélices propulsives ou systèmes de transmission, comme suit, spécialement conçus pour les véhicules à effet de surface (de type à jupe complète ou de type à parois rigides), hydroptères ou < bâtiments à faible surface de flottaison > visés aux alinéas 1-8.A.1.f., 1-8.A.1.g., 1-8.A.1.h. ou 1-8.A.1.i., comme suit :
 - a. Hélices à sur-cavitation surventilées, partiellement immergées ou pénétrant la surface, prévues pour plus de 7,5 MW;
 - b. Systèmes d'hélices contrarotatives prévus pour plus de 15 MW;
 - c. Systèmes utilisant des techniques de distribution ou de redressement, pour la régularisation du flux dans les hélices;
 - d. Engrenages réducteurs légers à haute performance (facteur K supérieur à 300);
 - e. Systèmes d'arbres de transmission comprenant des composants en matériaux « composites » et capables de transmettre plus de 1 MW;
 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 » ou moteurs de propulsion électriques à aimant permanent, ayant une puissance de sortie supérieure à 0,1 MW;
 - d. Systèmes d'arbres de transmission comprenant des composants en matériaux « composites » et capables de transmettre plus de 2 MW;
 - e. Systèmes d'hélices ventilées ou à base ventilée, prévus pour plus de 2,5 MW;
 3. Systèmes de réduction du bruit 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 :

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.

- 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 le Groupe 2 - 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 µPa 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 ayant un bruit de fond inférieur à 100 dB (référence 1 µPa à 1 Hz) dans la gamme de fréquences comprise entre 0 et 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 :

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.

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 le Groupe 2 - Liste de matériel de guerre.

- 1-9.A.1. Moteurs à turbine à gaz aéronautiques présentant l'une des caractéristiques suivantes:
- Comportant l'une des « technologies » visées par l'alinéa 1-9.E.3.a., 1-9.E.3.h. ou 1-9.E.3.i.; **ou**

Note 1 :

L'alinéa 1-9.E.1.a. ne vise pas les moteurs à turbine à gaz aéronautiques qui présentent toutes les caractéristiques suivantes :

- Certifiés par les autorités de l'aviation civile d'un pays participant de l'arrangement de Wassenaar; **et***
- Destinés à propulser des aéronefs pilotés non militaires pour lesquels l'un des documents suivants a été émise par un état participant de l'arrangement de Wassenaar pour l'aéronef avec ce type de moteur spécifique :*
 - Une certification de type civil; **ou***
 - Un document équivalent reconnu par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).*

Note 2 :

L'alinéa 1-9.A.1.a. ne vise pas les moteurs à turbine à gaz aéronautiques conçus pour les groupes auxiliaires de bord (APU) approuvés par l'autorité aéronautique civile d'un État participant à l'arrangement de Wassenaar.

- Conçus pour voler en croisière à une vitesse égale ou supérieure à Mach 1 pendant plus de 30 minutes.*
- 1-9.A.2. < Moteurs à turbine à gaz marins > ayant une puissance continue standard (ISO) égale ou supérieure à 24 245 kW et une consommation spécifique de carburant inférieure ou égale à 0,219 kg/kWh dans la plage de puissance comprise entre 35 % et 100 %, et leurs ensembles et composants spécialement conçus.

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.

- 1-9.A.3. Ensembles et composants spécialement conçus, 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., pour l'un des systèmes de propulsion à moteurs à turbine à gaz suivants :
- Visés au paragraphe 1-9.A.1.; **ou**
 - Dont la conception ou la production sont soit originaires d'un état non participant soit d'une provenance inconnue du constructeur.

- 1-9.A.4. Lanceurs spatiaux et « véhicules spatiaux ».

Note :

Le paragraphe 1-9.A.4. ne vise pas les charges utiles.

N.B. :

Pour le statut des produits contenus dans les charges utiles des « véhicules spatiaux », voir les catégories pertinentes.

- 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 spécialement conçus pour être utilisés dans des véhicules spatiaux et capables de limiter les pertes de fluide cryogénique à moins de 30 % par an;
 - b. Réservoirs cryogéniques ou systèmes de réfrigération en cycle fermé capables d'assurer des températures égales ou inférieures à 100 K (-173° C) pour des « aéronefs » capables d'un vol soutenu à des vitesses supérieures à Mach 3, des lanceurs ou des « véhicules spatiaux »;
 - 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.

Note technique :

Une « liaison mécanique solide » est définie comme une force de liaison égale ou supérieure à la force du propergol.

- 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 :
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. Accélération 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 « véhicules spatiaux », comme suit :
- a. Composants ou structures, ayant un poids supérieur à 10 kg et spécialement conçus pour des lanceurs fabriqués à partir de matériaux composites à « matrice » métallique, de matériaux « composites », de matériaux « composites » organiques, de matériaux à « matrice » céramique, ou de matériaux intermétalliques renforcés, visés au paragraphe 1-1.C.7. ou 1-1.C.10.;
 - 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 de matériaux composites à « matrice » métallique, de matériaux « composites », de matériaux « composites » organiques, de matériaux à « matrice » céramique, ou de matériaux intermétalliques renforcés visés au paragraphe 1-1.C.7. ou 1-1.C.10.;
 - c. Composants structurels et systèmes d'isolement spécialement conçus pour contrôler activement la réaction ou la distorsion dynamique de la structure de « véhicules 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 (temps requis, à partir de la mise à feu, pour atteindre 90 % de la poussée nominale totale) inférieur à 30 ms.
- 1-9.A.11. Moteurs statoréacteurs, statoréacteurs à combustion supersonique ou combinés, et leurs composants spécialement conçus.

- 1-9.A.12. « Véhicules aériens sans équipage » (« VAE »), « dirigeables » sans équipage, systèmes connexes, équipements et composants associés, comme suit :
- a. Les « VAE » ou « dirigeables » sans équipage présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Une autonomie de contrôle et de navigation (par exemple, un pilotage automatique avec un système de navigation à inertie); **ou**
 2. La possibilité d'un vol commandé en dehors du champ de vision direct d'un opérateur humain (par exemple, une commande à distance télévisuelle).
 - b. Les systèmes, équipements et composants connexes, comme suit :
 1. Les équipements spécialement conçus pour contrôler à distance les « VAE » ou « dirigeables » sans équipage, visés à l'alinéa 1-9.A.12.a.;
 2. Les systèmes de navigation, d'attitude, de guidage ou de contrôle, autres que ceux visés à la catégorie 7, spécialement conçus pour être intégrés à des « VAE » ou des « dirigeables » sans équipage, visés à l'alinéa 1-9.A.12.a.;
 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 50 000 pieds (15 240 mètres).

Note :

Le paragraphe 1-9.A.12. ne vise pas les modèles réduits d'avion ou de « dirigeable ».

1-9.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI, DE CONTRÔLE ET DE PRODUCTION

- 1-9.B.1. Équipements, outillage et montages, spécialement conçus pour la fabrication des aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité » moulés de turbine à gaz, comme suit :
- a. Équipements de solidification dirigée ou de moulage monocristallin;
 - b. Noyaux ou carters en céramique.
- 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 une « technologie » 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 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 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 :

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 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 obtenus par métallurgie des poudres, capables de fonctionner à des niveaux de contrainte égaux ou supérieurs à 60 % de la résistance limite à la rupture et à des températures du métal égales ou supérieures à 873 K (600° C).
- 1-9.B.10. Équipement spécialement conçu pour la production des « VAE » et de leurs systèmes, équipements et composants associés visés au paragraphe 1-9.A.12.

1-9.C. MATÉRIAUX

Néant

1-9.D. LOGICIEL

- 1-9.D.1. « Logiciel » 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 » 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 de propulsion 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, spécialement conçu pour l'acquisition, la compression et l'analyse de données en temps réel et capable de commande rétroactive, y compris les ajustements dynamiques à apporter aux équipements subissant l'essai ou aux conditions d'essai, pendant l'essai;
 - c. « Logiciel » spécialement conçu pour la commande de la solidification dirigée ou des moulages monocristallins;
 - d. Non utilisé depuis 2011
 - e. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le fonctionnement des « VAE » et des systèmes, équipements et composants associés, 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.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 par les alinéas, paragraphes ou sous-catégories 1-9.A.1.b., 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 par les alinéas, paragraphes ou sous-catégories 1-9.A.1.b., 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 :
- 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 à gaz constitués d'alliages à solidification dirigée (SD) ou monocristallins (MC) 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;
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; **ou**
 - d. Chemises à découplage thermique 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 par le paragraphe 1-9.E.3.c.;

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.

Note technique :

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.

N.B. :

Voir le paragraphe 1-9.E.3.c. pour la « technologie » « nécessaire » pour la réalisation d'orifices de refroidissement.

3. Composants fabriqués à partir de l'un des matériaux suivants :
 - a. Matériaux « composites » organiques conçus pour fonctionner au-dessus de 588 K (315° C),
 - b. Matériaux « composites » à « matrice » métallique, matériaux « composites » à « matrice » céramique, intermétalliques ou intermétalliques renforcés visés au paragraphe 1-1.C.7.; **ou**
 - c. Matériaux « composites » visés par le paragraphe 1-1.C.10. et fabriqués avec des résines visées au paragraphe 1-1.C.8.;
4. Aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité » ou autres composants de turbine, non refroidis, conçus pour fonctionner à des températures totales (stagnation) dans la trajectoire des gaz égales ou supérieures à 1 323 K (1 050° C) dans un état de décollage statique au niveau de la mer (ISA) et dans un « mode constant » de fonctionnement du moteur;
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 :

1. 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.

2. *Le terme < mode constant > définit les conditions de fonctionnement du moteur, lorsque les paramètres du moteur, tels que la poussée/puissance, le régime et les autres paramètres, n'ont aucunes fluctuations sensibles, lorsque la température et la pression d'entrée de l'air sont constantes.*
6. Liaisons aubage-disque au moyen de l'assemblage à l'état solide;
7. Composants de moteurs à turbine à gaz, utilisant la « technologie » du « soudage par diffusion », visée à l'alinéa 1-2.E.3.b.;
8. Composants de rotor de moteurs à turbine à gaz à < tolérance de dommages > utilisant des matériaux obtenus par métallurgie des poudres visés à l'alinéa 1-1.C.2.b.; **ou**

Note technique :

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 soufflantes creuses;

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 par les paragraphes 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.

Note technique :

1. Aux fins du paragraphe 1-9.E.3.c., l'« aire transversale » est l'aire de l'orifice dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'orifice.
2. Aux fins du paragraphe 1-9.E.3.c., 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. Aux fins du paragraphe 1-9.E.3.c., 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 techniques de réalisation d'orifices du paragraphe 1-9.E.3.c incluent les méthodes qui font appel au « laser », au jet d'eau, à l'usinage électrochimique.

1-9.E.3.d. « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » de systèmes de transmission d'énergie d'hélicoptères ou d'avions 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 $1,2 \text{ m}^3$;
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/m^3 de « volume parallélépipédique »;

Note technique :

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;

Note technique :

Les termes « moteur diesel à haute performance » désignent un moteur 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.

- 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 responsables de l'homologation 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 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 » de « développement » ou de « production » pour :

- a. Les aubages directeurs;*
- b. Les soufflantes à pas variable;*
- c. Les aubes directrice d'entrée variables;*
- d. Les vannes de décharge pour compresseurs; **ou***
- e. Les géométries de veine réglables pour l'inversion de poussée.*

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. Chargeurs détachables, silencieux et modérateurs de son, affûts spéciaux, dispositifs de visée et cache-flammes destinés aux armes relevant de l'article 2-1.a., 2-1.b. ou 2-1.c.
- Note :**
2-1.d. ne vise pas les viseurs d'armement optiques dépourvus de traitement électronique de l'image, avec un pouvoir d'agrandissement de 9 X ou moins, à condition qu'ils ne soient pas spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire, ou incorporant quelconque réticule spécialement conçue pour 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. *Tranquilliser des animaux;*
 - c. *Essai sismique;*
 - d. *Mise à feu de projectiles industriels; ou*
 - e. *Destruction d'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.

- 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 et accessoires, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

- a. *Canons, obusiers, mortiers, pièces d'artillerie, armes antichars, lance-projectiles, lance-flammes, carabines, canons sans recul, armes à canon lisse, et leurs dispositifs de réduction de signatures;*
(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. Matériel pour le lancement ou la production de fumées, de gaz et de produits pyrotechniques, spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire;
(*Toutes destinations*)

Note :

L'alinéa 2-2.b. ne vise pas les pistolets de signalisation.

- c. Dispositifs de visée et fixations de dispositif de visée, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Spécialement conçus pour l'usage militaire; **et**
 2. Spécialement conçus pour les armes visées à l'alinéa 2-2.a.;
- d. Montures et chargeurs détachables, spécialement conçues pour les armes visées à l'alinéa 2-2.a.

- 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, 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 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 de missiles et pointes d'ogives de corps de rentrée.
- 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 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, capable de produire 1 000 kg ou plus de gaz sous forme liquide par jour;
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 ; 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 et matériel d'alerte et d'avertissement connexe, 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. *Systèmes d'acquisition, de désignation, de télémétrie, de surveillance ou de poursuite de cible; matériel de détection, de fusion de données, de reconnaissance ou d'identification; et matériel 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 technique :**
Aux fins de l'alinéa 2-6.a., le terme véhicule comprend les remorques.
- 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 jusqu'au niveau III (NIJ 0108.01, septembre 1985, ou norme nationale comparable) ou meilleure;*
 - 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 de niveau III (NIJ 0108.01, septembre 1985, ou norme nationale comparable) ou meilleur.*
- N.B. :**
Voir aussi l'alinéa 2-13.a.

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 par 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.*

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.*

Note 3 :

L'alinéa 2-6. ne vise pas les véhicules conçus ou modifiés pour le transport de l'argent ou des objets précieux.

Note 4 :

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 pas l'éléments précisés dans la Liste de matériel de guerre et fabriqués après 1945, à l'exception des reproductions de composants et accessoires originaux du véhicule; et*
- c. *Ne comportent pas d'armes précisées des 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 biologiques toxiques, « agents anti-émeutes », substances radioactives, équipement, composantes et matériaux connexe, comme suit :
- 2-7.a. Agents biologiques ou substances radioactives, « adaptés pour être utilisés en cas de guerre » en vue d'entraîner des pertes chez les humains ou chez les animaux, de dégrader l'équipement ou d'endommager les récoltes ou l'environnement;
 - 2-7.b. Agents de guerre chimique (agents 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 vésicants :
 - 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-Chlorovinylchloroarsine (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'agents 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, comprenant :

1. α Bromobenzèneacétonitrile (cyanure de bromobenzyle) (CA) (CAS 5798-79-8);
2. [(2-Chlorophényl)méthylène] propanedinitrile (o chloroben-zylidènemalononitrile) (CS) (CAS 2698-41-1);
3. 2-Chloro-1-phényléthanone, chlorure de phénylacyle (ω -chloroacétophénone) (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);

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. Agents chimique 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 en 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'agents chimiques visés à l'alinéa 2-7.b., et cultures de cellules spécifiques utilisées pour leur production;
- 2-7.i. « Biocatalyseurs » pour la décontamination ou la dégradation d'agents C et leurs systèmes biologiques, comme suit :
1. « Biocatalyseurs » spécialement conçus pour la décontamination ou la dégradation d'agents 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 »;
 - 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.

Notes techniques :

1. Dans la présente section 2-8., 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. 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).
3. 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, FOX7) (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 dinitroglycolurite) (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, hexogène 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-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) (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 tétranitroglycolurile) (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 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-diazaisowurtzitane);
 37. GUDN (guanylurée dinitramide) FOX-12 (CAS 217464-38-5);
 38. Tétrazines comme suit :
 - a. BTAT (Bis (2,2,2-trinitroethyl) -3,6-diaminotétrazine);
 - 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);
- 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 spécifiés 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 avions, spécialement formulés à des fins militaires;

Note :

Les carburants pour avions visés par le paragraphe 2-8.c.1 sont des produits finis et non leurs composantes.

2. Alane (hydrure d'aluminium) (CAS 7784-21-6);
3. Carboranes; décaborane (CAS 17702-41-9); pentaboranes (CAS 19624-22-7 et 18433-84-6) et leurs dérivés;
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 « 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 propulsif liquide, des propergols solides ou des mélanges 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 carburants JP-4 et JP-8, les combustibles fossiles raffinés ou les biocarburants, ou les carburants pour moteurs certifiés pour une utilisation en aviation civile.

11. Matières « pyrotechniques » et matières pyrophoriques comme suit :
 - a. Matières « 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 « pyrotechniques », ou « matériaux énergétiques » non spécifiés 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 spécifiées par le paragraphe 2-8.c.12.a. avec une taille inférieure à 200 nm dans tous les sens; **et**
 - c. Particules spécifiées par 2-8.c.12.a. avec une teneur en métal de 60 % ou plus;
- 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).

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 (azidométhylméthyloxétane et ses polymères) (CAS 90683-29-7) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.1. pour ses « précurseurs »);
 2. BAMO (bisazidométhylméthyloxétane 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 nitrateéthylnitramine) (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(nitratométhylloxirane) (CAS 27814-48-8);
 16. Poly-NIMMO (poly(nitratométhylméthyloxétane), poly-NMMO ou (poly(3-nitratométhyl-3-méthylméthyloxétane)) (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-nitrate oxétane));
- 2-8.f. « Additifs » comme suit :
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 précisés 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. Dicyclopentylique 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);
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(2méthylaziridinyl) méthylaminophosphine) (CAS 85068-72-0);
13. N-Méthyl-p-nitroaniline (CAS 100-15-2);
14. 3-Nitraza-1,5-diisocyanatopentane (CAS 7406-61-9);
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-trimésyle-tris (2-éthylaziridine) (HX-868, BITA) (CAS 7722-73-8);

- b. Amides d'aziridine polyfonctionnels possédant une structure de base isophthalique, 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-isophthaloyl-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 (tétraéthylènepentamineacrylonitrile) (CAS 68412-45-3); polyamines cyanoéthylées et leurs sels;
21. TEPANOL (tétraéthylènepentamineacrylonitrile-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 (bis-Chlorométhyloxétane) (CAS 142173-26-0) (voir aussi les alinéas 2-8.e.1. et 2-8.e.2.);
2. Sel de t-butylidinitroazétidine (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) (vois aussi le paragraphe 2-8.a.13).

Note 1 :

Le paragraphe 2-8. 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);

Groupe 2 – Liste de matériel de guerre

- e. Nitroamidon (CAS 9056-38-6);
- f. Nitrate de potassium (CAS 7757-79-1);
- g. Tétranitronaphtalène;
- h. Trinitroanisole;
- i. Tétranitronaphtalène;
- j. Trinitroxylène;
- k. N-Pyrrolidinone; 1-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 aryales de lithium, de sodium, de magnésium, de zinc et de bore;
- o. Nitrocellulose (CAS 9004-70-0);
- p. Nitroglycérine ((ou trinitrate de glycérol, 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. Diéthyl-diphénylurée (CAS 85-98-3), diméthyl-diphénylurée (CAS 611-92-7), méthyléthyl-diphénylurée, [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;
2. Navires de surface, autres que ceux visés en 2-9.a.1., présentant l'une des caractéristiques suivantes, fixé ou intégré au navire :
 - a. Armes automatiques d'un calibre de 12,7 mm ou plus visés en 2-1., ou armes visées en 2-2., 2-4., 2-12. ou 2-19., ou « montures » ou points durs pour de telles armes;

Note technique :

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**

Notes technique :

1. *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. *« 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;

- 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 et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Une puissance de 1,12 MW (1 500 CV) ou plus; **et**
 - b. Une vitesse de rotation égale ou supérieure à 700 tr/mn;
 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 amagnétiques 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;
- 4. Systèmes de « propulsion anaérobie » spécialement conçus pour les sous-marins;

Note technique :

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. Aux fins de l'alinéa 2-9.b.4., ceci n'inclut pas la propulsion nucléaire.

- 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 :

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. Il ne comprend 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. Contrôle actifs de la signature; **ou**
 - 3. Contrôle de la suppression des vibrations.
- 2-10. « Aéronefs », « véhicules plus légers que l'air », « véhicules aériens non habités » (« UAV »), moteurs 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;
- b. Non utilisé depuis 2011
- c. Aéronefs non habités et matériel connexe, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :
 - 1. « UAV », y compris les engins aériens téléguidés, 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;
- e. Équipement d'avitaillement spécialement conçu ou modifié pour un des articles suivants et leurs composants spécialement conçus;
 1. « Aéronefs » visés par 2-10.a.; **ou**
 2. Aéronefs non habités visés par 2-10.c.;
- f. « Équipement au sol », spécialement conçu pour les aéronefs visés par le paragraphe 2-10.a. ou pour les moteurs aéronautiques visés par le paragraphe 2-10.d.;

Note technique :

L'« équipement au sol » comprend l'équipement d'avitaillement sous pression et l'équipement conçu pour faciliter les opérations dans des aires confinées.

- g. Équipement de survie d'équipage, équipement de sûreté d'aéronef et autres dispositifs d'évacuation d'urgence, non visés par le paragraphe 2-10.a., conçu pour les « aéronefs » visés par le paragraphe 2-10.a.;

Note :

Le paragraphe 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. :

Consulter aussi le par 2-13.c pour les casques.

- h. Parachutes et parapentes et équipement connexe comme suit, et leurs composants spécialement conçus :
 1. Parachutes non spécifiés ailleurs dans la Liste de matériel militaire;
 2. Parapentes;
 3. Équipement spécialement conçu pour les personnes faisant du parachutisme en haute altitude (p. ex. costumes, casques spéciaux, appareils pour respirer, équipement de navigation);
- i. Équipement à ouverture commandée ou systèmes de pilotage automatique pour charges parachutées.

Note 1 :

Le paragraphe 2-10.b. ne vise pas les « aéronefs » ou les variantes des « aéronefs » spécialement conçus pour l'usage militaire et qui présentent toutes les caractéristiques suivantes :

- a. *N'est pas un aéronef 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 services de l'aviation civile d'un État participant à l'accord de Wassenaar.*

Note 2 :

Le paragraphe 2-10.d. ne vise pas :

- a. *Les moteurs aéronautiques conçus ou modifiés pour l'usage militaire et certifiés par les services de l'aviation civile d'un pays membre participant à l'accord de Wassenaar en vue de l'emploi dans des avions civils, ou leurs composants spécialement conçus;*
- b. *Les moteurs à mouvement alternatif ou leurs composants spécialement conçus, sauf ceux spécialement conçus pour les « UAV ».*

Note 3 :

Aux fins des paragraphes 2-10.a. et 2-10.d., portant sur les composants spécialement conçus pour des « aéronefs » ou moteurs aéronautiques non militaires modifiés pour l'usage militaire et le matériel connexe, seuls sont visés les composants militaires et le matériel connexe militaires nécessaires à la modification.

Note 4 :

Aux fins du paragraphe 2-10.a., 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.

Note 5 :

Le paragraphe 2-10.a. ne s'applique pas aux « aéronefs » qui satisfont toutes les conditions suivantes :

- a. Ont été fabriqués avant 1946;*
- b. Ne comportent pas d'articles visés par la Liste de matériel de guerre, à moins que ces articles soient requis pour satisfaire les normes de sécurité et de navigabilité d'un État participant à l'Accord de Wassenaar; et*
- c. Ne comportent pas d'armement inscrit 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.*

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-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 des procédés de chiffrement;*
- 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. « Système de command et de contrôle automatisé ».*

N.B. :

Pour le « logiciel » associé avec la radio définie par « logiciel » (RDL) militaire, voir le paragraphe 2-21.

- b. Matériel de brouillage des systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) et leurs composants spéciaux;
- 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. :

Voir aussi le paragraphe 1-3.A.1.e.2. de la liste des articles à double usage au sujet des condensateurs de stockage à énergie élevée.

- 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 et leurs composants, comme suit :

- a. Plaques de blindage, 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 fabriqués conformément aux normes ou spécifications militaires, ou à des normes nationales comparables, et composants connexes spécialement conçus, (p. ex. enveloppe, doublure et coussinets de confort de casque);
- d. Tenues parre-balles et leurs composants spécialement conçus, comme suit :
 - 1. Tenues parre-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 équivalente ou inférieure au niveau IIIA (NIJ 0101.06, juillet 2008) ou leurs équivalents nationaux.

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 d'acier de type classique non modifiés ou conçus en vue de recevoir ou équipés avec aucun type de dispositif accessoire.

Note 3 :

Les paragraphes 2-13.c et d.. ne vise pas les casques, les tenues parre-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 par le paragraphe 2-13. sont les casques spécialement conçus pour usage militaire.

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 parre-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 par les articles 2-1. ou 2-2., et ses composants et accessoires spécialement conçus.

Notes techniques :

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 » téléguidés, d'entraîneurs d'armement, d'entraîneurs à la commande des « aéronefs » téléguidés, et de groupes mobiles d'entraînement et le matériel d'entraînement pour les opérations militaires au sol.

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.

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 1 :

Le terme composants spécialement conçus dans le paragraphe 2-15. comprend le matériel suivant lorsqu'il est spécialement conçu pour l'usage militaire :

- a. Les tubes convertisseurs d'image à infrarouges;
- b. Les tubes intensificateurs d'image (autres que ceux de la première génération);
- c. Les plaques à microcanaux;
- d. Les tubes de caméra de télévision pour faible luminosité;
- e. Les ensembles détecteurs (y compris les systèmes électroniques d'interconnexion ou de lecture);
- f. Les tubes de caméra de télévision pyroélectriques;
- g. Les systèmes de refroidissement pour systèmes d'imagerie;
- h. Les obturateurs à déclenchement électrique, des types photochrome ou électro-optique, ayant une vitesse d'obturation de moins de 100 μ s; à l'exclusion des obturateurs constituant une partie essentielle des appareils de prises de vues à vitesse rapide;
- i. Les inverseurs d'images à fibres optiques;
- j. Les photocathodes à semi-conducteurs composés.

Note 2 :

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 la classification des dispositifs de visée contenant des « tubes intensificateurs d'image de la première génération » voir les articles 2-1. et 2-2. et l'alinéa 2-5.a.

N.B. :

Voir aussi les alinéas 1-6.A.2.a.2. et 1-6.A.2.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 autonomes de plongée et de nage sous-marine, comme suit :
1. Appareils à circuit fermé ou semi-fermé (à régénération d'air) spécialement conçus pour l'usage militaire (spécialement conçus pour être amagnétiques);
 2. Composants spécialement conçus permettant de donner à des appareils à circuit ouvert une utilisation militaire;
 3. Pièces exclusivement conçues pour être utilisées à des fins militaires avec des appareils autonomes de plongée et de nage sous-marine;

N.B. :

Voir aussi le paragraphe 1-8.A.2.q. de la liste 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 :

Impulsion électromagnétique 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 » (bases de données techniques paramétriques) spécialement conçus pour l'usage militaire avec du matériel visé par la Liste de matériel de guerre;
- g. Matériel générateur d'énergie ou de propulsion nucléaire, y compris les réacteurs nucléaires, spécialement conçus pour l'usage militaire, et leurs composants spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire;
- h. Équipement ou matériel, recouvert ou traité pour la suppression des signatures, spécialement conçu pour l'usage militaire, autres que ceux visés par d'autres parties de 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 spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire;
- m. Traversiers et bacs autres que ceux visés par d'autres parties de 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 articles 2-4., 2-6., 2-9. ou 2-10.;
- o. Équipement de protection laser (par exemple, protection de l'œil et des capteurs) spécialement conçu pour l'usage militaire;
- p. « Pile à combustible », autre que ceux visés ailleurs dans la Liste de matériel de guerre, spécialement conçu ou « modifié » pour l'usage militaire.

Note technique :

1. Aux fins de l'article 2-17. le terme « bibliothèque » (base de données techniques paramétriques) désigne un ensemble d'informations techniques de nature militaire, dont la consultation peut permettre d'augmenter la performance du matériel ou des systèmes militaires.
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. Matériel pour la production et composants, comme suit :

- a. Matériel de « production » spécialement conçu ou modifié pour la « production » de produits visés par la Liste de matériel de guerre, et ses composants spécialement conçus;
- b. Installations d'essai d'environnement spécialement conçues, et leur matériel spécialement conçu, pour l'homologation, la qualification ou l'essai de produits visés 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.

Note :

Les alinéas 2-18.a. et 2-18.b. comprennent le matériel suivant :

- a. Installations de nitruration en continu;
- b. Machines ou appareils d'essai utilisant la force centrifuge, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. Actionnés par un ou plusieurs moteurs d'une puissance nominale totale supérieure à 298 kW (400 CV);
 2. Capables de porter une charge utile de 113 kg ou plus; **ou**
 3. Capables d'imprimer une accélération centrifuge de 8 g ou plus à une charge utile de 91 kg ou plus;
- c. Presses de déshydratation;
- d. Presses à vis spécialement conçues ou modifiées pour refouler les explosifs militaires;
- e. Machines pour la coupe d'agents de propulsion filés;
- f. Drageoirs (cuves tournantes) de 1,85 m de diamètre ou plus et ayant une capacité de production de plus de 227 kg;
- g. Mélangeurs à action continue pour propergols solides;
- h. Meules à fluides pour broyer ou moudre les ingrédients d'explosifs militaires;

- i. Matériel pour obtenir à la fois la sphéricité et l'uniformité granulométrique de la poudre métallique citée à l'alinéa 2-8.c.8.;*
- j. Convertisseurs de courants de convection pour la conversion des substances énumérées à l'alinéa 2-8.c.3.*

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 :

- a. Systèmes à « laser » spécialement conçus pour détruire une cible ou faire avorter la mission d'une cible;
- b. Systèmes à faisceau de particules capables de détruire une cible ou de faire avorter la mission d'une cible;
- c. Systèmes radiofréquence (RF) de grande puissance capables de détruire une cible ou de faire avorter la mission d'une cible;
- d. 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;
- e. Modèles d'essai physique concernant les systèmes, matériel et composants visés par le paragraphe 2-19.;
- f. 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 par l'article 2-19. comprennent des systèmes dont les possibilités dérivent de l'application contrôlée de :

- a. « Lasers » à puissance suffisantes pour effectuer une destruction semblable à celle obtenue par des munitions classiques;*
- b. Accélérateurs de particules projetant un faisceau de particules chargées ou neutres avec une puissance destructrice;*
- c. 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 :

- a. Matériel de production de puissance immédiatement disponible, d'emmagasinage ou de commutation d'énergie, de conditionnement de puissance ou de manipulation de combustible;*
- b. Systèmes d'acquisition ou de poursuite de cible;*
- c. Systèmes capables d'évaluer les dommages causés à une cible, sa destruction, ou l'avortement de sa mission;*
- d. Matériel de manipulation, de propagation ou de pointage de faisceau;*
- e. Matériel à balayage rapide du faisceau pour les opérations rapides contre des cibles multiples;*
- f. Matériel optique adaptatif et dispositifs de conjugaison de phase;*
- g. Injecteurs de courant pour faisceaux d'ions d'hydrogène négatifs;*
- h. Composants d'accélérateur « qualifiés pour l'usage spatial »;*
- i. Matériel de focalisation de faisceaux d'ions négatifs;*
- j. Matériel pour le contrôle et l'orientation d'un faisceau d'ions à haute énergie;*
- k. Feuillards « qualifiés pour l'usage spatial » pour la neutralisation de faisceaux d'isotopes d'hydrogène négatifs.*

- 2-20. Matériel cryogénique et « supraconducteur » comme suit, et ses composants et accessoires spécialement conçus :
- a. 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 et 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 le « développement », la « production » ou l'« utilisation » de l'équipement, matériel ou du « logiciel », visés par la Liste de matériel de guerre;
 - b. « Logiciels » spécifiques, autres que ceux visés par 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);
 - c. « Logiciels » non visés en 2-21.a. ou 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 dans la Liste du 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 dans 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. :

Voir le paragraphe 2-22.a. pour la « technologie » précédemment visée par le paragraphe 2-22.b.3.;

4. Non utilisé depuis 2013

N.B. :

Voir le paragraphe 2-22.a. pour la « technologie » précédemment visée par le paragraphe 2-22.b.4.

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 dans 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 une capacité cryptologique par l'entremise d'un mécanisme sécurisé mis en oeuvre par le fabricant de l'article et qui est liée de façon unique à l'article ou au client pour lequel la capacité cryptologique est activée ou permise (p. ex. une clé de licence liée à un numéro de série ou un instrument d'authentification comme un certificat signé numériquement).

Note technique :

Les techniques d'« activation cryptographique » peuvent être mises en œuvre sous forme de matériel, de « logiciel » ou de « technologie ».

« Adapté pour être utilisé en cas de guerre » - Cat 1, 2-7

Toute modification ou sélection (consistant par exemple à modifier la pureté, la durée de conservation, la virulence, les caractéristiques de dispersion ou la résistance aux rayonnements UV) conçue pour accroître l'efficacité des effets destructifs produits sur les populations, les animaux ou les récoltes, de la dégradation d'équipements ou de l'environnement.

« Additif » - 2-8

Produits employés dans la formulation d'un explosif pour améliorer ses propriétés.

« Aéronef » - Cat 1, cat 7, cat 9, 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.)

« Agilité de fréquence (radar) » - Cat 6

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.

« 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 ».

« Algorithme symétrique » - Cat 5P2

Algorithme cryptographique utilisant des clefs identiques pour le chiffrement et le déchiffrement.

Note technique :

La confidentialité des données constitue une application courante des « algorithmes symétriques ».

« Alliage mécanique » - Cat 1

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.

« Amplification optique » - Cat 5P1

Les termes « Amplification optique », dans les communications optiques, désignent une technique d'amplification introduisant un gain de signaux optiques qui ont été générés par une source optique distincte, sans conversion en signaux électriques, à savoir : utilisant des amplificateurs optiques à semi-conducteurs, des amplificateurs luminescents à fibres optiques.

« Analyseur de signaux » - Cat 3

Appareils capables de mesurer et d'afficher les propriétés fondamentales des composantes à fréquence unique de signaux de plusieurs fréquences.

« Antenne à réseaux phasés, électroniquement orientable » - Cat 5P1, cat 6

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 qu'elle peut être modifiée pour la transmission et la réception en azimut ou en élévation ou les deux, par l'application d'un signal électrique, aussi bien en émission qu'en réception.

« Atomisation centrifuge » - Cat 1

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.

« Atomisation par gaz » - Cat 1

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.

« Atomisation sous vide » - Cat 1

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.

« Attribué par l'U.I.T. » - Cat 3, cat 5P1

Bandes de fréquences attribuées, conformément à la version en vigueur des règlements des radiocommunications de l'U.I.T., aux services primaire, autorisé et secondaire.

N.B. : D'autres attributions ne sont pas comprises.

« Aubage à géométrie variable » - Cat 7

Aubage qui utilise des volets de bord de fuite ou volets compensateurs ou des becs de bord d'attaque ou des ailerons avant pivotant dont la position peut être contrôlée en vol.

« 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.

« Bande passante en temps réel » - Cat 3

Pour les « analyseurs de signaux », 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 Fourier ou autre transforme de temps discret qui traite chaque point de temps entrant sans lacunes ou d'effets de fenêtrage qui cause une réduction de l'amplitude mesurée de plus de 3 dB en dessous de l'amplitude du signal réel, tandis qu'il émet ou affiche les données transformées.

« 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). (Norme IEEE 528-2001) (Un micro g est égal à 1 X 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) (Norme IEEE 528-2001)

« Biocatalyseur » - 2-7, 2-22

Enzyme ou un autre composé biologique qui se lie aux agents C et accélère leur dégradation.

N.B. : Le terme « enzyme » désigne une substance qui agit comme « bio-catalyseur » pour des réactions chimiques ou biochimiques spécifiques.

« Biopolymère » - 2-7, 2-22

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.

Notes techniques :

1. Les termes *« anticorps anti-idiotypique »* désignent un anticorps qui se fixe aux sites de fixation d'antigènes spécifiques d'autres anticorps;
2. Les termes *« anticorps monoclonal »* désignent une protéine qui se fixe à un site d'antigène et est produite par un seul clone de cellules;
3. Les termes *« anticorps polyclonal »* désignent un mélange de protéines qui se fixe à un antigène spécifique et est produit par plusieurs clones de cellules;
4. Le terme *« récepteur »* désigne une structure macromoléculaire biologique capable de lier des ligands et dont la liaison affecte les fonctions physiologiques.

« 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 neuronal » - Cat 4

Dispositif de calcul conçu ou modifié 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).

« 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.

« Calculateur optique » - Cat 4

Calculateur conçu ou modifié pour utiliser la lumière pour représenter les données et dont les éléments de logique de calcul sont basés sur des dispositifs optiques directement connectés.

« Calculateur à réseaux systoliques » - Cat 4

Calculateur où le débit et la modification des données sont contrôlables dynamiquement par l'utilisateur au niveau de la porte logique.

« 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 (norme 528-2001 de l'IEEE).

« Circuit intégré à film » - Cat 3

Réseau d'« éléments de circuit » et d'interconnexions métalliques formé par le dépôt d'un film mince ou épais sur un « substrat » isolant.

« 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 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.

« Circuits intégrés tridimensionnels » - Cat 3

Ensemble de puces de semi-conducteurs, intégrés ensemble, et comportant des traversées traversant entièrement au moins une puce pour établir une liaison entre puces.

« Code objet » ou langage objet - Cat 9

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 de vol principale » - Cat 7

La stabilité ou commande de manœuvre « d'aéronef » utilisant les générateurs de force / moment, c'est à dire surfaces de control aérodynamiques ou vectorisation de poussée propulsive.

« 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).

« Commutation optique » - Cat 5P1

Routage ou la commutation de signaux sous forme optique sans conversion en signaux électriques.

« 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 des 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.

« Contrôle de puissance rayonnée » - Cat 7

Modification de la puissance transmise du signal de l'altimètre de sorte que la puissance reçue à l'altitude de l'« Aéronef » soit toujours au niveau minimal nécessaire pour déterminer l'altitude.

« Contrôleur d'accès au réseau » - Cat 4

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.

« Contrôleur de communications » - Cat 4

Interface matériel 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.

« 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 clef associée.

Note : La « cryptologie » n'inclut pas la compression de données « fixe » ou les techniques de codage.

Note technique :

« Paramètres secrets » : une constante ou une clef non portée à la connaissance d'autres personnes ou partagée uniquement au sein d'un groupe.

« Déclencheur de masque fréquentiel » - Cat 3

Dans le cas des « analyseurs de signaux », 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 « déclencheur de masque fréquentiel » peut comporter plusieurs ensembles de limites indépendants.

« Densification isostatique à chaud » - Cat 2

Procédé consistant à exercer une pression sur un moulage à une température supérieure à 375 K (102° C), dans une cavité fermée, par divers moyens (gaz, liquide, particules solides, etc.) afin de créer une force agissant également dans toutes les directions en vue de réduire ou d'éliminer les vides internes du moulage.

« Densité de courant globale » - Cat 3

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.).

« 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.

« Dirigable » - 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.

« 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

Pincés, 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.

« Ensembles électroniques » - Cat2, cat 3, cat 4, cat 5P2

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.

« 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.

« Extraction en fusion » - Cat 1

Procédé servant à « solidifier rapidement » et 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.

« 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.

« Faux-rond de rotation » - Cat 2

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 (Réf. ISO 230/1, 1986, paragraphe 5.61).

« Fixe » - Cat 5P2

Le terme « 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.

« 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).

« Géographiquement dispersés » - Cat 6

Les capteurs sont considérés comme « 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 ».

« 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.

« Gramme effectif » - Cat 1

Les termes « gramme effectif » pour les isotopes de plutonium désigne le poids de l'isotope en gramme.

« Gyroscopes à masse tournante » - Cat 7

Les « gyroscopes à masse tournante » sont des gyroscopes qui utilisent une masse en rotation continue pour détecter le mouvement angulaire.

« Incertitude de mesure » - Cat 2

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 non corrigées (Réf. ISO 10360-2).

« Laser » - Cat 2, cat 3, cat 5P1, cat 6, cat 7, cat 8, cat 9, 2-9, 2-19

Ensemble de composants produisant de la lumière, cohérente à la fois dans le temps et dans l'espace, amplifiée 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 transfert » - Cat 6

« Laser » excité 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.

« Laser à très grande puissance » - 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.

« Laser chimique » - Cat 6

« Laser » dans lequel les agents actifs sont excités par une énergie issue d'une réaction chimique.

« Laser pulsé » - Cat 6

« Laser » dont la « durée d'impulsion » est inférieure ou égale à 0,25 seconde.

« Linéarité » - Cat 2

Caractéristique généralement mesurée par référence à la non-linéarité et définie comme la déviation maximale de la caractéristique réelle (moyenne des lectures en échelle montante et en échelle descendante), positive ou négative à partir d'une ligne droite positionnée de manière à égaliser et réduire au minimum les déviations maximales.

« 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

« 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.

« Matériaux fibreux ou filamenteux » - Cat 1, cat 8, 2-13

Les termes « matériaux fibreux ou filamenteux » désignent :

- a. Les monofilaments continus;
- b. Le fil sillionné et les mèches continus;
- 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 « matières 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.

« Mélangés » - Cat 1

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.

« Mémoire centrale » - Cat 4

Mémoire principale destinée aux données ou aux instructions afin que l'unité centrale de traitement y accède rapidement. Elle se compose de la mémoire interne d'un « calculateur numérique » et de toute extension hiérarchisée de cette mémoire, telle que mémoire cache ou mémoire d'extension à accès non séquentiel.

« 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

Les termes « microcircuit microprocesseur » désignent un « circuit intégré monolithique » ou « circuit intégré à microplaquettes multiples » contenant une unité arithmétique et logique capable d'exécuter à partir d'une mémoire externe une série d'instructions universelles, avec des données de la mémoire interne.

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.

« Miroir déformable » - Cat 6

Les termes « miroir déformable » désignent les miroirs :

- a. Ayant 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.

Les « miroirs déformables » sont également connus sous le nom de miroirs optiques adaptatifs.

« 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 ± 2 K ($23 \pm 2^\circ$ C) et une humidité relative de (50 ± 5) %.

« Nécessaire » - Cat 5P1, cat 6, 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.

« Optimisation de trajectoire de vol » - Cat 7

Procédure qui permet de réduire au minimum les écarts par rapport à une trajectoire désirée (dans le temps et l'espace) à quatre dimensions en fonction d'une optimisation du rendement ou de l'efficacité en vue de tâches liées à la mission.

« 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.

« Pistes produites par le système » - Cat 6

Relevé de position de vol d'un avion, soumis à un traitement, à une corrélation (données relatives aux cibles radar par rapport à la position du plan de vol) et à une mise à jour; ce relevé est destiné aux contrôleurs du centre de la circulation aérienne.

« Pixel actif » - Cat 6, cat 8

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).

« Portée instrumentée » - Cat 6

Gamme de détection spécifiée de la cible précise d'un radar.

« Poursuite automatique de la cible » - Cat 6

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.

« Préalablement séparé » - Cat 1

Résultat de tout procédé tendant à élever la concentration de l'isotope contrôlé.

« Précision » - Cat 2, cat 6

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.

« Préformes de fibres de carbone » - Cat 1

Agencement précis de fibres enrobées ou non devant servir de cadre à une phase, avant l'introduction de la « matrice », en vue de former un « composite ».

« Pressage hydraulique par action directe » - Cat 2

Procédé de déformation faisant appel à une vessie souple remplie de liquide et placée en contact direct avec la pièce.

« Presse isostatique » - Cat 2

Presses capables de régler 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.

« 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 » - 2-4, 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 4, cat 5, 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 2, cat 6

Séquence d'instructions pour la mise en œuvre d'un processus sous une forme, ou transposable dans une forme, qu'un ordinateur électronique puisse exécuter.

« Propergols » - 2-8

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.

« Pulvérisation » - Cat 1

Procédé servant à réduire un matériau en particules, par écrasement ou broyage.

« 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 jus' 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 » - 2-17

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.

« 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 : norme 528-2001 de l'IEEE [écart type moyen]).

« Réseau de capteurs optiques de commande de vol » - Cat 7

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.

« Réseau local » - Cat 4, cat 5P1

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).

Note technique :

Les termes < dispositif de données > désignent un équipement capable d'émettre ou de recevoir des séquences d'informations numériques.

« 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 à proximité directe d'une personne ou d'un contrôleur de dispositifs (p. ex., dans une seule pièce, un bureau ou une automobile, et à proximité de leurs espaces environnants).

Note technique :

Le terme < dispositif de données > désigne un équipement qui est en mesure d'émettre ou de recevoir des séquences d'information numérique.

« 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 ($23 \pm 2^\circ$ C) et une humidité relative de $(50 \pm 5 \%)$.

« Résolution » - Cat 2

Le plus petit incrément d'un dispositif de mesure et le bit le moins important sur un instrument numérique (Réf. ANSI B 89.1.12).

« 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.*

« Saut de fréquence » - Cat 5P1, cat 5P2

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 » - 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)).

« Sécurité multiniveau » - Cat 5

Catégorie de systèmes à sensibilités différentes qui permettent l'accès simultané à des utilisateurs ayant des habilitations et des besoins de connaissances différents, mais qui empêchent les utilisateurs d'accéder aux informations pour lesquelles ils ne disposent pas d'autorisation.

Note technique :

La « sécurité multiniveau » est une sécurité informatique et non une fiabilité informatique touchant à la prévention des défauts de l'équipement ou à la prévention des erreurs humaines en général.

« Sensibilité d'énergie radiante » - Cat 6

Sensibilité d'énergie radiante (en mA/W) = 0,807 x (longueur d'onde en nm) x 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).

« SHPL » - Cat 6

« SHPL » signifie « laser à très haute puissance ».

« Solidifier rapidement » - Définitions

Processus de solidification d'un matériau fondu à des vitesses de refroidissement supérieures à 1 000 K/s.

« Soudage par diffusion » - Cat 1, cat 2, cat 9

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.

« 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.

« 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.

« Substrat brut » - Cat 6

Composés monolithiques dont les dimensions conviennent à la fabrication d'éléments optiques, comme les miroirs ou fenêtres optiques.

« Superaliage » - Cat 2, cat 9

Alliages à base de nickel, de cobalt ou de fer présentant une résistance supérieure à celle de tout alliage de la série AISI 300 à des températures dépassant 922 K (649° C) dans des conditions d'environnement et de fonctionnement extrêmes.

« 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.

« Synthétiseur de fréquence » - Cat 3

Tous les types de sources de fréquence, indépendamment de la technique effectivement utilisée, fournissant à partir d'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 par maître oscillateur).

« 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 de command et de contrôle automatisé » - 2-11

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

« Système de commande active 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.

« 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 de corps rigide de la plate-forme.

« 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 7, 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.

« Table rotative inclinable » - Cat 2

Table permettant à la pièce à usiner de tourner et de pivoter autour de deux axes non parallèles pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage ».

« 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 des 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 précisée dans le paragraphe 2-22.

Note technique :

1. Les termes « documentation technique » désignent des données pouvant se présenter sous des formes telles que bleus, plans, diagrammes, maquettes, formules, 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 à une fréquence de sortie finale donnée ou une fréquence qui diffère de la fréquence de sortie finale de moins de $\pm 0,05\%$. Les articles dont la gamme de fréquence s'étend sur moins de $\pm 0,05\%$ autour de la fréquence centrale sont définis comme étant incapables d'effectuer une commutation de fréquence.

« Temps d'établissement » - Cat 3

Temps requis pour que la valeur de sortie atteigne la valeur finale à un demi-bit près lors de la commutation entre deux niveaux quelconques des convertisseurs.

« Temps de propagation de la porte de base » - Cat 3

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.

Notes techniques :

1. 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.
2. 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;
 - c. Les caractéristiques de base communes.

« Toutes les corrections disponibles » - Cat 2

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.

« 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 2, cat 6, cat 7

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.

« Trempe brusque » - Cat 1

Procédé servant à « solidifier rapidement » une coulée de métal en fusion appuyant contre un bloc refroidi, pour obtenir un produit sous forme de paillettes.

« Trempe sur rouleau » - Cat 1

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.

« 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, 2-21, 2-22

Le terme « utilisation » recouvre l'exploitation, l'installation (y compris l'installation in situ), la maintenance (vérification), la réparation, la révision et la rénovation.

« Vecteur d'expression » - 2-7

Porteur (par exemple, un plasmagène ou un virus) utilisé pour introduire un matériau génétique dans des cellules hôtes.

« Véhicule aérien sans équipage » (VAE) - Cat 9

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.

« Véhicule spatial » - Cat 7, cat 9

Satellites actifs et passifs et les sondes spatiales.

« Voile » - (Déplacement axial) - Cat 2

Déplacement axial mesuré dans un plan perpendiculaire au plateau de la broche en un point proche de la circonférence du plateau de la broche (Réf. Norme ISO 230, partie 1, 1986, paragraphe 5.63).

LES ACRONYMS ET LES ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS LES GROUPES 1 ET 2

Tout acronyme ou abréviation utilisé comme terme défini figure dans les « Définitions de termes utilisés dans les groupes 1 et 2 ».

ABEC	Annular Bearing Engineers Committee
agents C	agents de guerre chimique
AGMA	American Gear Manufacturers' Association
AHRS	systèmes de référence de cap et d'attitude
BLU	bande latérale unique
C ³ I	commandement, communication, contrôle et renseignement
CAM	un code d'authentification de message
CAO	conception assistée par ordinateur
CAS	Chemical Abstracts Service
CDU	l'unité de contrôle et visualisation
CEI	Commission électrotechnique internationale
CVD	dépôt en phase vapeur par procédé chimique
DME	équipement de mesure de distance
EB-PVD	dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons
ECR	résonance électron cyclotron
EEPROMS	mémoires mortes programmables effaçables électriquement
EIA	Electronic Industries Association
EMC	compatibilité électromagnétique
EMCDB	Propergols double base, moulés, modifiés par un élastomère
GNNS	systèmes globaux de navigation par satellite
GPS	systèmes globaux de navigation par satellite
HBT	les transistors hétéro-bipolaires
HEMT	les transistors à haute mobilité d'électrons
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ILS	système d'atterrissage aux instruments
IRIG	Inter-Range Instrumentation Group
ISO	Organisation internationale de normalisation
JIS	Japanese Industrial Standard
LIDAR	Light Detection And Ranging
Mach	rapport d'une vitesse à celle du son
MC	Monocristallin
MLS	les systèmes d'atterrissage hyperfréquences
MOCVD	dépôt en phase vapeur par procédé chimique organo-métallique
Motps	millions d'opérations théoriques par seconde
MTBF	moyenne des temps de bon fonctionnement

MTTF	temps moyen jusqu'à défaillance
NBC	nucléaire, biologique et chimique
NIP	les numéros d'identification personnelle
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
PAR	Approche de précision
ppm	partie par million
QAM	la modulation d'amplitude en quadrature
RF	radiofréquence
SACMA	Suppliers of Advanced Composite Materials Association
SD	solidification dirigée
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SRAM	mémoires vives statiques.
SRM	méthodes recommandées de la SACMA
TCSEC	trusted computer system evaluation criteria
TIR	lecture complète de l'aiguille
UAL	unité arithmétique et logique
UER	Union européenne de radiodiffusion
UIL	unité interchangeable en ligne
UIT	Union internationale des télécommunications
URA	unité remplaçable en atelier
VOR	Very high frequency Omni-directional Range
YAG	Yttrium/Aluminum Garnet

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 prévues 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 réglementée 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 installés 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, qui à la satisfaction du gouvernement, 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, la Direction des contrôles à l'exportation d'Affaires étrangères et commerce international 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 plus de 1 % 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-entretrenue.

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 coeur, et les composants qui renferment normalement le fluide de refroidissement primaire du coeur 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 coeur 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 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. Cet équipement peut 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 cœur, les canaux de combustible, les tubes de calandre, les écrans thermiques, les déflecteurs, les plaques à grille du cœur 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 cœur, 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 cœur.

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 cœur 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 large gamme, allant habituellement de 10^4 neutrons par cm^2 par seconde à 10^{10} 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

1. Deutérium et eau lourde

Deutérium, eau lourde (oxyde de deutérium) et tout composé de deutérium dans lequel le rapport atomique deutérium/hydrogène dépasse 1/5000, destinés à être utilisés dans un réacteur nucléaire, au sens de l'alinéa 3-2.1.1. ci-dessus.

Note explicative :

Aux fins du contrôle des exportations, la Direction des contrôles à l'exportation d'Affaires étrangères et commerce international Canada déterminera si le deutérium et les composés de deutérium destinés à l'exportation et satisfaisant aux spécifications ci-dessus seront utilisés dans un réacteur nucléaire.

2. Graphite de pureté nucléaire

Graphite dont la pureté est meilleure que (contenant moins que) cinq parties par million d'« équivalent 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 :

Aux fins du contrôle des exportation la Direction des contrôles à l'exportation d'Affaires étrangères et commerce international Canada déterminera si le graphite destiné à l'exportation et satisfaisant aux spécifications ci-dessus sera utilisé dans un réacteur nucléaire.

L'« équivalent bore » (EB) peut être mesuré expérimentalement ou calculé comme la 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 : dégainage des éléments combustibles irradiés, dissolution du combustible, extraction par solvant et 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'expression « 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. Machines à dégainer 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 désassembler, découper ou cisailier des assemblages, faisceaux ou barres de combustible nucléaire irradiés.

Note explicative :

Ces machines dégainent le combustible afin d'exposer la matière nucléaire irradiée à la dissolution. Des cisailles à métaux spécialement conçues sont le plus couramment employées, mais des équipements de pointe, tel que lasers, peut être utilisés.

2. Équipements de dissolution

Récipients de sûreté anti-criticité (p. ex. récipients de petit diamètre, annulaires ou plats) spécialement conçus ou préparés pour servir dans une installation de retraitement susmentionnée à dissoudre du combustible nucléaire irradié, et capables de supporter un liquide chaud et hautement corrosif, et pouvant être chargés et entretenus à distance.

Note explicative :

Les dissolveurs reçoivent normalement les tronçons de combustible irradié. Dans ces récipients dont la sûreté-criticité est assurée, la matière nucléaire irradiée est dissoute dans l'acide nitrique; restent les coques, qui sont retirées du flux de traitement.

3. Extracteurs de solvants et équipement d'extraction de solvants

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 %; **ou**
2. Un diamètre maximum de 175 mm (7 po) pour les récipients cylindriques; **ou**
3. Une largeur maximum de 75 mm (3 po) 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 expression 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; et 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 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 la liste de base. Ces contrôles complémentaires de la section 5

portant sur les utilisations des isotopes d'« autres éléments » ne s'appliquent pas au procédé de séparation isotopique électromagnétique, qui est visé par la partie 2 des lignes directrices.

Les procédés pour lesquels les contrôles de la section 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 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 et assemblages et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les centrifugeuses.

Note d'introduction :

Ordinairement, la centrifugeuse se compose d'un ou de plusieurs cylindres à paroi mince, d'un diamètre compris entre 75 et 650 mm, placés 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 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' UF_6 gazeux et d'au moins trois canaux distincts, dont deux sont connectés à des écopes 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 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 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 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 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 ou plus;*
- b. *Les alliages d'aluminium ayant une résistance à la traction égale ou supérieure à 0,46 GPa ou plus;*
- 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 réductance) 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 degré. 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 « 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 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 % 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 et 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 » et « résidu » 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' UF_6 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' UF_6 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 et sources d'ions d' UF_6

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever des échantillons en direct sur les flux d' UF_6 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 tels matériaux;
 3. Sources d'ionisation par bombardement électronique;
 4. Présence d'un système collecteur adapté à l'analyse isotopique;
5. Convertisseurs de fréquence.

Convertisseurs de fréquence 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 toutes les 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'hexafluorure d'uranium (UF_6), 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' UF_6 . 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 % 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, 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 résistants 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 résistants 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 de « produit » et de « résidus » 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 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 % 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 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 par minute, 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 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 électronique;
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 % de nickel en poids 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, résistant 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 résistant 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 résistant 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 procéder 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' UF_6 .
 - b. Pompes à vide spécialement conçues ou préparées pour fonctionner en atmosphère d' UF_6 , et constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 . 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' UF_6 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 UF_6 /sources d'ions

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever des échantillons en direct sur les flux d' UF_6 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 ou revêtues de nickel, d'alliages nickel contenant 60 % ou plus de nickel en poids, ou d'alliages de nickel-chrome;
 3. Sources d'ionisation par bombardement électronique;
 4. Présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.
12. Systèmes de séparation de l' UF_6 et du gaz porteur

Systèmes de traitement spécialement conçus ou préparés pour séparer l' UF_6 du gaz porteur (hydrogène ou hélium).

Note explicative :

Ces systèmes sont conçus pour réduire la teneur en UF_6 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' UF_6 du gaz porteur;*
- d. *Pièges à froid pour l' UF_6 capables de congeler l' UF_6 .*

- 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 minimes 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 secondes 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 secondes 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 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 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 secondes) 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) de 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; **et**
- 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 % de nickel en poids et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

1. Systèmes de vaporisation de l'uranium (méthodes à 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 à 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 à vapeur atomique)

Assemblages collecteurs du < produit > et des < résidus > spécialement conçus ou préparés pour 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 à 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 des isotopes par irradiation au laser de molécules, 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 dans 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 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 tels matériaux;
3. Sources d'ionisation par bombardement électronique;
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 CO₂ 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 ²³⁵U, 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 ²³⁵U. 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 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 UCl_4) 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 électromagnétiques d'isotopes
Séparateurs électromagnétiques d'isotopes spécialement conçus ou préparés pour séparer les isotopes d'uranium, et équipement et composants, 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, 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 caractéristiques suivantes : capables de maintenir en continu une tension de sortie de 20 000 V ou plus, stable à moins de 0,01 % près pendant 8 heures, et un courant de sortie de 1 A ou plus.

3. Alimentations des aimants

Alimentations des aimants en courant continu de haute intensité spécialement conçues ou préparées et ayant toutes les caractéristiques suivantes : capables de produire en permanence, pendant une période de 8 heures, un courant d'intensité supérieure ou égale à 500 A à une tension supérieure ou égale à 100 V, avec des variations d'intensité et de tension inférieures à 0,01 %.

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. Toutefois, les deux procédés dont il a été prouvé qu'ils sont commercialement viables sont le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène (procédé GS) et le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

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 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 à 99,75 %.

Le procédé d'échange ammoniac-hydrogène permet d'extraire le deutérium d'un gaz de synthèse par contact avec de l'ammoniac liquide 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 s'écoule de haut en bas. Le deutérium est enlevé à l'hydrogène dans le gaz de synthèse et concentré dans l'ammoniac. L'ammoniac 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. Les articles spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde, soit par le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène, soit par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène, 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 (300 lb/po²) 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 ou 30 lb/po²) pour la circulation de sulfure d'hydrogène (c'est-à-dire un gaz contenant plus de 70 % de 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 56 m³/s (120 000 SCFM) lorsqu'ils fonctionnent à des pressions d'aspiration supérieures ou égales à 1,8 MPa (260 lb/po²), 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 (114,3 pieds) ayant un diamètre compris entre 1,5 m (4,9 pieds) et 2,5 m (8,2 pieds) et pouvant fonctionner à des pressions supérieures à 15 MPa (2 225 lb/po²), 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 d'ammoniac
Craqueurs d'ammoniac ayant une pression de fonctionnement supérieure ou égale à 3 MPa (450 lb/po²) spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.
6. Analyseurs d'absorption infrarouge
Analyseurs d'absorption infrarouge permettant une analyse « en ligne » du rapport hydrogène/deutérium lorsque les concentrations en deutérium sont égales ou supérieures à 90 %.
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. Systèmes complets de reconcentration d'eau lourde ou colonnes pour de tels systèmes
Systèmes complets de concentration d'eau lourde ou colonnes pour de tels systèmes, spécialement conçus ou préparés pour obtenir de l'eau lourde de qualité réacteur par la teneur en deutérium.

Note explicative :

Ces systèmes, qui utilisent habituellement la distillation de l'eau pour séparer l'eau lourde de l'eau ordinaire, sont spécialement conçus ou préparés pour produire de l'eau lourde de qualité réacteur (c'est-à-dire habituellement de l'oxyde de deutérium à 99,75 %) à partir d'une eau lourde à teneur moindre.

9. Convertisseurs ou unités à synthétiser l'ammoniac
Convertisseurs ou unités à synthétiser l'ammoniac 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 ammoniac/hydrogène à haute pression, et l'ammoniac synthétique est renvoyé vers la ou les colonnes en question.

- 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 UO₃, conversion d'UO₃ en UO₂, conversion des oxydes d'uranium en UF₄, UF₆ ou UCl₄, conversion de l'UF₄ en UF₆, conversion de l'UF₆ en UF₄, conversion de l'UF₄ en uranium métal et conversion des fluorures d'uranium en UO₂. 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 (HF, F₂, ClF₃ 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 UO₃

Note explicative :

La conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO₃ peut être réalisée par dissolution du minerai dans l'acide nitrique et extraction de nitrate d'uranyle purifié au moyen d'un solvant tel que le phosphate tributylque. Le nitrate d'uranyle est ensuite converti en UO₃ soit par concentration et dénitrification, soit par neutralisation au moyen de gaz ammoniac afin d'obtenir du diuranate d'ammonium qui est ensuite filtré, séché et calciné.

2. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UO₃ en UF₆

Note explicative :

La conversion d'UO₃ en UF₆ peut être réalisée directement par fluoration. Ce procédé nécessite une source de fluor gazeux ou de trifluorure de chlore.

3. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UO₃ en UO₂

Note explicative :

La conversion d'UO₃ en UO₂ peut être réalisée par réduction de l'UO₃ au moyen d'ammoniac craqué ou d'hydrogène.

4. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UO₂ en UF₄

Note explicative :

La conversion d'UO₂ en UF₄ peut être réalisée en faisant réagir l'UO₂ avec de l'acide fluorhydrique gazeux (HF) à une température de 300 à 500° C.

5. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF₄ en UF₆

Note explicative :

La conversion d'UF₄ en UF₆ est réalisée par réaction exothermique avec du fluor dans un réacteur à tour. Pour condenser l'UF₆ à partir des effluents gazeux chauds, on fait passer les effluents dans un piège à froid refroidi à -10° C. Ce procédé nécessite une source de fluor gazeux.

6. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF₄ en U métal

Note explicative :

La conversion d'UF₄ 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 (1 130° 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 d'ammoniac à cette solution entraîne la précipitation de diuranate d'ammonium, lequel est réduit en UO₂ par de l'hydrogène à une température de

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 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 400° C environ, ou deuxièmement, on peut faire réagir l'UO₂ à une température de 700° C environ en présence de noir de carbone (CAS 1333-86-4), de monoxyde de carbone et de chlore.

- 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 en PuO₂, conversion de PuO₂ en 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 en

dioxyde de plutonium. 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 dioxyde de plutonium, normalement par l'acide fluorhydrique 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 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 A 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 des transferts 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. Le Groupe 4 ne couvre pas les « logiciel » 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. Conçus pour être installés par l'utilisateur sans assistance ultérieure importante de la part du fournisseur; **ou**
2. Sont « du domaine public ».

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 5×10^4 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 5×10^4 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 « programmes » 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 400 mm.

Note :

Le paragraphe 4-1.B.1. 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 contournage » 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'usinier 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 coordonnées 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) 4µm 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 on 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 (E_{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) $(1,25 + L/1\ 000) \mu\text{m}$ (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) $(1,7 + L/800) \mu\text{m}$ (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 $1,7 + L/800 \mu\text{m}$.

- 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) $0,2 \mu\text{m}$ à l'intérieur d'une gamme de mesures pouvant atteindre $0,2 \text{ mm}$;
 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 $\pm 1\text{K}$;
 3. Systèmes de mesure possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Présence d'un laser; **et**
 - b. Maintien pendant au moins 12 heures avec une gamme de température variant de $\pm 1\text{K}$ autour d'une température de référence et une pression de référence
 1. D'une « résolution » sur leur déviation totale égale à $0,1 \mu\text{m}$ ou mieux; **et**
 2. Avec une « incertitude de mesure » égale ou meilleure que (inférieure à) $(0,2 + L/2000) \mu\text{m}$ (L étant la longueur mesurée en millimètres);

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) $0,00025^\circ$;

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) $3,5 \mu\text{m}$ par 5 mm ; **et**
 2. Une « déviation de position angulaire » égale ou inférieure à $0,02^\circ$.

Notes :

1. *La rubrique 4-1.B.3. englobe les machines-outils 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 600mm 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 g de 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 coulée et de refusion 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 et fours à atomisation et à 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.

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 ces dispositifs 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 contrôlée, 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 cm³ (150 ml) et 8000 cm³ (8 l(litres)); **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 (CaF₂);
 - b. Zirconate (métazirconate) de calcium (CaZrO₃);
 - c. Sulfure de cérium (Ce₂S₃);
 - d. Oxyde d'erbium (erbine) (Er₂O₃);
 - e. Oxyde de hafnium (HfO₂);
 - 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) (Y₂O₃); **ou**
 - i. Oxyde de zirconium (zircon) (ZrO₂);
 - b. Creusets possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Un volume compris entre 50cm³ (50 ml) et 2 000cm³ (2 litres); **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 50cm³ (50 ml) et 2 000cm³ (2 litres);
 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. Catalyseurs au platine spécialement conçus ou préparés pour favoriser la réaction d'échange d'isotopes d'hydrogène entre l'hydrogène et l'eau en vue de la régénération du tritium de l'eau lourde ou pour la production d'eau lourde.
3. Structures composites sous la forme de tubes possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Un diamètre intérieur de 75 mm à 400 mm; **et**
 - b. Fabriquées dans l'une quelconque des « matières fibreuses et filamenteuses » visées à l'alinéa 4-2.C.7.a. ou dans des matières préimprégnées au carbone visées à l'alinéa 4-2.C.7.c.

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 à base d'hydrures métalliques pour le stockage et la purification des isotopes d'hydrogène.
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 INFCIRC/254, partie 1 (version modifiée).

- a. Installations ou usines de séparation des isotopes du lithium;
- b. Équipements pour la séparation des isotopes du lithium grâce au procédé d'amalgamation 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 (¹⁰B), 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 (ClF₃).
- 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 15mm (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 $296 \pm 2 K$ ($23 \pm 2^\circ C$) et à une humidité relative de $50 \pm 5 \%$.
 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 $296 \pm 2 K$ ($23 \pm 2^\circ C$) et à une humidité relative de $50 \pm 5 \%$.
- 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 10ppm 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 ($20^\circ C$).

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 (226Ra), 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. *Applicateurs 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 :
- 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.

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.

- a. Poudre de nickel possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Un titre en nickel égal ou supérieur à 99,0 %; **et**
 2. Une granulométrie moyenne inférieure à 10 µm mesurée conformément à la norme ASTM B 330;
- b. 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 :

- a. Poudres de nickel filamenteux;
 - b. 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 $1,48 \times 10^3$ 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, Curium 244, Polonium 209, Actinium 227, Einsteinium 253, Polonium 210, Californium 253, Einsteinium 254, Radium 223, Curium 240, Gadolinium 148, Thorium 227, Curium 241, Plutonium 236, Uranium 230, Curium 243, Polonium 208, Uranium 232

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 3 est applicable.*
2. *Aux fins du contrôle des exportations, le gouvernement du 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 1ns, 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 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 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 heures, 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 huit heures.
- 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 huit heures, 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 huit heures.
- 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 $\pm 1\%$ 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 $15 \text{ m}^3/\text{s}$; 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 $50 \text{ m}^3/\text{h}$ 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 400 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. Capacité d'équilibrer jusqu'à un déséquilibre résiduel égal ou inférieur à 0,010 kg x 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 uma 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, voir le Groupe 3.

- a. Spectromètres de masse à plasma à couplage inductif (SM/PCI);
- b. Spectromètres de masse à décharge lumineuse (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 microfluoration 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 LIÉS 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 $8,5 \text{ m}^3/\text{h}$; **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 de 35 K (-238° C) ou moins; **et**
 - b. Conçus pour un débit d'hydrogène égal ou supérieur à 1 000 kg/h.

4-4.B. Équipements d'essai et de production

1. Colonnes d'échange à plateaux eau-acide sulfhydrique et contacteurs internes, comme suit :

N.B. :

Pour les colonnes spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde, voir le Groupe 3.

- a. Colonnes d'échange à plateaux eau-acide sulfhydrique possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Pouvant fonctionner à des pressions égales ou supérieures à 2 MPa;
 2. Fabriquées en acier au carbone dont l'austénite a un numéro granulométrique ASTM (ou norme équivalente) égal ou supérieur à 5; **et**
 3. Un diamètre égal ou supérieur à 1,8 m;
- b. Contacteurs internes pour les colonnes d'échange à plateaux eau-acide sulfhydrique visées à l'alinéa 4-4.B.1.a.

Note technique :

Les contacteurs internes des colonnes sont des plateaux segmentés ayant un diamètre assemblé effectif égal ou supérieur à 1,8 m; ils sont conçus pour faciliter le contact à contre-courant et sont fabriqués en aciers inoxydables dont la teneur en carbone est égale ou inférieure à 0,03 %. Il peut s'agir de plateaux perforés, de plateaux à soupapes, de plateaux à cloches ou de plateaux à grille.

2. Colonnes de distillation cryogénique à hydrogène possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Conçues pour fonctionner à des températures intérieures égales ou inférieures à 35 K (-238° C);
 - b. Conçues pour fonctionner à des pressions intérieures de 0,5 à 5 MPa;
 - c. Fabriquées soit :
 1. En acier inoxydable appartenant à la série 300 à faible teneur en soufre et dont l'austénite a un numéro granulométrique ASTM (ou norme équivalente) égal ou supérieur à 5; **ou**
 2. En matériaux équivalents cryogéniques et compatibles avec H₂; **et**
 - d. Avec un diamètre intérieur égal ou supérieur à 30 cm et une « longueur effective » égale ou supérieure à 4 m.

Note technique :

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.

3. Pas 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 cm^2 ; **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 $1 \mu\text{s}$, Q est la charge totale accélérée en coulombs. Lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est supérieure à $1 \mu\text{s}$, Q est la charge maximale accélérée en $1 \mu\text{s}$. Q est égale à l'intégrale de i par rapport à t , divisée par $1 \mu\text{s}$ ou la durée de l'impulsion du faisceau selon la valeur la moins élevée ($Q = \int idt$), 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 $1 \mu\text{s}$ 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 et leurs assemblages de rotors constitués par les turbines, les miroirs et les supports spécialement conçus pour les caméras indiquées en 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.c.1. ou 4-5.B.3.b.2.;
 5. Dispositifs électroniques de synchronisation et leurs assemblages de rotors constitués par les turbines, les miroirs et les supports spécialement conçus pour les caméras indiquées en 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. Pas 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) et les PDV (vélocimètres laser Doppler), aussi connus sous le nom de Het-V (vélocimètres hétérodynes).

- b. Jauges de surpression capables de mesurer des pressions supérieures à 10 GPa, notamment les jauges au Manganin, à l'ytterbium et au poly(fluorure de vinylidène) (PVBF, PVF₂);
 - c. Transducteurs de pression à quartz pour des pressions supérieures à 10 GPa.
6. Générateurs d'impulsions rapides, et modules d'extension générateurs d'impulsions (« pulse heads »), possédant les deux caractéristiques suivantes :
- a. Une tension de sortie supérieure à 6 V dans une charge ohmique de moins de 55 ohms; **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 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 NUCLEAIRES

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 µs dans des charges inférieures à 40 ohms;
 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° C 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 sprytron 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.
 2. Utilisant l'accélération 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. Cyclotétraméthylènetétranitramine (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) (CAS78644-89-0);
 - 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 ».

« 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 2806-1980 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).

« 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.

« Logiciel spécial »

Combinaison minimale de « systèmes d'exploitation », de « systèmes de diagnostic », de « systèmes de maintenance » et de « logiciel d'application » nécessaire à l'exécution sur un matériel particulier de la fonction pour laquelle il a été conçu. Si on souhaite qu'un matériel incompatible réalise la même fonction, il faut :

- a. modifier ce « logiciel »; **ou**
- b. ajouter des « programmes ».

« 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 heures 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 ± 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 »

Couvre toutes les phases de la production, telles que : construction, technique de la production, fabrication, intégration, assemblage (montage), inspection, essais, et assurance de qualité.

« Programme »

Suite d'instructions permettant d'accomplir un processus ou convertible en une forme pouvant être exécutée par un ordinateur.

Définitions de termes utilisés dans les Groupes 3 et 4.

« Résolution »

Le plus petit incrément d'un dispositif de mesure, et le bit le moins important sur un instrument numérique (Réf. : 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.

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 visés à l'annexe 1A de l'accord sur le bois d'œuvre, à l'exception de l'alinéa 5(e).
 2. Toute mention, dans l'annexe 1A de l'accord sur le bois d'œuvre, d'une classification tarifaire prévue dans le texte intitulé Harmonized Tariff Schedule of the United States (HTSUS) vaut mention de la classification tarifaire correspondante figurant dans la Table canadienne de concordance prévue à l'annexe 1B de cet accord.
 3. Les mentions, dans les annexes 1A et 1B de l'accord sur le bois d'œuvre, d'« importation » ou d'« importé » valent respectivement mention d'« exportation » et d'« exporté ».

Produits agricoles et alimentaires

- 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.** (*Toutes destinations*)
- 5203. Produits contenant du sucre** (*États-Unis*)
- Produits contenant du sucre classés dans les sous-positions 1701.91.54, 1704.90.74, 1806.20.75, 1806.20.95, 1806.90.55, 1901.90.56, 2101.10.54, 2101.20.54, 2106.90.78 et 2106.90.95 du « *Harmonized Tariff Schedule of the United States (1995)* » (United States International Trade Commission Pub. 2831, 19 U.S.C. § 1202 (1988)).
- 5204. Sucres, sirops et mélasses** (*États-Unis*)
- 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 (1995)* » (United States International Trade Commission Pub. 2831, 19 U.S.C. § 1202 (1988)).

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 « véhicule 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 « véhicules 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 « véhicules 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;
 - 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 incluses 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;
 - 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.

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;
 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.

NUMÉROS DE REGISTRE 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 systèmes de 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 systèmes de 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 » qui coordonnent le fonctionnement de plus d'un sous-système, spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » dans les systèmes visés par l'article 6-1.A.

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 ci-dessous :
 - a. Étages individuels de fusée utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A.;
 - b. Véhicules de rentrée et équipements correspondants conçus ou modifiés à cette fin, utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., comme ci-dessous, à 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 intégrés, ou conçus ou modifiés pour être intégrés, dans un système de propulsion à propergol liquide 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. L'« ECP » (écart 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 dont la « charge utile »/« portée » n'excèdent pas celles des systèmes 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'« utilisation » 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'« utilisation » de sous-systèmes ou d'équipement visés par l'article 6-2.A.1.b.3.
5. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de systèmes visés par l'article 6-2.A.1.e.
6. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour l'« utilisation » de 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 avions 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 de fusée dont la « portée »/« charge utile » n'excède pas celle des systèmes 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 ci-dessous :
 - a. Moteurs ayant les deux caractéristiques suivantes :
 1. « Valeur maximale de poussée » supérieure à 400 N (obtenue non installé), à l'exception des moteurs civils certifiés ayant une « valeur maximale de poussée » supérieure à 8,89 kN (obtenue non installé); et

2. Consommation spécifique de carburant inférieure ou égale à $0,15 \text{ kgN}^{-1}\text{h}^{-1}$ (à la poussée maximale continue dans des conditions statiques au niveau de la mer selon l'atmosphère de l'OACI);

Note technique :

La « valeur maximale de poussée » précisée à l'article 6-3.A.1.a.1. est la poussée maximale prouvée par le constructeur du type de moteur non installé. La poussée certifiée de la version civile sera égale ou inférieure à la poussée maximale prouvée de la version civile du type de moteur.

- b. Moteurs conçus ou modifiés pour des systèmes visés par l'article 6-1.A., ou 6-19.A.2., indépendamment de la poussée ou de la consommation spécifique de carburant.

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 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.

Note technique :

À l'article 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 pulsées, moteur-fusée (hybride et à propergol liquide/solide).

3. Enveloppes de moteurs-fusée, composants de « protection thermique » et cols de tuyères, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.

Note technique :

À l'article 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.

Note :

Voir l'article 6-3.C.2. pour les matériaux pour protection thermique en vrac ou en feuilles.

4. Dispositifs de séparation d'étages, dispositifs d'étage et interétages, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A.

Note :

Voir aussi l'article 6-11.A.5.

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 et pompes 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 7 000 kPa (1 000 lb/po²) 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 ou dont la pression de refoulement est égale ou supérieure à 7 000 kPa (1 000 lb/po²).*
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. ou 6-20.A.1.b.
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 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 carburant liquide spécialement conçus pour les carburants visés par l'article 6-4.C. ou pour les carburants liquides 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.*

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. 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. ou 6-3.C.
3. Les machines de fluotournage et les composants spécialement conçus pour celles-ci, qui :
 - a. Selon les spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipées d'unités de commandes numériques ou d'une commande par ordinateur, même si elles ne le sont pas à la livraison; **et**
 - b. Possèdent plus de deux axes pouvant être coordonnés simultanément pour la commande de contourage.

Note :

Cet article ne vise pas les machines qui ne sont pas utilisables pour la « production » d'équipement et de composants de propulsion (p. ex., les enveloppes de moteur-fusée) pour les systèmes visés par l'article 6-1.A.

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 systèmes visés par l'article 6-1.A. ou spécialement conçus pour les systèmes visés par les articles 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

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 systèmes visés par l'article 6-1.A. ou spécialement conçus pour les systèmes visés par les articles 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.

Note technique :

À l'article 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.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.
3. Équipement comme ci-dessous et composants spécialement conçus pour cet équipement :

- a. Mélangeurs en discontinu pouvant mélanger sous un vide allant de 0 à 13,326 kPa, équipés d'un dispositif de régulation de la température de la chambre de malaxage, et comportant tout ce qui suit :
 1. Une capacité volumique totale de 110 litres ou plus; **et**
 2. Au moins un « bras de malaxage/pétrissage » décentré;

Note :

À l'article 6-4.B.3.a.2., le terme « bras de malaxage/pétrissage » ne renvoie pas aux désagglomérateurs ou aux arbres de rotation lames.

- b. Mélangeurs en continu pouvant mélanger sous un vide allant de 0 à 13,326 kPa, équipés d'un dispositif de régulation de la température de la chambre de malaxage, et comportant tout ce qui suit :
 1. Au moins deux bras de malaxage/pétrissage; **ou**
 2. Un seul bras rotatif et oscillant de malaxage et des dents/tiges fixés à la fois au bras et à 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).*

Notes :

1. Les seuls mélangeurs en continu ou en discontinu utilisables pour les propergols solides ou leurs constituants visés par l'article 6-4.C., et les seuls broyeurs à tuyère visés par l'article 6-4.B. sont ceux visés par l'article 6-4.B.3.
2. 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

6-4.C.1. Propergols composites et propergols composites à double base modifiée.

6-4.C.2. Carburants, comme ci-dessous :

- 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;
 4. Triméthylhydrazine (CAS 1741-01-1);
 5. Tétraméthylhydrazine (CAS 6415-12-9);
 6. N,N-diallylhydrazine;
 7. Allylhydrazine (CAS 7422-78-8);
 8. Éthylènedihydrazine;
 9. Dinitrate de monométhylhydrazine;
 10. Nitrate de diméthylhydrazine asymétrique;
 11. Azide d'hydrazinium (CAS 14546-44-2);
 12. Azide de diméthylhydrazinium;
 13. Dinitrate d'hydrazinium;
 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);
 19. Nitrate de diéthylhydrazine (DEHN);
 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 63µm, conformément à la norme ISO 2591 : 1988 ou à des normes équivalentes;

Note technique :

Une taille de particules de 63µm (ISO R-565) correspond à une granu-lométrie 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 7740-42-8) 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 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;

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.

- 6-4.C.3. Combustibles/carburants, comme ci-dessous :

Perchlorates, chlorates ou chromates mélangés avec des poudres métalliques ou avec d'autres composants à haute énergie.

- 6-4.C.4. Substances combustibles, comme ci-dessous :

- a. Substances combustibles utilisables dans des fusées à propergol liquide :
1. Trioxyde d'azote (CAS 10544-73-7);
 2. Dioxyde d'azote (CAS 10102-44-0)/tétraoxyde diazote (CAS 10544-72-6);
 3. Pentoxyde d'azote (CAS 10102-03-1);
 4. Oxydes d'azote mélangés (MON);
 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.

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).

- b. Substances comburantes utilisables dans des moteurs fusées à propergol solide, comme ci-dessous :
 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 ci-dessous :

- a. Polybutadiène à terminaisons carboxy (y compris polybutadiène à carboxyle terminal) (PBTC);
- b. Polybutadiène à terminaisons hydroxy (y compris polybutadiène à hydroxyle terminal) (PBTH);
- c. Polymère d'azoture de glycidyle (PAG);
- d. Polybutadiène/acide acrylique (PBAA);
- e. Polybutadiène/acide acrylique/acrylonitrile (PBAN);
- 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 et de polyéthylèneglycol (PEG).

6-4.C.6. Autres agents et additifs de propulsion, comme ci-dessous :

- a. Agents liants, comme ci-dessous :
 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 trimé-thyladipique 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 ci-dessous :
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. Propylferrocène;
 - d. N-butylferrocène (CAS 31904-29-7);
 - e. Pentylferrocène (CAS 1274-00-6);
 - f. Dicyclopentylferrocène;
 - 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 ci-dessous :
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 (BTTN) (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 nitrateéthylnitramine (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) formal (CAS 5917-61-3);
- e. Stabilisants, comme ci-dessous :
1. 2-nitrodiphénylamine (NDPA) (CAS 119-75-5);
 2. N-méthyl-p-nitroaniline (MNA) (CAS 100-15-2).

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. et 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 ci-dessous :
 - a. Machines pour le bobinage de filaments ou machine pour le placement de fibres 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 et les feuilles peuvent être coordonnés et programmés selon deux axes ou plus, conçues pour la fabrication de cellules et de structures de missiles en composites;
 - 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 ci-dessous :

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 :

Parmi les composants et accessoires pour les machines visées par l'article 6-6.B.1., on retrouve : moules, mandrins, matrices, montages et 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° C) et ayant une granulométrie de $100 \times 10^6 \text{ m}$ ($100 \text{ }\mu\text{m}$) 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 Hz et 10 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 carbure de silicium 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.
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 $50 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($50 \text{ }\mu\text{m}$);
 - 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 $50 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($50 \text{ }\mu\text{m}$);
 - 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 une teneur élevée en nickel et une très faible teneur en carbone 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 massique en chrome allant de 17,0 à 23,0 % et une teneur massique en nickel allant de 4,5 à 7,0 %;
 - 2. Une teneur massique en titane supérieure à 0,10 %; **et**
 - 3. Une microstructure ferrite-austénite (aussi appelée microstructure à deux phases) dans laquelle au moins 10 %, en volume est de l'austénite (déterminée conformément à la méthode E-1181-87 de l'ASTM ou à une méthode nationale équivalente); **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 » de fabrication 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., et composants spécialement conçus à cette fin 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.
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'écart 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 à inertie ou autre équipement 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.
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 :

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.

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. Capable de fournir une précision d'azimut meilleure que (de moins de) 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 degrés/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 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 hydrauliques, mécaniques, électro-optiques ou électromécaniques (y compris systèmes électriques) 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.

Note :

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.

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., 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. 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 système de positionnement de couverture mondiale (GNSS; p. ex. GPS, Glonass ou Galileo) 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 du système GNSS; **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.

Note :

Les articles 6-11.A.3.b.2. et 6-11.A.3.b.3. ne visent pas l'équipement conçu pour les services GNSS commerciaux, civils ou de «sauvegarde de la vie humaine» (par exemple, intégrité des données, sécurité des vols).

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 militaires et à des températures supérieures à 125° C.

Notes :

1. *L'équipement visé par l'article 6-11.A. comprend :*
 - 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).*
2. *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.*
5. Connecteurs ombilicaux et interétages conçus spécifiquement pour les systèmes précisés aux articles 6-1.A.1. ou 6-19.A.1.

Note technique :

Les connecteurs interétages visés par l'article 6-11.A.5. incluent aussi les connecteurs électriques installés entre les systèmes visés à l'article 6-1.A.1. ou 6-19.A.1 et leur « charge utile ».

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. et 6-19.A.2.

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;
 - 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. et 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 GNSS 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 télépilotés 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. Quantification correspondant à 8 bits ou plus, lorsque le codage est fait selon le système binaire;
 - b. Conçus pour fonctionner à des températures allant de moins de -54° C à plus de +125° C; **et**
 - c. 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. Quantification correspondant à 8 bits ou plus, lorsque le codage est fait selon le système binaire;
 - b. Conçus pour fonctionner à des températures allant de moins de -45° C à plus de +55° C; **et**
 - c. 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 à rétroaction ou en boucle fermée, intégrant un contrôleur numérique, 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 (11250 lb), mesurées sur « table nue »;
 - 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 d'essais de vibrations visés à l'article 6-15.B.1.a.;

Note technique :

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 d'essais de vibrations 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, mesuré sur « table nue », et utilisables avec les systèmes d'essais de vibration visés à l'article 6-15.B.1.a.

Note technique :

Les systèmes d'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.

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.

Note :

L'article 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.

Notes techniques :

1. Les « installations d'essai aérodynamiques » incluent les souffleries aérodynamiques et les souffleries à ondes de choc pour l'étude de la circulation de l'air autour des objets.
2. 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 capables de simuler toutes les conditions de vol suivantes :
 1. L'une des conditions 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 $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$) 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'article 6-15.B.5. ne vise pas l'équipement spécialement conçu à des fins médicales.

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 (p. ex. 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 (p. ex. 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 (p. ex. 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 télépilotés, 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 télépilotés 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 télépilotés 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 systèmes de 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 télépilotés (y compris les systèmes de 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.

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. et 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 intégrés, ou conçus ou modifiés pour être intégrés, dans un système de propulsion à propergol liquide 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.

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-paillettes) 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-paillettes) 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.*

« 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
- transformation des données de conception en 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
- 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 « micro-programmes », 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 télémesures, 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 propergols.

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
CEP	Erreur circulaire probable
dB	decibel
g	gramme; aussi, l'accélération de la gravité sur Terre
GHz	gigahertz
GNSS	Systèmes globaux de navigation par satellite ex. '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
mrad	milliradian
ms	milliseconde
µm	micromètre
N	newton

Conversions utilisées dans le Groupe 6

OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
Pa	pascal
PBTH	polybutadiène à terminaisons hydroxy (PBTH);
Ppm	partie par million
Rads(Si)	unite de dose de radiation absorbée
RF	systèmes radiofréquence
Rms	valeur efficace
Rpm	unité de mesure de vitesse angulaire
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
mrاد (millirad)	degrés (angle)	1 mrاد ≈ 0,0573°
rads	ergs/gram of Si	1 rad (Si) = 100 ergs/gramme of de silicone (= 0,01 gray [Gy])
Maille Tyler 250	mm	Une maille Tyler 250 possède une ouverture de 0,063 mm

GRUPE 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 et 1B de la Convention sur les armes chimiques (CAC) (articles 7-3.1. et 7-3.2.) sont également contrôlés.
4. Les mélanges contenant une quantité quelconque d'agents précurseurs chimiques inscrits aux tableaux 2A, 2B, 3A et 3B (articles 7-3.3. à 7-3.6.) de la CAC et 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.
5. 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) 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.*

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 et incinérateurs, 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 traités ou contenus 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.
- 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, dans lesquels toutes les parois de l'agitateur qui entrent en contact direct avec le ou les produits chimiques traités ou contenus 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 entrant en contact direct avec le ou les produits chimiques traités ou contenus 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.
- 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 entrant en contact direct avec le ou les produits chimiques traités ou contenus 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 entrant en contact direct avec le ou les produits chimiques traités ou contenus sont faites avec les 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) de tailles nominales supérieure à 1,0 cm (3/8 po) et corps de robinets ou revêtements de corps de robinets préformés, conçus pour de tels robinets, dont toutes les parois entrant en contact direct avec le ou les produits chimiques produits, traités ou contenus sont faites avec les 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;
 8. Niobium (columbium) ou ses alliages; **ou**
 9. Céramiques comme suit :
 1. Carbure de silicium d'une pureté de 80 % ou plus en poids;
 2. Oxyde d'aluminium (alumine) d'une pureté de 99,9 % ou plus en poids; **ou**
 3. Oxyde de zirconium (zircone).

Note technique :

La « taille nominale » est définie comme la valeur la plus faible entre les diamètres des orifices d'entrée et de sortie.

- g. Conduites à parois multiples comportant un orifice de détection des fuites, dont toutes les parois entrant en contact direct avec le ou les produits chimiques traités ou contenus sont faites avec les 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 entrant en contact direct avec le ou les produits chimiques traités sont faites avec l'un ou l'autre 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 :

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 %.

- i. Équipement de remplissage commandé à distance, dont toutes les parois entrant en contact direct avec le ou les produits chimiques traités sont faites avec les 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 entrant 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.

Note technique :

Pour les matériaux mentionnés aux alinéas 7-2.1.a. à 7-2.1.j., 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. Systèmes de surveillance des gaz toxiques et leurs composants de détection comme suit : détecteurs, capteurs, cartouches remplaçables et logiciels dédiés à cet usage
- a. Conçus pour le fonctionnement en continu et pouvant être utilisés pour détecter des agents de guerre chimiques ou des précurseurs contrôlés présents en concentrations de moins de 0,3 mg/m³; **ou**
 - b. Conçus pour détecter les substances possédant une activité d'inhibition de la cholinestérase.

(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'Islande, l'Irlande, l'Italie, le Japon, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, la Malte, 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-chlorovinylchlorarsine, (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).
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);
- b. Alkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphonites de O-alkyle (H ou égale ou inférieur à C10, 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)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 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).
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).

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 à niveau de sécurité P3 ou P4

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).

2. Fermenteurs

Fermenteurs permettant la culture de micro-organismes pathogènes ou la production de virus ou de toxines, sans propagation d'aérosol, et d'une capacité supérieure ou égale à 20 litres.

Équipements conçus pour de tels fermenteurs, comme suit :

a. salles de culture conçues pour être stérilisées ou désinfectées sur place;

b. dispositifs de retenue pour salle de culture; **ou**

c. 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).

Les fermenteurs comprennent les bioréacteurs (y compris les bioréacteurs à usage unique (jetables)), les chémostats et les systèmes à débit continu.

3. Centrifugeuse

Séparateurs 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;

b. 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

a. Équipement de filtration à courants croisés (tangentiels) permettant la séparation de microorganismes ou de cultures de cellules pathogènes, 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.

N.B. :

Ce contrôle ne comprend pas les dispositifs à osmose inverse, 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 » signifie la destruction de la capacité d'infection des microorganismes au moyen d'agents chimiques dotés d'un effet germicide. « Désinfection » et « stérilisation » se distinguent de « nettoyage aseptique », terme qui concerne les procédés destinés à diminuer la quantité de microorganismes présents sur l'équipement sans nécessairement éliminer complètement tout microorganisme viable ou toute capacité d'infection des microorganismes.

- 5. Équipement de lyophilisation
Équipement de lyophilisation stérilisable à la vapeur, 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. Enceintes de biosécurité de la catégorie III, ou isolateurs conformes à des normes semblables. (p. ex. isolateurs souples, caissons étanches, chambres anaérobies, boîtes à gants ou hottes à flux laminaire (fermées et à flux vertical)).
- 8. Chambres d'inhalation d'aérosols
Chambres d'inhalation d'aérosols conçues pour l'essai d'aérosols contenant des micro-organismes, des virus ou des toxines, et d'une capacité de 1 m³ ou plus.
- 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 avions, 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 7-12.8.a. et 7-12.8.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 7-12.8. 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.

(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'Islande, l'Irlande, l'Italie, le Japon, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, la Malte, 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, comme ci-dessous :

- a. Virus :
 - 1. Virus Andes;
 - 2. Virus Chapare;
 - 3. Virus chikungunya;
 - 4. Virus Choclo;
 - 5. Virus de la fièvre hémorragique de Congo-Crimée;
 - 6. Virus de la dengue;
 - 7. Virus Dobrava-Belgrade;
 - 8. Virus de l'encéphalite équine de l'Est;
 - 9. Virus d'Ebola;
 - 10. Virus Guanarito;
 - 11. Virus d'Hantaan;
 - 12. Virus Hendra (morbillivirus équin);
 - 13. Virus de l'encéphalite japonaise;

14. Virus de Junin;
 15. Virus de la maladie de la forêt de Kyasanur;
 16. Virus Laguna negra;
 17. Virus de la fièvre de Lassa;
 18. Virus de l'encéphalomyélite ovine;
 19. Virus Lujo;
 20. Virus de la chorioméningite lymphocytaire;
 21. Virus de Machupo;
 22. Virus de Marbourg;
 23. Virus du Monkey-pox;
 24. Virus de l'encéphalite de Murray Valley;
 25. Virus Nipah;
 26. Virus de la fièvre hémorragique d'Omsk;
 27. Virus d'Oropouche;
 28. Virus de l'encéphalite Powassan;
 29. Virus de la vallée du Rift;
 30. Virus Rocio;
 31. Virus Sabia;
 32. Virus de Séoul;
 33. Virus Sin Nombre;
 34. Virus de l'encéphalite de Saint-Louis;
 35. Virus de l'encéphalite à tiques (virus de l'encéphalite verno-estivale russe);
 36. Virus de la variole;
 37. Virus de l'encéphalite équine du Venezuela;
 38. Virus de l'encéphalite équine de l'Ouest;
 39. 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. *Chlamydophila psittaci* (précédemment connue sous *Chlamydia 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 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) ou E. coli productrices de vérotoxine (VTEC).

19. *Coxiella burnetii*;
20. *Rickettsia prowazekii*;
- d. Toxines comme suit et sous-unités :

Note :

Sauf les immunotoxines.

1. Toxines botuliniques;

Note :

Sauf les toxines 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. Toxine shiga;
 7. Entérotoxines de *Staphylococcus aureus*, toxine alpha hémolysine et toxine du syndrome de choc toxique (auparavant dénommée entérotoxine F du *Staphylococcus*);
 8. Tétrotoxine;

9. Vérotoxine et protéines inactivant les ribosomes (RIP) ressemblant à la Shiga;
 10. Microcystine (Cyanginosine);
 11. Aflatoxine;
 12. Abrine;
 13. Toxine du choléra;
 14. Toxine diacétoxyscirpénol;
 15. Toxine T-2;
 16. Toxine HT-2;
 17. Toxine Modeccin;
 18. Toxine Volkensin;
 19. Viscum Album Lectin 1 (Viscumin);
- e. Champignons :
1. *Coccidioides immitis*;
 2. *Coccidioides posadasii*;

Note :

Les agents 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 est inclus dans l'article 7-13.1.a. à 7-13.1.e. 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 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.

- f. Éléments génétiques et organismes génétiquement modifiés :

Note technique :

Les organismes génétiquement modifiés incluent des organismes dont le matériel génétique (séquence d'acide nucléique) a été modifié d'une façon qui ne se produit pas naturellement par reproduction sexuée et/ou recombinaison naturelle et ils comprennent les organismes produits entièrement ou en partie de façon artificielle.

Les éléments génétiques englobent notamment les chromosomes, génomes, plasmides, transposons et vecteurs, qu'ils soient génétiquement modifiés ou non ou synthétisés chimiquement en tout ou en partie.

Séquences d'acides nucléiques liées à la pathogénicité d'un des microorganismes dans l'article 7-13.1 signifie toute séquence spécifique d'un tel microorganisme :

*- qui présente, ou dont le produit de transcription ou de traduction présente, un risque important pour la santé humaine, animale ou végétale; **ou***

- dont on sait qu'elle accroît la capacité d'un microorganisme de la liste, ou de tout autre organisme dans lequel elle peut être introduite ou auquel elle peut être intégrée de quelque façon que ce soit, de porter gravement atteinte à la santé humaine, animale ou végétale.

*Ces mesures de contrôle ne visent pas les séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d'*Escherichia coli* entérohémorragique, de sérotype O157 et des autres souches productrices de vérotoxines, sauf celles qui codent la vérotoxine ou des sous-unités de vérotoxine.*

1. Éléments génétiques renfermant des séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d'un des microorganismes des articles 7-13.1.a. à 7-13.1.e.;
 2. Éléments génétiques renfermant des séquences d'acides nucléiques codant une des toxines de l'article 7-13.1.d. ou une sous-unité de l'une de ces toxines;
 3. Organismes génétiquement modifiés renfermant des séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d'un des microorganismes des articles 7-13.1.a. à 7-13.1.e.;
 4. Organismes génétiquement modifiés renfermant des séquences d'acides nucléiques codant une des toxines de l'article 7-13.1.d. ou une sous-unité de l'une de ces toxines.
- 7-13.2. Agents pathogènes chez les animaux, comme ci-dessous :
- Note :**
Sauf si l'agent est sous forme de vaccin.
- a. Virus :
 1. Virus de la peste porcine africaine;
 2. Virus de la grippe aviaire;

Note :
N'inclut que les virus de la grippe aviaire très pathogènes, tels que définis par les autorités internationales compétentes ou des organismes de réglementation comme l'Organisation mondiale de la santé animale ou l'Union européenne.

 3. Fièvre catarrhale maligne du mouton;
 4. Fièvre aphteuse;
 5. Variole caprine;
 6. Virus de l'herpès (maladie d'Aujeszky);
 7. Virus de la peste porcine;
 8. Virus rabique et tous les autres membres du genre Lyssa virus;
 9. Virus de la maladie de Newcastle;
 10. Virus de la peste des petits ruminants;
 11. Entérovirus porcine type 9 (synonyme de virus de la maladie vésiculeuse du porc);
 12. Virus boripestique;
 13. Virus de la variole ovine;
 14. Encéphalomyélite enzootique porcine;
 15. Virus de la stomatite vésiculaire;
 16. Virus de la maladie de la peau bosselée;
 17. Virus de la peste équine africaine;
 - b. Rickettsies
Aucun
 - c. Bactéries :
 1. Mycoplasma mycoides sous-espèce mycoides SC (small colony);
 2. Mycoplasma capricolum sous-espèce capripneumoniae; (« F38 souche »);
 - d. Éléments génétiques et organismes génétiquement modifiés :

1. Éléments génétiques renfermant des séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d'un des microorganismes des articles 7-13.2.a. à 7-13.2.c.;
2. Organismes génétiquement modifiés renfermant des séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d'un des microorganismes des articles 7-13.2.a. à 7-13.2.c.;

Note technique :

Les organismes génétiquement modifiés incluent des organismes dont le matériel génétique (séquence d'acide nucléique) a été modifié d'une façon qui ne se produit pas naturellement par reproduction sexuée et/ou recombinaison naturelle et ils comprennent les organismes produits entièrement ou en partie de façon artificielle.

Les éléments génétiques englobent notamment les chromosomes, génomes, plasmides, transposons et vecteurs, qu'ils soient génétiquement modifiés ou non.

Séquences d'acides nucléiques liées à la pathogénicité d'un des microorganismes dans l'article 7-13.2 signifie toute séquence spécifique d'un tel microorganisme :

*- qui présente, ou dont le produit de transcription ou de traduction présente, un risque importante pour la santé humaine, animale ou végétale; **ou***

- dont on sait qu'elle accroît la capacité d'un microorganisme de la liste, ou de tout autre organisme dans lequel elle peut être introduite ou auquel elle peut être intégrée de quelque façon que ce soit, de porter gravement atteinte à la santé humaine, animale ou végétale.

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 campestris pv. citri (Xanthomonas campestris pv. citri A) [Xanthomonas campestris pv. citri];
 3. Xanthomonas oryzae pv. oryzae (Pseudomonas campestris pv. oryzae);
 4. Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus (Corynebacterium michiganensis ssp. sepedonicum ou Corynebacterium sepedonicum);
 5. Ralstonia solanacearum, race 3; biovar 2;
- d. Toxines
Aucune
- e. Champignons :
 1. Colletotrichum kahawae (Colletotrichum coffeanum var. virulans);
 2. Cochliobolus miyabeanus (Helminthosporium oryzae);
 3. Microcyclus ulei (syn. 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
 1. Éléments génétiques renfermant des séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d'un des microorganismes des articles 7-13.3.a. à 7-13.3.e.;
 2. Organismes génétiquement modifiés renfermant des séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d'un des microorganismes des articles 7-13.3.a. à 7-13.3.e.

Note technique :

Les organismes génétiquement modifiés incluent des organismes dont le matériel génétique (séquence d'acide nucléique) a été modifié d'une façon qui ne se produit pas naturellement par reproduction sexuée et/ou recombinaison naturelle et ils comprennent les organismes produits entièrement ou en partie artificiellement.

Les éléments génétiques englobent notamment les chromosomes, génomes, plasmides, transposons et vecteurs, qu'ils soient génétiquement modifiés ou non.

Séquences d'acides nucléiques liées à la pathogénicité d'un des microorganismes dans l'article 7-13.3 signifie toute séquence spécifique d'un tel microorganisme :

*- qui présente, ou dont le produit de transcription ou de traduction présente, un risque importante pour la santé humaine, animale ou végétale; **ou***

- dont on sait qu'elle accroît la capacité d'un microorganisme de la liste, ou de tout autre organisme dans lequel elle peut être introduite ou auquel elle peut être intégrée de quelque façon que ce soit, de porter gravement atteinte à la santé humaine, animale ou végétale.

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 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
- analyse de conception
- concept de conception
- assemblage des prototypes
- plans de production à l'échelle pilote
- données relatives à la conception
- procédé ou transformation des données de conception en 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 » qui a été rendue accessible sans restriction quand à sa diffusion ultérieure. (Les restrictions relatives aux droits d'auteur n'empêchent pas la technologie 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.

N.B. : 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.

INDEX

Cet index non exhaustif ne vise qu'à faciliter la consultation.

Absorbeurs du type « cheveu »	1-1.C.	Analyse thermodynamique	6-16.D.
Absorbeurs plans	1-1.C.	Analyseurs d'absorption	3-2.6.
Accélérateurs	3-2.5.8. et 9., 2-19., 4-5.B., 6-15.B.	Analyseurs de réseaux	1-3.A.
Accéléromètres	1-7.A., 6-9.A.	Analyseurs de signaux	1-3.A.
Accéléromètres lineaires	6-9.A.	Analyseurs différentiels numériques	6-13.A.
Accessoires pour fibres optiques	1-5.A.1., 1-6.A.1.	Antennes à réseaux phasés	1-5.A., 1-6.A.
Acier	4-2.C., 4-3.B., 4-4., 6-6.C.	Anticorps pour la guerre biologique	2-7.
Aciers inoxydables duplex stabilisés au titane	6-6.C.9.	Appareils à synthèse d'ammoniac	4-5.D.
Aciers vieillis	4-2.C., 6-6.C.8.	Appareils DCPV avec poussée plasmatique	1-3.B.
Acquisition de cibles	2-5.	Appareils DCPV	1-2.B., 1-3.B., 6-6.B., 6-7.
Acquisition de données	1-9.B.	Appareils de détection immergés	1-6.A., 2-9.
Additifs pour explosifs	2-8., 6-4.C.	Appareils de prise de vues	1-6.A., 1-8.A., 4-5.E., 4-5.
Aéronefs d'entraînement	2-10., 6-10.	Appareils de séparation des isotopes du lithium	4-2.B.
Aéronefs de reconnaissance	2-10., 6-10.	Appareils inertiels de navigation ou d'orientation	1-7.A.
Aérostats	1-9.A., 2-10., 6-1.A.2., 6-19.A.2.	Armements de gros calibres	2-2.
Affûts de canon	2-6.	Armes à canon lisse	2-1., 2-2.
Agents anti-émeutes	2-7.	Armes à énergie cinétique	2-12.
Agents biologiques	2-7., 7-13.	Armes à énergie dirigée	2-19.
Agents C	2-7., 7-1.-7-12.	Armes à rayon laser aveuglantes	2-19., 5501
Agents chimiques	2-7., 7-3.	Armes antichars	2-2.
Agents d'étanchéité	1-1.A.	Armes biologique	2-7., 7-13.
Agents de guerre biologique	7-13.	Armes chimiques	2-7., 7-3.
Agents de polymérisation	6-3.C.	Armes de petit calibre	2-1.
Agents et additifs de propergol	2-8., 6-4.C.	Armes motorisées	2-6.
Agents pathogènes chez les animaux	7-13.	Armes portatives	2-1.
Agents pathogènes chez les humains	7-13.	Armes prohibées	2-1., 2-2.
Agents pathogènes chez les végétaux	7-13.	Armoires de sécurité biologique	7-12.
Agents pour les produits chimiques	7-1.-7-11.	Arséniate de potassium et de titanyle (KTA)	1-6.C.
Agents toxicologiques	2-7., 7-13.	Arséniure de gallium	1-6.A.
Agilité de fréquence radar	1-6.A.	Artillerie automotrices, pièces d'	2-6.
Agitateurs	7-2.1.	Artillerie	2-2.
Alexandrite	1-6.C.	Assemblages électroniques	1-2.B., 1-3.A., 1-4.A., 2-11., 6-11.A.
Algorithmes asymétriques	1-5.A.2.	Ateliers mobiles de réparation	2-17.
Algorithmes symétriques	1-5.A.2.	Authentification	1-5.A.2.
Alimentation en air, appareils d'	2-10.	Avionique	1-7., 6-11.
Alimentations en courant fort continue	4-3.A.	Avions	2-10.
Alliages d'aluminium	1-1.C., 4-2.C.	Avions, équip. pour manipulation d'	2-10.
Alliages de magnésium	1-1.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.	Avitaillement en vol	2-10.
Alliages de niobium	1-1.C.	Bactéries, humain, animal	7-13.
Alliages de tungstène	1-1.C., 4-2.C., 6-6.C.	Bancs d'essais	6-15.B.
Alliages de tungstène et de molybdène	6-6.C.	Barrières de diffusion gazeuse	3-2.5.3.1.
Alliages d'uranium titane	1-1.C.	Bassins d'essai de carène	1-8.B.
Alliages métalliques	1-1.C.	Batteries d'hydrophones	1-6.A.
Altimètres	1-7.A., 6-11.A.	Batteries	1-3.A.
Amphibies, véhicules	2-6.	Béryllium substrats bruts	1-6.C.
Amplificateurs à semi-conducteurs		Béryllium	1-1.C., 1-2.A., 1-6.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.
hyperfréquences	1-3.A.	Beurre d'arachides	5201
Amplificateurs optiques	1-5.B., 1-5.E.		
Analyse aérodynamique	6-16.		

Billes	5101	Capteurs magnétiques et à champ électrique	1-6.A.6., 1-6.B., 1-6.C., 1-6.D., 1-6.E.
Biocatalyseurs	2-7.	Capteurs optiques	1-6.A.
Bismaléimides	1-1.C.	Capteurs radar d'imagerie	2-12.
Bismuth	2-8., 4-2.C., 6-4.C.	Capteurs sous-marins à champ électrique	1-6.A.6.
Blindé, matériel	2-13.	Carabines	2-1., 2-2.
Blocs d'alimentation pour aimants	3-2.5.9., 5502	Carbone de type diamant	1-2.E.
Blocs d'alimentation pour micro-ondes	3-2.5., 4-5.B.1.	Cardans	1-6.A.
Blocs d'alimentation haute puissance à courant continu	3-2.5., 4-3.A., 5502	Carters en céramique	1-9.B.
Blocs d'alimentation haute tension à courant continu	3-1.5., 4-5.3.	Cartes de circuits imprimés	1-2.B.
Bobines d'induction de champ toroïdal	5502	Cartes de commande de mouvement	4-5.
Bois à pâtes	5102	Cartographie de terrain	6-11.A.
Bois d'œuvre	5104, 5105	Cartouches	2-3., 2-4.
Bombardement, calculateurs et viseurs	2-5.	Casques protecteurs	2-10.
Bombes incendiaires	2-4.	Casques, militaires	2-13.
Bombes	2-4.	Catalyseurs de carbone	4-6.A.
Bore et composés du bore	1-1.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.	Catalyseurs platinisés	4-2.A.
Boucliers thermiques	3-2.1.11., 6-2.A., 6-6.A.	Catalyseurs	4-2.A.2., 6-4.C.
Brouillage, matériels de	2-4., 2-11.	CCME (contre-contre-mesures électroniques)	2-11.
Broyeurs à jet	6-4.B.	Cellules électrolytiques pour la production de fluor	4-3.B.
Broyeurs à tuyère	6-3.B.	Centrifugeuses à gaz	3-2.5.1. & 2.
Appareils de brumisation	7-8.	Centrifugeuses capable de séparation	7-12.3.
Brûleurs catalytiques	3-2.6.7.	Centrifugeuses	6-9.B.
C3I, logiciel	2-21.	Céramique	1-1.C., 1-9.B.
Câbles à fibres optiques	1-5.A.1., 1-6.A.	Chambres anachoïques	6-15.B.4.
Câbles de télécommunication, imprenable	1-5.A.	Chambres d'inhalation d'aérosols	7-12.8.
Câbles	1-5.A., 1-8.A.	Chambres de poussée à haute pression	1-9.A.
Calcium (très pur)	3-2.7.2., 4-2.C.5.	Chambres de poussée	1-9.A.
Calculateurs à réseaux systoliques	1-4.A.	Chambres environnementales	6-15.B.4.
Calculateurs analogiques	6-13.A.	Champignons	7-13.
Calculateurs de transformée de Fourier rapide	1-3.A.	Changeurs de fréquence	3-1.5., 4-5.3.
Calculateurs hybrides	6-16.A.	Changeurs de fréquence, centrifugation gazeuse	3-1.5.
Calculateurs neuronaux	1-4.A.	Charges sous-marines	2-4.
Calculateurs numériques	1-4.A., 1-4.C., 1-4.E., 6-13.A.	Charges utiles	5504
Calculateurs optiques	1-4.A.	Chars	2-6.
Calculateurs	1-4.A., 2-11., 6-13.A.	Chauffage à quartz	1-9.B.
Caméras	1-6.A., 1-8.A., 4-5.B., 4-6.A.	Chiffrement, Équipements de	1-5.A.
Caméras de prises de vues aériennes	2-15.	Chiffrement numérique, Équipements de	1-5.A.
Caméras de reconnaissance	2-15.	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.4.	Circuits intégrés hyperfréquences	1-3.A.
Caméras électroniques à images	1-6.A., 4-5.B.4.	Circuits intégrés par réseaux neuronaux	1-3.A.
Caméras militaires	2-15.	Circuits microélectroniques	5504
Caméras sous-marines	1-8.A.	Circuits intégrés	1-3.A.
Camouflage	2-17.	Circuits microélectroniques	5504
Canalisations à parois multiple	7-2.	CME (contre-mesures électroniques)	2-11.
Canons sans recul	2-2.	Codeurs de position absolue	1-3.A.
Canons	2-2.	Colonnes à plateaux permettant l'échange eau-sulfure d'hydrogène	3-2.6., 4-4.B.1.
Capteurs d'imagerie multispectraux	1-6.A.	Colonnes d'échange eau-sulfure d'hydrogène	4-4.B.
Capteurs d'infrarouges	2-15.	Colonnes d'absorption	7-2.1.
Capteurs électromagnétiques supraconducteurs	1-6.A.	Colonnes de distillation cryogénique	4-4.B.2.
		Colonnes de distillation	4-4.B., 7-2.1.
		Combinaisons anti-G (antigravitaire)	2-10.
		Combustibles liquides	2-8., 6-4.C.
		Commandes du vecteur poussée	6-2.A.

Index

Commandes électroniques numériques		Détecteurs	1-6.A.
moteur pleine autorité	1-7.E., 1-9.D., 1-9.E.	Détecteurs acoustiques	1-6.A.
Commutation optique	1-5.B.1., 1-5.D., 1-5.E.	Détecteurs optiques	1-6.A.
Commutation, Équipement de	1-5.A.	Détecteurs pour batteries à plan focal	1-6.A.
Compas	2-9.	Détection immergés, appareils de	2-9.
Composants d'armes	2-1., 2-2.	Détection, matériel de	2-5., 7-2.
Composants de composés fluorés	1-1.A.	Détection, matériel pour réduction de la	1-1.C., 2-17., 6-17.
Composants, équipement nucléaire	3-2.8.	Détonateurs	4-1.A.1.
Composés chimioluminescents	5504	Deutérium	3-2.2., 4-6.A.5.
Composés chimiques	7-3., 7-4.	Deutérium, installation de production	3-2.6., 3-2.2., 4-6.A.5.
Composés fluorés	1-1.A., 1-1.C.	Deutérium, paraffines au deutérium	
Composites	1-1.B., 1-1.C., 6-6.A.	hydrures de lithium	3-1.3.
Compresseurs	1-9.E., 3-2.5.	Diamètre volumétrique moyen	7-12.8
Conception d'intégration des systèmes	6-16.	Diffusiomètres	6-9.A.
Condensateurs à capacité de stockage		Diodes laser	1-5.B., 1-5.D., 1-5.E.
d'énergie élevée	1-3.A., 4-6.A.	Dirigeables sans équipage	1-9.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	4-1.F.
Conduite de tir, matériels de	2-5.	Dispositifs de commutation électronique	4-6.A.
Connecteurs pour fibres optiques	1-8.A., 2-9.	Dispositifs de stockage de propergol	1-9.A.
Contacteurs à impulsions	4-6.A.	Dispositifs de visée	2-1., 2-2., 2-5.
Conteneurs, chimiques	7-2.	Dispositifs électroniques supraconducteurs	1-3.A.
Conteneurs de stockage	7-2.	Dispositifs hyperfréquences ou à	
Conteneurs, militaires	2-17.	ondes millimétriques	1-3.A.
Contre-contre mesures électroniques	2-11.	Dispositifs, programmables par l'utilisateur	1-3.A.
Contre-mesures électroniques	2-11.	Dispositifs utilisant les ondes acoustiques	1-3.A.
Contrôle dimensionnel, Équipement de	1-2.B., 4-1.B.	Dispositifs utilisant les ondes	
Contrôle, systèmes électroniques de	2-11.	acoustiques de surface	1-3.A.
Contrôleurs d'accès au réseau	1-4.A.	Dispositions de séparation d'étages	6-3.
Convertisseurs d'ammoniac, craqueurs, tours	4-4.B., 3-2.6.	Disrupteurs	1-1.A., 2-1., 2-2., 2-4.
Convertisseurs de fréquence	3-2.6.2.4., 4-3.A.1.	Dissipateurs de chaleur	6-2.
Convertisseurs analogiques-numériques	1-3.A., 1-4.A., 6- 14.A.	Divers	5505
Convertisseurs numériques-analogiques-	1-3.A.	Dragage de mines, câbles pour le	2-4.
Copolymères cristaux liquides		Diffusiomètres	6-9.
thermoplastiques	1-1.C.	Eau lourde, installations de production	3-2.2., 3-2.6., 4-2.A.
Copolymères	1-1.A.	Échangeurs de chaleur	3-2.1.9., 3-2.5., 7-2.
Coprocresseurs graphiques	1-4.A.	EEPROM	1-3.A.
Coque, pénétrateurs et connecteurs de	1-8.A., 2-9.	Effecteurs terminaux	1-2.B., 2-17., 4-1.A.3.
Coques	1-8.A., 2-9.	Électro-aimants solénoïdes à supraconducteurs	1-3.A., 4-3.A.
Craqueurs d'ammoniaque	3-2.6.	Électroniques, matériels	1-3.A., 2-11.
Creusets	3-2.3., 3-2.5., 3-2.7.	Éléments combustibles, inst. de fabrication	3-2.4.
Cryogéniques, équipements	2-20.	Éléments génétiques	7-13.
Cryptages, équipement de	1-5.A.2., 2-11.	Éléments optiques à ouverture commune	2-19.
Cryptographie quantique	1-5.A.2.	Éléments primaires	1-3.A.
Cryptologie	1-5.A.2., 1-5.D.2., 2-11.	Éléments rechargeables	1-3.A.
Cuves de réacteurs sous pression	3-2.1.	Enceintes de diffuser	3-2.5.3.2.
Cuves des réacteurs	7-2.	Enceintes environnementales	6-15.
Démolition, matériels de	2-4.	Engins aériens téléguidés	2-10.
Dépannage, véhicules de	2-6.	Engins cibles	6-10., 6-19.
Dépôt sous forme gazeuse,		Engins de reconnaissance	6-10., 6-19.
Équipements pour le	6-6.	Engins explosifs improvisés	1-1.A., 2-4.
Dépôt, équipements pour le dépôt en phase		Enregistreurs analogiques d'instrumentation	1-3.A.
vapeur par procédé chimiques	1-2.B., 1-2.E., 1-3.B., 6-6.B.4.	Enregistreurs numériques d'instrumentation	1-3.A.
		Enregistreurs vidéo numérique	1-3.A.
		Enrichissement aérodynamique	3-2.5.5.
		Ensembles de broches	1-2.B.

Ensembles de glissières	1-2.B.	Équipements contenant des brasseurs numériques	1-5.A.
Ensembles hyperfréquences	1-3.A.	Équipements d'élimination par méthodes sèches anisotropes par plasma	1-3.B.
Entraînement, matériels d'	2-14.	Équipements de croissance épitaxiale	1-3.B.
Entraîneurs	2-14.	Équipement inertiel de détermination de l'azimut, du cap et du nord	1-7.A.
Entretien militaire	2-18.	Équipements de réception de positionnement global par satellite	1-7.A.
Enveloppes de diffuseur	3-1.5.	Équipements de soutien de lancement	6-12.A.
Enveloppes de moteurs fusée	6-3.	Équipements de télécommunication résistant aux effets du rayonnement	1-5.A.1.
Enveloppes de moteurs	1-9.A.	Équipements destinés à mesurer le facteur de réflexion	1-6.B., 6-17.B.
Enzymes pour guerre chimique et biologiques	2-7., 7-13.	Équipement par la dissémination	2-7.
Équipement acoustique de levé des fonds marins	1-6.A.	Équipements pour la fabrication de propergols	6-4.B.
Équip. conçu en vue de l'emploi avec des réacteurs nucléaires	3-2.1.	Équipements pour la réalisation des préimprégnés	1-1.B., 6-6.B.
Équipement d'avionique, fusées	6-11.	Équipements pour la réalisation d'instruments de navigation	6-9.B.
Équipement bancaire	1-5.A.2.	Équipements pour la réalisation d'instruments de radiogoniométrie	6-9.
Équipement de brouillage	1-5.A.2., 2-11.	Équipements pour la réalisation de missiles, de roquettes et de véhicules aériens autopilotés	6-2.B., 6-20.B.
Équipement de commutation pour circuits numériques	1-5.B., 1-5.D., 1-5.E.	Équipements pour l'extrusion par voie humide	6-6.B.
Équipement de contre mesure	2-5., 2-11., 2-15., 2-19.	Équipements pour la réalisation de turbines à gaz	1-9.B., 6-3.B.
Équipement de contre-contre mesure	2-11.	Équipements pour la réalisation de composites structuraux	6-6.B.
Équipement de contrôle d'attitude	6-10.A.2.	Équipements pour la réalisation de commandes de vol	6-10.A.
Équipement de contrôle des dimensions	1-2.B., 4-1.B.	Équipements pour la réalisation de matériel de télécommunication	1-5.B.
Équipement de décontamination	1-1.A., 2-7.	Équipements pour la réalisation de systèmes de propulsion	1-9.B., 6-3.B.
Équipement de dissolution	3-2.3.2.	Équipements pour la réalisation des préformés	1-1.B., 6-6.B.
Équipement de fluotournage	6-6.B.	Équipements pour la réalisation de moteur d'avion	6-3.B.
Équipement de guidage et de navigation	1-7.A, 2-9., 6-2.A. 6-9.A.	Équipements pour l'extrusion par voie humide	6-6.
Équipement d'interception	1-5.A.1., 2-11.	Équipements radio à spectre étalé	1-5.A.
Équipement de levé sous-marin	1-6.A.	Équipements, télécommande	6-12.A.
Équipement de poursuite de missiles	2-5., 6-12.A.	Esters nitriques	6-4.C.
Équipement de production à « commande par programme enregistré »	1-2.B., 1-3.B., 6-6.B.	Étages de fusée	2-4., 6-2.A., 6-20.A.
Équipement de production chimique	7-2., 7-12.	Étalons de fréquence atomiques	1-3.A.
Équipement de production d'armes chimiques	7-1., 7-2.	Explosifs	2-8., 4-1.A.3., 4-6.A., 6-4.C.
Équipement de production de fluor	4-3.A.	Extracteurs de solvants	3-2.6.1.
Équipement de protection laser	2-17.	FADEC	1-7.E., 1-9.D., 1-9.E.
Équipement de radiogoniométrie	1-5.A.1., 6-11.A.	Faisceau de particules, systèmes à	2-19.
Équipement de radiographie éclair	4-5.B.	Fenêtres de blindage anti-radiation	4-1.A.
Équipement de remplissage télécommandé	7-2.2.	Fermenteur d'agents biologiques	7-12.2.
Équipement de séchage par atomisation	7-12.6.	Feuillards d'alliage amorphe	1-1.C.
Équipement de séparation de gaz	3-2.5.	Fibres de carbone	1-1.C.
Équipement de séparation des isotopes d'uranium et composants	3-2.5., 4-3.	Fibres de détection optiques	1-6.A.
Équipement de séparation	7-1., 7-12.	Fibres optiques de pénétration de coque	1-8.A.
Équipement de test biologique	7-12.	Fibres optiques	1-5.A.1., 1-6.A.
Équipement de traitement de signal ou renforcement d'image	1-4.A.	Fibres	1-1.C., 1-5.A.
Équipement d'essai nucléaire	4-5.A.	Filets sous-marins	2-9.
Équipement d'essai pour la propulsion	1-9.B.		
Équipement et systèmes de navigation	1-7., 1-8.A., 6-9.A.		
Équipement industriel à double usage dans le secteur nucléaire	4-1.A.		
Équipement laser de détection acoustique	1-6.A.		
Équipement pour le dépôt d'arc cathodique	1-2.B.		
Équipement pour l'implantation ionique	1-3.B.		
Équipements conçus pour l'implantation ionique	1-3.B.		

Index

Filtres optiques	1-6.A.	Hélices	1-8.A.
Filtres, accordables	1-3.A.	Hélicoptères	2-10.
Fluides d'amortissement	1-1.C.	Hélium-3	4-2.B.1., 4-2.C.
Fluides de flottaison	1-1.C.	Hexafluorure d'uranium	3-1.2.
Fluides hydraulique	1-1.C.	HMX	2-8., 4-6.C., 6-4.C.
Fluor, production de	4-5.3.	Huiles d'hydrocarbures synthétiques	1-1.C.
Fluoropolymères	2-7.	Huiles d'hydrocarbures	1-1.C.
Forge, pièces de, militaires	2-16.	Hydrophones	1-6.A.
Fours à dépôt chimique en phase vapeur	1-2.B., 6-6.B.4.	Hydroptères	1-8.A.
Fours à induction sous vide	4-1.B.4.	Imagerie infrarouge, Équipements d'	1-6.A.
Fours à induction	4-1.B.	Imagerie thermique, équipements d'	1-6.A., 2-15.
Fours métallurgiques à bombardement d'électrons	4-1.B.	Imagerie, équipements d'	1-6.A., 2-15.
Fours métallurgiques à plasma	4-1.B.	Impulsion électromagnétique	1-5.A.
Fours métallurgiques	4-1.B.	Incinérateurs	7-2.3.
Fours sous vide	4-1.B.	Infrarouge, équipement à	2-15.
Fours	3-2.7., 4-1.B.7.	Injecteurs	6-7.
Fumées, lancement de	2-2.	Inst. conçues pour séparer les isotopes	3-2.5.
Fusées de signalisation	2-4.	Installations d'essai aérodynamiques	6-15.B.2
Fusées sondes	2-10., 6-1.A., 6-19.A.	Installations d'essais militaires	2-18.
Fusées	2-4., 6-1.A., 6-19.A., 6-20.A.	Installations de confinement biologique	7-12.
Fusils	2-1.	Installations de confinement	7-12.
Fusion Nucléaire	5502.	Installations de conversion du nitrate de plutonium	3-2.3.
Gaines de combustible nucléaire	3-2.1.6.	Installations de conversion du plutonium	3-2.7.
Galileo	6-11.A.3.	Installations de production d'armes chimiques	7-1.
Garnissages spéciaux utilisés pour séparer l'eau lourde	4-4.A.	Installations de production de deutérium	3-2.6.
Gaz lacrymogènes	2-7.	Installations de production de missiles, de roquettes et de véhicules aériens télépilotes	6-2.B., 6-20.B.
Gaz, lancement ou production de	2-2.	Installations de production de moteurs d'avion	1-9.B., 6-3.B.
Gélifiants	2-4.	Installations de production de plutonium métal	3-1.5.
Générateur de rayons-x à éclairs	4-5.E.	Installations de production de systèmes de propulsion	6-3.B.
Générateur d'énergie, équipement	2-17.	Installations de production de tritium	4-1.H.
Générateur d'impulsions haute tension	4-5.B.	Inst. de retraitement d'éléments de combustibles	3-2.3.
Générateur d'impulsions haute vitesse	4-2.G.	Inst. pour la production de (UF ₆)	3-2.5.
Générateurs de neutrons, systèmes	4-1.H.	Installations pour le plutonium	3-2.3., 3-1.5.
Générateurs nucléaires de vapeur	3-2.1.	Installations, production d'éléments combustibles	3-2.4.
Générateurs photovoltaïques	1-3.A.	Installations, séparation de matières fissiles	3-2.3.
Génie pour zone de combat, équipement de	2-17.	Installations, traitement de matières fissiles	3-2.3.
Géophones terrestres	1-6.A.	Installations, traitement de matières irradiées	3-2.3.
Gestion clé	1-5.A.2.	Inst. conçues pour la fabrication d'éléments de combustibles	3-2.4.
GLONASS	6-11.A.3.	Instrument de mesure de la pression	4-3.A.
Gradiomètres de gravité	1-6.A., 6-12.A.3.	Instruments de détection et de mesure des neutrons	3-2.1.
Graphite	3-2.2.2., 3-2.5.9., 6-6.C.3	Instruments de mesure angulaire	4-1.B.
Graphites en vrac	6-6.C.3.	Instruments de mesure de déplacement linéaire	1-2.B., 4-1.B.
Gravimètres	1-6.A., 6-12.A.3.	Instruments de mesure de déplacement angulaire	1-2.B.
Gravimètres, Equip. de production de	1-6.B.	Instruments hydrodynamiques	4-5.B.
Grenades fumigènes	2-4.	Intégration de capteurs, matériels d'	2-5.
Grenades sous-marines	2-4.	Intensificateurs d'image	1-6.A., 2-15.
Grenades	2-4.	Interféromètres	4-5.B.5., 6-11.A.
Guerre biologique	2-7., 7-10.	Isolation	1-9.A., 6-3.A.3.
Guerre chimique	2-7., 7.	Isotopes, installations pour la séparation des	3-2.5.
Guides d'onde souples	1-3.A.	Isotopes, matières pour la séparation des	3-1.5., 4-5.3.
Guides d'ondes à rubans	4-6.A.6.	Isotopes, séparation des	3-1.5., 4-5.3.
Gyro-astro-compas	1-7.A, 6-9.	Jauges de contrainte	1-9.B.
Gyroscopes	1-7.A, 6-9.A.		
Gyrostabilisateurs	6-9.A.		
Hafnium	1-6.C., 3-2.1.6., 4-2.A. & C.		

Joint d'étanchéité	1-1.A.	Machine à entrelacer	1-1.B., 6-6.B.1.
L'orientation du faisceau	1-5.A.	Machines à décharge électrique	1-2.B., 4-1.B.2.
Lance-flammes	2-2.	Machines à entrelacer	1-1.B., 6-6.B.1.
Lance-fumées	2-2.	Machines à repousser	1-2.B, 4-1.B., 6-3.B.
Lance-gaz	2-2.	Machines à tailler	1-2.B., 2-18., 4-1.B.
Lance-projectiles	2-2.	Machines d'équilibrage	
Lance-roquettes	2-2.	multiplans centrifuges	4-5.B.3.
Lanceurs	1-9.A., 6-10.	Machines de fluotournage	1-2.B., 4-1.B., 6-3.B.
Lanceurs spatiaux	2-10., 6-1.A.		
Laser entraînant la cécité	2-19., 5501	Machines de chargement du combustible	
Laser, Équipements de diagnostics	1-6.A.	nucléaire	3-2.1.
Laser, Équipements de production de	1-6.B.	Machines de fraisage	1-2.B.
Laser, Équipements d'essai de	1-6.B.	Machines de rectification	1-2.B.
Lasers à semi-conducteurs	1-5.B., 1-5.D., 1-5.E., 1-6.A.	Machines de repoussage	4-1.B.
Lasers	1-5.B., 1-5.D., 1-5.E., 1-6.A., 2-19., 3-2.5.7.13., 4-3.A.2., 5501	Machines de tissage	1-1.B., 6-6.B.
Lasers, amplificateurs	4-5.3.	Machines de tournage	1-2.B., 4-1.B.2.
L'eau lourde	3-1.3.	Machines d'équilibrage	4-3.B.3., 6-9.B.2.
Lidar	1-6.A., 6-11.A.	Machines pour la pose de bandes	1-1.B., 6-6.B.
Lithium, appareils de production		Machines pour le bobinage de filaments	1-1.B., 4-3.B., 6-6.B.
et de séparation	4-2.C.	Machines pour le placement de câble	
Lithographie, Équipements de	1-3.B.	de filaments	1-1.B.
Logiciel (voir équipement correspondant)		Machines-outils à commande numérique	1-2.B., 4-1.B.
Logiciel C ³ I, C ⁴ I	2-21.	Machines-outils à faisceau électronique	1-2.B.
Logiciel de modélisation	6-16.D.	Machines-outils à forer des trous profonds	1-2.B.
Logiciel de simulation fondées sur		Machines-outils à jet de liquide	1-2.B.
les principes physiques	1-3.D.	Machines-outils de contournage	4-1.B.
Logiciel d'intrusion	1-4.D.4.	Machines-outils	1-2.B., 4-1.B.2.
Logiciel de télécommunications	1-5.D.	Magazines pour les armes	2-1., 2-2.
Logiciel pour marine	1-8.D.	Magnésium	1-1.C., 2-8., 4-1.B.2.
Logiciel, commande de vol	6-12.D.	Magnétomètres	1-6.A.
Logiciel, composites structuraux	6-6.D.	Mandrins	4-1.B., 6-6.B.1.
Logiciel, déchiffrement de code de distance des		Marchandises en transit	5401
systèmes mondiaux de navigation par		Marchandises pour certaines utilisations	
satellite (GNSS)	1-7.D.5.	(fourre-tout)	5505
Logiciel, densification	6-6.D.	Marchandises provenant des États-Unis	5400
Logiciel, dépôt pyrolytique	6-6.D.	Masques à gaz	1-1.A., 2-7.
Logiciel, effets nucléaires	6-18.D.	Masques ou réticules	1-3.B.
Logiciel, furtivité	6-17.D.	Matériaux alliés	1-1.C.
Logiciel, insensibilisation aux radiations	6-18.D.	Matériaux carbone-carbone	1-9.A., 6-6.C.
Logiciel, installations d'essais		Matériaux céramiques	1-1.C., 3-2.5.3., 6-6.C.
environnementaux	6-15.D.	Matériaux de base céramiques	1-1.C.
Logiciel, intégration de conception	6-16.D.	Matériaux de structure	6-6.C.
Logiciel, intégration des instruments de vol	6-9.D.	Matériaux fibreux ou filamenteux	1-1.C., 4-2.C., 4-3.B., 6-6.C.
Logiciel, missiles, roquettes et véhicules		Matériaux hétéro-épitaxiés	1-3.C.
aériens télépilotés	6-1.A., 6-19.A., 6-20.D.	Matériaux optiques	1-6.C.
Logiciel, moteurs d'avion	6-3.D.	Matériaux pour absorber les ondes	
Logiciel, production de propergol	6-4.D.	électromagnétiques	1-1.C.
Logiciel, propulsion	1-9.D., 6-3.D.	Matériaux pour la fabrication de têtes/disques	1-4.C.
Logiciel, radiogoniométrie	6-9.D.	Matériaux pour la séparation des isotopes	3-1.4.
Logiciel, simulation	2-21., 6-16.D.	Matériaux précurseurs	1-1.C.
Logiciel, soutien de lancement	6-12.D.	Matériaux structuraux	6-6.C.
Logiciels intégrés dans des systèmes d'armes	2-21.	Matériel aéroporté	2-10.
Logiciels, navigation et avionique	1-7.D., 6-9.D., 6-11.D.	Matériel d'essais des appareils inertiels	6-9.B.
L'orientation du faisceau	1-5.A.	Matériel d'oxygénation	2-10., 2-17.
Lubrifiantes	1-1.C.	Matériel de conduite de tir	2-5.
		Matériel de dégazage	7-12.

Index

Matériel de filtration	7-12.4.	Mode de transfert asynchrone	1-5.B.1., 1-5.D.12., 1-5.E.1.
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	2-7.	Module de puissance hyperfréquence	1-3.A.
Matériel de protection/ confinement biologique	7-12.	Molybdène	6-6.C.7.
Matériel de remplissage télécommandé	7-2.	Montages	1-1.B., 1-9.B.
Matériel de remplissage	7-12.	Mortiers	2-2.
Matériel et composants pour les essais nucléaires	4-2.G.	Moteurs à cycles combinés	1-9.A., 6-3.A.2.
Matériel électronique pour le militaire	2-11.	Moteurs aéronautiques	2-10.
Matériel radio	1-5.A.	Moteurs à turbine à gaz	1-9.A., 6-3.
Matériels céramiques	6-8.	Moteurs à turbines à gaz marins	1-8.A., 1-9.A.
Matériel pour la dissémination	2-7.	Moteurs d'aéronefs	1-9.A., 2-9., 2-10., 6-3.A.
Matériels pour diminuer la réflectivité radar	1-1.A., 1-1.C., 6-17.B.	Moteurs électriques pour sous-marins	1-8.A., 2-9.
Matériels terminaux d'interface	1-4.A.	Moteurs fusée hybrides	6-2.A.1., 6-3.A.6., 6-20.A.1.
Matières brutes	3-1.2.	Moteurs fusée	2-4., 6-2.A., 6-20.
Matières de base	3-1.2.	Moteurs pour navires militaires	2-9.
Matières de la CAC	7-3.	Moteurs pour véhicules militaires	2-6.
Matières fissiles	3-2.4.	Moteurs pulsoréacteurs	6-3.A.
Matières pour la séparation des isotopes	3-1.5.	Moteurs statoréacteurs à combustion	1-9.A.
Matières pour sources de chaleur nucléaires	1-1.C.	Moteurs statoréacteurs	1-9.A., 6-3.A.
Matrices	1-1.B., 1-2.B., 4-3.B.	Moteurs	1-9.A., 6-3.A.
Mécanismes de désaccouplement	6-3.	Moulage, Équipements de	1-9.B.
Mécanismes de têtes militaires	6-2.A.	Moules	1-1.B., 1-2.B., 6-6.B.1.
Mécanisme électronique supraconductive	1-3.A.	Mousse syntactique	1-8.C.
Mélanges chimiques	7-2.	MTA	1-5.B.1., 1-5.D., 1-5.E.1.
Mélangeurs discontinus	6-4.B.3.	Munitions	2-3., 2-18.
Mélangeurs en continu	2-18., 6-4.B.	Navals, équipements	2-9.
Mélasses	5204	Navires de surface	1-8.A.
Mémoires à semi-conducteurs	1-3.A.	Navires	1-8.A., 2-9.
Mesure, Équipements de	1-2.B., 1-9.B., 4-1.B.	Neptunium	1-1.C.
Métal sous forme brute	1-1.C.	Nez de véhicules de rentrée	6-7.
Métal sous forme mi-ouvrée	1-1.C.	Nickel	1-1.C.
Métaux magnétiques	1-1.C.	Nickel, poudre de	1-1.C., 3-2.5., 4-2.C.16.
Micro-calculateurs	1-3.A.	Nitrate de plutonium	3-2.3.
Microcircuits résistant aux effets du rayonnement	1-3.A., 6-18.A., 5504	Noyaux en céramiques	1-9.B.
Microcommande	1-3.A.	Obturbateurs à déclenchement électronique	2-22.
Micro-ondes, armes à	2-19.	Obusiers	2-2.
Micro-organismes	7-13.	Optiques de contrôle, Équipements	1-6.A.
Microphone laser	1-6.A.	Ordinateurs	1-4.A., 2-11., 6-13.A.
Microprocesseurs	1-3.A.	Oscillateurs	4-3.A.2.
Mines anti-personnel	5503	Outillage	1-9.B.
Mines	2-4., 5503	Outils de coupe en diamant	1-2.B.
Minirefroidisseurs Joule-Thomson	1-6.A.	Outils de coupe	1-2.B.
Mirco-organismes génétiquement modifiés	7-13.	Oxyde de plutonium,	3-2.7.
Miroirs à réseaux phasés	1-6.A.	Parachutes	2-10.
Miroirs optiques	1-6.A.	Paraffines lourdes	3-1.3.
Miroirs refroidis	1-6.A.	Pathogènes, humain, animal, végétatif	7-13., 7-13.1., 7-13.2.
Missile, équipement de poursuite et guidage de	2-5., 6-9.A.	Perchlorate d'ammonium	2-8.1., 6-4.B.
Missiles de croisière	6-1.A.2., 6-19.A.2.	Performance de crête corrigée	1-4.A., 1-4.D., 1-4.E.
Missiles, guidés et non guidés	2-4., 6-1.A., 6-19.A.	Photocathodes	1-6.A.
Mitrailleuses	2-1.	Photodiodes ou phototransistors semi-conducteurs	1-6.A.

Photographique, matériel	1-6.A., 1-8.A., 2-15., 4-2.B., 4-5.B.	Presses isostatiques	1-2.B., 4-1.B.5., 6-6.B.3.
Pièces de fonderie	2-16.	Processeurs de transformée de Fourier rapide	1-3.A.
Pièces de forge	2-16.	Production de biens militaires, équip. et tech.	2-18.
Piles électriques	1-3.A.	Production de hexafluorure d'uranium	3-1.5.
Piles solaires	1-3.A.	Production de deutérium	3-2.6.
Piles thermiques	6-12.A.	Production de plutonium	3-1.5.
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	3-1.2., 4-1.H.
Pistolets	2-1.	Production d'équipements de propulsion	1-9.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.C.
Plaques à microcanaux	1-6.A.	Produits alimentaires	5201, 5202 5203, 5204
Plaques de blindage	1-1.A., 2-13.	Produits chimiques pour propergols	6-4.C.
Plaquettes	1-3.A.	Produits chimiques toxiques	7-3.
Plasma, Équipements pour la pulvérisation de	1-2.B.	Produits chimiques	1-1.C., 2-7., 2-8. 6-4., 7-3., 7-4.
Plastifiants nitrate	6-4.C.	Produits contenant du sucre	5203
Plongée sous-marines, appareils de	1-8.A., 2-17.	Produits de bois	5101, 5102, 5103, 5104
Plongée sous-marines, matériels de	2-17.	Produits en substances non fluorées	1-1.A.
Plutonium	1-1.C., 3-1.	Produits fissiles	3-1.1.
Plutonium, nitrate de	3-2.3.	Produits forestiers	5101, 5102, 5103, 5104
Plutonium, oxyde de	3-2.3.	Produits laminés	1-1.A.
Pointage de nuit, matériel de	1-6.A., 2-5., 2-15.	Profilomètre	1-7.B., 6-9.B.
Pointage, dispositifs de	2-5.	Projecteurs acoustiques	1-6.A.
Polyarylèneécétones	1-1.C.	Projecteurs électriques	2-17.
Polycarbosilazanes	1-1.C.	Propergols à haut rendement	2-8., 6-4.C.
Polydiorganosilanes	1-1.C.	Propergols composites	6-4.C.
Polyétherimides aromatiques	1-1.C.	Propergols solides	2-8., 6-4.A.
Polyimides aromatiques	1-1.C.	Propergols	2-8., 6-4.C.
Polymères	1-1.A.	Propulsion électromagnétique	2-12.
Polymères conducteurs	1-1.C.	Propulsion nucléaire	2-17., 3-2.1.
Polymères piézoélectriques	1-1.A.	Propulsion par plasma	2-12.
Polysilazanes	1-1.C.	Propulsion, Équipements de contrôle de systèmes de	1-9.B.
Pompes à vide	3-2.5., 4-3.A.8.	Propulsion, Équipements d'essai de	1-9.B.
Pompes	1-9.A., 3-2.1., 3-2.5., 3-2.6., 4-2.B., 4-3., 4-4., 6-3.A., 7-2.1.	Protection balistiques, matériaux pour la	2-13.
Ponts, télécommunications	1-5.A.	Protection contre le souffle/chaleur	6-18.
Position, indicateurs de	2-5.	Protection contre les rayons X et les effets thermiques	6-18.A.
Pots fumigènes	2-4.	Protection EIM	6-18.
Poudres d'alliages métalliques	1-1.C.	Protection thermique	6-2.
Poudre d'aluminium	2-8., 6-4.C.	Pulso-réacteur	6-3.
Poudre de fer	2-8.	Pulvérisation cathodique	1-2.B.
Poudre de magnésium	2-8., 6-4.C.	Pyrolytiques, Équipements	6-6.B.
Poudre de nickel	1-1.C., 3-2.5., 4-2.C.16.	Pyrotechniques, lancement de matériels	2-2.
Poudre de nickel, grande pureté	4-2.C.	Pyrotechniques, produits	2-8.
Poudre de zirconium	2-8., 6-4.C.	Radar à laser	1-6.A., 6-11.A.
Poudres métalliques	1-1.C.	Radars	1-6.A., 2-11., 6-9.A., 6-11.A., 6-12.A.
Précurseurs d'agents chimiques	2-7., 7-3., 7-4.	Radios à sauts de fréquence	1-3.A., 1-5.A.2.
Précurseurs d'armes chimiques binaires	2-7.	Radioactives, substances	2-7., 3-1.2.
Précurseurs pour explosifs	2-8.	Radiocellulaires numérique, Équipements ou systèmes	1-5.A.
Préformes de fibres optiques	1-6.C.		
Préformés	6-6.B.		
Préimprégnés	1-1.C., 4-2.A., 6-6.		
Presses isostatiques à chaud	1-2.B., 4-1.B., 6-6.B.		

Index

Radiofréquence de grande puissance, systèmes de	2-19.	Saphir dopé au titane	1-6.C.
Radiogoniométrie, Équipements de	1-5.A.1., 6-4.A., 6-11.A.	Satellite	1-9.A., 6-2.D. 6-9.A., 6-12.A.
Radiographie, Équipement de	6-15.A.	Sécurité de l'information	1-5.A., 2-11.
Radionucléides	4-2.C.19.	Sécurité informatique, matériels de	2-11.
Radiotéléphones	1-5.A.	Séléniure de gallium-argent (AgGaSe ₂)	1-6.C.
Radiotomographie	1-1.B.	Séléniure de thallium-arsenic	1-6.C.
Radium-226	4-2.C.12.	Séléniure de zinc (ZnSe)	1-6.A., 1-6.C.
Radômes de missiles	6-8.	Semi-chenillés, véhicules	2-6.
Radômes	1-6.D., 6-6.C.5., 6-18.A.	Séparateur des isotopes	3-2.5.9.1., 4-3.B.5.
Ravitaillement en carburant des avions, appareil	2-10.	Servo-valves	6-3.A., 6-10.A.
RDX	2-8., 4-6.C., 6-4.C.4.	Signatures numériques	1-5.A.2.
Réacteurs de fusion	5502.	Silencieux pour armes à feu	2-1.
Réacteurs nucléaires	2-17., 3-2.1., 5502.	Simulateurs de mouvement	6-9.B.2.
Réacteurs chimiques	7-2.	Simulateurs	2-14.
Récepteurs d'essai hyperfréquences	1-3.A.	Simulation, logiciels de	2-21., 6-16.D.
Récepteurs pour radio	1-5.A.1., 2-11.	Sonar, Équipements	1-6.A.
Récipients de confinement pour explosifs	4-5.B.7.	Sonde	1-2.B.
Récipients de réaction	7-2.1.	Soudage par diffusion	1-1.B.
Récipients de sûreté anti-criticité	3-2.3.2.	Soufflantes	3-2.5., 3-2.6.
Reconnaissance, matériels de	2-5.	Souffleries	1-9.B., 6-15.B.
Réduction des signatures	6-7.	Soufflets	3-2.5.1., 4-3.A.9. 4-3.B.
Réflexivité radar réduite	6-17.	Sources de chaleur nucléaires, matières pour	1-1.C.
Réflexomètre	6-9.A.	Sources de hyperfréquences	3-1.5.
Réfrigérants cryogéniques	1-6.A.	Sous-marins	1-8.A., 2-9.
Réfrigération de l'hélium	4-2.B.	Sous-munitions	2-3.
Réfrigération en cycle fermé	1-9.A.	Sous-systèmes de fusées	2-4., 6-2.A., 6-20.A.
Refroidissement par aspersion	1-3.A.	Spectromètres de masse	3-2.5.5., 3-2.5.7., 4-3.B.6.
Réglage de tir, instruments de	2-5.	SPG	1-7.A., 6-11.A.3.
Remorques militaires	2-6.	SQUIDS	1-6.A.
Renforcement d'image, équip. de	1-4.A.	Stabilisants pour explosifs	2-8.
Réseau de laser à semi-conducteur	1-6.A.	Stabilisants	6-4.C.
Réseaux de portes programmables	1-3.A.	Stabilisateurs gyroscopiques	6-9.
Réseaux locaux pour ordinateurs (LAN)	1-5.A.	Stabilisateurs	2-8., 6-4.
Réseaux logiques programmables	1-3.A.	Statoréacteur à combustion supersonique	1-3.A.
Résine	1-1.C., 1-9.E., 3-2.5.6.6.	Stockage d'hydrogène	1-9.A.
Revêtement, Équipement de	1-2.B.	Structures "composites"	1-1.A., 3-2.5., 4-2.A.3., 6-6.A.
Revolvers	2-1.	Substances à double usage dans le secteur nucléaire	4-2.C.
Rhénium	4-2.C.20	Substances comburantes	6-4.C.4.
Rickettsies	7-13.	Substances lubrifiantes	1-1.C.
Robinets à joints d'étanchéité multiples	1-1.B., 1-2.B., 6-6.	Substances polymères non fluorées	1-1.C.
Robinets	4-5.3., 7-2.	Substances polymères	1-1.A., 6-4.C.5.
Robots sous-marins	1-8.A.	Substances propulsives	2-8., 6-4.C.
Robots	1-2.B., 1-8.A., 2-17., 4-1.A.3.	Substrats bruts de carbure de silicium	1-6.C.
Rondelles d'étanchéité	1-1.A.	Substrats	1-6.A.
Roquettes	2-4., 6-1.A., 6-19.A. 6-20.A.	Sucres	5203, 5204
Rotors, Équipement de	4-5.3.	Suiveurs stellaires	1-7.A.
Rotor, production de	1-9.B., 4-3.B.	Sulfure de zinc (ZnS)	1-6.A., 1-6.C.
Roulements radiaux	6-3.A.7	Superalliage	1-9.B.
Roulements silencieux	2-9.	Suppression des signatures	2-17., 6-17.
Roulements	1-2.A., 6-3.A.7.	Supraconducteurs, équip. et composants	2-20.
Routage adaptatif dynamique	1-5.D.	Surveillance de cible, matériels de	2-5.
Routeurs	1-5.A.2.	Surveillance, systèmes électroniques de	2-11.
		Synthétiseurs de fréquences	1-3.A.
		Synthétiseurs numérique direct	1-3.A.
		Système à implosion	4-5.B.

Systèmes acoustiques dissuasifs contre les plongeurs	1-6.A., 1-8.A.	Systèmes d'instruments de vol intégrés	1-7.A., 6-9.A.1.
Système d'amorçage multipoints	4-1.F., 4-6.A.	Systèmes et équipement de propulsion	5504
Système de communications sous-marins	1-5.A.1.	Systèmes fusées	2-4., 6-1.A., 6-19.A.
Systèmes ou équipement de surveillance des communications de réseau IP	1-5.A.1.j.	Systèmes générateurs de neutrons	4-6.A.5.
Système d'intrusion	1-4.A.5.	Systèmes générateurs de plasma	3-1.5.8-3.
Système de lumière sous-marins	1-8.A.	Systèmes mondiaux de navigation par satellite	1-7.A., 2-11., 5504, 6-11.A.3.
Système de navigation	1-8.A.	Systèmes passifs	1-6.A.
Système de propulsion	1-8.A.	Systèmes pour le stockage d'énergie électro-magnétique	1-3.A.
Système de récupération océanique	1-8.A.	Systèmes submersibles	1-8.A.
Système de réduction de bruit	1-8.A., 6-17.	Tables de mouvement	6-9.
Système de tubulure de collecteurs de machine	3-2.5.2.	Tables de positionnement	6-9.
Systèmes à faisceau ionique	1-3.B.	Tantale	7-2.1.
Systèmes à rayons X	1-3.A., 4-5.B.	Technologie (voir aussi équipement correspondant)	
Systèmes acoustiques	1-6.A.	Technologie de blindage	1-5.E.2., 6-11.E.
Systèmes biologiques	2-7., 7-13.	Technologie de marine	1-8.E.
Systèmes d'essais de vibration	4-1.B., 6-15.B.	Technologie des missiles, des roquettes et des véhicules aériens télépilotes	6-1.E., 6-19.E., 6-20.E.
Systèmes d'alimentation indépendants de l'air	1-8.A., 2-9.	Technologie des procédés biologiques	7-15
Systèmes de collage	1-9.B.	Technologie des procédés chimiques	7-6.
Systèmes de commande de vol	1-7.A., 6-2.A., 6-10.A.	Technologie des systèmes de protection	6-11.
Systèmes de commande	1-9.B., 6-3.A.	Technologie IEM	1-5.E.2., 6-11.E.
Systèmes de commandes de vol et technologie	6-10.	Technologie, acoustique	1-6.E.
Systèmes de communications sous-marin	1-5.A.1.	Technologie, appareils de prises de vues	1-6.E.
Systèmes de compensation magnétique	1-6.A.	Technologie, calculateurs	1-4.E.
Systèmes de contrôle des gaz toxiques	7-2.4.	Technologie, capteurs et lasers	1-6.E.
Systèmes de détection nucléaire, biologique, chimique	1-1.A., 2-7.	Technologie, capteurs optiques	1-6.E.
Systèmes de détection ou de localisation acoustique	1-6.A.	Technologie, commande de vol	1-7.E., 6-10.E.
Systèmes de fluoration	3-2.5.7.9.	Technologie, composants moteur diesel	1-9.E.
Systèmes de localisation cohérente passive	1-5.A.	Technologie, composites structuraux	1-1.E., 6-6.E.
Systèmes de manipulation des plaquettes	1-3.B.	Technologie, convertisseurs analogiques-numériques	1-3.E., 6-14.E.
Systèmes de mesure de la surface efficace radar	1-6.B., 6-17.B.	Technologie, densification	6-7.E.
Systèmes de mesure de type non à contact	1-2.B.	Technologie, dépôt pyrolytique	6-6.E.
Systèmes de mesure pour l'analyse des profils radar	1-6.B., 6-17.B.	Technologie, effets nucléaires	6-18.E.
Systèmes de missiles balistiques	6-1.A.1.	Technologie, électro-chimiques/électro-érosif pour perçage	1-9.E.
Systèmes de navigation à inertie	1-7.A., 6-9.A.3.	Technologie, électronique	1-3.E.
Systèmes de navigation sous-marins	1-7.A., 2-9	Technologie, furtivité,	1-1.E., 2-22., 6-17.E.
Systèmes intégrés de navigation	6-9.A.7.	Technologie, gravimètres	1-6.E.
Systèmes de nébulisation	7-12.	Technologie, impulsion électromagnétique	6-11.
Systèmes de pilotage automatique	2-10.	Technologie, installations d'essais environnementaux	6-15.E.
Systèmes de positionnement global (SPG)	6-11.A.3.	Technologie, intégration de conception	6-16.E.
Systèmes de poursuite	6-12.A.	Technologie, interférence électromagnétique	1-5.E.2., 6-11.E.
Systèmes de propulsion de fusées	1-9.A., 2-4., 6-2.A.	Technologie, lasers	1-6.E.
Systèmes de propulsion	1-8.A., 1-9.A., 5504.	Technologie, magnétomètres	1-6.E.
Systèmes de pulvérisation	7-12	Technologie, matériaux évolués	1-1.E.
Systèmes de radiofréquence/hyperfréquence	5502	Technologie, matériaux structuraux	1-1.E., 6-17.E.
Systèmes de réfrigération	1-9.A.	Technologie, modélisation	6-16.E.
Systèmes de refroidissement cryogéniques	1-6.A.	Technologie, moteurs à turbines à gaz et composants	1-9.E.
Systèmes de stockage	1-9.A.	Technologie, moteurs d'avion	1-9.E., 6-3.E.
Systèmes de surveillance des gaz	7-2.	Technologie, navigation et avionique	1-7.E., 6-9.E., 6-11.E.
Systèmes de vaporisation	3-2.5.7.	Technologie, optiques	1-6.E.
Systèmes d'échange ionique à reflux	3-1.5.		
Systèmes d'hydrographie bathymétriques	1-6.A.		

Index

Technologie, ordinateurs analogiques	1-4.E., 6-13.E.	Tritium, production, séparation et manipulation	4-2.B.
Technologie, pales d'hélices	1-9.E.	Tubes à agilité de fréquence	2-11.
Technologie, perçage de trous à jet d'eau	1-9.E.	Tubes à choc	6-15.B.2.
Technologie, perçage de trous à laser	1-9.E.	Tubes à ondes progressive	1-3.A.
Technologie, production de propergols	6-4.E.	Tubes de zirconium	3-2.1.
Technologie, prod. de systèmes de véhicules moteur diesel	1-9.E.	Tubes intensificateurs d'image de première génération	2-15.
Technologie, produits biologiques	7-15.	Tubes intensificateurs d'image	1-6.A., 2-15.
Technologie, produits chimiques	7-6.	Tubes photomultiplicateurs	4-5.A.1.
Technologie, propergols	6-4.E.	Tungstène	4-2.C., 6-6.C.
Technologie, propulsion	1-9.E., 6-3.E.	Turboréacteurs à double flux	6-3.A.
Technologie, radars	1-6.E.	Turboréacteurs	6-3.
Technologie, radiogoniométrie	6-9.	Turbosoufflantes légers	6-3.
Technologie, sécurité de l'information	1-5.E.	Tuyauteries de distribution	3-2.5
Technologie, simulation	6-16.E.	Tuyères	1-9.A., 6-6.A.
Technologie, souffleries	1-9.E.	UAV de pulvérisation d'aérosols	6-19.A.3
Technologie, soutien de lancement	6-12.E.	Unités de commande numérique	4-1.B., 6-3.B.3.
Technologie, systèmes de transmission d'énergie	1-9.E.	Unités de disques	1-4.A.
Technologie, systèmes d'injection de carburant	1-9.E.	Unités de séparation par échange chimique	3-1.5.
Technologie, télécommunications	1-5.E.	Uranium appauvri	3-1.
Technologie, traitement des matériaux	1-2.E.	Usines d'enrichissement	3-2.5.
Télécommande, Équipements	6-12.A.	Usines d'enrichissement par le procédé électromagnétique	3-2.5.9.
Télécommunications, Équipements de	1-5.A.1.	Uranium	3-1.
Télécommunications, Équipements d'essai de	1-5.B.	Vannes	3-2., 4-3.A., 7-2.1.
Télémanipulateurs	3-2.7.2., 4-1.A.	Véhicules	2-6.
Télé mètres	2-5.	Véhicule aérien sans équipage	1-9.A., 1-9.B., 1-9.D., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.
Téléométrie, Équipements de	6-12.A.	Véhicules à effet de surface	1-8.A.
Téléphones sans fil	1-5.A.2.	Véhicules à traction intégrale	2-6.
Télescopes de projection	1-6.A.	Véhicules aériens non habités	2-10.
Tellurure de cadmium et de zinc (CdZnTe)	1-6.C.	Véhicules aériens non pilotés	6-10.
Tellurure de cadmium	1-6.C.	Véhicules aériens télépilotés	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.
Teste, Équipements de	1-3.B.	Véhicules blindés	2-6.
Têtes indicatrices	6-9.B.2.	Véhicules de rentrée	6-2.A.
Thorium	3-1.	Véhicules militaires armés	2-6.
Thyristor, dispositifs et modules	1-3.A.	Véhicules spatiaux et équipement connexe	1-9.A., 2-11., 5504
Titane et ses alliages	1-1.C., 1-9.B., 3-2., 4-2., 6-6.C., 7-2.1., 2-8.	Véhicules submersibles	1-8.A.
Torpilles	2-4.	Vérification, Équipements de	1-1.B., 1-2.B., 4-5.
Tours d'échange	3-2.6.	Verre	1-6.C.
Toxines	2-7., 7-13.	Vessies à carburant	1-1.A.
Tracteurs militaires	2-6.	Vêtement anti-G (antigravifique)	2-10
Trains blindés	2-6.	Vêtements blindés	1-1.A., 2-13.
Traitement de données	1-9.B.	Vêtements de vol pressurés	2-10.
Traitement de signal	1-4.A., 1-5.A.1.	Vêtements protecteurs	1-1.A., 2-7., 2-13., 7-12.
Tranches de carbure de silicium	1-3.C.	Vibrations acoustiques, équipements d'essai	1-9.B.
Transducteurs de pression	4-3.A.7.	Vibrations, Équipements d'essais aux	1-9.B., 4-1.B., 6-15.B.
Transducteurs	1-6.A., 1-9.B., 4-3.A.	Virus, humain, animal	7-13.
Transfert asynchrone	1-5.B.1., 1-5.D.12., 1-5.E.1.	Visée, dispositifs de	2-1., 2-2., 2-5.
Transistors hyperfréquences	1-3.A.	Viseurs d'armement	2-1., 2-5.
Transistors	1-3.A.	Visuels ou moniteurs	1-4.A.
Transmission, Équipements de	1-5.A.	Zirconium, métal et alliages	1-1.C., 2-8., 3-2.1., 4-2.C., 6-4.C.
Trifluorure de chlore (ClF3)	2-8., 3-2.7.1.2., 4-2.C.6.		
Tritium	4-2.C.		
Tritium, installations pour le	3-1.2., 3-1.5., 4-1.H.		