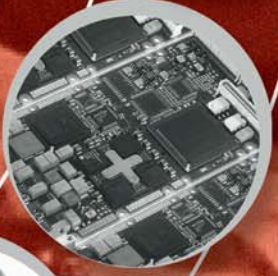




Guide des CONTRÔLES À L'EXPORTATION DU CANADA



2007

Introduction

La délivrance des licences d'exportation relève de la compétence de la Direction des contrôles à l'exportation (TIE) du ministère des Affaires étrangères et du Commerce international (MAECI). TIE aide les exportateurs à déterminer si des licences d'exportation sont requises. La Direction publie aussi des brochures et des Avis aux exportateurs qui sont fournis gratuitement à tous les exportateurs sur demande ou sur notre site Web www.controlesaexportation.gc.ca.

Nos coordonnées :

Direction des contrôles à l'exportation (TIE)
Affaires étrangères et Commerce international Canada
111, promenade Sussex
Ottawa ON K1A 0G2
Téléphone : (613) 996-2387
Télécopieur : (613) 996-9933
Courriel : tie.reception@international.gc.ca

Pour obtenir des renseignements sur le processus de demande de licence d'exportation prière de consulter notre site Web.

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 composer le (613) 996-2387 ou envoyer un courriel à tie.reception@international.gc.ca avec le numéro d'identification de la demande de licence.

Site Web de la direction des contrôles à l'exportation : www.controlesaexportation.gc.ca

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 LMEC canadienne est accessible au site Web du ministère de la Justice au <http://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 2006
Nuclear Suppliers Group	Novembre 2007
Missile Technology Control Regime	Décembre 2006
Australia Group	Juin 2007

Table des matières

Groupe 1 – Liste de marchandises à double usage	1
Groupe 2 – Liste de matériel de guerre	58
Définitions des termes utilisés dans les groupes 1 et 2.....	69
Les acronymes et les abréviations utilisés dans les groupes 1 et 2.....	80
Groupe 3 – Liste de non-prolifération nucléaire	81
Groupe 4 – Liste de marchandises à double usage dans le secteur nucléaire	97
Définitions de termes utilisés dans les groupes 3 et 4	109
Groupe 5 – Marchandises et technologies diverses.....	112
Groupe 6 – Liste du régime de contrôle de la technologie des missiles.....	115
Définitions du groupe 6	130
Terminologie du groupe 6.....	131
Unités, constantes, acronymes et abréviations utilisés dans le groupe 6.....	132
Conversions utilisées dans le groupe 6.....	133
Groupe 7 – Groupe de non-prolifération des armes chimiques et biologiques.....	134
Définitions s'appliquant au groupe 7	140
Index.....	141

Groupe 1 – Liste de marchandises à double usage

Note :

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 - List de marchandises à double usage» et au «Groupe 2 - Liste de matériel de guerre».

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 :

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».

Catégorie 1 : Matériaux évolués

1-1.A. Systèmes, équipements et composants

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 visées par l'alinéa 1-1.C.9.a. :
 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 constitués de fluoroélastomères contenant au moins un groupe éther vinylique comme motif constitutionnel, spécialement conçus pour des applications spatiales et «aéronautiques» ou dans les missiles;
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**

Note :

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

1. articles de sport;
2. produits pour l'industrie de l'automobile;
3. produits pour l'industrie des machines-outils;
4. produits pour applications médicales.

- b. Composés d'une «matrice» métallique ou de carbone et de l'un des matériaux suivants :

1. «Matériaux fibreux ou filamenteux» carbonés ayant :
 - 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 :

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

1. articles de sport;
2. produits pour l'industrie de l'automobile;
3. produits pour l'industrie des machines-outils;
4. produits pour applications médicales.

Notes techniques :

1. Le terme 'module spécifique' désigne le module de Young exprimé en pascals, ce qui équivaut à des N/m² divisés par le poids spécifique exprimé en N/m³ mesuré à une température de (296 ± 2) K ((23 ± 2)°C) et une humidité relative de (50 ± 5)%.
2. Le terme 'résistance à la traction spécifique' désigne la résistance à la traction maximale, exprimée en pascals, ce qui équivaut à des N/m² divisés par le poids spécifique exprimé en N/m³, mesurée à une température de (296 ± 2) K ((23 ± 2)°C), et à une humidité relative de (50 ± 5)%.

Note :

Le paragraphe 1-1.A.2. ne vise pas les structures «composites» ou les produits laminés constitués de «matériaux fibreux ou filamenteux» carbonés imprégnés de résine époxyde, servant à la réparation de structures ou de produits laminés d'«aéronef civil», à condition que leur taille ne dépasse pas 100 cm x 100 cm.

3. Produits manufacturés, en substances polymériques non fluorées visées par l'alinéa 1-1.C.8.a.3., sous forme de pellicule, de feuille, de bande ou de ruban :
 - a. Ayant 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.

4. Équipement de protection et de détection et leurs composants, autres que ceux spécialement conçus pour usage militaire, comme suit :
 - a. Masques à gaz, cartouches filtrantes et matériel de décontamination connexe, conçus ou modifiés pour assurer la défense contre les agents biologiques ou les matières radioactives «adaptés pour être utilisés en cas de guerre» ou contre les agents chimiques, et leurs composants spécialement conçus;

- b. Combinaisons, gants et chaussures de protection spécialement conçus ou modifiés pour assurer la défense contre les agents biologiques ou les matières radioactives «adaptés pour être utilisés en guerre» ou contre les agents chimiques;
- c. Systèmes de détection nucléaire, biologique et chimique spécialement conçus ou modifiés pour (NBC) la détection ou l'identification d'agents biologiques ou de matières radioactives «adaptés pour être utilisés en cas de guerre» ou des toxiques de guerre et de leurs composants spécialement conçus;

Note :

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

- a. Les dosimètres personnels de surveillance de l'irradiation;
- b. L'équipement dont la conception ou la fonction limitent leur rôle à la protection contre les dangers spécifiquement associés aux industries civiles, comme l'exploitation de mines et de carrières, l'agriculture, la préparation de produits pharmaceutiques, la médecine et la médecine vétérinaire, l'environnement, la gestion des déchets, ou l'alimentation.

- 5. Tenues pare-balles et leurs composants spécialement conçus, autres que ceux fabriquées conformément aux normes ou spécifications militaires ou leurs équivalent en performance.

N.B. :

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

Note 1 :

Le paragraphe 1-1.A.5. ne vise pas les tenues pare-balles individuelles et leurs accessoires destinés à assurer la protection personnelle de leurs utilisateurs.

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.

1-1.B. Équipement d'essai, de contrôle et de production

- 1. Équipement pour la production de fibres, de préimprégnées, de préformées ou de matériaux «composites» visés aux paragraphes 1-1.A.2. ou 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 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 ou pour le placement de câbles de filaments dont les mouvements de mise en position et de pose de bandes, de câbles de filaments ou de feuilles sont coordonnés et programmés selon deux axes ou plus, spécialement conçues pour la fabrication de structures «composites» pour cellules d'avions ou de missiles;
 - c. Machines de tissage multidirectionnel / multidimensionnel ou machines à entrelacer, y compris adaptateurs et ensembles de modification, pour tisser, entrelacer ou tresser les fibres en vue de la fabrication de structures «composites»;

Note techniques :

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

Note :

L'alinéa 1-1.B.1.c. ne vise pas les machines textiles qui n'ont pas été modifiées en vue des utilisations finales ci-dessus.

- 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.
- 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 décrits à l'alinéa 1-1.C.2.c.2.
- 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 :
 - a. Structures pour cellules d'avions ou structures aérospatiales;
 - b. Moteurs aéronautiques ou aérospatiaux; **ou**
 - c. Composants spécialement conçus pour ces structures ou moteurs.

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. 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 possédant :
 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;
- 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 (par unité de surface) sont déterminées conformément à la norme ASTM D-257 ou à des équivalents nationaux.

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 Practice for Constant-Amplitude Low-Cycle Fatigue' ou à des équivalents nationaux. La contrainte doit être appliquée dans le sens axial avec un rapport moyen des contraintes de 1 et un facteur de concentration des contraintes, Kt, de 1. La contrainte moyenne est définie comme la contrainte maximale moins la contrainte minimale divisé par la contrainte maximale.

a. Alumiures, comme suit :

1. Alumiures de nickel contenant un minimum de 15 % en poids d'aluminium, un maximum de 38 % en poids d'aluminium et au moins un autre élément d'alliage;
2. Alumiures de titane contenant 10 % en poids ou plus d'aluminium et au moins un autre élément d'alliage;

b. Alliages métalliques, comme suit, fabriqués à partir de matériaux visés par l'alinéa 1-1.C.2.c. :

1. Alliages de nickel possédant :
 - 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 possédant :
 - 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 possédant :
 - 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 possédant une résistance à la traction :
 - a. Égale ou supérieure à 240 MPa à 473 K (200°C); **ou**
 - b. Égale ou supérieure à 415 MPa à 298 K (25°C);

5. Alliages de magnésium possédant :
 - 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); **et**
 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»;
 3. Capable de former des matériaux visés par la section 1-1.C.2.a. ou 1-1.C.2.b.
- d. Matériaux alliés, ayant 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».
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 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 x 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 ou l'autre des caractéristiques suivantes :
 - a. Une épaisseur égale ou inférieure à 0,02 mm; **ou**
 - b. Une résistivité électrique égale ou supérieure à 2 x 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.

4. Alliages d'uranium-titane ou alliages de tungstène à «matrice» à base de fer, de nickel ou de cuivre, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Masse volumique supérieure à 17,5 g/cm³;
 - b. Limite d'élasticité supérieure à 880 MPa;
 - c. Résistance à la traction maximale supérieure à 1 270 MPa; **et**
 - d. Allongement supérieur à 8 %;
5. Conducteurs «composites» «supraconducteurs» en longueurs supérieures à 100 m ou possédant une masse supérieure à 100 g, comme suit :
 - a. Conducteurs «composites» «supraconducteurs» multi-filaments contenant un ou plusieurs filaments en niobium-titane, ayant 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 x 10⁻⁴ mm² (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 quelconque direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du conducteur et correspondant à une induction de plus de 12 T avec une intensité de courant critique dépassant 1 750 A/mm² en section transversale globale du conducteur;
 - c. « Composites supraconducteurs » consistant en au moins un filament « supraconducteur » qui demeure « supraconducteur » au-delà de 115 K (-158,16 °C).

Note technique :

Les filaments dont il est question en 1-1.C.5 peuvent être sous la forme de câbles, de cylindres, de pellicules, de bande ou ruban.

6. Fluides et substances lubrifiantes, comme suit :
 - a. Fluides hydrauliques contenant comme ingrédient principal l'un des composés ou substances ci-après :
 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;
- b. Substances lubrifiantes contenant comme ingrédient principal l'un des composés ou substances ci-après :
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 d'une pureté supérieure à 99,8 %, contenant moins de 25 particules de taille égale ou supérieure à 200 µm par 100 ml et constitués à au moins 85 % de l'un ou l'autre des composés ou substances ci-après :
1. Dibromotétrafluoréthane;
 2. Polychlorotrifluoréthylène (modifications huileuses et cireuses seulement); **ou**
 3. Polybromotrifluoréthylène;
- d. Fluides de fluorocarbures pour refroidissement de dispositifs électroniques, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Contenant 85 % ou plus en poids de l'un ou l'autre des composés suivants 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 technique :

Aux fins du paragraphe 1-1.C.6. :

- a. 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;
- b. Le point d'écoulement est déterminé au moyen de la méthode décrite dans la norme ASTM D-97 ou dans des équivalents nationaux;
- c. L'indice de viscosité est déterminé au moyen de la méthode décrite dans la norme ASTM D-2270 ou dans des équivalents nationaux;
- d. La stabilité à la chaleur 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 ± 6°C) et maintenue à ce niveau pendant 6 heures;

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

1. La perte de poids subie par chaque bille de métal est inférieure à 10 mg/mm² de surface de bille;
 2. La variation de viscosité par rapport à la viscosité initiale, établie à 311 K (38°C), est inférieure à 25 %; **et**
 3. L'indice d'acide total ou l'indice d'alcalinité totale est inférieur à 0,40;
- e. La température d'allumage spontané est déterminée au moyen de la méthode décrite dans la norme ASTM E-659 ou dans des équivalents nationaux.
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 5000 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 x 10³ 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. Al₂O₃; **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).

8. Substances polymériques non fluorées, comme suit :

- a. 1. Bismaléimides;
2. Poly(amides-imides) aromatiques;
3. Polyimides aromatiques;
4. Polyétherimides aromatiques possédant une température de transition vitreuse (Tg) supérieure à 513 K (240°C).

Note 1 :

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

Note 2 :

L'alinéa 1-1.C.8.a. ne vise ni les formes moulées ni les poudres non fusibles pour moulage par compression.

- 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 N/mm², et composés de :
 1. L'une des substances suivantes :
 - a. Phénylène, biphenylène ou naphthalène; **ou**
 - b. Phénylène, biphenylène ou naphthalène substitué par du méthyl, du tert-butyl ou du phényle; **et**
 2. L'un des acides suivants :
 - a. Acide téréphtalique;
 - b. Acide 6-hydroxy-2-naphtoïque; **ou**
 - c. Acide 4-hydroxybenzoïque;
- c. Supprimés;
- d. Polyaryléthérocétones;
- e. Poly(sulfures d'arylène), dans lesquels le groupe arylène est constitué de biphenylène, de triphenylène ou d'une combinaison des deux;
- f. Polybiphenyléthersulfone possédant une température de transition vitreuse (Tg) supérieur à 513 K (240°C).

Note technique :

La température de transition vitreuse (Tg) des substances visées par l'article 1-1.C.8. est déterminée au moyen de la méthode décrite dans la norme ISO 11357-2 (1999) ou dans des équivalents nationaux.

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.

10. «Matériaux fibreux ou filamenteux» susceptibles d'être utilisés dans des structures ou des produits laminés «composites» à «matrice» organique, à «matrice» métallique ou à «matrice» de carbone, comme suit :

- a. «Matériaux fibreux ou filamenteux» organiques possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Un module spécifique supérieur à 12,7 x 10⁶ m; **et**
 2. Une résistance à la traction spécifique supérieure à 23,5 x 10⁴ 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 12,7 x 10⁶ m; **et**
2. Une résistance spécifique à la traction supérieure à 23,5 x 10⁴ m;

Note technique :

Les propriétés des matériaux décrits à l'alinéa 1-1.C.10.b. doivent être déterminées à l'aide des méthodes SRM 12 à 17 recommandées par la SACMA, ou à l'aide de méthodes nationales équivalentes d'essais de câbles de filaments, telles que celles du paragraphe 6.6.2 de la Japanese Industrial Standard JIS-R-7601, et fondées sur la moyenne des lots.

Note :

L'alinéa 1-1.C.10.b. ne vise pas le tissu constitué de «matériaux fibreux ou filamenteux» pour la réparation de structures ou de produits laminés d'«aéronef civil», dans lesquels la taille des feuilles individuelles ne dépasse pas 100 cm x 100 cm;

c. «Matériaux fibreux ou filamenteux» inorganiques, possédant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Un module spécifique supérieur à 2,54 x 10⁶ 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 :

1. 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 10x10⁶ m;
2. Les fibres de molybdène et d'alliages de molybdène;
3. Les fibres de bore;
4. Les fibres céramiques discontinues dont le point de fusion, de ramollissement, de décomposition ou de sublimation est inférieur à 2 043 K (1 770°C) dans un environnement inerte.

d. «Matériaux fibreux ou filamenteux» :

1. Constitués de l'un quelconque 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. Fibres imprégnées de résine ou de brai (préimprégnées), fibres revêtues de métal ou de carbone (préformées) ou «préformes de fibre de carbone», comme suit :
 1. Constituées de «matériaux fibreux ou filamenteux» visés par les alinéas 1-1.C.10.a., 1-1.C.10.b. ou 1-1.C.10.c.; **ou**
 2. Constituées de «matériaux fibreux ou filamenteux» organiques ou en carbone, présentant les caractéristiques suivantes :
 - a. Résistance à la traction spécifique supérieure à 17,7 x 10⁴ m;
 - b. Module spécifique supérieur à 10,15 x 10⁶ m;
 - c. Non visées par les alinéas 1-1.C.10.a. ou 1-1.C.10.b.; **et**

- d. Lorsqu'elles sont imprégnées des substances visées par le paragraphe 1-1.C.8. ou par l'alinéa 1-1.C.9.b., possédant une température de transition vitreuse (Tg) supérieure à 383 K (110°C) ou lorsqu'elles sont imprégnées de résines phénoliques ou de résines époxydes, possédant une température de transition vitreuse (Tg) égale ou supérieure à 418 K (145°C).

Notes :

L'alinéa 1-1.C.10.e. ne vise pas :

1. 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», dans lesquels la taille des feuilles individuelles de matériaux préimprégnés ne dépasse pas 100 cm x 100 cm;
2. Les préimprégnés lorsqu'ils sont imprégnés de résines phénoliques ou époxydes possédant une température de transition vitreuse (Tg) inférieure à 433 K (160°C) et une température de durcissement inférieure à la température de transition vitreuse.

Note technique :

La température de transition vitreuse (Tg) des matériaux visés par l'alinéa 1-1.C.10.e. est déterminée selon la méthode à sec décrite dans la norme ASTM D 3418. La température de transition vitreuse des résines phénoliques et des résines époxydes est déterminée selon la méthode à sec décrite dans la norme ASTM D 4065 à une fréquence de 1 Hz et à un taux de chauffage de 2 K (2°C) par minute.

Notes techniques :

1. Module spécifique : module de Young exprimé en pascals, équivalent à des N/m² divisés par le poids spécifique exprimé en N/m³, mesuré à une température de (296 ± 2)K ((23 ± 2)°C) et à une humidité relative de (50 ± 5)%.
2. Résistance à la traction spécifique: résistance à la traction maximale, exprimée en pascals, équivalent à des N/m² divisés par le poids spécifique, exprimé en N/m³, mesuré à une température de (296 ± 2)K ((23 ± 2)°C) et à une humidité relative de (50 ± 5)%.

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 technique :

Le hafnium présent naturellement dans le zirconium (normalement une teneur de 2 % à 7 %) est compté avec le zirconium.

Note :

Les métaux et les alliages cités à l'alinéa 1-1.C.11.a. sont visés qu'ils soient ou non encapsulés dans de l'aluminium, du magnésium, du zirconium ou du béryllium.

- b. Bore ou carbure de bore pur à au moins 85 %, sous forme de particules de taille égale ou inférieure à 60 µm;

Note :

Les métaux ou les alliages cités à l'alinéa 1-1.C.11.b. sont visés, qu'ils soient ou non encapsulés dans de l'aluminium, du magnésium, du zirconium ou du béryllium.

- c. Nitrate de guanidine;

- d. Nitroguanidine (NQ) (CAS 556-88-7).

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 :

1. Les quantités expédiées dont la teneur en plutonium est égale ou inférieure à 1 g;

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

1-1.E. Technologie

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.B. ou 1-1.C.
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 possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. Présentant une des compositions ci-après :
 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. Impuretés métalliques totales, excluant les adjonctions intentionnelles, correspondant à moins de :
 1. 1 000 ppm pour les carbures ou les oxydes simples; **ou**
 2. 5 000 ppm pour les composés complexes ou les nitrures simples; **et**
 - c. étant l'un des matériaux suivants :
 1. Zircone 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 décrits 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 contrôlé conformément à la section 1-1.A.4.c.

Note technique :

Le terme « bibliothèque » (base de données paramétriques), dont il est question en 1-1.E.2.g., désigne une collection de renseignements techniques pouvant servir à l'amélioration de la performance de l'équipement ou des systèmes pertinents.

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. 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 à la classe de tolérance ABEC 7 ou RBEC 7 des normes ANSI/ABMA 20 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. autres roulements à billes et roulements à rouleaux massifs ayant des tolérances spécifiées par le fabricant conformes à la classe de tolérance 2 de la norme ISO 492 (ou à la classe de tolérance ABEC 9 ou ABEC 9P des normes ANSI/ABMA 20 ou d'autres normes nationales équivalentes) ou possédant une meilleure tolérance;

Note :

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

- 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. Les niveaux déclarés de précision de positionnement obtenus à partir de mesures effectuées conformément à la norme ISO 230/2 (1997) ou de normes nationales équivalentes peuvent être utilisés pour chaque modèle de machine-outil, au lieu d'essais individuels. La précision de positionnement déclarée est la précision fournie par les responsables de la délivrance des permis à l'échelle nationale, comme valeur représentative du modèle de machine-outil.

Détermination des valeurs déclarées :

- a. Choisir cinq machines-outils du modèle à évaluer;
- b. Mesurer la précision des axes linéaires conformément à la norme ISO 230/2 (1997);
- 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 ($\bar{A}_x, \bar{A}_y, \dots$);
- 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 \hat{A} d'au moins 5 microns pour des meuleuses et d'au moins 6,5 microns pour des fraiseuses et des tours, le constructeur devrait être tenu de réaffirmer le niveau de précision à tous les dix-huit mois.

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» et de composants spécialement conçus, come 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, consulter 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.

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., b. ou c. qui s'applique.

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) $4,5 \mu\text{m}$, conformément à la norme ISO 230/2 (1997) ou à des normes nationales équivalentes, le long de l'un quelconque des 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 :

1. 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;
2. Aucune capacité de tournage sous vide.

b. machines-outils de fraisage, présentant une des caractéristiques suivantes :

1. Possédant toutes les éléments suivants :
 - a. précisions de positionnement, avec «toutes les corrections disponibles», égales ou inférieures à (meilleures que) $4,5 \mu\text{m}$, conformément à la norme ISO 230/2 (1997) ou à des normes nationales équivalentes, le long de l'un quelconque 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»;
3. machines à pointer ayant une précision de positionnement, avec «toutes les corrections disponibles», égales ou inférieures à (meilleures que) $3,0 \mu\text{m}$, conformément à la norme ISO 230/2 (1997) ou à des normes nationales

équivalentes, le long de l'un quelconque des axes linéaires;
ou

4. Découpeuse rapide, possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. «faux-rond» de l'arbre et «voile» inférieurs à (meilleures que) $0,0004 \text{ mm}$ à l'indicateur FRDI ;
- 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. Possédant toutes les éléments suivants :
 - a. précisions de positionnement, avec «toutes les corrections disponibles», égales ou inférieures à (meilleures que) $3,0 \mu\text{m}$, conformément à la norme ISO 230/2 (1997) ou à des normes nationales équivalentes, le long de l'un quelconque des 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 :

1. machines de rectification externe, interne, ou externe et interne, des cylindres, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. sont limitées à la rectification cylindrique; **et**
 - b. leur capacité se limite à l'usinage de pièces dont le diamètre extérieur ou la longueur ne dépasse pas 150 mm;
2. 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 compensations disponibles» est inférieure à (meilleure que) $3 \mu\text{m}$, déterminée conformément à ISO 230/2 (1997) ou à des équivalents nationaux;
3. 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» possédant toutes les caractéristiques suivantes :

1. permettant l'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 deux axes de rotation ou plus qui :
 - a. peuvent être coordonnés simultanément pour la «commande de contournage»; **et**
 - b. ont une précision de positionnement inférieure à (meilleure que) $0,003^\circ$;

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 5 000 mm, et leurs composants spécialement conçus.

2. Machines-outils de finition optique à commande numérique équipées pour produire des surfaces optiques non sphériques, possédant toutes les caractéristiques suivantes :
- Finition de la forme à moins (meilleure) de 1,0 µm;
 - Finition à une rugosité inférieure (meilleure) à 100 nm rms;
 - Au moins trois axes pouvant être coordonnés simultanément de manière à permettre la « commande du contournage »; **et**
 - Utilisation d'un des procédés suivants :
 - Finition magnétorhéologique (FMR);
 - Finition au moyen d'un fluide électrorhéologique (FER); **ou**
 - Finition au moyen d'un faisceau de particules énergétiques.

Note technique :

La FMR mentionnée en 1-2.B.2. désigne un procédé d'usinage de matériaux utilisant un fluide magnétique abrasif dont la viscosité est régulée par un champ magnétique. La FER désigne un procédé d'usinage utilisant un fluide abrasif dont la viscosité est régulée par un champ électrique. 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.

3. machines-outils à «commande numérique» ou manuelles, leurs composants, commandes et accessoires spécialement conçus, spécialement conçues 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).
4. «presses isostatiques» à chaud présentant toutes les caractéristiques suivantes et les composants et accessoires spécialement conçus :
- environnement thermique contrôlé dans la cavité fermée et possédant une cavité de travail d'un diamètre intérieur égal ou supérieur à 406 mm; **et**
 - présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - une pression de travail maximale supérieure à 207 MPa;
 - un environnement thermique contrôlé supérieur 1 773 K (1 500°C); **ou**
 - une capacité d'imprégnation aux hydrocarbures et d'élimination des produits gazeux de décomposition résultants.

Note technique :

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.

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 :
- équipements de production par dépôt chimique en phase vapeur, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - procédés modifiés pour l'une des techniques suivantes :

- dépôt en phase vapeur par procédé chimique pulsatoire;
 - décomposition thermique par nucléation contrôlée; **ou**
 - dépôt en phase vapeur par procédé chimique assisté ou amélioré par plasma; **et**
2. présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- joints rotatifs sous vide poussé (inférieur ou égal à 0,01 Pa); **ou**
 - dispositif de commande de l'épaisseur du revêtement *in situ*;
- 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, possédant l'une des caractéristiques suivantes :
- système de commande à «laser» du niveau du bain liquide, qui règle avec précision la vitesse d'avance du lingot; **ou**
 - 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 :
- 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**
 - 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, permettant la mesure *in situ* de l'une des caractéristiques suivantes :
- épaisseur du revêtement sur le substrat et contrôle du débit; **ou**
 - 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.

6. systèmes et équipements de contrôle dimensionnel ou de mesure, équipements et «ensembles électroniques», comme suit :
- machines de mesure à coordonnées (CMM) à commande par ordinateur ou à «commande numérique», dont l'erreur maximale tolérée pour toute indication 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) $1,7 + L/1\ 000$ µm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en millimètres), déterminée conformément à la norme ISO 10360-2 (2001);

b. instruments de mesure de «déplacement linéaire» et angulaire, comme suit :

1. instruments de mesure linéaire présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Note technique :

Aux fins du sous-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 µm dans une gamme de mesure égale ou inférieure à 0,2 mm;
- b. systèmes transformateurs différentiels à tension linéaire présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. «linéarité» égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % dans une gamme de mesure égale ou inférieure à 5 mm; **et**
 - 2. dérive égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % par jour à une température normale ambiante de la salle d'essai ± 1 K; **ou**
- c. systèmes de mesure présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. contenant un «laser»; **et**
 - 2. maintenant pendant au moins 12 heures à ± 1 K près d'une température normale et à une pression normale toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. une «résolution» pour la pleine échelle de 0,1 µm ou moins (meilleure); **et**
 - b. une «incertitude de mesure» égale ou inférieure à (meilleure que) $(0,2 + L/2\ 000)$ µm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en millimètres);
- 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 :

Le sous-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 «déviaton 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 des irrégularités de surface, en mesurant la dispersion optique comme fonction d'angle, avec une sensibilité égale ou inférieure à (meilleure que) 0,5 nm.

Note :

Les machines-outils pouvant servir de machines de mesure sont visées si elles correspondent aux critères établis pour la fonction de machines-outils ou la fonction de machines de mesure ou si elles dépassent ces critères.

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 explosifs;
 - 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.
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 (par exemple dispositifs de type inductif, échelles graduées, systèmes à infrarouges ou systèmes à «laser») ayant une «précision» globale inférieure à (meilleure que) $(800 + (600 \times L \times 10^{-3}))$ 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 du sous-alinéa 1-2.B.6.b.1.

- b. unités de rétroaction en position rotative, (par exemple dispositifs de type inductif, échelles graduées, systèmes à infrarouges ou systèmes à «laser»), ayant une «précision» inférieure à (meilleure que) 0,00025°;

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. «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.

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

Note technique :

Aux fins 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. «logiciels», autres que ceux visés par le paragraphe 1-2.D.2., spécialement conçu ou modifiés pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» des équipements visés par les sous-catégories 1-2.A. ou 1-2.B.
2. «logiciels» destinés aux dispositifs électroniques, même ceux résidant dans un dispositif ou un système électronique, et permettant à ceux-ci de fonctionner comme une unité de «commande numérique» capable de coordonner simultanément plus de 4 axes pour la «commande de contournage» :

Note 1 :

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

Note 2 :

Le paragraphe 1-2.D.2. ne vise pas les «logiciels» destinés à l'équipement visé par le paragraphe 1-2.B.2. Voir le paragraphe 1-2.D.1. pour les «logiciels» visés par le paragraphe 1-2.B.2.

1-2.E. Technologie

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.
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.
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 contrôler 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 contrôlées 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)	<p>« Superalliages »</p> <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) 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>Aluminures pour passage internes</p> <p>Siliciures Carbures Couches diélectriques (15) Diamant Carbone de type diamant (17)</p> <p>Siliciures Carbures Métaux réfractaires Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Aluminures Aluminures alliés (2) Nitrure de bore</p> <p>Carbures Tungstène Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15) Diamant Carbone de type diamant (17)</p> <p>Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)</p>
<p>B. Dépôt en phase vapeur par procédé physique par évaporation thermique (TE-PVD)</p> <p>B. 1. Dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons (EB-PVD)</p>	<p>« Superalliages»</p> <p>Céramiques (19) et verres à faible dilatation (14)</p> <p>Acier anticorrosion (7)</p> <p>Matériaux «composites» carbone-carbone, céramiques et à «matrice» métallique</p>	<p>Siliciures alliés Aluminures alliés (2) MCrAlX (5) Zircones modifiées (12) Siliciures Aluminures Leurs mélanges (4)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>MCrAlX (5) Zircones modifiées (12) Leurs mélanges(4)</p> <p>Siliciures Carbures Métaux réfractaires Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Nitrure de bore</p>

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

Tableau – Méthodes de dépôt

Procédé de revêtement (1)*	Substrat	Revêtement résultant
B. 1. Dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons (EB-PVD) (suite)	<p>Carbure de tungstène cémenté (16) 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>Carbures Tungstène Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15) Borures Béryllium</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Borures 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), 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) Carbone de type diamant (17)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)</p>
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), 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 Couches diélectriques (15) Diamond-like carbon (17)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Couches diélectriques (15) 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 Aluminures alliés(2) MCrAlX (5)</p> <p>Borures Carbures Nitrures Carbone de type diamant (17)</p>

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

Tableau – Méthodes de dépôt

Procédé de revêtement (1)*	Substrat	Revêtement résultant
C. Cémentation en caisse (voir le Paragraphe A. ci-dessus pour la cémentation hors	Matériaux «composites» carbone-carbone, céramiques et à «matrice» métallique	Siliciures Carbures Leurs mélanges (4)
	Alliages de titane (13)	Siliciures Aluminures Aluminures alliés (2)
	Métaux et alliages réfractaires (8)	Siliciures Oxydes
D. Pulvérisation de plasma	« Superalliages »	MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Leurs mélanges (4) Nickel-graphite sujet à abrasion Ni-Cr-Al-Bentonite sujet à abrasion Al-Si-Polyester sujet à abrasion Aluminures alliés (2)
	Alliages d'aluminium (6)	MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Siliciures Leurs mélanges (4)
	Métaux et alliages réfractaires (8)	Aluminures Siliciures Carbures
	Acier anticorrosion (7)	MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Leurs mélanges (4)
	Alliages de titane (13)	Carbures Aluminures Siliciures Aluminures alliés (2) Nickel-graphite sujet à abrasion Ni-Cr-Al-Bentonite sujet à abrasion Al-Si-Polyester sujet à abrasion
E. Dépôt de barbotine	Métaux et alliages réfractaires (8)	Siliciures fondus Aluminures fondus à l'exclusion des éléments de chauffage par résistance
	Matériaux «composites» carbone-carbone, céramiques et à «matrice» métallique	Siliciures Carbures Leurs mélanges (4)
F. Dépôt par pulvérisation cathodique	« Superalliages »	Siliciures alliés Aluminures alliés Aluminures modifiés par un métal noble (3) MCrAlX (5) Zircons modifiés (12) Platine Leurs mélanges (4)

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

Tableau – Méthodes de dépôt

Procédé de revêtement (1)*	Substrat	Revêtement résultant
F. Dépôt par pulvérisation cathodique (suite)	<p>Céramiques et verres à faible dilatation (14)</p> <p>Alliages de titane (13)</p> <p>Matériaux «composites» carbone-carbone, céramiques et à «matrice» métallique</p> <p>Carbure de tungstène cémenté (16), 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>Métaux et alliages réfractaires (8)</p>	<p>Siliciures Platine Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant (17)</p> <p>Borures Nitrures Oxydes Siliciures Aluminures Aluminures alliés (2) Carbures</p> <p>Siliciures Carbures Métaux réfractaires Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Nitrure de bore</p> <p>Carbures Tungstène Leurs mélanges (4) Couches diélectriques (15) Nitrure de bore</p> <p>Couches diélectriques (15)</p> <p>Borures Couches diélectriques (15) Béryllium</p> <p>Couches diélectriques (15) Carbone de type diamant(17)</p> <p>Aluminures Siliciures Oxydes Carbures</p>
G. Implantation ionique	<p>Aciers pour roulements à haute température</p> <p>Alliages de titane (13)</p> <p>Béryllium et alliages de béryllium</p> <p>Carbure de tungstène cémenté (16)</p>	<p>Adjonctions de chrome, de tantale ou niobium (columbium)</p> <p>Borures Nitrures</p> <p>Borures</p> <p>Carbures Nitrures</p>

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

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 1×10^{-7} 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 contrôlée : 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'alliges 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.

Le 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 placcage 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 halogéné); 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 1030 K (757°C) et 1 375 K (1102°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 grenailage, comme suit :
 1. composition de la grenaille;
 2. taille de la grenaille;
 3. vitesse de projection de la grenaille;
 - b. paramètres de nettoyage après grenailage;
 - 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-pressure;
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-pressure;
 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-pressure;
- d. pour la pulvérisation de plasma :
 1. composition, préparation et répartition particulaire 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-pressure;
 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-pressure;
- 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-pressure;
 5. vitesse d'avance et vitesse de vaporisation du matériau de revêtement;
 6. température du substrat;
 7. paramètres de polarisation du substrat.

Note 2 :

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

N.B. :

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

Si le circuit intégré est un «microcircuit microcalculateur» ou un microcircuit de microcommande à base de silicium décrit à l'alinéa 1-3.A.1.a.3. ayant une longueur de mot d'opérande (données) de 8 bits ou moins, son statut est déterminé à l'alinéa 1-3.A.1.a.3.

1. Composants électroniques, comme suit :

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».

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; **ou**
- b. un débit de dose de 5×10^6 Gy (Si)/s ou plus;
- c. une fluence (flux intégré) des neutrons (équivalent 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 pour réseaux neuronaux, 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.

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 ou 1-3.A.1.a.12, qui sont spécialement conçus pour d'autres équipements ou qui présentent les mêmes caractéristiques fonctionnelles que ceux-ci, est déterminé par le statut de ces autres équipements.

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. circuits intégrés mémoires fabriqués à partir d'un semi-conducteur composé;
5. circuits intégrés convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique, comme suit :
- a. convertisseurs analogique-numérique, 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 500 millions de mots par seconde;
 2. résolution de 10 bits ou plus mais inférieure à 12 bits, avec une vitesse de conversion supérieure à 200 millions de mots par seconde;
 3. résolution de 12 bits, avec une vitesse de conversion supérieure à 105 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 10 millions de mots par seconde; **ou**
 5. résolution supérieure à 14 bits avec une vitesse de conversion supérieure à 2,5 million de mots par seconde.
- b. convertisseurs numérique-analogique ayant une résolution de 12 bits ou plus avec un «temps d'établissement» inférieur à 10 ns;

Note technique :

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 convertisseur analogique-numérique.
3. La vitesse de conversion est la vitesse maximum du convertisseur, indépendamment de l'architecture ou du suréchantillonnage. Le fournisseur peut aussi désigner la vitesse de conversion comme étant la vitesse d'échantillonnage, le taux de conversion ou la vitesse d'exécution. La vitesse de conversion est souvent indiquée en mégahertz (MHz) ou mégaéchantillons par seconde (MéPS).
4. 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.

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. nombre de portes utilisables équivalent de plus de 30 000 (portes à deux entrées);
 - b. «temps de propagation de la porte de base» typique de moins de 0,1 ns; **ou**
 - c. fréquence d'inversion supérieure à 133 MHz;

Note : Le sous-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)

N.B. :

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.

8. supprimé;
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 1 000 sorties;
 - b. «temps de propagation de la porte de base» typique de moins de 0,1 ns; ou
 - c. fréquence de fonctionnement supérieure à 3 GHz;
11. circuits intégrés numériques, autres que ceux décrits aux sous-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 1024 points, la formule au sous-alinéa 1-3.A.1.a.12. donne une durée d'exécution de 500 µs;

- b. composants hyperfréquences ou à ondes millimétriques :
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 respectant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. ne dépasse pas 31,8 GHz; **et**
- b. est «attribuée par l'UIT» pour les services de radiotélécommunications, 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» respectant 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 respectant 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. fonctionnant à des fréquences supérieures à 31,8 GHz;
 2. comportant un élément chauffant de cathode ayant un temps de montée inférieur à 3 secondes jusqu'à la puissance HF 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) présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 3,2 GHz pouvant atteindre 6 GHz inclusivement et à une puissance moyenne de sortie supérieure à 4 W (36 dBm), avec une «bande passante fractionnelle» supérieure à 15 %;
 - b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6 GHz et pouvant atteindre 16 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 1 W (30 dBm), avec une «bande passante fractionnelle» supérieure à 10 %;
 - c. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 16 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 0,8 W (29 dBm), avec une «bande passante fractionnelle» supérieure à 10 %;
 - d. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 31,8 GHz et pouvant atteindre 37,5 GHz;
 - e. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 37,5 GHz et pouvant atteindre 43,5 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 0,25 W (24 dBm), avec une «bande passante fractionnelle» supérieure à 10 %; **ou**
 - f. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 43,5 GHz.

Note 1 :

Le sous-alinéa 1-3.A.1.b.2. ne vise pas l'équipement satellite de radiodiffusion conçu ou prévu pour fonctionner dans la bande de fréquences allant de 40,5 à 42,5 GHz.

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.f., est déterminé par le seuil minimum de contrôle de la puissance de sortie moyenne.

Note 3 :

Les notes 1 et 2 figurant dans le chapeau de la Catégorie 3 précisent que le sous-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 et automobiles.

3. transistors hyperfréquences présentant l'une des caractéristiques suivantes:
 - a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 3,2 GHz et pouvant atteindre 6 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 60 W (47,8 dBm);
 - b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 20 W (43 dBm);
 - c. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 31,8 GHz et pouvant atteindre 37,5 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 0,5 W (27 dBm);
 - d. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 37,5 GHz et pouvant atteindre 43,5 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 1 W (30 dBm); **ou**
 - e. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 43,5 GHz.

Note :

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

4. amplificateurs à semi-conducteurs hyperfréquences et ensembles/modules contenant des amplificateurs hyperfréquences présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 3,2 GHz et pouvant atteindre 6 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 60 W (47,8 dBm) avec une «bande passante fractionnelle» supérieure à 15 %;
 - b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 15 W (42 dBm) avec une «bande passante fractionnelle» supérieure à 10 %;
 - c. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 31,8 GHz et pouvant atteindre 37,5 GHz;
 - d. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 37,5 GHz et pouvant atteindre 43,5 GHz ayant une puissance moyenne de sortie supérieure à 1 W (30 dBm) avec une «bande passante fractionnelle» supérieure à 10 %;
 - e. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 43,5 GHz; **ou**
 - f. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 3 GHz et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. Une puissance moyenne de sortie (en watts), P, supérieure à la valeur obtenue en divisant 150 par la fréquence maximum de fonctionnement (en GHz) élevée au carré [$P > 150 \text{ W} * \text{GHz}^2 / f_{\text{GHz}}^2$];
 2. Une «bande passante fractionnelle» égale ou supérieure à 5 %; **et**

3. Deux côtés perpendiculaires d'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 :

La fréquence de 3,2 GHz devrait être utilisée comme fréquence minimum de fonctionnement (f_{GHz}) dans la formule de l'alinéa 1-3.A.1.b.4.f.3. pour les amplificateurs dont la bande de fonctionnement descend jusqu'à 3,2 GHz et moins [$d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} / 3,2 \text{ GHz}$].

N.B. :

Les amplificateurs de puissance à CIMH devraient être évalués en fonction des critères énoncés à l'alinéa 1-3.A.1.b.2.

Note 1 :

L'alinéa 1-3.A.1.b.4. ne vise pas l'équipement satellite de radiodiffusion conçu ou prévu pour fonctionner dans la bande de fréquences allant de 40,5 à 42,5 GHz.

Note 2 :

Le statut d'un article 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.4. à 1-3.A.1.b.4.e., est déterminé par le seuil minimum de contrôle de la puissance moyenne de sortie.

5. filtres passe-bande ou coupe-bande accordables électriquement ou magnétiquement, comportant plus de 5 résonateurs accordables capables de s'accorder sur une bande de fréquences de 1,5 : 1 ($f_{\text{max}}/f_{\text{min}}$) en moins de 10 μs , présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- bande passante de plus de 0,5 % de la fréquence centrale; **ou**
 - bande de réjection de moins de 0,5 % de la fréquence centrale;
6. supprimé;
7. mélangeurs et convertisseurs conçus pour étendre la gamme de fréquences des équipements décrits aux alinéas 1-3.A.2.c., 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 possédant toutes les caractéristiques suivantes :
- fréquences de fonctionnement supérieures à 3 GHz;
 - densité de puissance de sortie moyenne supérieure à 80 W/kg; **et**
 - volume inférieur à 400 cm^3 ;

Note :

Le sous-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 radiotélécommunications, 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 :
- temps de mise en marche, de l'état d'arrêt à l'état entièrement opérationnel, inférieur à 10 secondes;
 - volume inférieur au produit de la puissance nominale maximale en watts par la valeur 10 cm^3/W ; **et**
 - « largeur de bande instantanée » supérieure à 1 octave ($f_{\text{max.}} > 2f_{\text{min.}}$), présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- Pour les fréquences égales ou inférieures à 18 GHz, une puissance de sortie RF supérieure à 100 W; **ou**
- fréquence supérieure à 18 GHz.

Notes techniques :

- Dans le cas d'une puissance nominale maximale de 20 W, par exemple, le volume de contrôle à l'alinéa 1-3.A.1.b.9.b. serait calculé comme suit : $20 \text{ W} \times 10 \text{ cm}^3/\text{W} = 200 \text{ cm}^3$.
- 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 MEH.

- c. dispositifs utilisant les ondes acoustiques, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

- dispositifs utilisant les ondes acoustiques de surface et les ondes acoustiques rasantes (peu profondes) (à savoir: dispositifs de «traitement de signal» utilisant les ondes élastiques dans des matériaux), présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- fréquence porteuse supérieure à 2,5 GHz;
- fréquence porteuse comprise entre 1 GHz et 2,5 GHz et possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 - réjection de fréquence des lobes latéraux supérieure à 55 dB;
 - produit du temps de propagation maximal (exprimé en μs) par la bande passante (exprimée en MHz) supérieur à 100;
 - largeur de bande supérieure à 250 MHz; **ou**
 - temps de propagation dispersif supérieur à 10 μs ; **ou**

- fréquence porteuse de 1 GHz ou moins possédant l'une des caractéristiques suivantes :

- 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;
- retard de dispersion de plus de 10 μs ; **ou**
- rejection de fréquence des lobes latéraux dépassant 55 dB et largeur de bande supérieure à 50 MHz;

- dispositifs utilisant les ondes acoustiques de volume (à savoir : dispositifs de «traitement de signal» utilisant des ondes élastiques), permettant un traitement direct du signal à des fréquences supérieures à 1 GHz;

- 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;

- 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 réalisant l'une des fonctions suivantes :

- 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;
- e. Dispositifs à haute énergie, comme suit :
 1. Piles, comme suit :
 - a. Piles primaires ayant une densité d'énergie supérieure à 550 Wh/kg à 20 °C;
 - b. Piles secondaires ayant une densité d'énergie supérieure à 250 Wh/kg à 20 °C;

Notes techniques :

1. Aux fins de l'alinéa 1-3.A.1.e.1., la densité d'énergie (Wh/kg) est obtenue en divisant le produit de la tension nominale et de la capacité nominale en ampères-heures par la masse en kilogrammes. Si la capacité nominale n'est pas indiquée, on obtient la densité d'énergie en divisant le produit du carré de la tension nominale et de la durée de décharge en heures par la résistance de décharge en ohms et la masse en kilogrammes.
2. Aux fins du de l'alinéa 1-3.A.1.e.1., une 'pile' est défini comme un dispositif électrochimique composé d'une électrode positive, d'une électrode négative et 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), 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;
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).

- f. codeurs de position absolue à arbre de type à entrée rotative, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. résolution meilleure que 1 pour 265 000 (résolution de 18 bits) pour la totalité de l'échelle; **ou**
 2. précision meilleure que ± 2,5 secondes d'arc.
- g. Dispositif ou module thyristor semi-conducteur à commutation pulsatoire de puissance utilisant des méthodes de contrôle de commutation électrique, optique ou de radiation d'électron, présentant l'une des caractéristiques suivantes:
 1. Une vitesse maximale d'augmentation de courant (di/dt) en activation supérieure à 30 000 A/μs et une tension maximale supérieure à 1100 V en état d'arrêt; **ou**
 2. Une vitesse maximale d'augmentation de courant (di/dt) en activation supérieure à 2000 A/μs et toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. une tension maximale égale ou supérieure à 1100 V en état d'arrêt; **et**
 - b. une crête de courant égale ou supérieure à 3000 A.

Note 1 :

L'alinéa 1-3.A.1.g comprend :

- redresseurs silicium commandé
- 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 équipements et appareils conçus pour les trains civils ni les « aéronefs civils », comportant des dispositifs et modules thyristor.

2. équipements électroniques à usage général, comme suit :
 - a. matériels d'enregistrement, comme suit, et leurs bandes étalons spécialement conçues :
 1. enregistreurs analogiques d'instrumentation à bande magnétique, y compris ceux permettant d'enregistrer des signaux numériques (par exemple, utilisant un module d'enregistrement numérique à haute densité), présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. bande passante supérieure à 4 MHz par canal (ou piste) électronique;
 - b. bande passante supérieure à 2 MHz par canal (ou piste) électronique et comportant plus de 42 pistes; **ou**
 - c. erreur (de base) de décalage de temps, mesurée conformément aux documents IRIG ou EIA pertinents, inférieure à ± 0,1 μs;

Note :

Les enregistreurs analogiques spécialement conçus pour des applications vidéo à des fins civiles ne sont pas considérés comme des enregistreurs d'instrumentation.

2. enregistreurs vidéo numériques à bande magnétique ayant un taux de transfert d'interface numérique maximal supérieur à 360 Mbits/s;

Note :

L'alinéa 1-3.A.2.a.2. ne vise pas les enregistreurs vidéo numériques à bande magnétique spécialement conçus pour l'enregistrement de télévision utilisant un format de signal, qui peut être un format de signal compressé, conformément aux normes ou aux recommandations de l'UIT, du CEI, de la SMPTE, de l'UER, de l'ETSI ou de l'IEEE relatives aux applications civiles de télévision.

3. enregistreurs numériques d'instrumentation de données, à bande magnétique, employant des techniques de balayage hélicoïdal ou à tête fixe, présentant l'une des caractéristiques suivantes:

- a. taux de transfert d'interface numérique maximal supérieur à 175 Mbits/s; **ou**

- b. «qualifiés pour l'usage spatial»;

Note :

L'alinéa 1-3.A.2.a.3. ne vise pas les enregistreurs analogiques à bande magnétique équipés d'une électronique de conversion pour l'enregistrement numérique à haute densité et agencés de manière à n'enregistrer que des données numériques.

4. équipements ayant un taux de transfert d'interface numérique maximal supérieur à 175 Mbits/s, conçus pour transformer les enregistreurs vidéo numériques à bande magnétique en vue de leur emploi comme enregistreurs numériques d'instrumentation de données;

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;

Note technique :

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. 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. enregistreurs numériques de données de mesure faisant appel à la technique d'enregistrement sur disque magnétique présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. taux de numérisation supérieurs à 100 millions d'échantillons par seconde avec une résolution de 8 bits ou plus; **et**

- b. vitesse de traitement continue de 1 Gbit/s ou plus;

- b. «ensembles électroniques» «synthétiseurs de fréquences» ayant un «temps de commutation de fréquence» d'une fréquence donnée à une autre inférieur à 1 ms;

Note :

Les statuts de contrôle des analyseurs de signaux, des générateurs de signaux, des analyseurs de réseaux et des récepteurs d'essais hyperfréquences, en tant qu'instruments autonomes, sont déterminés par les alinéas 1-3.A.2.c., 1-3.A.2.d., 1-3.A.2.e. et 1-3.A.2.f., respectivement.

- c. «analyseurs de signaux» de radio fréquence, comme suit :

1. «analyseurs de signaux» capables d'analyser toutes fréquences supérieures à 31,8 GHz, mais inférieures à 37,5 GHz et possédant une résolution de bande passante à 3dB supérieure à 10MHz;

2. «analyseurs de signaux» capable d'analyser des fréquences supérieures à 43,5 GHz;

3. «analyseurs de signaux dynamiques», ayant une «bande passante en temps réel» supérieure à 500 kHz;

Note :

L'alinéa 1-3.A.2.c.3. ne vise pas les «analyseurs de signaux dynamiques» 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).

- 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 oscillateur principal de référence interne et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. produisant une fréquence maximale synthétisée supérieure à 31,8 GHz mais égale ou inférieure à 43,5 GHz et prévu pour produire une durée d'impulsion inférieure à 100 ns;

2. produisant un fréquence maximale synthétisée supérieure à 43,5 GHz;

3. « Temps de commutation de fréquence », d'une fréquence sélectionnée à une autre, satisfaisant à l'un des critères suivants :

- a. inférieur à 10 ns;

- b. inférieur à 100 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 1,6 GHz dans la plage de fréquences synthétisées dépassant 3,2 GHz mais ne dépassant pas 10,6 GHz;

- c. inférieur à 250 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la plage de fréquences synthétisées dépassant 10,6 GHz mais ne dépassant pas 31,8 GHz;

- d. inférieur à 500 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la plage de fréquences synthétisées dépassant 31,8 GHz mais ne dépassant pas 43,5 GHz;

- e. inférieur à 1 ms dans la plage de fréquences synthétisées dépassant 43,5 GHz;

4. présentant un bruit de phase en bande latérale unique (BLU) meilleur que $-(126 + 20 \log_{10} F - 20 \log_{10} f)$, exprimé en dBc/Hz, où F représente le décalage par rapport à la fréquence de fonctionnement exprimée en Hz et f la fréquence de fonctionnement exprimée en MHz;

Note 1 :

Aux fins du sous-article 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. Les générateurs de fonctions et de formes d'ondes arbitraires sont normalement caractérisés par un taux d'échantillonnage (p. ex. GSample/s), qui est converti au domaine RF par un facteur de Nyquist de deux. Ainsi, une forme d'onde arbitraire de 1 GSample/s a une capacité de sortie directe de 500 MHz. En cas de suréchantillonnage, la capacité de sortie directe maximale est proportionnellement inférieure.
 2. Aux fins de l'alinéa 1-3.A.2.d.1, la « durée de l'impulsion » est définie comme l'intervalle de temps entre le front avant de l'impulsion qui atteint 90 % du pic et le flanc arrière de l'impulsion qui atteint 10 % du pic.
- e. analyseurs de réseaux ayant une fréquence maximale de fonctionnement supérieure à 43,5 GHz;
- 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;
- g. étalons de fréquence atomiques présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. stabilité à long terme (vieillessement) inférieure à (meilleure que) 1×10^{-11} /mois; **ou**
 2. «qualifiés pour l'usage spatial».
- Note :**
L'alinéa 1-3.A.2.g.1. ne vise pas les étalons de fréquence au rubidium qui ne sont pas «qualifiés pour l'usage spatial».
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. 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;
 2. réacteurs de dépôt en phase de vapeur par procédé chimique organo-métallique (MOCVD) spécialement conçus pour la croissance cristalline de semi-conducteurs composés par réaction chimique entre des matériaux visés aux paragraphes 1-3.C.3. ou 1-3.C.4.;
 3. équipements de croissance épitaxiale à jet moléculaire utilisant des sources gazeuses ou solides;
 - b. équipements conçus pour l'implantation ionique, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. énergie de faisceau (tension d'accélération) de plus de 1 MeV;
 2. spécialement conçus et optimisés pour fonctionner à une énergie de faisceau (tension d'accélération) de moins de 2 keV;
 3. capacité d'écriture directe; **ou**

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;
- c. équipements pour l'élimination par des méthodes sèches anisotropiques par plasma, comme suit :
1. équipements à fonctionnement cassette à cassette et à sas, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. conçus ou optimisés pour produire des dimensions critiques égales ou inférieures à 180 nm avec une précision de $3 \sigma \pm 5$ %; **ou**
 - b. conçu pour produire moins de 0,04 particules/cm² de diamètre mesurable supérieur à 0,1 μ m;
 2. équipements spécialement conçus pour les équipements visés à l'alinéa 1-3.B.1.e. et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. conçus ou optimisés pour produire des dimensions critiques égales ou inférieures à 180 nm avec une précision de $3 \sigma \pm 5$ %; **ou**
 - b. conçu pour produire moins de 0,04 particules/cm² d'un diamètre mesurable supérieur à 0,1 μ m;
- d. équipements de dépôt en phase vapeur par procédé chimique amélioré par plasma, comme suit :
1. équipements à fonctionnement cassette à cassette et à sas, conçus conformément aux spécifications du fabricant ou optimisés pour produire des dispositifs à semiconducteurs présentant des dimensions critiques égales ou inférieures à 180 nm; **ou**
 2. équipements spécialement conçus pour les équipements visés à l'alinéa 1-3.B.1.e., conçus conformément aux spécifications du fabricant ou optimisés pour produire des dispositifs à semiconducteurs présentant des dimensions critiques égales ou inférieures à 180 nm;
- 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, auxquels doivent être connectés plus de deux équipements de traitement de semi-conducteurs; 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 qui ne sont pas conçus pour fonctionner sous vide.
- f. équipements de lithographie, comme suit :
1. photorépéteurs d'alignement et d'exposition (photorépéteurs 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 est égale ou inférieure à 180 nm;
- Note technique :**
La dimension de l'élément résoluble minimal est calculée à l'aide de la formule suivante :

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

où le facteur K = 0,45

ÉRM = dimension de l'élément résoluble minimal

2. Équipements de lithographie par impression permettant de produire des détails de 180 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 un faisceau électronique, un faisceau ionique ou un faisceau «laser» avec focalisation et balayage du faisceau, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. ayant une dimension du spot inférieure à 0,2 µm;
- b. capables de produire des figures d'une dimension inférieure à 1 µm; **ou**
- c. 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.

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.

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. supprimé;
- c. pour le test de circuits intégrés hyperfréquences visés par le sous-alinéa 1-3.A.1.b.2.

1-3.C. Matériaux

1. Matériaux hétéro-épitaxiés consistant en un «substrat» comportant des couches multiples empilées obtenues par croissance épitaxiale de l'un des matériaux suivants :

- a. silicium;
- b. germanium;
- c. carbure de silicium; **ou**
- d. composés III/V de gallium ou d'indium.

Note technique :

Les composés III/V sont des produits polycristallins ou monocristallins binaires ou complexes constitués d'éléments des groupes IIIA et VA du tableau de classification périodique de Mendeleïev (arséniure de gallium, arséniure de gallium-aluminium, phosphure d'indium, etc.).

2. Résines photosensibles (résists), comme suit, et «substrats» revêtus de résine photosensible sous contrôle:

- a. résines photosensibles (résists) positives conçues pour la lithographie des semi-conducteurs spécialement adaptées (optimisées) pour l'emploi à des longueurs d'onde inférieures à 245 nm;
- b. toutes résines photosensibles (résists) destinées à être utilisées sous l'effet de faisceaux électroniques ou ioniques, ayant une sensibilité de 0,01 micro-coulomb/mm² ou meilleure;
- c. toutes résines photosensibles (résists) destinées à être utilisées sous l'effet des rayons X, ayant une sensibilité de 2,5 mJ/mm² ou meilleure;
- d. toutes résines photosensibles (résists) optimisées pour des technologies de formation d'images de surface, notamment résines photosensibles à silylation.

Note technique :

Les techniques de silylation sont des procédés qui comportent l'oxydation de la surface de la résine photosensible pour améliorer les performances de développement humide ou à sec.

3. Composés organo-inorganiques comme suit :

- a. composés organométalliques d'aluminium, de gallium et d'indium ayant une pureté (pureté du métal) supérieure à 99,999 %;
- b. 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.

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.

5. Tranches de carbure de silicium (SiC) ayant une résistivité supérieure à 10 000 ohm-cm.

1-3.D. Logiciel

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.

2. «Logiciel» spécialement conçu pour l'«utilisation» des équipements suivants :

- a. équipements visés par les alinéas 1-3.B.1.a. à f.; ou
- b. équipements visés par le paragraphe 1-3.B.2.

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».

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

1-3.E. Technologie

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» des équipements ou de composants visés par le paragraphe 1-3.A.3. à 1-3.A.1.a.12. présentant les caractéristiques suivantes :

1. faisant appel à une «technologie» de 0,5 µm ou plus; et
2. ne comprenant pas de structures multicouches.

Note technique :

L'expression 'structures multicouches' dans la Note 2. ci-dessus ne comprend pas les dispositifs ayant un maximum de trois couches métalliques et trois couches de silicium polycristallin.

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 deux 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 numérique des signaux).

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 possédant 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.

3. autres «technologies» pour le «développement» ou la «production» de :

- a. dispositifs microélectroniques à vide;
- b. dispositifs semi-conducteurs 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 :

Le paragraphe 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 le paragraphe 1-5.D.1. (Télécommunications).

Note 3 :

Les calculateurs, matériels connexes et «logiciel» assurant des fonctions cryptologiques ou cryptoanalytiques, une sécurité multinationale 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. Calculateurs électroniques et matériels connexes, comme suit, 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);

Note :

L'alinéa 1-4.A.1.a.1. n'est pas applicable aux calculateurs spécialement conçus pour les automobiles ou les trains 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^{-7} erreur/bit/jour;
- b. présentant des caractéristiques ou effectuant des fonctions supérieures aux limites définies dans la catégorie 5, partie 2. (Sécurité de l'information).

Note :

L'alinéa 1-4.A.1.b. ne vise pas les ordinateurs électroniques et l'équipement connexe lorsqu'ils accompagnent l'utilisateur aux fins d'usage personnel.

2. supprimé
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 :

- a. les processeurs vectoriels;
- b. les processeurs matriciels;
- c. les processeurs de signaux numériques;
- d. les processeurs logiques;
- e. les équipements conçus pour le «renforcement d'images»;
- f. 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.

- a. conçus ou modifiés pour la «tolérance de panne»;

Note :

Aux fins de l'alinéa 1-4.A.3.a., les «calculateurs numériques» et matériels connexes ne sont pas considérés comme conçus ou modifiés pour la «tolérance de panne» s'ils utilisent l'un des éléments suivants :

1. des algorithmes de détection et de correction d'erreur dans la «mémoire centrale»;
2. l'interconnexion de deux «calculateurs numériques», de sorte que si l'unité centrale de traitement en activité tombe en panne, l'unité centrale de traitement inactive mais 'en miroir' permette au système de continuer à fonctionner;
3. l'interconnexion de deux unités centrales de traitement par des voies de données ou par l'emploi d'une mémoire partagée, de sorte qu'une unité centrale de traitement effectue une autre tâche jusqu'à ce que la seconde unité centrale de traitement tombe en panne, la première unité centrale de traitement prenant alors la relève et permettant au système de continuer à fonctionner; ou
4. la synchronisation d'un maximum de deux unités centrales de traitement par «logiciel», de sorte qu'une unité centrale de traitement sache quand l'autre unité centrale de traitement tombe en panne et reprenne les tâches de celle-ci.

- b. «calculateurs numériques» ayant une «performance de crête corrigée» (PCC) dépassant 0,75 Teraflops 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. Supprimé
- e. Équipements effectuant des conversions analogique-numérique dépassant les limites définies à l'alinéa 1-3.A.1.a.5.;
- f. Supprimé
- g. Équipements spécialement conçus pour permettre l'interconnexion externe de «calculateurs numériques» ou d'équipements associés permettant de transmettre des données à des débits supérieurs à 1,25 Goctets/s.

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 canaux de communications.

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.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 le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements décrits dans d'autres catégories est régi par la catégorie pertinente; celui du «logiciel» relatif aux équipements décrits dans la présente catégorie est régi par cette dernière.

1. a. «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» 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» de :
1. «calculateurs numériques» ayant une «performance de crête corrigée» (PCC) dépassant 0,04 téraflops pondérés (TP); **ou**
 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 au sous-alinéa 1-4.D.1.b.1.
2. «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour renforcer de la «technologie» visée par la sous-catégorie 1-4.E.
3. «logiciel» spécifique, comme suit :
- a. «logiciel» système d'exploitation, outils de développement de «logiciel» et compilateurs, spécialement conçus pour équipements de «traitement de flots de données multiples», en «code source»;
 - b. supprimé;
 - c. «logiciel» présentant des caractéristiques ou réalisant des fonctions dépassant les limites définies dans la catégorie 5, partie 2. («Sécurité de l'information»);
- Note :**
L'alinéa 1-4.D.3.c. ne vise pas les «logiciels» lorsqu'ils accompagnent leur utilisateur pour son usage personnel.
- d. supprimé;

1-4.E. «Technologie»

1. 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» de :
 1. «calculateurs numériques» ayant une «performance de crête corrigée» (PCC) dépassant 0,04 téraflops pondérés (TP); **ou**
 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.

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 Teraflops 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» = $W_1 \times V_1 + W_2 \times V_2 + \dots + W_n \times V_n$.
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 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 «lasers», des équipements d'essai et de production, des matériaux et de leur «logiciel», spécialement conçus pour les équipements ou systèmes de télécommunications, est déterminé par la catégorie 5 - partie 1.

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

- 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 télé-communications et leurs composants et accessoires spécialement conçus, présentant l'une des caractéristiques, réalisant l'une des fonctions ou comportant l'un des éléments suivants :

1. étant des systèmes de communications sous-marins présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. fréquence porteuse acoustique située en dehors de la gamme comprise entre 20 et 60 kHz;
 - b. employant une fréquence porteuse électromagnétique inférieure à 30 kHz; **ou**
 - c. employant des techniques électroniques d'orientation du faisceau;
2. étant des équipements radio fonctionnant dans la bande de 1,5 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 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 mentionnés à l'alinéa 1-5.A.1.b.4. et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. codes d'étalement programmables par l'utilisateur; **ou**
 - b. bande passante d'émission totale égale à 100 fois ou plus de 100 fois la bande passante de l'une quelconque des voies d'information et supérieure à 50 kHz;

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.b.3.b. ne vise pas l'équipement radio spécialement conçu pour une utilisation avec les systèmes de radio-communication cellulaire civils.

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.b.3. ne vise pas les équipements conçus pour fonctionner à une puissance de sortie de 1,0 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 500MHz; **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 fréquence» 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.

6. utilisant les fonctions du «traitement de signal» numérique pour le vocodage à des vitesses inférieures à 2 400 bits/s;

Notes techniques :

1. Pour le vocodage à vitesse variable, l'alinéa 1-5.A.1.b.6. est applicable au signal de sortie de vocodage de la parole continue.
2. Aux fins de l'alinéa 1-5.A.1.b.6., le «vocodage» est défini comme la technique permettant de prendre des échantillons de la voix humaine et ensuite de les convertir en un signal numérique, compte tenu des caractéristiques spécifiques du langage humain.

- c. câbles de communications par fibres optiques, fibres optiques et accessoires comportant les éléments suivants :

1. fibres optiques d'une longueur supérieure à 500 m dont le fabricant garantit leur résistance à un essai de rupture par traction de $2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ ou plus.

Note technique :

Essai de rupture par traction : 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 et une humidité relative de 40 %. Des normes nationales équivalentes peuvent être utilisées aux fins d'exécution de l'essai de rupture.

2. câbles à fibres optiques et accessoires conçus aux fins d'utilisation sous-marine.

Note :

L'alinéa 1-5.A.1.c.2. ne vise pas les câbles et les accessoires de télécommunications civils standard.

N.B. 1 :

Pour les câbles d'alimentation sous-marins et les connecteurs connexes, voir l'alinéa 1-8.A.2.a.3.

N.B. 2 :

Pour les pénétrateurs ou connecteurs de coque à fibres optiques, voir le sous-alinéa 1-8.A.2.c.

- 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 aux instruments 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, 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 1ms.
- f. Matériel de brouillage spécialement conçu ou modifié pour interférer avec, bloquer, neutraliser, détériorer ou détourner, intentionnellement et sélectivement, des services de télécommunication cellulaire mobile, présentant l'une des caractéristiques ci-après, ainsi que ses composants spécialement conçus :
1. simulant les fonctions de l'équipement du réseau d'accès radio; ou
 2. détectant et exploitant les caractéristiques spécifiques du protocole de télécommunication mobile utilisé (par exemple GSM).

N.B. :

Pour le matériel de brouillage des systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS), voir également la liste de matériel de guerre.

- 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 pas :

1. l'équipement radio-astronomique;
2. les systèmes ou l'équipement qui dépendent d'une forme d'émission radio de la cible.

1-5.B.1. Équipements d'essai, de contrôle et de production

- a. Équipements et leurs composants et accessoires spécialement conçus pour le «développement», la «production», ou l'«utilisation» des équipements, des fonctions ou des éléments visés par la catégorie 5 - partie 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. équipements faisant appel aux techniques numériques, conçus pour fonctionner à un «taux de transfert numérique total» de plus de 15 Gbit/s;

Note technique :

Pour l'équipement de commutation, le «taux de transfert numérique total» est 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 1750 nm;
 - b. effectuant l'«amplification optique»;
 - c. faisant appel aux techniques de transmission optique cohérente ou de détection optique cohérente (aussi désignées techniques optiques hétérodynes ou homodynes);

ou

- d. faisant appel aux techniques analogiques et présentant une bande passante supérieure à 2,5 GHz;

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. équipements faisant appel à la «commutation optique»;
4. équipements radio faisant appel aux techniques de modulation d'amplitude en quadrature (MAQ) au-delà du niveau 256; **ou**
5. équipements faisant appel à la «signalisation sur voie commune» et fonctionnant dans un mode d'exploitation non associé.

1-5.C.1. Matériaux

Néant.

1-5.D.1. Logiciel

- a. «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» des équipements ou des matériaux visés par la catégorie 5 - partie 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 aux paragraphes 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. équipements faisant appel aux techniques numériques, conçus pour fonctionner à un «taux de transfert numérique total» de plus de 15 Gbit/s;

Note technique :

Pour l'équipement de commutation, le «taux de transfert numérique total» est 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; **ou**
 - b. faisant appel aux techniques analogiques et présentant une bande passante supérieure à 2,5 GHz;

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. équipements faisant appel à la «commutation optique»; **ou**
4. équipements radio faisant appel aux techniques de modulation d'amplitude en quadrature (MAQ) au-delà du niveau 256.

1-5.E.1. Technologie

- 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, systèmes ou «logiciels» visés par la catégorie 5 - partie 1.
- b. Technologies spécifiques, 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».
- c. «Technologie» conforme à la Note générale de technologie, pour le «développement» ou la «production» d'un des équipements, fonctions ou éléments de transmission des télécommunications ou de commutation suivants :
 1. équipements faisant appel aux techniques numériques, conçus pour fonctionner à un «taux de transfert numérique total» de plus de 15 Gbit/s;

Note technique :
Pour l'équipement de commutation, le «taux de transfert numérique total» est 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 de fibres au fluorure dopé au praséodyme (PDFFA);
 - c. faisant appel aux techniques de transmission optique cohérente ou de détection optique cohérente (aussi désignées techniques optiques hétérodynes ou homodynes);
 - d. faisant appel aux techniques de multiplexage de division en longueur d'ondes dépassant 8 transporteurs optiques dans une seule fenêtre de fibre optique; **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.
 3. Équipements utilisant un «commutateur optique»;
 4. Équipements 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.
5. Équipements faisant appel à la «signalisation sur voie commune» et fonctionnant dans un mode d'exploitation non associé ou quasi-associé.

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 qui répondent à toutes les exigences suivantes :

- a. 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 :
 1. transactions au comptoir;
 2. transactions postales;
 3. transactions électroniques; **ou**
 4. transactions téléphoniques;
- b. la fonctionnalité de cryptologie ne peut pas être facilement modifiée par l'utilisateur;
- c. conçus aux fins d'installation par l'utilisateur sans soutien significatif accru de la part du fournisseur;
- d. supprimé
- e. 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. à c. ci-dessus.

Note technique :

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

1-5.A.2. Systèmes, équipements et composants

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

N.B.
Pour le statut des équipements de réception de positionnement global par satellite (GPS ou GNSS), voir le paragraphe 1-7.A.5.

 1. conçus ou modifiés pour utiliser la «cryptologie» faisant appel à des techniques numériques assurant toute fonction cryptologique autre que l'authentification ou la signature numérique présentant l'une des caractéristiques suivantes :

Notes techniques :

1. Les fonctions d'authentification et de signature numérique 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.
3. la «cryptologie» ne comprend pas les techniques de compression ou de codage de données «fixes».

Note :

L'alinéa 1-5.A.2.a.1. comprend les équipements conçus ou modifiés pour utiliser la «cryptologie» faisant appel aux principes analogique lorsqu'elle est mise en place avec les techniques numériques.

- a. un «algorithme symétrique» faisant appel à une longueur de clé de plus de 56 bits; **ou**
- 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 cryptoanalytiques;
3. supprimé;
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 ultralarge 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. supprimé;
8. systèmes de câbles de télécommunication conçus ou modifiés en faisant appel à des moyens mécaniques, électriques ou électroniques pour détecter les intrusions subreptices.
9. conçus ou modifiés pour utiliser la «cryptographie quantique».

Note technique :

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

Note :

Le paragraphe 1-5.A.2. ne vise pas :

- a. «cartes à microprocesseur personnalisées» :
 1. dans lesquelles la capacité de cryptologie est pour usage restreint dans des équipements ou des systèmes non visés par les alinéas b. à f. de la présente note.

2. pour des applications générales à grande diffusion dans lesquelles la capacité de cryptologie n'est pas accessible par l'utilisateur et qui sont spécialement conçus et limités pour protéger les données personnelles qui y sont stockées.

N.B. :

Si une «cartes à microprocesseur personnalisées» possède de multiples fonctions, le statut de chaque fonction est évalué individuellement.

- b. équipements de réception pour la radiodiffusion, la télévision payante ou la diffusion similaire réservée à un nombre limité de téléspectateurs, du type grand public, sans capacité de chiffrement numérique, exception faite du chiffrement utilisé exclusivement pour l'envoi de renseignements de facturation ou liés à des programmes à destination des fournisseurs de services de radiodiffusion;
- c. équipements dans lesquels la capacité de cryptologie n'est pas accessible par l'utilisateur et qui sont spécialement conçus et limités pour respecter l'une des conditions suivantes :
 1. exécution de logiciels protégés contre la copie;
 2. accès à l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. documents protégés contre la copie sauvegardés en lecture seule; **ou**
 - b. renseignements stockés sous forme chiffrée sur support (p. ex. en rapport avec la protection des droits de propriété intellectuelle) lorsque le support est offert en vente au public dans des ensembles identiques; **ou**
 3. contrôle de la copie de données audio/vidéo protégées par le droit d'auteur; **ou**
 4. chiffrement et/ou déchiffrement pour la protection des biblio-thèques, des caractéristiques de conception ou des données connexes pour la conception de dispositifs semi-conducteurs ou de circuits intégrés;
- 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 de chiffrement de bout en bout;
- 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.

1-5.B.2. Équipements d'essai, de contrôle et de production

- a. Équipements spécialement conçus pour :
 1. le «développement» des équipements ou des fonctions visés par la catégorie 5 - partie 2, y compris les équipements de mesure ou d'essai;
 2. la «production» des équipements ou des fonctions visés par la catégorie 5 - partie 2, y compris les équipements de mesure, d'essai, de réparation ou de production.
- b. équipements de mesure spécialement conçus pour évaluer et valider les fonctions de «sécurité de l'information» visés par les paragraphes 1-5.A.2. ou 1-5.D.2.

1-5.C.2. Matériaux

Néant.

1-5.D.2. Logiciel

- a. «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» des équipements, ou du «logiciel» visés par la catégorie 5 - partie 2.
- 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. ou 1-5.B.2.;
 2. «logiciel» destiné à certifier le «logiciel» visé par le sous-alinéa 1-5.D.2.c.1.

Note :

Le paragraphe 1-5.D.2 ne vise pas :

- a. «logiciel» nécessaire à l'«utilisation» des équipements exclus du contrôle en vertu de la Note relative au paragraphe 1-5.A.2. ci-dessus;
- b. «logiciel» fournissant l'une des fonctions des équipements exclus du contrôle en vertu de la Note relative au paragraphe 1-5.A.2. ci-dessus.

1-5.E.2. Technologie

- a. «technologie», au sens de la Note générale de technologie, pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» des équipements ou du «logiciel» visés par la catégorie 5 - partie 2.

Catégorie 6 : Capteurs et «lasers»

1-6.A. Équipements, ensembles et composants

1. Acoustique

- a. Systèmes et équipements acoustiques marins, et leurs composants spécialement conçus, comme suit :
 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; **ou**
 2. les émetteurs d'impulsions sous-marins (pingers) spécialement conçus pour retrouver une position sous-marine ou y retourner.

- a. systèmes d'hydrographie bathymétriques à large couloir couvert, pour l'établissement de cartes topographiques des fonds marins présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 1. conçus pour effectuer des mesures sous un angle supérieur à 20° de la verticale;
 2. conçus pour mesurer des profondeurs de plus de 600 m au-dessous de la surface de l'eau; **et**
 3. conçus pour :

- a. comporter plusieurs faisceaux dont l'un quelconque est de moins de $1,9^\circ$; **ou**
 - b. assurer des précisions meilleures que 0,3 % de la profondeur d'eau en travers du couloir, cette précision constituant la moyenne des mesures individuelles effectuées à l'intérieur du couloir;
- b. systèmes de détection ou de 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 μ Pa 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 5120 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).

1. puissance volumique acoustique rayonnée instantanée supérieure à $0,01 \text{ mW/mm}^2/\text{Hz}$ pour les dispositifs fonctionnant sur des fréquences inférieures à 10 kHz;
2. puissance volumique acoustique rayonnée continue supérieure à $0,001 \text{ mW/mm}^2/\text{Hz}$ 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 engins de surface ou sous-marins conçus pour fonctionner avec une portée supérieure à 1000 m avec une précision de positionnement de moins de 10 m, valeur efficace (moyenne quadratique), mesurée à une distance de 1000 m;
- Note :*
L'alinéa 1-6.A.1.a.1.d. comprend :
- 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;
 - les équipements capables d'effectuer une correction automatique des erreurs de propagation de la vitesse du son pour le calcul d'un point.
2. systèmes et équipements passifs (récepteurs, reliés ou non, en fonctionnement normal, à un équipement actif séparé), et leurs composants spécialement conçus, comme suit :
- 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.
 - comprenant des éléments capteurs souples continus;
 - 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;
 - comprenant l'un des éléments capteurs suivants :
 - fibres optiques; **ou**
 - pellicules polymériques piézo-électriques autres que le polyfluorure de vinylidène (PCDF) et ses copolymères [P(VDF-TrFE) et P(VDF-TFE)]; **ou**
 - composites piézo-électriques souples;
 - une sensibilité des hydrophones meilleure que -180 dB à toute profondeur sans compensation de l'accélération;
 - lorsqu'ils sont conçus pour fonctionner à des profondeurs de plus de 35 m avec compensation de l'accélération; **ou**
 - lorsqu'ils sont conçus pour fonctionner à des profondeurs de plus de 1000 m;
- Notes techniques :*
- 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.
 - 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.
 - La sensibilité d'un 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 :
- espacement de moins de 12,5 m entre les groupes d'hydrophones ou possibilité de modification pour assurer un espacement de moins de 12,5 m entre ces groupes;
 - conçus ou modifiables pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 35 m;
- Note technique :*
Les termes «modifiables» à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.b.2. signifient 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.
- comportant des capteurs de cap visés à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.d.;
 - comportant des câbles de batteries renforcés longitudinalement;
 - diamètre de la batterie assemblée inférieur à 40 mm;
 - signaux de groupes d'hydrophones multiplexés 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; **ou**
 - caractéristiques d'hydrophones visées à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a.;
- 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 :
- une précision meilleure que $\pm 0,5^\circ$; **et**
 - 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 :
- comportant des hydrophones selon les spécifications énoncées à l'alinéa 1-6.A.1.a.2.a.; **ou**
 - 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;
- 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;

- b. équipement d'enregistrement sonar à corrélation de vitesse conçu pour la détermination de la vitesse horizontale de l'équipement porteur par rapport au fond à des distances supérieures à 500 m entre cet équipement et le fond.

2. Capteurs optiques

- a. Détecteurs optiques, comme suit :

Note :

Le paragraphe 1-6.A.2.A. ne vise pas les dispositifs photosensibles au germanium ou au silicium.

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 spécifiées qu'à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f.

- 1. détecteurs semi-conducteurs «qualifiés pour l'usage spatial», comme suit :
 - 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;
- 2. tubes intensificateurs d'image et leurs composants spécialement conçus, comme suit :
 - 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. comportant une plaque à microcanaux pour l'amplification électronique de l'image, présentant un espacement des trous (espacement centre à centre) égal ou inférieur à 12 µm; **et**
- 3. n'importe laquelle des photocathodes suivantes :
 - a. photocathodes S-20, S-25 ou multicalcalines, dont la sensibilité dépasse 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 composites de types III/V;

Note :

L'alinéa 1-6.A.2.a.2.a.3.c. ne vise pas les photocathodes à semi-conducteurs composites dont la sensibilité maximale aux radiations est égale ou inférieure à 10 milliampères par watt.

- b. composants spécialement conçus, comme suit :
 - 1. plaques à microcanaux présentant un espacement des trous (espacement centre à centre) égal ou inférieur à 12 µm;
 - 2. photocathodes à l'arséniure de gallium (AsGa) ou à l'arséniure de gallium-indium (AsInGa);
 - 3. autres photocathodes à semi-conducteurs composites de types III/V;

Note :

L'alinéa 1-6.A.2.a.2.b.3. ne vise pas les photocathodes à semi-conducteurs composites dont la sensibilité maximale aux radiations est égale ou inférieure à 10 mA/W.

- 3. «matrices plan focal» non «qualifiées pour l'usage spatial», comme suit :

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 spécifiées qu'à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f.

Note technique :

- 1. Les groupages de détecteurs à éléments multiples linéaires ou en mosaïque sont appelés «matrices plan focal».
- 2. Aux fins de l'alinéa 1-6.A.2.a.3., «direction de balayage transversal» se définit comme l'axe parallèle au réseau linéaire d'éléments de détection, et «direction de balayage» se définit comme l'axe perpendiculaire au réseau linéaire d'éléments de détection.

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 séléniure de plomb;
- b. les détecteurs pyroélectriques utilisant un des matériaux suivants :
 - 1. sulfate de triglycine et variantes;
 - 2. titanate de zirconium-lanthane-plomb et variantes;
 - 3. tantalate de lithium;
 - 4. fluorure de polyvinylidène et variantes; **ou**
 - 5. niobate de strontium-baryum et variantes

- 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. ayant une «constante de temps» de réponse de moins de 0,5 ns;
- 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. ayant une «constante de temps» de réponse de 95 ns ou moins;
- 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 spécifiées qu'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 3000 nm; **et**
 2. possédant 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 (SPRITE);
- e. «matrices plan focal» linéaires (une dimension) non «qualifiées pour l'usage spatial», dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 3000 nm mais non supérieure à 30 000 nm;
- f. «matrices plan focal» infrarouges non linéaires (deux dimensions) non «qualifiées pour l'usage spatial», basées sur un matériau pour micro-bolomètre, 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 «micro-bolomètre» 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.

- b. «capteurs d'imagerie monospectraux» et «capteurs d'imagerie multispectraux» conçus à des fins de télédétection, 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).
- c. équipements d'imagerie à vision directe fonctionnant dans le spectre visible ou l'infrarouge et comportant :
 1. des tubes intensificateurs d'image présentant les caractéristiques énumérées à l'alinéa 1-6.A.2.a.2.a.; **ou**
 2. des «matrices plan focal» présentant les caractéristiques énumérées à l'alinéa 1-6.A.2.a.3.

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 incorporant 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.
- 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
 - e. «matrices plan focal» «qualifiées pour l'usage spatial» comportant plus de 2 048 éléments par groupage et dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 300 nm mais non supérieure à 900 nm.

3. Appareils de prises de vues :

N.B. :

En ce qui concerne les appareils de prises de vues spécialement conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin, voir les alinéas 1-8.A.2.d. et 1-8.A.2.e.

a. Appareils de prises de vues d'instrumentation et composants conçus spécialement pour ces appareils, 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.

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. 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.
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;
 3. caméras utilisant des tubes intensificateurs d'image visés par l'alinéa 1-6.A.2.a.2.a.;
 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.; **ou**
 - b. Comportant des «matrices plan focal» visées par l'alinéa 1-6.A.2.a.3.f.

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 signaux 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. 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, 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. 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
 - 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 vertical.

FOV 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. lorsque la caméra a été conçue spécialement en vue d'être installée dans un véhicule terrestre pour passagers civils, de moins de trois tonnes (poids brut du véhicule), et qu'elle présente toutes les caractéristiques suivantes :
 1. la caméra est utilisable uniquement lorsqu'elle est installée dans 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.

4. Optique

- 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/m² 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.

- b. composants optiques composés de séléniure de zinc (ZnSe) ou de sulfure de zinc (ZnS) transmettant dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 3 000 nm mais non supérieure à 25 000 nm, et présentant l'une des caractéristiques suivantes:
 1. volume supérieur à 100 cm³; **ou**
 2. diamètre (ou longueur de l'axe principal) supérieur à 80 mm et épaisseur (profondeur) supérieure à 20 mm.
- c. composants «qualifiés pour l'usage spatial» pour systèmes optiques, comme suit :
 1. 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. fabriqués à partir de matériaux «composites» ayant un coefficient de dilatation thermique linéaire égal ou inférieur à 5×10^{-6} dans toute direction coordonnée;
- d. équipements optiques de contrôle, comme suit :
 1. 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. 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 μ 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 μ rad (microradians); **et**
 - d. présentant l'un des ensembles de caractéristiques suivantes :
 1. ayant un diamètre ou une longueur de l'axe principal supérieur à 0,15 m mais non supérieur à 1 m et capables d'effectuer des accélérations angulaires supérieures à 2 rad (radians)/s²; **ou**
 2. ayant un diamètre ou une longueur de l'axe principal supérieur à 1 m et capables d'effectuer des accélérations angulaires supérieures à 0,5 rad (radians)/s²;
 4. 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.
- 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 dépasser 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. présente 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. présente 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.

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 pulsés non répétitifs sont spécifiés seulement à l'alinéa 1-6.A.5.d.

Note 3 :

L'alinéa 1-6.A.5. comprend les «lasers» à fibre.

Note 4 :

On détermine le statut de contrôle des « lasers » à conversion de fréquence (c.-à-d. à changement de fréquence) effectuée par des moyens autres que le pompage d'un « laser » par un autre « laser » en appliquant les paramètres de contrôle à la sortie du « laser » source et à la sortie optique ayant subi une conversion de fréquence.

Note 5 :

L'alinéa 1-6.A.5. ne vise pas les « lasers » suivants :

- a. lasers à rubis avec énergie de sortie inférieure à 20 J;
- b. lasers à azote;
- c. lasers à krypton.

Note technique :

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 /Échange de chaleur.

- a. «Lasers à ondes entretenues» non «accordables» possédant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. longueur d'onde de sortie inférieure à 150 nm, avec puissance de sortie supérieure à 1 W;
 2. longueur d'onde de sortie de 150 nm ou plus mais ne dépassant pas 520 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 520 nm mais ne dépassant pas 540 nm et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. sortie monomode transverse, avec puissance de sortie supérieure à 50 W;
 - b. sortie multimode transverse, avec puissance de sortie supérieure à 150 W;
 4. longueur d'onde de sortie supérieure à 540 nm mais ne dépassant pas 800 nm, avec puissance de sortie supérieure à 30 W;
 5. longueur d'onde de sortie supérieure à 800 nm mais ne dépassant pas 975 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. sortie monomode transverse, avec puissance de sortie supérieure à 50 W;
 - b. sortie multimode transverse, 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 présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. rendement de prise murale supérieur à 12 % et puissance de sortie supérieure à 100 W;
 2. puissance de sortie supérieure à 150 W;
 - 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;
 2. puissance de sortie supérieure à 2 kW;
- Note :**
- 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.
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, avec puissance de sortie supérieure à 50 W;
 - b. multimode transverse, avec puissance de sortie supérieure à 80 W;
 8. longueur d'onde de sortie supérieure à 1 555 nm, avec puissance de sortie supérieure à 1 W.
 - b. «Lasers pulsés» non «accordables» présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. longueur d'onde de sortie inférieure à 150 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et «puissance de crête» supérieure à 1 W;
 - b. « puissance de sortie moyenne » supérieure à 1 W;

2. longueur d'onde de sortie de 150 nm ou plus mais ne dépassant pas 520 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;
 - 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 520 nm mais ne dépassant pas 540 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. sortie monomode transverse, 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;
 2. «puissance de sortie moyenne» supérieure à 50 W;
 - b. sortie multimode transverse, 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;
 2. « puissance de sortie moyenne » supérieure à 150 W;
4. longueur d'onde de sortie supérieure à 540 nm mais ne dépassant pas 800 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;
 - b. « puissance de sortie moyenne » supérieure à 30 W;
5. longueur d'onde de sortie supérieure à 800 nm mais ne dépassant pas 975 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. «durée d'impulsion» ne dépassant pas 1µs, 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, avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 20 W;
 3. sortie multimode transverse, avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 50 W;
 - b. « durée d'impulsion » supérieure à 1µs, 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, avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 50 W;
 3. sortie multimode transverse, avec « puissance de sortie moyenne » 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. « durée d'impulsion » inférieure à 1 ns, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. « puissance de crête » de sortie supérieure à 5 GW par impulsion;
 2. « puissance de sortie moyenne » supérieure à 10 W;
 3. énergie de sortie supérieure à 0,1 J par impulsion;
 - b. « durée d'impulsion » supérieure à 1 ns mais ne dépassant pas 1µs, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. sortie monomode transverse, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « puissance de crête » supérieure à 100 MW;
 - b. « puissance de sortie moyenne » supérieure à 20 W, limitée par conception à une fréquence de répétition des impulsions maximale inférieure ou égale à 1 kHz;
 - c. rendement de prise murale supérieur à 12 % et « puissance de sortie moyenne » supérieure à 100 W, avec capacité de fonctionnement à une fréquence de répétition des impulsions supérieure à 1 kHz;
 - d. « puissance de sortie moyenne » supérieure à 150 W, avec capacité de fonctionnement à une fréquence de répétition des impulsions supérieure à 1 kHz;
 - e. énergie de sortie supérieure à 2 J par impulsion;
2. sortie multimode transverse, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. «puissance de crête» supérieure à 400 MW;
 - b. rendement de prise murale supérieur à 18 % et «puissance de sortie moyenne» supérieure à 500 W;
 - c. «puissance de sortie moyenne» supérieure à 2 kW;
 - d. énergie de sortie supérieure à 4 J par impulsion;
- c. « durée d'impulsion » supérieure à 1 µs, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. sortie monomode transverse, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « puissance de crête » supérieure à 500 kW;
 - b. rendement de prise murale supérieur à 12 % et «puissance de sortie moyenne» supérieure à 100 W;
 - c. «puissance de sortie moyenne» supérieure à 150 W;
 2. sortie multimode transverse, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - a. « puissance de crête » supérieure à 1 MW;
 - b. rendement de prise murale supérieur à 18 % et «puissance de sortie moyenne» supérieure à 500 W;
 - c. «puissance de sortie moyenne» supérieure à 2 kW;
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. « durée d'impulsion » ne dépassant pas 1µs, 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, avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 20 W;
 3. sortie multimode transverse, avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 50 W;
 - b. « durée d'impulsion » dépassant 1µs, 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, avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 50 W;
 3. sortie multimode transverse, avec « puissance de sortie moyenne » supérieure à 80 W;

8. longueur d'onde de sortie supérieure à 1 555 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- énergie de sortie supérieure à 100 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W;
 - « puissance de sortie moyenne » supérieure à 1 W;
- 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.

- longueur d'onde de sortie inférieure à 600 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W;
 - puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W;
- longueur d'onde de sortie de 600 nm ou plus mais ne dépassant pas 1 400 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie de sortie supérieure à 1 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 20 W;
 - puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 20 W;
- longueur d'onde de sortie supérieure à 1 400 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W;
 - puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W;
- 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 :
 - «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 amorce).

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.

- «Lasers» à semi-conducteurs monomodes transverses individuels, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - longueur d'onde égale ou inférieure à 1 510 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1,5 W;
 - longueur d'onde supérieure à 1 510 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 500 mW;
- «lasers» à semi-conducteurs multimodes transverses individuels, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - longueur d'onde inférieure à 1 400 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 10 W;
 - 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;
 - 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 « lasers » à semi-conducteurs, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- longueur d'onde inférieure à 1 400 nm, avec puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 80 W;
- 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;
- 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 » à semi-conducteurs contenant au moins un réseau visé par l'alinéa 1- 6.A.5.d.1.c.

Notes techniques :

- Les « lasers » à semi-conducteurs sont couramment appelés des diodes « laser ».
 - Un « réseau » est constitué de plusieurs émetteurs « laser » à semi-conducteurs fabriqués sous la forme d'une seule puce de manière que les centres des faisceaux de lumière émis soient situés sur des trajectoires parallèles.
 - Une « pile de réseaux » est obtenue par l'empilement, ou par toute autre méthode d'assemblage, de « réseaux » de manière que les centres des faisceaux de lumière émis soient situés sur des trajectoires parallèles.
- «lasers» au monoxyde de carbone (CO), présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie de sortie supérieure à 2 J par impulsion et «puissance de crête» supérieure à 5 kW;
 - puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 5 kW;
 - «lasers» au gaz carbonique (CO₂), présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - puissance de sortie en ondes entretenues supérieure à 15 kW;
 - sortie pulsée ayant une « durée d'impulsion » supérieure à 10 µs, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - « puissance de sortie moyenne » supérieure à 10 kW;
 - « puissance de crête » supérieure à 100 kW;
 - sortie pulsée ayant une « durée d'impulsion » égale ou inférieure à 10 µs, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie d'impulsion supérieure à 5 J par impulsion;
 - «puissance de sortie moyenne» supérieure à 2,5 kW;
 - «lasers» à excimères, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - longueur d'onde de sortie ne dépassant pas 150 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion;
 - «puissance de sortie moyenne» supérieure à 1 W;
 - longueur d'onde de sortie supérieure à 150 nm mais ne dépassant pas 190 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie de sortie supérieure à 1,5 J par impulsion;
 - «puissance de sortie moyenne» supérieure à 120 W;
 - longueur d'onde de sortie supérieure à 190 nm mais ne dépassant pas 360 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - énergie de sortie supérieure à 10 J par impulsion;
 - «puissance de sortie moyenne» supérieure à 500 W;

- d. longueur d'onde de sortie supérieure à 360 nm, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. énergie de sortie supérieure à 1,5 J par impulsion;
 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 1µs et énergie de sortie supérieure à 50 J par impulsion; **ou**
 - b. « durée d'impulsion » supérieure à 1µs et énergie de sortie supérieure à 100 J par impulsion;

Note :

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.

- 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» sous embargo;
- 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 1000 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»).

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.

- a. «magnétomètres» et sous-systèmes, comme suit :
 1. 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 et dont le «niveau de bruit» (sensibilité) est égal ou inférieur à (meilleur que) 50 fT (valeur efficace) par racine carrée de Hz, à une fréquence de 1 Hz;
 - b. systèmes SQUID dont le «niveau de bruit» (sensibilité) du magnétomètre en déplacement est égal ou inférieur à (meilleur que) 20 fT (valeur efficace) par racine carrée Hz, à une fréquence de 1 Hz, spécialement conçus pour réduire le bruit pendant le déplacement;
 2. utilisant une «technologie» de pompage optique ou de précession nucléaire (protons/Overhauser), dont le «niveau de bruit» (sensibilité) est inférieur à (meilleur que) 20 pT (valeur efficace) par racine carrée de Hz;
 3. utilisant une «technologie» de sonde magnétométrique dont le «niveau de bruit» (sensibilité) est 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 dont le «niveau de bruit» (sensibilité) est inférieur à (meilleur que) l'une des valeurs suivantes :
 - a. 0,05 nT (valeur efficace)/racine carrée de Hz, à des fréquences inférieures à 1 Hz;
 - b. 1×10^{-3} nT (valeur efficace)/racine carrée de Hz, à des fréquences égales ou supérieures à 1 Hz mais non supérieures à 10 Hz; **ou**
 - c. 1×10^{-4} nT (valeur efficace)/racine carrée de Hz, à des fréquences supérieures à 10 Hz;
 5. «magnétomètres» à fibres optiques ayant un «niveau de bruit» (sensibilité) inférieur à (meilleur que) 1 nT (valeur efficace) par racine carrée de Hz;

- b. capteurs de champ électrique sous-marins ayant un «niveau de bruit» (sensibilité) inférieur à (meilleur que) 8 nanovolts par mètre par racine carrée de Hz, mesurée à 1 Hz.
- 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 le «niveau de bruit» (sensibilité) du gradient de champ magnétique est inférieur à (meilleur que) 0,3 nT/m (valeur efficace) par racine carrée de Hz;
 - 3. «gradiomètres magnétiques intrinsèques» utilisant une «technologie» autre que celle des fibres optiques, dont le «niveau de bruit» (sensibilité) du gradient de champ magnétique est inférieur à (meilleur que) 0,015 nT/m (valeur efficace) par racine carrée de Hz;
- 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 des alinéas 1-6.A.6.a, 1-6.A.6.b. ou 1-6.A.6.c.

7. Gravimètres

Gravimètres et gradiomètres à gravité, comme suit :

- a. gravimètres conçus ou modifiés pour l'usage terrestre ayant une précision statique de moins de (meilleure que) 10 µgal;
Note :
L'alinéa 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, présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. une précision statique de moins de (meilleure que) 0,7 milligal; **et**
 - 2. une précision en service (opérationnelle) de moins de (meilleure que) 0,7 mgal avec un temps de montée à l'état stable de moins de 2 minutes quelle que soit la combinaison des compensations et influences dynamiques en jeu;
- c. gradiomètres à gravité.

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 :

- a. radars secondaires de surveillance;
- b. radars d'automobiles civiles;
- c. visuels ou moniteurs utilisés pour le contrôle de la circulation aérienne ne comportant pas plus de 12 éléments de résolution par millimètre
- d. radars météorologiques.

- 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;
 - 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 concurrents;

Note :

L'alinéa 1-6.A.8.f. ne vise pas les matériels d'approche de précision (PAR) conformes aux normes de l'OACI.

- 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 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, à condition qu'ils :
 - 1. aient une «portée instrumentée» maximale de 500 km ou moins;
 - 2. aient 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. ne comportent 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. soient installés de façon permanente.
 - c. les radars de poursuite des ballons-sondes météorologiques.
- j. consistant en matériels radar à «laser» ou lidar, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - 1. «qualifiés pour l'usage spatial»; **ou**
 - 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);

Note :

L'alinéa 1-6.A.8.j. ne vise pas les matériels lidar spécialement conçus pour la topographie ou l'observation météorologique.

- 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 largeur d'impulsion inférieure à 200 ns; **ou**
- l. comportant des sous-systèmes de traitement de données 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;

Note :

L'alinéa 1-6.A.8.1.1. ne vise pas les moyens d'alarme de systèmes de contrôle de la circulation aérienne en cas de trajectoires incompatibles ni les radars marins ou portuaires.

2. calcul de la vitesse de la cible à partir de radars primaires ayant des vitesses de balayage non périodiques (variables);
3. traitement pour la reconnaissance automatique du tracé (sélection de caractéristiques) et la comparaison avec des bases de données des caractéristiques de la cible (formes d'onde ou imagerie) pour identifier ou classer les cibles; **ou**
4. superposition et corrélation, ou fusion de données de cible, à partir de deux ou plus de deux «capteurs radar interconnectés» et «géographiquement dispersés», afin de renforcer et de discriminer les cibles.

Note :

L'alinéa 1-6.A.8.1.4. ne vise pas les systèmes, matériels ou ensembles servant au contrôle de la circulation maritime.

1-6.B. Équipements d'essai, de contrôle et de production

1. Acoustique - Néant.
2. Capteurs optiques - Néant.
3. Appareils de prises de vues - Néant.
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.
5. Lasers - Néant.
6. Capteurs magnétiques et à champ électrique - Néant.
7. Gravimètres
Équipements de production, d'alignement et d'étalonnage de gravimètres au sol ayant une précision statique meilleure que 0,1 milligal.
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. Acoustique - Néant.
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. tellure de cadmium et de zinc (CdZnTe) dont la fraction molaire de zinc est inférieure à 6 % en poids;

2. tellure de cadmium (CdTe), quel que soit le niveau de pureté; **ou**
3. tellure de mercure et de cadmium (HgCdTe), quel que soit le niveau de pureté.

Note technique :

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.

3. Appareils de prises de vues - Néant.
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 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. cristaux piriformes bruts des matériaux électro-optiques suivants :
 1. arséniate de potassium titanyl (KTA);
 2. séléniure de gallium-argent (AgGaSe₂);
 3. séléniure de thallium-arsenic (Tl₃AsSe₃, également désigné par l'acronyme TAS);
 - c. matériaux optiques non linéaires ayant :
 1. une susceptibilité du troisième ordre ($\chi^{(3)}$) égale ou supérieure à 10⁻⁶ m²/V²; **et**
 2. un temps de réponse inférieur à 1 ms;
 - 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) et le fluorure de hafnium (HfF₄), 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;
5. Lasers
Matériaux cristallins synthétiques hôtes pour «lasers», sous forme brute, comme suit :
 - a. saphir dopé au titane;
 - b. alexandrite.
6. Capteurs magnétiques et à champ électrique - Néant.
7. Gravimètres - Néant.
8. Radars - Néant.

1-6.D. Logiciel

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.
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.

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;
 - b. Capteurs optiques - Néant;
 - c. Appareils de prises de vues - Néant;
 - 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;
 - 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, situés dans des calculateurs universels installés dans des centres de contrôle de la circulation aérienne, et présentant l'une des capacités suivantes :
 - a. traiter et afficher plus de 150 «pistes produites par le système» en simultané; **ou**
 - b. accepter des données relatives aux cibles radar provenant de plus de quatre radars primaires;
 2. «logiciel» de conception ou de «production» de radomes :
 - 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. «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.
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.;
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 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.
 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 - supprimé
 - 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. Accéléromètres, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :
 - 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, et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. « répétabilité » de « biais » inférieure à (meilleure que) 5 000 micro g sur une période d'un an; **et**
 - b. « répétabilité » de « facteur d'échelle » inférieure à (meilleure que) 2 500 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.

N.B. :

Pour les accéléromètres angulaires ou rotationnels, voir l'alinéa 1-7.A.1.b.

- b. Accéléromètres angulaires ou rotationnels spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieurs à 100 g.
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. « stabilité » de « vitesse de précession » mesurée dans un environnement de 1 g sur une période d'un mois et par rapport à une valeur d'étalonnage fixe, inférieure à (meilleure que) 0,5° par heure lorsque l'appareil est spécifié pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire égal ou inférieur à 100 g;
 - b. « cheminement aléatoire angulaire » inférieur (meilleur que) ou égal à 0,0035° par racine carrée d'heure; **ou**
- Note :**
L'alinéa 1-7.A.2.b ne vise pas les gyroscopes à masse rotative (les gyroscopes à masse rotative utilisent une masse qui tourne continuellement pour décélérer un mouvement angulaire).
- c. une gamme de vitesse angulaire égale ou supérieure à 500 degrés par seconde et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. « stabilité » de « vitesse de précession », mesurée dans un environnement de 1 g sur une période de trois minutes, et par rapport à une valeur d'étalonnage fixe, inférieure à (meilleure que) 40 degrés par heure; **ou**
 2. « cheminement aléatoire angulaire » inférieur (meilleur que) ou égal à 0,2 degrés par racine carrée d'heure; **ou**
 - d. spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieurs à 100 g.
 3. Systèmes inertiels de navigation (INS) et composants spécialement conçus, comme suit :

- a. Systèmes inertiels de navigation (à cardan et liés) et équipements inertiels conçus pour usage dans un « aéronef », dans un véhicule terrestre, dans un vaisseau (de surface ou sous-marin) ou dans un « véhicule spatial », permettant de déterminer l'attitude ou assurer le guidage ou le contrôle, présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 1. erreur de navigation (inertie seule), après un alignement normal, de 0,8 mille nautique par heure (mm/hr) (erreur circulaire probable à 50 %) ou moins (meilleure); **ou**
 2. spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieurs à 10 g.
- b. Systèmes inertiels de navigation hybrides dans lesquels sont intégrés un ou plusieurs systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) ou avec un ou plusieurs « systèmes de navigation référencée par bases de données » (« DBRN ») pour l'attitude, le guidage ou la commande, après un alignement normal, et précision de position de navigation INS, après perte du GNSS ou du « DBRN » pour une période pouvant atteindre 4 minutes, ou moins (meilleure) que l'ECP à 10 mètres.
- c. Équipements inertiels permettant de déterminer l'azimut, le cap ou le nord, présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 1. Conçus pour déterminer l'azimut, le cap et ou le nord, avec une précision égale ou inférieure à (meilleure que) 6 minutes d'arc (valeur efficace) à une latitude de 45°; **ou**
 2. Conçus pour résister à un niveau d'impact de 900 g ou plus d'une durée égale ou supérieure à 1 ms.

Note 1 :

Les paramètres établis aux alinéas 1-7.A.3.a. et 1-7.A.3.b. s'appliquent dans les conditions suivantes :

1. vibrations aléatoires d'entrée de 7,7 g de valeur efficace globale pendant la première demi-heure et durée totale de l'essai d'une heure et demie par axe selon chacun des trois axes perpendiculaires, les vibrations aléatoires présentant les caractéristiques suivantes :
 - a. densité du spectre de puissance uniforme de 0,04 g²/Hz dans l'intervalle de fréquences de 15 à 1 000 Hz; **et**
 - b. atténuation de la densité du spectre de puissance de 0,04 g²/Hz à 0,01 g²/Hz dans l'intervalle de fréquences de 1 000 à 2 000 Hz; **ou**
2. un taux de roulis-tangage égal ou supérieur à + 2,62 rad/s (radians/s) (150 deg/s); **ou**
3. conformes aux normes nationales, équivalentes à 1. ou 2. ci-dessus.

Note 2 :

Le paragraphe 1-7.A.3. ne vise pas les systèmes inertiels de navigation qui sont homologués pour une utilisation sur « aéronefs civils » par les autorités aéronautiques civiles d'un pays participant.

Note 3 :

L'alinéa 1-7.A.3.c.1 ne vise pas les systèmes à théodolite comportant un équipement inertiel spécialement conçu à des fins topographiques à usage civil.

Notes techniques :

1. L'alinéa 1-7.A.3.b. s'applique aux systèmes dans lesquels un système INS et d'autres aides à la navigation indépendantes sont construits en une seule unité (intégrés) afin d'obtenir des performances améliorées.
2. « Erreur circulaire probable » (« ECP ») - Dans une distribution normale circulaire, rayon du cercle contenant 50 pour cent des mesures individuelles effectuées, ou rayon du cercle dans lequel il y a une probabilité de 50 pour cent de trouver de telles mesures.

- d. Équipement de mesure inertielle, y compris les unités de mesure inertielle (UMI) et les systèmes de référence inertielle (SRI), comprenant des accéléromètres ou des gyroscopes visés par les alinéas 1-7.A.1. ou 1-7.A.2., et leurs composants spécialement conçus.
4. gyro-astro-compas, et autres appareils permettant de déterminer la position ou l'orientation par poursuite automatique des corps célestes ou satellites, avec une précision d'azimut égale ou inférieure à (meilleure que) 5 secondes d'arc.
5. Équipements de réception de systèmes globaux de navigation par satellite (GPS ou GNNS) présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 - a. employant le décryptage; **ou**
 - b. antenne auto-adaptative.
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.
7. supprimé
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, avec une erreur de positionnement égale ou inférieure à (meilleure que) une erreur circulaire probable (ECP) de 3 % de la distance parcourue, 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 les catégories 1-6.A.1.a., pour les systèmes acoustiques, et 1-6.A.1.b., pour l'équipement sonar à corrélation de vitesse. 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. 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 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 la dépose de l'unité remplaçable en atelier (URA) des accéléromètres ou gyroscopes soumis au contrôle.
2. équipements, comme suit, spécialement conçus pour la qualification des miroirs pour gyro-lasers en anneaux :

- 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).
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. «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.
2. «code source» pour l'«utilisation» 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 les systèmes de référence de cap et d'attitude à cardan.

Note technique :

Les systèmes de référence de cap et d'attitude (AHRS) diffèrent généralement des systèmes inertiels de navigation 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 à inertie.

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 (GPS ou GNNS); **ou**
 3. données provenant d'un système «DBRN»;
 - c. «code source» pour systèmes aéro-électroniques ou de mission intégrés combinant des données de capteurs et employant des «systèmes experts»;

- d. «code source» pour le «développement» de l'un des systèmes suivants :
1. systèmes numériques de gestion de vol pour la «commande intégrale du vol»;
 2. systèmes de commande intégrés de la propulsion et du vol;
 3. systèmes de commande de vol électriques ou à fibres optiques;
 4. «systèmes de commande active de vol» à tolérance de panne ou à auto-reconfiguration;
 5. équipements de bord de goniométrie automatiques;
 6. centrales aérodynamiques utilisant des mesures de prises statiques de peau; **ou**
 7. visuels tête haute de type à trame ou visuels à trois dimensions;
- 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.E. Technologie

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. ou 1-7.D.
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.
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 interchangeable 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.

4. autres «technologies», comme suit :
 - a. «Technologie» pour le «développement» ou la «production» de :
 1. équipements goniométriques automatiques de bord fonctionnant sur des fréquences supérieures à 5 MHz;
 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 tête haute de type à trame ou visuels à trois dimensions pour «aéronefs»;
 4. systèmes inertiels de navigation ou gyro-astro-compas contenant des accéléromètres ou des gyroscopes visés aux paragraphes 1-7.A.1. ou 1-7.A.2.;
 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»;
 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. conception de configuration pour l'interconnexion de plusieurs éléments de traitement microélectroniques (calculateurs embarqués) afin de réaliser le «traitement en temps réel» en vue de la mise en oeuvre des lois de commande;
 2. compensation des lois de contrôle pour tenir compte de l'emplacement des capteurs ou des charges dynamiques de la cellule, c'est-à-dire compensation de l'environnement vibratoire des capteurs ou de la modification de l'emplacement des capteurs par rapport au centre de gravité;
 3. gestion électronique de la redondance des données ou de la redondance des systèmes, pour la détection de pannes, la tolérance de pannes, la localisation de pannes ou la reconfiguration;

Note :

L'alinéa 1-7.E.4.b.3. ne vise pas la «technologie» de conception de redondance matérielle.

4. commande de vol permettant la reconfiguration en vol des commandes de force et de moment pour la commande autonome en temps réel du véhicule aérien;
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 :

- a. 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»; ou
- b. le «développement» de «technologie» visant des instruments de vol intégrés exclusivement pour la navigation ou les approches VOR, DME, ILS ou MLS;

6. commande de vol numérique pleine autorité ou systèmes de gestion de mission multi-capteurs comprenant des «systèmes experts»;

N.B. :

En ce qui concerne la «technologie» des commandes électroniques numériques de moteur pleine autorité (FADEC), voir l'alinéa 1-9.E.3.a.9.

- 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. Véhicules submersibles et navires de surface, comme suit :

Note :

- 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 sous-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 transporter un équipage de quatre personnes ou plus;
 - b. conçus pour un fonctionnement autonome pendant 10 heures ou plus;
 - c. ayant une portée de 25 milles nautiques ou plus; **et**
 - d. ayant une longueur de 21 m ou moins;

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.

- 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. disposant d'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. disposant d'une liaison de données ou de commande acoustique; **ou**
 3. disposant d'une liaison de données ou de commande à fibres optiques 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. une 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. une pression de coussin supérieure à 3 830 Pa; **et**
 3. un 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'ailerons 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 de surface à coques immergées présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. un 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. un déplacement en pleine charge supérieur à 1500 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 de surface à coques immergées sont définis par la formule suivante: La ligne de flottaison pour un tirant d'eau opérationnel donné doit être inférieure à $2 \times$ (volume déplacé pour ce tirant d'eau)^{2/3}.

2. systèmes, 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, 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'exportation de mousse syntactique visée à l'alinéa 1-8.C.1 dans une phase intermédiaire de fabrication (c-à-d. que la forme de composant final n'a pas encore été obtenue) ne restreint en rien la portée des contrôles.

- b. systèmes spécialement conçus ou modifiés pour le contrôle automatisée du déplacement des véhicules submersibles visés par le paragraphe 1-8.A.1., utilisant des informations de navigation et comportant des asservissements en boucle fermée :
 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 ou de connexion de coque à fibres optiques;
- 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 conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin contenant :
 1. des tubes intensificateurs d'image visés par le sous-alinéa 1-6.A.2.a.2.a.; **et**
 2. plus de 150 000 «pixels actifs» par élément de surface sensible;

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, y compris 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 tous les 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. systèmes d'imagerie électronique spécialement conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin, capables de stocker numériquement plus de 50 images impressionnées;

Note :

L'alinéa 1-8.A.2.f. ne vise pas les appareils photonumériques spécialement conçus pour les consommateurs, autres que ceux utilisant des techniques de multiplication électronique des images.

- g. systèmes lumineux, comme suit, spécialement conçus ou modifiés pour l'usage sous-marin :
 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, 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 «fibreuse 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 le couple ou la force appliqués à un objet extérieur, ou une perception tactile d'un objet extérieur par le manipulateur; **ou**
 2. commandés par des techniques maître-esclave proportionnelles ou au moyen d'un ordinateur spécialisé et disposant de 5 degrés de liberté de mouvement ou plus;

Note :

Seules les fonctions comportant une commande proportionnelle par rétroaction positionnelle ou faisant appel à un ordinateur spécialisé sont prises en compte lors de la détermination des degrés de liberté de mouvement.

- j. systèmes d'alimentation indépendants de l'air, comme suit, 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 spécialement conçus pour :
 1. la mise en pression des produits de la réaction ou la mise en forme du combustible;
 2. le stockage des produits de la réaction; **et**
 3. 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 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 spécialement conçus pour :
 1. la mise en pression des produits de la réaction ou la mise en forme du combustible;
 2. le stockage des produits de la réaction; **et**
 3. 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 et 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 de surface à coques immergées visés aux alinéas 1-8.A.1.f., 1-8.A.1.g., 1-8.A.1.h. ou 1-8.A.1.i. :
 - 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», 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», 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 1000 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, et comportant des systèmes de commande électronique, capables de réduire activement les vibrations des équipements en générant des signaux anti-bruit ou anti-vibration directement à la source;
- p. systèmes carénés (pompes hélices) ayant une puissance de sortie supérieure à 2,5 MW qui utilisent 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. appareil de plongée et de nage sous-marine autonome, à circuit fermé ou semi-fermé (réinhalation).

Note :

L'alinéa 1-8.A.2.q. ne vise pas un appareil individuel utilisé pour accompagner l'utilisateur.

1-8.B. Équipements d'essai, de contrôle et de production

- 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, conçus pour mesurer les champs acoustiques créés par un flux hydraulique autour des modèles de systèmes de propulsion.

1-8.C. Matériaux

- 1. Mousse syntactique pour l'usage sous-marin 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. «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.
- 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. «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.
- 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 : Aérospatiale 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. Moteurs à turbine à gaz aéronautiques, présentant l'une des caractéristiques suivantes:

- a. comportant l'une des «technologies» visées par l'alinéa 1-9.E.3.a.; **ou**

Note :

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

- 1. certifiés par les autorités de l'aviation civile d'un pays participant; **et**
- 2. destinés à propulser des aéronefs pilotés non militaires pour lesquels une certification d'«aéronef civil» a été émise par un «état participant» pour l'aéronef avec ce type de moteur spécifique :
 - a. une certification de type civil; **ou**
 - b. un document équivalent reconnu par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

- b. conçus pour voler en croisière à une vitesse égale ou supérieure à Mach 1 pendant plus de 30 minutes.

- 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 :

Les termes «moteurs» à turbine à gaz marins désignent 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.

- 3. ensembles et composants spécialement conçus, comportant l'une des «technologies» visées à l'alinéa 1-9.E.3.a., pour les systèmes de propulsion à moteurs à turbine à gaz suivants:

- a. visés au paragraphe 1-9.A.1.; **ou**
- b. dont la conception ou la production sont soit originaires d'un pays non participant soit d'une provenance inconnue du constructeur.

4. lanceurs spatiaux et «véhicules spatiaux».

Notes :

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.

5. systèmes de propulsion de fusées à propergol liquide contenant l'un des systèmes ou composants visés au paragraphe 1-9.A.6.

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. dispositifs de stockage de propergol fonctionnant selon le principe de la rétention capillaire ou 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 g/cm³ et une résistance à la traction supérieure à 48 MPa.

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 :

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.7.e., une liaison mécanique solide est définie comme une force de liaison égale ou supérieure à la force du propergol.

8. composants, comme suit, spécialement conçus pour les systèmes de propulsion de fusées à propergol solide :

- 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;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.A.8.a., une liaison mécanique solide est définie comme ayant une force de liaison égale ou supérieure à la force du propergol.

- 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 :
 1. d'un mouvement omni-axial supérieur à $\pm 5^\circ$;
 2. de rotations de vecteur angulaire de 20°/s ou plus; **ou**
 3. d'accélération de vecteur angulaire de 40°/s² ou plus.

9. systèmes de propulsion de fusées hybrides ayant :

- 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.

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, spécialement conçus pour des lanceurs fabriqués à partir de matériaux composites à matrice métallique, de matériaux composites organiques, de matériaux à matrice céramique, ou de matériaux intermétalliques renforcés visés aux paragraphes 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 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 organiques, de matériaux à matrice céramique, ou de matériaux intermétalliques renforcés visés aux paragraphes 1-1.C.7. ou 1-1.C.10.;

- c. composants structuraux et systèmes d'isolement spécialement conçus pour contrôler activement la réaction ou la distortion 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.

11. moteurs statoréacteurs, statoréacteurs à combustion supersonique ou combinés, et leurs composants spécialement conçus.

12. «Véhicules aériens sans équipage» («VAE»), systèmes, équipements et composants associés, comme suit :
- les «VAE» présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 - une autonomie de contrôle et de navigation (par exemple, un pilotage automatique avec un système de navigation à inertie); **ou**
 - la possibilité d'un vol commandé en dehors du champ de vision direct d'un opérateur humain (par exemple, une commande à distance télévisuelle).
 - les systèmes, équipements et composants associés, comme suit :
 - les équipements spécialement conçus pour contrôler à distance les «VAE» visés à l'alinéa 1-9.A.12.a.;
 - les systèmes de guidage ou de contrôle, autres que ceux visés à la Catégorie 7, spécialement conçus pour être intégrés dans les «VAE» visés à l'alinéa 1-9.A.12.a.;
 - les équipements et composants spécialement conçus pour convertir un aéronef avec équipage en un «VAE» visé à l'alinéa 1-9.A.12.a.

Note :

Le paragraphe 1-9.A.12. ne vise pas les modèles réduits d'avion.

1-9.B. Équipements d'essai, de contrôle et de production

- Équipements, outillage et montages spécialement conçus, comme suit, pour la fabrication ou la mesure des aubes mobiles, aubes fixes ou carénages d'extrémité moulés de turbine à gaz :
 - équipements de solidification dirigée ou de moulage monocristallin;
 - noyaux ou carters en céramique.
- 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 le développement de moteurs à turbines à gaz ou de leurs ensembles ou composants, composants des «technologies» visées à l'alinéa 1-9.E.3.a.
- 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 pièces ou accessoires spécialement conçus.
- outils, matrices ou montages pour l'assemblage à l'état solide des liaisons aube-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
- 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 :
 - souffleries conçues pour des vitesses égales ou supérieures à Mach 1,2, à l'exclusion de celles 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.

- 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**
 - 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 .
- 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 1273 K (1000°C), et leurs dispositifs de chauffage à quartz spécialement conçus.
 - 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.
 - transducteurs spécialement conçus pour la mesure directe du frottement sur le revêtement des parois d'un écoulement d'essai ayant une température de stagnation supérieure à 833 K (560°C).
 - 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).
 - 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

- «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour le «développement» des équipements ou de la «technologie» visés par 1-9.A., 1-9.B. ou 1-9.E.
- «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour la «production» des équipements visés aux paragraphes 1-9.A. ou 1-9.B.
- «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour l'«utilisation» des commandes électroniques numériques de moteur pleine autorité («FADEC») pour systèmes de propulsion visés au paragraphe 1-9.A., ou pour l'équipement visé au paragraphe 1-9.B., comme suit :
 - «logiciel» des commandes électroniques numériques pour systèmes de propulsion, installations d'essai aéronautiques ou installations d'essai de moteurs aéronautiques aérobies;
 - «logiciel» à tolérance de pannes utilisé dans les systèmes «FADEC» pour les systèmes de propulsion et les installations d'essai connexes.

4. autres «logiciels», comme suit :
- code «logiciel» d'écoulement 2D/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;
 - «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 rétro-active, y compris les ajustements dynamiques à apporter aux équipements subissant l'essai ou aux conditions d'essai, pendant l'essai;
 - «logiciel» spécialement conçu pour la commande de la solidification dirigée ou des moulages monocristallins;
 - «logiciel» en «code source», «code objet» ou code machine, nécessaire à l'«utilisation» de systèmes de compensation active pour la commande du jeu d'extrémité des pales de rotor.

Note :

L'alinéa 1-9.D.4.d. ne vise pas le «logiciel» intégré dans des équipements libres ou nécessaire aux opérations de maintenance liées à l'étalonnage ou à la réparation, ou nécessaire à la mise à jour du système de commande de jeu par compensation active.

- «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour l'utilisation des «véhicules aériens sans équipage» et des systèmes, équipements et composants associés visés à l'alinéa 1-9.A.12.
- «Logiciel» destiné spécialement à la conception des canaux de refroidissement internes des aubes, des aubages fixes et des segments de virole de moteur à turbine à gaz aéronautique;
- «Logiciel» possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - spécialement conçu pour prévoir les conditions aérothermiques, aéromécaniques et de combustion dans les moteurs à turbine à gaz aéronautiques;
 - 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

- «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.11., 1-9.B. ou 1-9.D.
- «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.

Note :

La «technologie» de "développement" ou de "production" visée à la sous-catégorie 1-9.E., pour moteurs à turbine à gaz, reste soumise à contrôle lorsqu'elle est utilisée comme «technologie» "d'utilisation" pour la réparation, la rénovation 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.

- autres «technologies», comme suit :
 - «technologie» «nécessaire» au «développement» ou à la «production» de l'un des composants ou systèmes de moteurs à turbine à gaz suivants :
 - aubes mobiles, aubes fixes ou carénages d'extrémité de turbines à gaz constitués d'alliages à solidification dirigée (SD) ou monocristallins (MC) 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 (1000°C) et à une contrainte de 200 MPa, sur la base des valeurs caractéristiques moyennes;
 - chambres de combustion à dômes multiples fonctionnant à des températures moyennes à la sortie du brûleur supérieures à 1813 K (1540°C), ou chambres de combustion comprenant des chemises de combustion thermiquement découplées, des chemises non métalliques ou des carters non métalliques;
 - composants fabriqués à partir de matériaux suivants :
 - matériaux «composites» organiques conçus pour fonctionner au-dessus de 588 K (315°C),
 - matériaux «composites» à «matrice» métallique, matériaux «composites» à «matrice» céramique, intermétalliques ou intermétalliques renforcés visés au paragraphe 1-1.C.7.; **ou**
 - matériaux «composites» visés par le paragraphe 1-1.C.10. et fabriqués avec des résines visées au paragraphe 1-1.C.8.
 - aubes mobiles, aubes fixes ou carénages d'extrémité ou autres composants de turbine, non refroidis, conçus pour fonctionner à des températures du gaz égales ou supérieures à 1 323 K (1 050°C);
 - aubes mobiles, aubes fixes ou carénages d'extrémité de turbine, refroidis, autres que ceux décrits aux alinéas 1-9.E.3.a.1., exposés à des températures du gaz égales ou supérieures à 1 643 K (1 370°C);
 - liaisons aubage-disque au moyen de l'assemblage à l'état solide;
 - composants de moteurs à turbine à gaz, utilisant la «technologie» du «soudage par diffusion», visée à l'alinéa 1-2.E.3.b.;
 - composants rotatifs 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.;
 - «FADEC» pour moteurs à turbine à gaz et moteurs combinés, leurs composants et capteurs de diagnostic connexes et leurs composants connexes spécialement conçus;
 - géométrie réglable de la veine et systèmes de commande connexes pour :
 - turbines de générateur;

- b. turbines de soufflante ou de travail; ou
- c. tuyères d'éjection.

Note 1 :

La géométrie réglable de la veine et les systèmes de commande connexes dont il est question à l'alinéa 1-9.E.3.a.10. ne comprennent pas les aubages directeurs, les soufflantes à pas variables, les redresseurs variables ou les vannes de décharge pour compresseurs.

Note 2 :

L'alinéa 1-9.E.3.a.10. ne vise pas la «technologie» de «développement» ou de «production» pour la géométrie réglable de la veine pour l'inverseur;

- 11. pales de soufflantes creuses;
- 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;
- c. «technologie» «nécessaire» au «développement» ou à la «production» des composants de moteurs à turbine à gaz utilisant des procédés de perçage de petits trous à «laser», à jet d'eau ou à usinage électro-chimique ou électro-érosif, destinés à réaliser des trous, présentant l'un des ensembles de caractéristiques suivantes :
 - 1. l'ensemble des caractéristiques suivantes :
 - a. une profondeur supérieure à 4 fois leur diamètre;
 - b. un diamètre inférieur à 0,76 mm; **et**
 - c. un angle d'incidence égal ou inférieur à 25°; **ou**
 - 2. l'ensemble des caractéristiques suivantes :
 - a. une profondeur supérieure à 5 fois leur diamètre;
 - b. un diamètre inférieur à 0,4 mm; **et**
 - c. un angle d'incidence supérieur à 25°;

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 1-9.E.3.c., l'angle d'incidence est mesuré à partir d'un plan tangentiel à la surface de la voilure au point où l'axe du trou pénètre la surface de la voilure.

- 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;
- e. «technologie» pour le «développement» ou la «production» de systèmes de propulsion de véhicules terrestres à moteur diesel alternatif présentant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1. volume parallélépipédique égal ou inférieur à 1,2 m³;
 - 2. puissance de sortie globale supérieure à 750 kW fondée sur la norme CEE/80/1269 ou sur la norme ISO 2534 ou leurs équivalents nationaux; **et**
 - 3. puissance volumique supérieure à 700 kW/m³ de volume parallélépipédique;

Note technique :

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 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 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.

- f. «technologie» «nécessaire» à la «production» de composants spécialement conçus, comme suit, pour moteurs diesels à haute performance :
 - 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 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)), présentant les deux 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;
- 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) 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.

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 (*Toute destinations*) :

- a. fusils, carabines, revolvers, pistolets, pistolets-mitrailleurs, mitrailleuses et armes à feu définies dans le *Code Criminel*;
- b. armes à canon lisse;
- c. armes utilisant des munitions sans douilles;
- d. silencieux, affûts spéciaux, chargeurs, dispositifs de visée et cache-flammes destinés aux armes relevant de l'article 2-1.a., 2-1.b. ou 2-1.c.
- 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 :

La catégorie 2-1. ne vise pas les articles suivants :

1. armes à feu spécialement conçues pour munitions factices qui ne peuvent être utilisées ou modifiées pour tirer des munitions contrôlées;
2. Les armes réputées ne pas être des armes à feu aux termes du paragraphe 84(3) du *Code Criminel* :
 - a. les armes à feu historiques;
 - b. tout instrument conçu exclusivement pour tirer des cartouches d'ancrage, des rivets explosifs ou d'autres projectiles industriels;
 - c. tout instrument de tir conçu exclusivement pour soit abattre des animaux domestiques, soit administrer des tranquillisants à des animaux; armes à feu antiques, telles que définies dans le *Code Criminel*;
3. reproductions de mousquets, de fusils et de carabines à silex, à rouet et à mèche.
4. viseurs d'armement optiques dépourvus de traitement électronique de l'image, avec un pouvoir d'agrandissement de 4 X ou moins, à condition qu'ils ne soient pas spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire.

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 articles suivants :

1. armes à feu antiques, telles que définies dans le *Code Criminel*;
2. reproductions de mousquets, de fusils et de carabines à silex, à rouet et à mèche.

- b. matériel militaire pour le lancement ou la production de fumées, de gaz et de produits pyrotechniques;

(*Toutes destinations*)

Note :

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

- c. dispositifs de visée.

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 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 :

L'alinéa 2-3.a. ne vise pas les munitions serties sans projectile (munitions à blanc) et les munitions factices à chambre à poudre percée.

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. :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir la note 7 au paragraphe 2-11.

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 :

(Toutes destinations)

Note :

L'alinéa 2-4.a. comprend :

1. les grenades fumigènes, bombes incendiaires et dispositifs explosifs;
2. les tuyères de fusées de missiles et pointes d'ogives de corps de rentrée.

b. matériel spécialement conçu pour la manutention, le contrôle, l'amorçage, l'alimentation à puissance de sortie opérationnelle fonctionnant une seule fois, le lancement, le pointage, le dragage, le déchargement, le leurre, le brouillage, la détonation ou la détection des articles visés à l'alinéa 2-4.a.

Note :

L'article 2-4.b. comprend :

1. le matériel mobile pour la liquéfaction des gaz, capable de produire 1 000 kg ou plus de gaz sous forme liquide par jour;
2. les câbles électriques conducteurs flottants pouvant servir au dragage des mines magnétiques.

Note technique :

Les dispositifs à main conçus exclusivement pour la détection d'objets métalliques et incapables de distinguer les mines des autres objets métalliques, ne sont pas considérés comme étant spécialement conçus pour la détection d'articles visés à l'alinéa 2-4.a.

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 contremesure 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 contremesure pour les articles visés aux alinéas 2-5.a. ou 2-5.b.;
- d. matériel d'essai sur le terrain ou d'alignement, spécialement conçu pour les articles visés aux alinéas 2-5.a. ou 2-5.b.

2-6. Véhicules terrestres et leurs composants, comme suit :

N.B. :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir la note 7 du 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. Véhicules tout-terrain à quatre roues motrices, équipés ou renforcés d'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 comprend une modification structurelle, électrique ou mécanique touchant au moins un composant militaire spécialement conçu. Ces composants sont entre autres les suivants :

- a. les enveloppes de pneumatiques à l'épreuve des balles ou pouvant rouler à plat;
- b. les systèmes de variation de pression de gonflage de pneumatiques, activés à l'intérieur du véhicule pendant son déplacement;
- c. la protection blindée des parties vitales, par exemple les réservoirs à carburant ou les cabines;
- d. les armatures spéciales ou les supports pour les armes;
- e. les systèmes d'éclairage masqué.

Note 3 :

L'alinéa 2-6. ne vise pas les automobiles ou les camions civils conçus ou modifiés pour le transport de l'argent ou des objets précieux et comportant une protection blindée ou balistique.

2-7. Agents chimiques ou biologiques toxiques, «agents antiémeutes», substances radioactives, équipement, composantes et matériaux connexe, comme suit :

- a. Agents biologiques et 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;
- 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-Chlorovinylidichloroarsine (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 mélangé à de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (agent orange)
- 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 : méthyl-phosphonite de O-éthyle et de 2-diisopropylaminoéthyle (CAS 57856-11-8);
 3. Chlorosarin : méthylphosphonochloridate d'O-isopropyle (CAS 1445-76-7);
 4. Chlorosoman : méthylphosphonochloridate d'O-pinacolyle (CAS 7040-57-5);
- d. «Agents antiémeutes», composants chimiques actifs et combinaisons de ces derniers, comprenant :
 1. Bromobenzèneacétonitrile (cyanure de bromobenzyle) (CA) (CAS 5798-79-8);
 2. [(2-Chlorophényl)méthylène]propanedinitrile (o chlorobenzylidènemalononitrile) (CS) (CAS 2698-41-1);
 3. 2-Chloro-1-phényléthanone, chlorure de phénylacyle (w-chloroacétophène) (CN) (CAS 532-27-4);
 4. Dibenzo-(b,f)-1,4-oxazépine (CR) (CAS 257-07-8);
 5. 10-chloro-5,10-dihydrophénarsazine (chlorure de phénarsazine) (Adamsite), (D.M.) (CAS 578-94-9);
 6. N-Nonanoylmorpholine, (MPA) (CAS 5299-64-9);

Note 1 :

L'alinéa 2-7.d. ne vise pas les «agents antiémeutes» 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.

- 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 chimiquement fabriqués à partir de précurseurs visés à l'alinéa 2-7.c.
- f. Matériel de protection et de décontamination et leurs composants spécialement conçus et mélanges de produits chimiques spécialement préparés, comme suit :
 1. Matériel spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire, pour la défense contre les substances visées aux alinéas 2-7.a., 2-7.b. ou 2-7.d. et leurs composants spécialement conçus;
 2. Matériel spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire, pour la décontamination d'objets contaminés avec les substances visées 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.

- g. équipement spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire, 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.

- 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;
- 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 à l'alinéa 2-7.b., produits par sélection dirigée en laboratoire ou manipulation génétique de systèmes biologiques;
 2. Systèmes biologiques, comme suit : «vecteurs d'expression», virus ou cultures de cellules contenant l'information génétique particulière à la production des «biocatalyseurs» visés à l'alinéa 2-7.i.1.;

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. supprimé
- g. xylyle, 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 2-7.1.2. 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. :

Voir aussi l'alinéa 1-1.C.11. de la liste de marchandises à double usage.

Notes techniques :

1. Dans cette section, un mélange est constitué d'au moins deux substances dont au moins une est énumérée dans un des alinéas du paragraphe 2-8.
2. Toute substance énumérée dans un alinéa de l'article 2-8. est visé par cette liste, même lorsqu'elle est employée pour un usage autre que ce qui est mentionné. (p. ex. le TAGN est principalement utilisé comme explosif, mais peut aussi être utilisé comme carburant ou agent oxydant.)

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)-pentaamine-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)-pentaamine-cobalt (III)) (CAS 70247-32-4);
6. DADE (1,1-diamino-2,2-dinitroéthylène, FOX7);
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 (voir aussi l'alinéa 2-8.g.5. pour leurs «précurseurs») :
 - a. HMX (cyclotétraméthylénetétranitramine, 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 (cyclotriméthylénetrinitramine, 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-triazacyclohexanone) (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. TNT (1-N-(2-nitrotriazolo)-4-nitrotétrazole);
26. Tétryl(trinitrophénylméthylnitramine) (CAS 479-45-8);
27. TNAD (1,4,5,8-tétranitro-1,4,5,8-tétrazaadécaline) (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. NTDNA (2-nitrotriazole 5-dinitramide) (CAS 75393-84-9);
 - 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 à l'alinéa 2-8.a. 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. Autres explosifs organiques non énumérés à l'alinéa 2-8.a. possédant une pression de détonation égale ou supérieure à

25 GPa (250 kbar) et demeurant stables pendant des périodes de 5 minutes ou plus à des températures égales ou supérieures à 523 K (250 °C);

b. «Propergols», comme suit :

1. Tout propergol solide de classe ONU 1.1 (Nations Unies) ayant une impulsion spécifique théorique (dans des conditions normales) de plus de 250 s pour les compositions non métallisées ou de plus de 270 s pour les compositions aluminées;
2. Tout propergol solide de classe UN 1.3, possédant une impulsion spécifique théorique (dans des conditions normales) de plus de 230 s pour les compositions non halogénées, de plus de 250 s pour les compositions non métallisées et de plus de 266 s pour les compositions métallisées;
3. Propergols possédant une constante de force supérieure à 1200 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.

c. «Produits pyrotechniques», carburants et substances connexes, et mélanges de ces substances, comme suit :

1. Carburants pour aéronefs, spécialement formulés à des fins militaires;
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 d.9. pour les dérivés oxydants de l'hydrazine):
 - a. Hydrazine (CAS 302-01-2) à des concentrations de 70 % ou plus;
 - b. Monométhyldiazine (CAS 60-34-4);
 - c. Diméthylhydrazine symétrique (CAS 540-73-8);
 - d. Diméthylhydrazine asymétrique (CAS 57-14-7);
5. Combustibles métalliques 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 et mélanges connexes, comme suit :
 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;
 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;
6. Matières pour usage militaire comprenant des épaississants pour combustibles hydrocarbonés, spécialement formulés pour les lance-flammes ou les munitions incendiaires,

Notamment les stéarates ou palmitates de métal (p. ex. octal, CAS 637-127) et épaississants M1, M2, M3;

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 (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 (TiHn) de stœchiométrie équivalente à $n = 0,65 - 1,68$;

Note 1 :

Les carburants pour aéronefs visés à l'alinéa 2-8.c.1. sont des produits finis, mais non leurs constituants.

Note 2 :

L'alinéa 2-8.c.4.a. ne vise pas les mélanges d'hydrazines spécialement conçus pour la protection contre la corrosion.

Note 3 :

Les explosifs et combustibles contenant les métaux ou des alliages énumérés à l'alinéa 2-8.c.5. sont visés, que les métaux ou alliages soient ou non encapsulés dans de l'aluminium, du magnésium, du zirconium ou du béryllium.

Note 4 :

L'alinéa 2-8.c.5.b.2. ne vise pas le bore et le carbure de bore enrichis en bore-10 (au moins 20 % de bore-10 au total).

d. Agents oxydants et mélanges connexes, comme suit :

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.

Note 2 :

L'alinéa 2-8.d.3. ne vise pas le trifluorure d'azote à l'état gazeux.

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.

e. Liants, plastifiants, monomères et polymères, comme suit :

1. AMMO (azidométhylméthoxyétane et ses polymères) (CAS 90683-29-7) (voir aussi l'alinéa 2-8.g.1. pour ses «précurseurs»);
2. BAMO (bisazidométhoxyétane 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 et polymères énergétiques contenant des groupes nitro, azido, nitrato, nitraza ou difluoroamino, spécialement conçus pour des fins militaires;

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); polyépichlorhydrinediol et polyépichlorhydrinetriol;
 14. NENAs (composés de nitroéthylnitramine) (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(nitratométhylxirane) (CAS 27814-48-8);
 16. Poly-NIMMO (poly(nitratométhylméthylloxétane) ou poly-NMMO (poly(3-nitratométhyl-3-méthylloxétane)) (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).
- 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) (CAS 9003-18-3);
 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;
 - d. n-butyl-ferrocène (CAS 31904-29-7);
 - e. Autres dérivés polymériques d'adduits du ferrocène;
 5. Béta-résorcyate de plomb (CAS 20936-32-7);
 6. Citrate de plomb (CAS 14450-60-3);
 7. Chélates plomb-cuivre du béta-résorcyate 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-Nitrazo-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-propénolato-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. Amides d'aziridine polyfonctionnels possédant la structure de base isophtalique, trimésique (BITA ou butylèneimine-trimésamide), isocyanurique ou triméthyladipique et les substituants 2-méthyl ou 2-éthyl sur le cycle aziridine;
18. Propylèneimine ou 2-méthylaziridine (CAS 75-55-8);
19. Oxyde ferrique superfin (Fe₂O₃) ayant une surface spécifique supérieure à 250 m²/g et des particules de tailles égales ou inférieures à 3,0 nm;
20. TEPAN (tétraéthylène-pentamineacrylonitrile) (CAS 68412-45-3); polyamines cyanoéthylées et leurs sels;
21. TEPANOL (tétraéthylène-pentamineacrylonitrile-glycidol) (CAS 68412-46-4); produits d'addition de polyamines cyanoéthylées avec le glycidol et ses sels;
22. TPB (triphenyl-bismuth) (CAS 603-33-8).
- 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-Chlorométhylloxétane) (CAS 142173-26-0) (voir aussi les alinéas 2-8.e.1. et e.2.);
 2. Sel de t-butyl-dinitroazétidine (CAS 125735-38-8) (voir aussi l'alinéa 2-8.a.28.);
 3. HBIW (hexabenzylhexaazaisowurtzitane) (CAS 124782-15-6) (voir aussi l'alinéa 2-8.a.4.);
 4. TAIW (tétraacétyldibenzylhexaazaisowurtzitane) (voir aussi l'alinéa 2-8.a.4.);
 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.).
- Note 5 :*
Voir le paragraphe 2-4. pour les charges et les dispositifs.
- Note 6 :*
Le paragraphe 2-8. ne vise pas les substances suivantes sauf si elles sont composées ou mélangées à des «matériaux énergétiques» mentionnés au paragraphe 2-8.a. ou à des poudres de métal mentionnées au paragraphe 2-8.c. :
- a. Picrate d'ammonium;
 - b. Poudre noire;
 - c. Hexanitrodiphénylamine;
 - d. Difluoroamine;
 - e. Nitroamidon;
 - f. Nitrate de potassium;
 - g. Tétranitronaphtalène;
 - h. Trinitroanisole;
 - i. Tétranitronaphtalène;
 - j. Trinitroxylène;
 - k. N-Pyrrolidinone; 1-méthyl-2-pyrrolidinone;
 - l. Maléate de dioctyle;
 - m. Acrylate d'éthylhexyle;
 - n. Triéthyl-aluminium (TEA), triméthyl-aluminium (TMA) et autres alkyles métalliques pyrophoriques et aryles de lithium, de sodium, de magnésium, de zinc et de bore;
 - o. Nitrocellulose;
 - p. Nitroglycérine ((ou trinitrate de glycérol, trinitroglycérine) (NG);

Groupe 2 : Liste de matériel de guerre

- q. 2,4,6-trinitrotoluène (TNT);
- r. Dinitrate d'éthylènediamine (EDDN);
- s. Tétranitrate de pentaérythritol (PETN);
- t. Azoture de plomb, styphnate de plomb normal et basique, et explosifs primaires ou compositions d'amorçage contenant des azotures ou des complexes d'azotures;
- u. Dinitrate de triéthylèneglycol (TEGDN);
- v. 2,4,6-trinitrorésorcinol (acide styphnique);
- w. Diéthylidiphénylurée, diméthylidiphénylurée, méthyléthylidiphénylurée (Centralites);
- x. N,N-Diphénylurée (diphénylurée asymétrique);
- y. Méthyl-N,N-diphénylurée (méthyl-diphénylurée asymétrique);
- z. Éthyl-N,N-diphénylurée (éthyl-diphénylurée asymétrique);
- aa. 2-Nitrodiphénylamine (2-NDPA);
- bb. 4-Nitrodiphénylamine (4-NDPA);
- cc. 2,2-Dinitropropanol;
- dd. Nitroguanidine (voir aussi le paragraphe 1-1.C.11. de la Liste de marchandises à double usage).

2-9. Navires de guerre, matériel naval spécialisé et accessoires, comme suit, et leurs composants, spécialement conçus pour l'usage militaire :

N.B. :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir la note 7 de l'article 2-11.

- a. navires de combat et navires (de surface ou sous-marins) spécialement conçus ou modifiés pour l'attaque ou la défense, transformés ou non en vue de leur utilisation commerciale, quel que soit leur état d'entretien ou de service, et qu'ils comportent ou non des systèmes de lancement d'armes ou un blindage; et leurs coques ou parties de coques;
- b. moteurs et systèmes de propulsion, comme suit :
 - 1. moteurs diesels spécialement conçus pour sous-marins, présentant les deux 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, 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 de 37,3 kW (50 CV) ou plus, spécialement conçus pour l'usage militaire et dont plus de 75 % de la masse composante est amagnétique;
 - 4. Systèmes de propulsion anaérobie spécialement conçus pour les sous-marins;
- c. appareils de détection immergés, spécialement conçus pour l'usage militaire, et leurs systèmes de commande;
- d. filets anti-sous-marins et anti-torpilles;
- e. supprimé;
- f. pénétrateurs de coques et connecteurs spécialement conçus pour l'usage militaire, permettant une interaction avec du matériel extérieur à un navire;

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.

- g. roulements silencieux avec suspension magnétique ou à gaz, contrôle de la suppression des vibrations ou de la signature active et matériel contenant de tels roulements, spécialement conçus pour l'usage militaire.

2-10. «Aéronefs», «véhicules plus légers que l'air», véhicules aériens non habités, moteurs et matériel d'«aéronef», matériel connexe et composants, spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire, comme suit :

N.B. :

Pour l'équipement de guidage et de navigation, voir la note 7 de l'article 2-11.

- a. «aéronefs» de combat et leurs composants spécialement conçus;
- b. autres «aéronefs» et «véhicules plus légers que l'air» spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire, Notamment la reconnaissance, l'attaque, l'entraînement, le transport et le parachutage de troupes ou de matériel militaire, le soutien logistique, et leurs composants spécialement conçus;
- c. véhicules aériens non habités et matériel connexe spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :
 - 1. véhicules aériens non habités, y compris les engins aériens téléguidés, les véhicules autonomes programmables et les «véhicules plus légers que l'air»;
 - 2. lanceurs connexes et matériel d'appui au sol;
 - 3. équipements connexes de commande et de contrôle;
- d. moteurs aéronautiques spécialement conçus ou modifiés pour l'usage militaire, et leurs composants spécialement conçus;
- e. matériel aéroporté, y compris les appareils pour le ravitaillement des avions et hélicoptères en carburant, spécialement conçus pour les «aéronefs» visés par les paragraphes 2-10.a. ou 2-10.b. ou pour les moteurs aéronautiques visés par le paragraphe 2-10.d., et leurs composants spécialement conçus;
- f. appareils pour le ravitaillement des avions et hélicoptères en carburant: dispositifs et appareils fonctionnant sous pression; appareils spécialement conçus pour permettre des opérations dans des espaces restreints, et matériel au sol, spécialement conçus pour les «aéronefs» visés par les paragraphes 2-10.a. ou 2-10.b. ou pour les moteurs aéronautiques visés par le paragraphe 2-10.d.;
- g. casques et masques protecteurs pour l'usage militaire et leurs composants spécialement conçus, appareils respiratoires sous pression et combinaisons de vol partiellement sous pression destinés à être utilisés dans un «aéronef», combinaisons anti-g, convertisseurs d'oxygène liquide pour «aéronefs» ou missiles, dispositifs de catapultage et d'éjection commandés par cartouches utilisés pour le sauvetage d'urgence du personnel;
- h. parachutes et équipement connexe utilisés par le personnel de combat ou pour le largage de matériel ou la décélération des «aéronefs», comme suit :
 - 1. parachutes pour :
 - a. le parachutage de commandos sur position observée;
 - b. le parachutage de troupes;
 - 2. parachutes de matériel;
 - 3. paragliders (parachute-freins, parachutes stabilisateurs, antivirille pour la stabilisation et le contrôle de l'attitude des

corps en chute, par exemple capsules de récupération, sièges éjectables, bombes);

4. parachutes extracteurs utilisés avec les systèmes de sièges éjectables pour le déploiement et la régulation de la séquence de gonflage des parachutes de secours;
5. parachutes de récupération pour missiles guidés, véhicules sans pilote ou véhicules spatiaux;
6. parachutes d'approche et parachutes de décélération pour atterrissage;
7. autres parachutes militaires;
8. Équipement spécialement conçu pour les personnes faisant du parachutisme en haute altitude (p. ex. costumes, casques spéciaux, appareils pour respirer, équipement de navigation);
- i. systèmes de pilotage automatique pour charges parachutées; matériel spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire, pour sauts à ouverture commandée à partir de toute hauteur, y compris le matériel d'oxygénation.

Note 1 :

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

- a. ne sont pas configurés pour l'usage militaire ni dotés d'équipement spécialement conçu ou modifié pour l'usage militaire; **et**
- b. ont été certifiés pour un usage civil par les services de l'aviation civile d'un état membre;

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 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 véhicules aériens non habités.

Note 3 :

Aux termes des paragraphes 2-10.b. 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.

2-11. Matériel électronique, non visés ailleurs dans la Liste de matériel de guerre, comme suit et composants spécialement conçus :

- a. Matériel électronique spécialement conçu pour l'usage militaire :

Note :

L'article 2-11.a. comprend :

1. le matériel de contremesures électroniques et de contre-contremesures 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 contremesures), comprenant le matériel de brouillage et d'anti-brouillage;
2. les tubes à agilité de fréquence;
3. 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;
4. le matériel de contremesures 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;
5. 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;
6. le matériel d'identification, d'authentification et de chargement de clé et le matériel de gestion, de fabrication et de distribution de clé.
7. le matériel de guidage et de navigation.
8. équipement numérique de radiocommunications à diffusion troposphérique;
9. démodulateurs numériques spécialement conçus pour le renseignement d'origine électromagnétique.

- b. matériel de brouillage des systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS).

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, d'emmagasinage d'énergie, 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;
- 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 lorsqu'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, comme suit :
 1. fabriquées afin de satisfaire à une norme ou à une spécification militaire; **ou**
 2. appropriées à l'usage militaire;
- b. constructions de matériaux métalliques ou non métalliques ou combinaisons connexes spécialement conçues pour offrir une protection balistique à des systèmes militaires;
- 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. vêtements blindés et ensembles pare-éclats fabriqués conformément aux normes ou aux spécifications militaires ou à l'équivalent, et leurs composants spécialement conçus.

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 :

Groupe 2 : Liste de matériel de guerre

Le paragraphe 2-13.d. ne vise pas les vêtements blindés 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 ML13, 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 vêtements blindés 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 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 lorsqu'ils 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 contremesures, 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 contremesures ou de contre-contremesures 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» 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 µs; 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 le statut 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 dont l'utilisation dans un produit visé est reconnaissable par la composition, la géométrie ou la fonction, et spécialement conçus pour tout produit visé par les articles 2-1. à 2-4., 2-6., 2-9., 2-10., 2-12. ou 2-19.

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;
- 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;
- 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;
- f. bibliothèques (bases de données techniques paramétriques) spécialement conçues 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'oeil et des capteurs) spécialement conçu 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 de produits cités dans la Liste de matériel de guerre, 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 nitrage 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 mouler 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, matériel connexe ou de contremesure 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 présent article;
- f. systèmes à «laser» à ondes entretenues ou à impulsions 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 ondes entretenues ou à puissance émise en impulsions 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'emmagasinement 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. feuillets «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 ou du matériel visés par la Liste du matériel de guerre;
- b. «logiciels» spécifiques, comme suit :
 1. «logiciels» spécialement conçus pour :
 - a. la modélisation, la simulation ou l'évaluation de systèmes d'armes militaires;
 - b. le «développement», le suivi, la maintenance ou la mise à jour des «logiciels» intégrés dans des systèmes d'armes militaires;
 - c. la modélisation ou la simulation d'opérations militaires;
 - d. les applications Commandement, Communication, Conduite des opérations, collecte du Renseignement (C³I) ou les applications Commandement, Communication, Conduite des opérations, collecte du Renseignement (C⁴I));
 2. «logiciels» destinés à déterminer les effets des armes de guerre conventionnelles, nucléaires, chimiques ou biologiques.
 3. «logiciels», non visés aux alinéas 2-21.a., 2-21.b.1. ou 2-21.b.2., spécialement conçus ou modifiés pour armer l'équipement non visé par la Liste du matériel de guerre pour qu'il remplisse les fonctions militaires du matériel visé au Groupe 2.

2-22. «Technologie», comme suit :

- a. «Technologie», autre que celle précisée au paragraphe 2-22.b., «nécessaire» au «développement», à la «production» ou à l'«utilisation» 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. «Technologie» «nécessaire» au «développement», à la «production» ou à l'«utilisation» d'agents toxiques, d'équipements connexes ou de composants visés aux paragraphes 2-7.a. à 2-7.g.;
 4. «Technologie» «nécessaire» au «développement», à la «production» ou à l'«utilisation» de «biopolymères» ou de cultures de cellules spécifiques visées au paragraphe 2-7.h.;
 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» ou à l'«utilisation» d'articles visés par la Liste de matériel de guerre reste visée même lorsqu'elle est applicable à un article non visé.

Note 2 :

Le paragraphe 2-22 ne vise pas la «technologie» :

- a. qui constitue le minimum nécessaire pour l'installation, le fonctionnement, l'entretien (la vérification) et la réparation d'articles qui ne sont pas visés ou dont l'exportation a été autorisée;
- b. 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. 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.

Cat. 6 - «Accordable»

Le terme «Accordable» désigne la 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».

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

Les termes «Adapté pour être utilisé en cas de guerre» désignent 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.

2-8 - «Additif»

Le terme «Additif» désigne des produits employés dans la formulation d'un explosif pour améliorer ses propriétés.

Cat. 1/cat. 7/cat. 9/2-10/2-14 - «Aéronef»

Le terme «Aéronef» désigne un véhicule aérien à voilure fixe, à voilure pivotante, à voilure rotative (hélicoptère), à rotor basculant ou à voilure basculante.

Cat. 1/cat. 7/cat. 9/2-10 - «Aéronef civil»

Les termes «Aéronef civil» désignent 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.

2-7 - «Agents anti-émeutes»

Les termes «Agents anti-émeutes» désignent les 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.)

Cat 6 - «Agilité de fréquence (radar)»

Les termes «Agilité de fréquence (radar)» désignent 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.

Cat 5 - «Algorithme asymétrique»

Le terme «Algorithme asymétrique» désigne un 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».

Cat. 5 - «Algorithme symétrique»

Le terme «Algorithme symétrique» désigne un 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».

Cat. 1 - «Alliage mécanique»

Les termes «Alliage mécanique» désignent un procédé d'alliage résultant de la liaison, de la cassure et d'une nouvelle liaison de poudres élémentaires et de poudres d'alliage mères par choc mécanique. Des particules non métalliques peuvent être incorporées dans l'alliage par l'addition des poudres appropriées.

Cat. 5 - «Amplification optique»

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.

Cat. 3 - «Analyseur de signaux»

Les termes «Analyseur de signaux» désignent des appareils capables de mesurer et d'afficher les propriétés fondamentales des composantes à fréquence unique de signaux de plusieurs fréquences.

Cat. 3 - «Analyseur de signaux dynamiques»

Les termes «Analyseur de signaux dynamiques» désignent des «Analyseurs de signaux» faisant appel à des techniques numériques d'échantillonnage et de transformation pour former un affichage du spectre de Fourier de la forme d'onde donnée, y compris les informations relatives à l'amplitude et à la phase.

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

Les termes «Antenne à réseaux phasés, électroniquement orientable» désignent une antenne formant un faisceau au moyen d'un couplage de phase, c'est-à-dire que la direction du faisceau est commandée par les coefficients d'excitation complexes des éléments rayonnants et qu'elle peut être modifiée pour la transmission et la réception en azimuth ou en élévation ou les deux, par l'application d'un signal électrique, aussi bien en émission qu'en réception.

Cat. 1 - «Atomisation centrifuge»

Les termes «Atomisation centrifuge» désignent un procédé servant à réduire une coulée ou un cratère de métal en fusion en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins par la force centrifuge.

Cat. 1 - «Atomisation par gaz»

Les termes «Atomisation par gaz» désignent un procédé servant à réduire une coulée d'alliage métallique en fusion en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins au moyen d'un flux de gaz sous haute pression.

Cat. 1 - «Atomisation sous vide»

Les termes «Atomisation sous vide» désignent un procédé servant à réduire, sous vide, une coulée de métal en fusion en gouttelettes de 500 µm de diamètre ou moins par l'évaporation rapide d'un gaz dissous.

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

Le terme «Attribué par l'U.I.T.» désigne les 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.

Cat. 7 - «Aubage à géométrie variable»

Les termes «Aubage à géométrie variable» désignent un 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.

Cat. 3 - «Bande passante fractionnelle»

Le terme «bande passante fractionnelle» désigne la «bande passante instantanée» divisée par la fréquence centrale, exprimée en pourcentage.

Cat. 3/cat. 5 P1 - «Bande passante instantanée»

Les termes «bande passante instantanée» désignent la bande passante sur laquelle la puissance de sortie demeure constante à 3 dB près sans ajustement des autres paramètres de fonctionnement.

Cat. 3 - «Bande passante en temps réel»

Pour les «Analyseurs de signaux dynamiques», les termes «bande passante en temps réel» désignent la gamme de fréquence la plus large que l'analyseur puisse fournir au visuel ou à la mémoire de masse sans causer de discontinuité dans l'analyse des données d'entrée. Pour les analyseurs comportant plus d'un canal, on utilisera, pour effectuer le calcul, la configuration des canaux donnant la «bande passante en temps réel» la plus large.

Cat. 7 - «Biais» (accéléromètre)

Le terme «biais» désigne la sortie d'un accéléromètre en l'absence d'accélération.

2-7/2-22 - «Biocatalyseur»

Le terme «biocatalyseur» désigne une 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.

2-7/2-22 - «Biopolymère»

Le terme «biopolymère» désigne des macromolécules biologiques, comme suit :

- enzymes pour des réactions chimiques ou biochimiques spécifiques;
- anticorps monoclonaux, polyclonaux ou anti-idiotypiques;
- récepteurs spécialement conçus ou traités.

Notes techniques :

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

Cat. 2 - «Broche basculante»

Les termes «broche basculante» désignent une 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.

Cat. 4 - «Calculateur hybride»

Les termes «calculateur hybride» désignent un équipement capable d'assurer toutes les fonctions suivantes :

- d'accepter des données;
- de traiter des données à la fois en représentations analogiques et en représentations numériques; **et**
- d'assurer la sortie de données.

Cat. 4 - «Calculateur neuronal»

Les termes «calculateur neuronal» désignent un 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).

Cat. 4/cat. 5 - «Calculateur numérique»

Les termes «calculateur numérique» désignent un équipement capable, sous forme d'une ou de plusieurs variables discrètes d'assurer toutes les fonctions suivantes :

- d'accepter des données;
- d'emmagasiner des données ou des instructions dans des dispositifs d'emmagasinage fixes ou modifiables (par réécriture);
- de traiter des données au moyen d'une séquence emmagasinée d'instructions modifiable; **et**
- 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.

Cat. 4 - «Calculateur optique»

Les termes «calculateur optique» désignent un 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.

Cat. 4 - «Calculateur à réseaux systoliques»

Les termes «calculateur à réseaux systoliques» désignent un calculateur où le débit et la modification des données sont contrôlables dynamiquement par l'utilisateur au niveau de la porte logique.

Cat. 6 - «Capteur d'imagerie multispectral»

Les termes «capteur d'imagerie multispectral» désignent un 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.

Cat. 6 - «Capteurs radar interconnectés»

Les termes «capteurs radar interconnectés» désignent deux ou plus de deux capteurs radar qui échangent entre eux des données en temps réel.

Cat. 7 - «Carte à microprocesseur personnalisée»

Les termes «carte à microprocesseur personnalisée» désignent une carte à microprocesseur (carte à puce) contenant un microcircuit, conformément à la Norme ISO/CEI 7816, qui a été programmé pour une application particulière et ne peut être reprogrammé pour une autre application par l'utilisateur.

«Cheminement aléatoire angulaire»

Erreur angulaire cumulée dans le temps découlant du bruit blanc dans la vitesse angulaire (norme 528-2001 de l'IEEE).

Cat. 3 - «Circuit intégré à film»

Les termes «circuit intégré à film» désignent un réseau d'«éléments de circuit» et d'interconnexions métalliques formé par le dépôt d'un film mince ou épais sur un «substrat» isolant.

Cat. 3 - «Circuit intégré hybride»

Les termes «circuit intégré hybride» désignent 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 :

- contenant au moins un dispositif non encapsulé;
- reliés ensemble au moyen de méthodes typiques de production de circuits intégrés;
- remplaçables en tant qu'entités; **et**
- ne pouvant normalement être démontés.

Cat. 3 - «Circuit intégré à microplaquettes multiples»

Les termes «circuit intégré à microplaquettes multiples» désignent un circuit contenant au moins deux «circuits intégrés monolithiques» fixés sur un «substrat» commun.

Cat. 3 - «Circuit intégré monolithique»

Les termes «circuit intégré monolithique» désignent une combinaison de plusieurs «éléments de circuit» passifs ou actifs ou des deux qui :

- 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;
- sont considérés comme associés de manière indivisible; **et**
- exécutent la ou les fonctions d'un circuit.

Cat. 4 - «Circuit intégré optique»

Les termes «circuit intégré optique» désignent un «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.

Cat. 4/cat. 9 - «Code objet» ou «langage objet»

Les termes «code objet» ou «langage objet» désignent une forme exécutable par la machine d'une expression appropriée d'un ou de plusieurs processus («code source» ou «langage source») traduit par un système de programmation.

Cat. 4/cat. 5/cat. 6/cat. 7/cat. 9 - «Code source» ou «langage source»

Les termes «code source» ou «langage source» désignent un 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»).

Cat. 2 - «Commande de contournage»

Les termes «commande de contournage» désignent 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).

Cat. 2 - «Commande numérique»

Les termes «commande numérique» désignent la 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).

Cat. 2/cat. 3/cat. 5 - «Commande par programme enregistré» (à)

Les termes «commande par programme enregistré» désignent une commande utilisant des instructions stockées dans une mémoire électronique qui peuvent être exécutées par un processeur afin de commander l'exécution de fonctions prédéterminées.

Note technique :

Un équipement peut être à «commande par programme enregistré», que la mémoire électronique soit interne ou externe.

Cat. 5 - «Commutation optique»

Les termes «commutation optique» désignent le routage ou la commutation de signaux sous forme optique sans conversion en signaux électriques.

«Composant discret»

Les termes «composant discret» désignent un «élément de circuit» en boîtier séparé, possédant ses propres connexions externes.

Cat. 1/cat. 2/cat. 6/cat. 8/cat. 9 - «Composite»

Le terme «composite» désigne 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.

Cat. 6 - «Compression des impulsions»

Les termes «compression des impulsions» désignent le 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.

Cat. 6 - «Constante de temps»

Les termes «constante de temps» désignent le 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»

Les termes «contrôle de puissance rayonnée» désignent la 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.

Cat. 4 - «Contrôleur d'accès au réseau»

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

Cat. 4 - «Contrôleur de communications»

Les termes «contrôleur de communications» désignent un 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.

Cat 5P2 - «Cryptographie quantique»

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'électrodynamique quantique).

Cat. 5 - «Cryptologie»

Le terme «cryptologie» désigne la 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.

N.B. :

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

Cat. 5 - «Débit binaire»

Les termes «débit binaire» désignent le débit tel qu'il est défini dans la Recommandation 53-36 de l'U.I.T., compte tenu du fait que, pour la modulation non binaire, les bauds et les bits par seconde ne sont pas équivalents. Les chiffres binaires pour les fonctions de codage, de vérification et de synchronisation sont inclus.

Note :

Lors de la détermination du «débit binaire», les canaux de service et les canaux administratifs seront exclus.

Note technique :

C'est le débit maximal dans un sens, c'est-à-dire le débit maximal soit à l'émission, soit à la réception.

Cat. 2.- «Déclenché (Q Switch)» - voir «Laser déclenché».

Cat. 2 - «Densification isostatique à chaud»

Les termes «densification isostatique à chaud» désignent un 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.

Cat. 3 - «Densité de courant globale»

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

Cat. 6 - «Densité équivalente»

Les termes «densité équivalente» désignent la masse d'une optique par unité de surface projetée sur la surface optique.

GTN-deux listes - «Développement»

Le terme «développement» désigne une 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.

Cat. 2 - «Déviation de position angulaire»

Les termes «déviation de position angulaire» désignent la différence maximale entre la position angulaire et la position angulaire réelle, mesurée avec une très grande précision, après que le porte-pièce ait été déplacé par rapport à sa position initiale. (Réf. VDI/VDE 2617, projet : «Tables rotatives sur les machines de mesure à coordonnées»).

GTN/GSN/2-22 - «Domaine public (relevant du)»

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'émission laser»

Temps pendant lequel un «laser» émet un rayonnement «laser», qui correspond, dans le cas des «lasers pulsés», au temps d'émission d'une seule impulsion ou d'une série d'impulsions consécutives.

Cat. 6 - «Durée d'impulsion»

Les termes «durée d'impulsion» désignent la largeur d'une impulsion «laser» mesurée au niveau de la largeur totale-demi intensité.

Cat. 4 - «EC» - voir «Elément de calcul».

Cat. 2/2-17 - «Effecteur terminal»

Les termes «effecteur terminal» désignent les pinces, les outils actifs et tout autre outillage fixé sur la plaque de base à l'extrémité du (des) bras manipulateur(s) d'un «robot».

Note technique :

Les termes «outil actif» désignent un dispositif destiné à appliquer à la pièce à usiner la puissance motrice, l'énergie nécessaire au processus, ou les capteurs.

Cat. 4 - «Élément de calcul»

Les termes «élément de calcul» désignent la plus petite unité de calcul produisant un résultat arithmétique ou logique final.

«Élément de circuit»

Les termes «élément de circuit» désignent un élément fonctionnel actif ou passif unique dans un circuit électronique, tel qu'une diode, un transistor, une résistance, un condensateur, etc.

Cat. 4 - «Élément principal»

Les termes «élément principal» désignent un 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.

Cat.2/Cat. 3/cat. 4/cat. 5 - «Ensembles électroniques»

Le terme «ensembles électroniques» désigne un 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.

2-8/2-18 - «Explosifs»

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.

Cat. 1 - «Extraction en fusion»

Les termes «extraction en fusion» désignent un 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.

Cat. 7 - «Facteur d'échelle» (gyroscope ou accéléromètre)

Les termes «facteur d'échelle» désignent le 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.

Cat. 2 - «Faux-rond de rotation»

Les termes «faux-rond de rotation» désignent le déplacement radial 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).

Cat. 5 - «Fixe»

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.

Cat. 1/cat. 2 - «Formage à l'état de superplasticité»

Les termes «formage à l'état de superplasticité» désignent un 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.

2-7 - «Gaz lacrymogènes»

Les termes «gaz lacrymogènes» désignent les gaz provoquant chez l'homme des irritations ou une incapacité provisoires qui disparaissent en l'espace de quelques minutes dès que l'exposition aux gaz a cessé.

Cat. 6 - «Géographiquement dispersés»

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».

Cat. 6 - «Gradiomètre magnétique»

Les termes «gradiomètre magnétique» désignent un 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.

Cat. 6 - «Gradiomètre magnétique intrinsèque»

Les termes «gradiomètre magnétique intrinsèque» désignent un élément de détection de gradient de champ magnétique simple et des équipements électroniques associés qui produisent une mesure du gradient de champ magnétique.

Cat. 1 - «Gramme effectif»

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

Cat. 2 - «Incertitude de mesure»

Les termes «incertitude de mesure» désignent le paramètre caractéristique indiquant, 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 VDI/VDE 2617).

«Langage objet» - voir «code objet».

«Langage source» - voir «code source».

Cat. 2, 3, 5, 6 & 9/2-5/2-19 - «Laser»

Le terme «laser» désigne un 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»

«Laser» qui produit une énergie de sortie pratiquement constante pendant plus de 0,25 seconde.

Cat. 6 - «Laser chimique»

Les termes «laser chimique» désignent un «laser» dans lequel les agents actifs sont excités par une énergie issue d'une réaction chimique.

Cat. 6 - «Laser déclenché» (Q-switch)

Les termes «laser déclenché» désignent un «laser» dans lequel l'énergie est stockée dans la population d'inversion ou dans le résonateur optique et ultérieurement émise sous forme d'une impulsion.

«Laser pulsé»

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

Cat. 6 - «Laser à transfert»

Les termes «laser à transfert» désignent un «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.

Cat. 6 - «Laser à très grande puissance»

Les termes «laser à très grande puissance» désignent un «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.

Cat. 2 - «Linéarité»

Le terme «linéarité» désigne une 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.

Les deux listes - «Logiciel»

Le terme «logiciel» désigne une collection d'un ou de plusieurs «programmes» ou «microprogrammes» fixée sur tout support d'expression tangible.

Cat. 6 - «Magnétomètre»

Le terme «magnétomètre» désigne un 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.

Cat. 1/cat. 8 - «Matériaux fibreux ou filamenteux»

Les termes «matériaux fibreux ou filamenteux» désignent :

- les monofilaments continus;
- le fil silloné et les mèches continus;
- les bandes, tissus, nattes irrégulières et tresses;
- les couvertures en fibres hachées, fibranne et fibres agglomérées;
- les trichites monocristallines ou polycristallines de toutes les longueurs;
- la pulpe de polyamide aromatique.

Cat. 4 - «Matériel terminal d'interface»

Les termes «matériel terminal d'interface» désignent des matériels par lesquels les informations entrent dans le système de télécommunications ou en sortent, par exemple, téléphone, dispositif de données, ordinateur, dispositif facsimilé.

2-4/2-8 - «Matière énergétique»

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.

Cat. 1/cat. 2/cat. 8/cat. 9 - «Matrice»

Le terme «matrice» désigne une phase presque continue qui remplit l'espace entre les particules, les trichites ou les fibres.

Cat. 7 - «Matrice plan focal»

Les termes «matrice plan focal» désignent une 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.

Cat. 1 - «Mélangés»

Le terme «mélangés» désigne un mélange filament pour filament de fibres thermoplastiques et de fibres de renforcement, afin de produire un renfort fibreux/mélange matrice sous une forme entièrement fibreuse.

Cat. 4 - «Mémoire centrale»

Les termes «mémoire centrale» désignent la 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.

Cat. 3 - «Microcircuit microcalculateur»

Les termes «microcircuit microcalculateur» désignent un «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.

N.B. :

La mémoire interne peut être renforcée par une mémoire externe.

Cat. 3 - «Microcircuit microprocesseur»

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»

Le terme «microprogramme» désigne une 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.

Cat. 6 - «Miroir déformable»

Les termes «miroir déformable» désignent les miroirs :

- 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**
- 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.

Cat. 5/cat. 6/cat. 9/GTN/2-22 - «Nécessaire»

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.

Cat. 6 - «Niveau de bruit»

Les termes «niveau de bruit» désignent un signal électrique donné en fonction de la densité spectrale de puissance. Le rapport entre les «niveaux de bruit» exprimé en crête à crête est formulé comme suit : $S_{2pp} = 8 N_0 (f_2 - f_1)$, S_{pp} étant la valeur crête à crête du signal (par exemple nanotesla), N_0 étant la densité spectrale de puissance (par exemple (nanotesla)²/Hz) et $(f_2 - f_1)$ définissant la bande passante concernée.

Cat. 6 - «Pistes produites par le système»

Les termes «pistes produites par le système» désignent le 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.

Cat. 6/cat. 8 - «Pixel actif»

Les termes «pixel actif» désignent un 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).

Cat. 6 - «Portée instrumentée»

Les termes «portée instrumentée» désignent la gamme de détection spécifiée de la cible précise d'un radar.

Cat. 6 - «Poursuite automatique de la cible»

Les termes «poursuite automatique de la cible» désignent une technique permettant de déterminer et de fournir automatiquement à la sortie une valeur extrapolée de la position la plus probable de la cible, en temps réel.

Cat. 1 - «Précédemment séparé»

Les termes «précédemment séparé» désignent le résultat de tout procédé tendant à élever la concentration de l'isotope contrôlé.

Cat. 2/cat. 6 - «Précision»

Le terme «précision» désigne une 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.

2-8 - «Précurseur»

Le terme «précurseur» désigne des spécialités chimiques employées dans la fabrication d'explosifs militaires.

Cat. 1 - «Préformes de fibres de carbone»

Le terme «préformes de fibres de carbone» désigne un 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».

Cat. 2 - «Pressage hydraulique par action directe»

Les termes «pressage hydraulique par action directe» désignent un procédé de déformation faisant appel à une vessie souple remplie de liquide et placée en contact direct avec la pièce.

Cat. 2 - «Presse isostatique»

Les termes «presse isostatique» désignent des 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.

GTN et les deux listes - «Production»

Le terme «production» désigne toutes les étapes de la production telles que : ingénierie des produits, fabrication, incorporation, assemblage (montage), inspection, essais, assurance de qualité.

2-4/2-8 - «Produit pyrotechnique»

Le terme «produit pyrotechnique» désignent des 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.

Cat. 4/cat. 5/cat. 6 - «Programmabilité accessible à l'utilisateur»

Les termes «programmabilité accessible à l'utilisateur» désignent la 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.

Cat. 2/cat. 4/cat. 5/cat. 6 - «Programme»

Le terme «programme» désigne une séquence d'instructions pour la mise en œuvre d'un processus sous une forme, ou transposable dans une forme, qu'un calculateur électronique puisse exécuter.

2-8 - «Propergols»

Substances ou mélanges qui réagissent chimiquement pour produire de grands volumes de gaz chauds à une vitesse contrôlée pour effectuer un travail mécanique.

Cat. 6 - «Puissance de crête»

Plus haut niveau de puissance atteint au cours de la « durée d'émission laser ».

«Puissance de sortie moyenne»

Rapport de l'énergie de sortie totale du «laser» en joules sur la «durée de l'émission laser» en secondes.

Cat. 1 - «Pulvérisation»

Le terme «pulvérisation» désigne un procédé servant à réduire un matériau en particules, par écrasement ou broyage.

Cat. 3/cat. 6/2-23 - «Qualifié pour l'usage spatial»

Les termes «qualifié pour l'usage spatial» qualifient des dispositifs conçus, fabriqués et contrôlés pour correspondre aux caractéristiques électriques, mécaniques ou d'environnement spéciales nécessaires pour le lancement et le déploiement de satellites ou de systèmes de vol à haute altitude opérant à des altitudes de 100 km ou plus.

2-17 - «Réacteur nucléaire»

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.

GTN - «Recherche scientifique fondamentale»

Les termes «recherche scientifique fondamentale» désignent des 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.

Cat. 4 - «Renforcement d'image»

Les termes «renforcement d'image» désignent le 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.

Cat. 4 - «Réseau local»

Les termes «réseau local» désignent un 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.

Cat. 2 - «Résolution»

Le terme «résolution» désigne 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).

Cat. 2/cat. 8/2-17 - «Robot»

Le terme «robot» désigne un 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 ordinateur 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.

Cat. 5 - «Routage adaptatif dynamique»

Les termes «routage adaptatif dynamique» désignent le réacheminement automatique du trafic fondé sur la détection et l'analyse des conditions présentes et réelles du réseau.

N.B. :

Cette définition ne porte pas sur les cas où le routage est décidé sur la base d'informations préalablement définies.

Cat. 5 - «Saut de fréquence»

Le terme «Saut de fréquence» désigne une 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 de fréquences.

Cat. 5 - «Sécurité de l'information»

Les termes «sécurité de l'information» désignent 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», 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»

Les termes «sécurité multiniveau» désignent une 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.

Cat. 5 - «Signalisation sur voie commune»

Les termes «signalisation sur voie commune» désignent une méthode de signalisation entre centraux dans laquelle un canal véhicule, au moyen de messages munis d'une étiquette, l'information de signalisation relative à une pluralité de circuits ou d'appels ainsi que d'autres informations telles que celles utilisées pour la gestion de réseau.

«Solidifier rapidement»

Les termes «solidifier rapidement» désignent un processus de solidification d'un matériau fondu à des vitesses de refroidissement supérieures à 1 000 K/s.

Cat. 1/cat. 2/cat. 9 - «Soudage par diffusion»

Les termes «soudage par diffusion» désignent une technique de jonction moléculaire 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.

Cat. 5 - «Spectre étalé»

Les termes «spectre étalé» désignent la technique par laquelle l'énergie d'une voie de communications à bande relativement étroite est étalée sur un spectre d'énergie beaucoup plus large.

Cat. 6 - «Spectre étalé (radar)»

Les termes «spectre étalé (radar)» désignent 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.

Cat. 7 - «Stabilité»

Le terme «stabilité» désigne la 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.

Cat. 3 - «Substrat»

Le terme «substrat» désigne une 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.

Cat. 6 - «Substrat brut»

Les termes «substrat brut» désignent des composés monolithiques dont les dimensions conviennent à la fabrication d'éléments optiques, comme les miroirs ou fenêtres optiques.

Cat. 2/cat. 9 - «Superalliage»

Le terme «superalliage» désigne des 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.

Cat. 1/cat. 3/cat. 6/cat. 8/2-18 & 20 - «Supraconducteur»

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.

Cat. 3 - «Synthétiseur de fréquence»

Les termes «synthétiseur de fréquence» désignent tous les types de sources de fréquence ou de générateurs de signaux, 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).

Cat. 7 - «Système anti-couple à commande de circulation ou de commande de direction à commande de circulation»

Systèmes de contrôle utilisant l'air soufflant sur les surfaces aérodynamiques pour augmenter ou contrôler les forces produites par ces surfaces.

Cat. 7 - «Système de commande active de vol»

Les termes «système de commande active de vol» désignent un 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»

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.

Cat. 7 - «Système de navigation référencée par bases de données» («DBRN»)

Les termes «Système de navigation référencée par bases de données» («DBRN») désignent un 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.

Cat. 4/cat. 7 - «Système expert»

Les termes «système expert» désignent un système fournissant des résultats par l'application de règles à des données emmagasinées indépendamment du «programme» et réalisant l'une des capacités suivantes au moins :

- modification automatique du «code source» tel qu'il a été entré par l'utilisateur;
- déclaration de la connaissance liée à une classe de problèmes en langage quasi-naturel; **ou**
- acquisition des connaissances nécessaires pour évoluer (apprentissage symbolique).

Cat. 2 - «Table rotative inclinable»

Les termes «table rotative inclinable» désignent une 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».

Cat. 5 - «Taux de transfert numérique»

Les termes «taux de transfert numérique» désignent le débit total d'informations directement transférées sur tout type de support.

Cat. 5 - «Taux de transfert numérique total»

Les termes «taux de transfert numérique total» désignent le 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.

Cat. 4 - «Taux vectoriel 3-D»

Les termes «taux vectoriel 3-D» désignent le nombre de vecteurs par seconde qui comportent des vecteurs polytraits de 10 pixels, en rectangle, à orientation aléatoire, à valeurs de coordonnées X-Y-Z intégrales ou en virgule flottante (la valeur retenue étant la plus élevée des deux).

GTN & les deux listes - «Technologie»

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».

Cat. 1/cat. 3/cat. 6 - «Température critique»

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.

Cat. 3/cat. 5 - «Temps de commutation de fréquence»

Les termes «temps de commutation de fréquence» désignent le temps (c'est-à-dire la durée) maximal nécessaire, lorsqu'on effectue une commutation entre une fréquence de sortie choisie et une autre fréquence de sortie choisie, pour atteindre l'une des caractéristiques suivantes :

- a. une fréquence à 100 Hz près de la fréquence finale; **ou**
- b. un niveau de sortie à 1,0 dB du niveau de sortie final.

Cat. 3 - «Temps d'établissement»

Les termes «temps d'établissement» désignent le 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.

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

Le terme «temps de propagation de la porte de base» désigne la valeur correspondant à la porte de base utilisée dans un «microcircuit intégré monolithique». Pour une «famille» de «microcircuits intégrés monolithiques», cette valeur peut être spécifiée, soit comme le temps de propagation par porte typique pour une «famille» donnée, soit comme le temps de propagation typique par porte pour une «famille» donnée.

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.

Cat. 4 - «Tolérance de panne»

Les termes «tolérance de panne» désignent la capacité d'un système informatique, à la suite d'un mauvais fonctionnement de l'un quelconque de ses composants de matériel ou de «logiciel», à continuer d'opérer sans intervention humaine à un niveau de fonctionnement permettant la continuité de fonctionnement, l'intégrité des données et le rétablissement du bon fonctionnement dans un temps donné.

Cat. 2 - «Toutes les corrections possibles»

Le terme «Toutes les corrections possibles» désigne toutes les mesures envisageables prises par le fabricant pour minimiser les erreurs systématiques de positionnement d'un modèle de machine donné.

Cat. 4 - «Traitement de flots de données multiples»

Les termes «traitement de flots de données multiples» désignent une technique de «microprogrammes» ou d'architecture de l'équipement permettant le traitement simultané d'un minimum de deux séquences de données sous la commande d'une ou de plusieurs séquences d'instructions par des moyens tels que :

- a. les architectures de données multiples à instruction unique (SIMD) telles que les processeurs matriciels ou vectoriels;
- b. les architectures de données multiples à instruction unique et instructions multiples (MSIMD);
- c. les architectures de données multiples à instructions multiples (MIMD), y compris celles qui sont étroitement connectées, complètement connectées ou faiblement connectées; **ou**
- d. des réseaux structurés d'éléments de traitement, y compris les réseaux systoliques.

Cat. 3/cat. 4/cat. 5/cat. 6 - «Traitement de signal»

Les termes «traitement de signal» désignent le 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).

Cat. 2/cat. 6/cat. 7 - «Traitement en temps réel»

Les termes «traitement en temps réel» désignent le 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.

Cat. 1 - «Trempe brusque»

Les termes «trempe brusque» désignent un procédé servant à «solidifier rapidement» une coulée de métal en fusion appuyant contre un bloc refroidi, pour obtenir un produit sous forme de paillettes.

Cat. 1 - «Trempe sur rouleau»

Les termes «trempe sur rouleau» désignent un procédé servant à «solidifier rapidement» une coulée de métal en fusion appuyant contre un bloc refroidi en rotation, pour obtenir un produit sous forme de paillettes, rubans ou barres.

GTN/cat. 1/cat. 2/cat. 4/cat. 5/cat. 6/cat. 7/cat. 8/cat. 9 - «Utilisation»

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

2-7 - «Vecteur d'expression»

Les termes «vecteur d'expression» désignent un porteur (par exemple, un plasmagène ou un virus) utilisé pour introduire un matériau génétique dans des cellules hôtes.

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

Aéronef capable de décoller et d'effectuer un vol contrôlé ainsi que la navigation, sans aucune présence humaine à bord.

2-10 - «Véhicules plus légers que l'air»

Les termes «Véhicules plus légers que l'air» désignent les 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.

Cat. 7/cat. 9 - «Véhicule spatial»

Les termes «véhicule spatial» désignent les satellites actifs et passifs et les sondes spatiales.

Cat. 7 - «Vitesse de précession (gyroscopes)»

Composante de sortie du gyroscope qui est indépendante sur le plan fonctionnel de la rotation en entrée. Elle s'exprime sous forme d'une vitesse angulaire (norme 528-2001 de l'IEEE).

Cat. 2 - «Voile» - (Déplacement axial)

Le terme «voile» désigne le 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 acronymes 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	<i>Annular Bearing Engineers Committee</i>	SMPTE	<i>Society of Motion Picture and Television Engineers</i>
agents C	agents de guerre chimique	SRAM	mémoires vives statiques.
AGMA	<i>American Gear Manufacturer' Association</i>	SRM	méthodes recommandées de la SACMA
AHRS	systèmes de référence de cap et d'attitude	TCSEC	<i>trusted computer system evaluation criteria</i>
BLU	bande latérale unique	TIR	lecture complète de l'aiguille
C3I	commandement, communication, contrôle et renseignement	UAL	unité arithmétique et logique
CAM	un code d'authentification de message	UER	Union européenne de radiodiffusion
CAO	conception assistée par ordinateur	UIL	unité interchangeable en ligne
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>	UIT	Union internationale des télécommunications
CDU	l'unité de contrôle et visualisation	URA	unité remplaçable en atelier
CEI	Commission électrotechnique internationale	VAE	Véhicules aériens sans équipage
CVD	dépôt en phase vapeur par procédé chimique	VOR	<i>Very high frequency Omni-directional Range</i>
DME	équipement de mesure de distance	YAG	<i>Yttrium/Aluminum Garnet</i>
DBRN	Système de navigation référencée par bases de données		
EB-PVD	dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons		
ECR	résonance électron cyclotron		
EEPROMS	mémoires mortes programmables effaçables électriquement		
EIA	<i>Electronic Industries Association</i>		
EMC	limitant la compatibilité électromagnétique		
GNNs	de systèmes globaux de navigation par satellite		
GPS	de systèmes globaux de navigation par satellite		
HBT	les transistors hétéro-bipolaires		
HEMT	les transistors à haute mobilité d'électrons		
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>		
ILS	système d'atterrissage aux instruments		
IRIG	<i>Inter-Range Instrumentation Group</i>		
ISO	Organisation internationale de normalisation		
JIS	<i>Japanese Industrial Standard</i>		
LIDAR	<i>Light Detection And Ranging</i>		
Mach	rapport d'une vitesse à celle du son		
MC	monocristallins		
MLS	les systèmes d'atterrissage hyperfréquences		
MOCVD	dépôt en phase vapeur par procédé chimique organo-métallique (MOCVD)		
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		
ppm	partie par million		
PTP	Performance théorique pondérée		
QAM	la modulation d'amplitude en quadrature		
RF	systèmes radiofréquence		
SACMA	<i>Suppliers of Advanced Composite Materials Association</i>		
SD	solidification dirigée		

Groupe 3 – Liste de non prolifération nucléaire

(Toutes destinations. Application à toutes les destinations pour les articles du groupe 3.)

Note :

Les expressions entre «guillemets simples» sont habituellement définies au sein de chaque entrée de la liste alors que celles entre «guillemets doubles» sont définies à la fin du groupe 4.

Note de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) :

En vertu de la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), l'exportation d'articles à caractère nucléaire ou connexes est également régie par la CCSN. Ainsi, il pourrait toutefois être nécessaire d'obtenir un permis de la CCSN pour exporter des articles à caractère nucléaire ou connexe qui ne seraient pas énumérés dans le groupe 3 ou qui satisferaient aux notes sur la libération. On pourra obtenir auprès de la CCSN, des renseignements sur les exigences prévus relatives à l'obtention de permis d'exportation réglementés par la LSRN.

Note sur la technologie nucléaire :

La «technologie» directement associée aux articles visés par le groupe 3 est régie selon les dispositions propres à ce groupe.

La «technologie» utilisée pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'articles visés demeure réglementée, même l'orsqu'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;
 4. sur appel téléphonique ; **et**
 - b. sont conçus pour être installé par l'utilisateur sans une assistance ultérieure importante de la part du fournisseur; ou
2. sont du «domaine public».

3-1. Matières brutes et produits fissiles spéciaux

3-1.1. Matières brutes

Les matières brutes sous forme de métal, alliage, composé chimique, concentré ou qui sont incorporés dans tout matériau ou substance dont elles constituent plus de 0,05 % de la masse, comme suit :

1. L'uranium naturel (dont la composition isotopique est celle trouvée dans la nature);
2. L'uranium appauvri (dont la teneur en uranium 235 est inférieure à celle trouvée dans la nature); et
3. Le thorium.

Note :

Sont exclus de l'alinéa 3-1.1 :

- a. Une quantité d'uranium naturel ou appauvri inférieure 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 contrepois ou la production d'alliages et de céramiques. (Aux fins de la régulation des exportations, la Direction des contrôles à l'exportation de 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 :

1. Réacteurs nucléaires complets

Réacteurs nucléaires pouvant fonctionner de manière à maintenir une réaction de fission en chaîne auto-entretenu contrôlée, exception faite des réacteurs de puissance nulle dont la production maximale prévue de plutonium ne dépasse pas 100 grammes par an.

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.

Il n'est pas envisagé d'exclure les réacteurs qu'il serait raisonnablement possible de modifier de façon à produire une quantité de plutonium sensiblement supérieure à 100 grammes par an. Les réacteurs conçus pour un fonctionnement prolongé à des niveaux de puissance importants, quelle que soit leur capacité de production de plutonium, ne sont pas considérés comme étant des réacteurs de puissance nulle.

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 :

Le couvercle de la cuve de réacteur est visé à 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 et le fluide de refroidissement primaire d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1 ci-dessus, à des pressions de service supérieures à 50 atmosphères.

6. Tubes de zirconium

Zirconium métallique et alliages à base de zirconium, sous forme de tubes ou d'assemblages de tubes, spécialement conçus ou préparés pour être utilisés dans un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1 ci-dessus, et dans lesquels le rapport hafnium/zirconium est inférieur à 1/500 parties en poids.

7. Pompes du circuit primaire de refroidissement

Pompes spécialement conçues ou préparées pour faire circuler le fluide de refroidissement primaire pour réacteurs nucléaires au sens de l'alinéa 3-2.1.1 ci-dessus.

Note explicative :

Les pompes spécialement conçues ou préparées peuvent comprendre des systèmes complexes à dispositifs d'étanchéité simples ou multiples destinés à éviter les fuites du fluide de refroidissement 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 class 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, y compris les colonnes de support du coeur, les canaux de combustible, les écrans thermiques, les déflecteurs, les plaques à grille du coeur et les plaques de répartition.

Note explicative :

Les «internes de réacteur nucléaire» sont des structures importantes à l'intérieur d'une cuve de réacteur et remplissent une ou plusieurs fonctions, par exemple le support du coeur, le maintien de l'alignement du combustible, l'orientation du fluide de refroidissement primaire, la protection radiologique de la cuve de réacteur et le guidage des instruments se trouvant dans le coeur.

9. Échangeurs de chaleur

Échangeurs de chaleur (générateurs de vapeur) spécialement conçus ou préparés pour 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 (côté primaire) à l'eau d'alimentation (côté secondaire) en vue de la production de vapeur. Dans le cas d'un réacteur surgénérateur refroidi par métal liquide, dans lequel se trouve aussi un circuit intermédiaire de refroidissement du métal liquide, les échangeurs de chaleur qui servent à transférer la chaleur du côté primaire au circuit de refroidissement intermédiaire sont considérés comme susceptibles d'être contrôlés, en plus du générateur de vapeur. Pour ces articles, les contrôles ne s'appliquent pas aux échangeurs de chaleur du circuit de refroidissement d'urgence ou du circuit d'évacuation de la chaleur résiduelle.

10. Instruments de détection et de mesure des neutrons

Instruments de détection et de mesure des neutrons spécialement conçus ou préparés pour évaluer les flux de neutrons dans le coeur d'un réacteur nucléaire au sens de l'alinéa 3-2.1.1 ci-dessus.

Note explicative :

Cette expression désigne les instruments se trouvant dans le coeur et hors du coeur qui servent à mesurer les flux dans une large gamme, allant habituellement de 104 neutrons par cm² par seconde à 10¹⁰ neutrons par cm² 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.

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 1/5 000, 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 de 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 g/cm³ et qui est destiné à être utilisé 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 de 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 EBz pour les impuretés (à l'exclusion de EBcarbone 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 $(\sigma_B \times A_z)$;
 où 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 : dégagement 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 dégainier les éléments combustibles irradiés

Note d'introduction :

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, peuvent être utilisés.

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 cisailer des assemblages, faisceaux ou barres de combustible nucléaire irradiés.

2. Équipements de dissolution

Note d'introduction :

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.

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.

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

Note d'introduction :

Les extracteurs reçoivent à la fois la solution de combustible irradié provenant des dissolveurs 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.

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.

4. Récipients de stockage ou de conservation de produits chimiques

Note d'introduction :

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 :

- 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;
- 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;
- 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.

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.

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; **ou**
- d. Vérifient le traitement de finition du combustible scellé.

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.

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, notamment :

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 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces), 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'UF₆ 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 (0,5 pouce) ou moins, spécialement conçus ou préparés, ayant un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) 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 (0,12 pouce) ou moins d'épaisseur, un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) et une spire, et fabriqué dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative de cette section.

- d. Chicanes
Composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) spécialement conçus ou préparés pour être montés à l'intérieur du bol de la centrifugeuse afin d'isoler la chambre de prélèvement de la chambre de séparation principale et, dans certains cas, de faciliter la circulation de l'UF₆ gazeux à l'intérieur de la chambre de séparation principale du bol, et fabriqués dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative de cette section.

- e. Bouchons d'extrémité supérieurs et inférieurs
Composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) 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 sont :

- Les aciers martensitiques vieillissables ayant une résistance à la traction égale ou supérieure à $2,05 \times 10^9$ N/m² (300 000 lb/po²) ou plus;
- Les alliages d'aluminium ayant une résistance à la traction égale ou supérieure à $0,46 \times 10^9$ N/m² (67 000 lb/po²) ou plus;
- Des «matériaux fibreux ou 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 $7,62 \times 10^7$ 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 :
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 (120 000 en unités CGS), ou une rémanence égale ou supérieure à 98,5 % ou une densité d'énergie électromagnétique supérieure à 80 kJ/m³ (10⁷ gauss-oersteds). 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 0,004 pouce) ou que l'homogénéité du matériau de l'aimant soit spécialement imposée;

- 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 (3 pouces) et 400 mm (16 pouces), épaisseur de paroi égale ou supérieure à 10 mm (0,4 pouce) et longueur égale ou supérieure au diamètre. Habituellement, les rayures ont une section rectangulaire et une profondeur égale ou supérieure à 2 mm (0,08 pouce);

- d. Stators de moteur :
Stators annulaires spécialement conçus ou préparés, pour moteur c.a. rapides polyphasés à hystérésis (ou réluctance) pour fonctionnement synchrone dans le vide, dans la gamme de fréquence de 600 à 2 000 Hz et une gamme de puissance de 50 à 1000 VA. Les stators sont constitués par des enroulements multiphasés sur un noyau de fer à faibles pertes feuilleté, constitué de couches minces dont l'épaisseur est habituellement inférieure ou égale à 2 mm (0,08 pouce);

- 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 (1,2 pouce) 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 bols. Les enceintes sont constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆.

f. Écopes :

Tubes ayant un diamètre interne d'au plus 12 mm (0,5 pouce), spécialement conçus ou préparés pour extraire l' UF_6 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. Les tubes sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 .

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' UF_6 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' UF_6 dans les centrifugeuses en tant que «produit» et «résidus», ainsi que les équipements d'entraînement des centrifugeuses et de commande de l'usine. Habituellement, l' UF_6 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 «résidus» 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' UF_6 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.

1. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus

Systèmes spécialement conçus ou préparés notamment :

- Des autoclaves (ou stations) d'alimentation, utilisés pour introduire l' UF_6 dans les cascades de centrifugeuses à une pression allant jusqu'à 100 kPa (15 lb/po²) et à un débit égal ou supérieur à 1 kg/h;
- désublimateurs (ou pièges à froid) utilisés pour prélever l' UF_6 des cascades à une pression allant jusqu'à 3 kPa (0,5 lb/po²). Les pièges à froid peuvent être refroidis jusqu'à 203 K (-70 °C) et chauffés jusqu'à 343 K (70 °C);
- des stations «Produit» et «Résidus» pour le transfert de l' UF_6 dans des conteneurs.

Ces équipements et ces tuyauteries sont constitués entièrement ou revêtus intérieurement de matériaux résistant à l' UF_6 (voir la note explicative de la présente section) et sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

2. Collecteurs/tuyauteries

Tuyauteries et collecteurs spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l' UF_6 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 résistant à l' UF_6 (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

Soufflets d'arrêt ou de réglage, manuels ou automatiques, spécialement conçus ou préparés, constitués de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 ou protégés par de tels matériaux, d'un diamètre compris entre 10 et 160 mm, pour une utilisation dans des systèmes principaux et auxiliaires d'usines d'enrichissement par centrifugeuse à gaz.

4. Spectromètres de masse et sources d'ions d' UF_6

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d' UF_6 gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du produit ou des résidus, et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. résolution unitaire pour les masses atomiques supérieures à 320;
2. sources d'ions constituées ou garnies de nichrome ou de monel ou nickelées;
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. sortie multiphasée de 600 à 2 000 Hz;
2. stabilité élevée (avec un contrôle de la fréquence supérieur à 0,1%);
3. faible distorsion harmonique (moins de 2%);
4. rendement supérieur à 80%.

Note explicative :

Les articles énumérés ci-dessus, soit sont en contact direct avec l' UF_6 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' UF_6 comprennent l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel et les alliages contenant 60% ou plus de nickel.

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
 - a. Filtres minces et poreux spécialement conçus ou préparés, qui ont des pores d'un diamètre de 100 à 1000 Å (angströms), une épaisseur égale ou inférieure à 5mm (0,2 pouce) et, dans le cas des formes tubulaires, un diamètre égal ou inférieur à 25mm (1 pouce) et sont constitués de matériaux métalliques, polymères ou céramiques résistant à la corrosion par l'UF₆; **et**
 - 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%, une taille des grains inférieure à 10 microns 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, de forme cylindrique et ayant plus de 300mm (12 pouces) de diamètre et plus de 900mm (35 pouces) de long, ou de forme rectangulaire avec des dimensions comparables, qui sont dotées d'un raccord d'entrée et de deux raccords de sortie ayant tous plus de 50mm (2 pouces) de diamètre, prévues pour contenir la barrière de diffusion gazeuse, constituées ou revêtues intérieurement de matériaux résistant à l'UF₆ et conçues pour être installées horizontalement ou verticalement.
3. Compresseurs et soufflantes à gaz

Compresseurs axiaux, centrifuges ou volumétriques et soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés, ayant une capacité d'aspiration de 1 m³/min ou plus d'UF₆ et une pression de sortie pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de kPa (100 lb/po²), conçus pour fonctionner longtemps en atmosphère d'UF₆, avec ou sans moteur électrique de puissance appropriée, et assemblages séparés de compresseurs et soufflantes à gaz de ce type. Ces compresseurs et soufflantes à gaz ont un rapport de compression compris entre 2/1 et 6/1 et sont constitués ou revêtus intérieurement de matériaux résistant à l'UF₆.
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 1000 cm³/min (60 pouces cubes/min).

5. échangeurs de chaleur pour le refroidissement de l'UF₆

Échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus intérieurement de matériaux résistant à l'UF₆ (à l'exception de l'acier inoxydable) ou de cuivre ou d'une combinaison de ces métaux et prévus pour un taux de variation de la pression due à une fuite qui est inférieur à 10Pa (0,0015lb/po²) par heure pour une différence de pression de 100 kPa (15lb/po²).

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 «résidu» issus des points de sortie sont acheminés par un collecteur tubulaire de cascade vers les pièges à froid ou les stations de compression où l'UF₆ gazeux est liquéfié avant d'être transféré dans des conteneurs de transport ou de stockage appropriés. étant donné qu'une usine d'enrichissement par diffusion gazeuse contient un grand nombre d'assemblages de diffusion gazeuse disposés en cascades, il y a plusieurs kilomètres de tuyauteries comportant des milliers de soudures, ce qui suppose une répétitivité considérable du montage. Les équipements, composants et tuyauteries sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

1. Systèmes d'alimentation et systèmes d'extraction du produit et des rejets

Systèmes spécialement conçus ou préparés, capables de fonctionner à des pressions égales ou inférieures à 300kPa (45lb/po²), notamment :

- a. Des autoclaves (ou systèmes) d'alimentation utilisés pour introduire l'UF₆ dans les cascades de diffusion gazeuse;
- b. Des pièges à froid utilisés pour prélever l'UF₆ dans les cascades de diffusion;
- c. Postes de liquéfaction où l'UF₆ gazeux de la cascade est comprimé et refroidi sous forme d'UF₆ liquide; **et**
- d. Des stations «Produit» ou «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 diffusion gazeuse. La tuyauterie est normalement du type collecteur «double», chaque cellule étant connectée à chacun des collecteurs.

3. Systèmes à vide

- a. Grands distributeurs à vide, collecteurs à vide et pompes à vide ayant une capacité d'aspiration égale ou supérieure à 5m³/min (175 pieds cubes/min), spécialement conçus ou préparés;
- b. Pompes à vide spécialement conçues pour fonctionner en atmosphère d'UF₆, constituées ou revêtues intérieurement d'aluminium, de nickel ou d'alliages comportant plus de 60% de nickel. 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

Soufflets d'arrêt et de réglage, manuels ou automatiques, spécialement conçus ou préparés, constitués de matériaux résistant à l'UF₆ et ayant un diamètre compris entre 40 et 1500 mm (1,5 à 59 pouces) pour installation dans des systèmes principaux et auxiliaires des usines d'enrichissement par diffusion gazeuse.

5. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d'UF₆ gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du produit ou des résidus, et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Pouvoir de résolution unitaire pour l'unité de masse atomique supérieure à 320;
2. Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou nickelées;
3. Sources d'ionisation par bombardement électronique;
4. Collecteur adapté à l'analyse isotopique.

Note explicative :

Les articles énumérés ci-dessus, 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 constituées entièrement ou revêtues de matériaux résistant à l'UF₆. Aux fins des sections relatives aux articles pour diffusion gazeuse, les matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆ comprennent l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, l'oxyde d'aluminium, le nickel et les alliages contenant 60% ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés résistant à l'UF₆.

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. Étant donné 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.

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 constituées entièrement ou revêtues de matériaux résistant à l'UF₆. Aux fins de la section relative aux articles pour enrichissement par procédé aérodynamique, les matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆ comprennent le cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel et les alliages contenant 60% ou plus de nickel, et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés résistant à l'UF₆.

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 (normalement 0,1 à 0,05 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 ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆, ont un diamètre compris entre 0,5 cm et 4 cm et un rapport longueur/diamètre inférieur ou égal à 20:1, 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 axiaux, centrifuges ou volumétriques ou soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆ et ayant une capacité d'aspiration du mélange d'UF₆ et de gaz porteur (hydrogène ou hélium) de 2 m³/min ou plus.

Note explicative :

Ces compresseurs et ces soufflantes à gaz ont généralement un rapport de compression compris entre 1,2:1 et 6:1.

4. Garnitures d'étanchéité d'arbres

Garnitures spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur ou de la soufflante à gaz au moteur d'entraînement en empêchant le gaz de procédé de s'échapper, ou l'air ou le gaz d'étanchéité de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur ou de la soufflante à gaz qui est remplie du mélange d'UF₆ et de gaz porteur.

5. Échangeurs de chaleur pour le refroidissement du mélange de gaz

Échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆.

6. Enceintes renfermant les éléments de séparation
Enceintes spécialement conçues ou préparées, constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆, destinées à recevoir les tubes vortex ou les tuyères de séparation.

Note explicative :

Ces enceintes peuvent être des conteneurs de forme cylindrique ayant plus de 300 mm de diamètre et plus de 900 mm de long, ou de forme rectangulaire avec des dimensions comparables, et elles peuvent être conçues pour être installées horizontalement ou verticalement.

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 :

- Des autoclaves, fours et systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF₆ dans le processus d'enrichissement;
- Des pièges à froid utilisés pour prélever l'UF₆ du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
- 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;
- 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

- Systèmes à vide spécialement conçus ou préparés, ayant une capacité d'aspiration supérieure ou égale à 5m³/min, comprenant des distributeurs à vide, des collecteurs à vide et des pompes à vide et conçus pour fonctionner en atmosphère d'UF₆.
- Pompes à vide spécialement conçues ou préparées pour fonctionner en atmosphère d'UF₆, et constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆. Ces pompes peuvent être dotées de joints en fluorocarbures et pourvues de fluides de service spéciaux.

10. Vannes d'arrêt et de réglage spéciales

Soufflets d'arrêt et de réglage, manuels ou automatiques, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆ et ayant un diamètre compris entre 40 et 1500 mm, spécialement conçus ou préparés pour installation dans des systèmes principaux ou auxiliaires d'usines d'enrichissement par procédé aérodynamique.

11. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d'UF₆ gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du «produit» ou des «résidus», et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

- Pouvoir de résolution unitaire pour l'unité de masse atomique supérieur à 320;
- Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou nickelées;
- Sources d'ionisation par bombardement électronique;
- Collecteur adapté à l'analyse isotopique.

12. Systèmes de séparation de l'UF₆ et du gaz porteur

Systèmes de traitement spécialement conçus ou préparés pour séparer l'UF₆ du gaz porteur (hydrogène ou hélium).

Note explicative :

Ces systèmes sont conçus pour réduire la teneur en UF₆ du gaz porteur à 1 ppm ou moins et peuvent comprendre les équipements suivants :

- Échangeurs de chaleur cryogéniques et cryoséparateurs capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -120 °C;
- Appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -120 °C;
- Tuyères de séparation ou tubes vortex pour séparer l'UF₆ du gaz porteur;
- Pièges à froid pour l'UF₆ capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -20 °C.

6. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par échange chimique ou par échange d'ions

Note d'introduction :

Les différences de masse minimales qui 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 résistant à la corrosion.

1. Colonnes d'échange liquide-liquide (échange chimique)

Colonnes d'échange liquide-liquide à contre-courant avec apport d'énergie mécanique (à savoir colonnes pulsées à plateaux perforés, colonnes à plateaux animés d'un mouvement alternatif et colonnes munies de turbo-agitateurs internes), 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 constitués ou revêtus de matériaux plastiques appropriés (fluorocarbures polymères, par exemple) ou de verre. Les colonnes sont conçues de telle manière que le temps de séjour correspondant à un étage soit court (30 secondes au plus).

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 (fluorocarbures polymères, par exemple) ou revêtus de verre. Les contacteurs centrifuges sont 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 fluorocarbures polymères, 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 :

- 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;
- 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 100 °C et 200 °C.

7. Colonnes échangeuses d'ions (échange ionique)
Colonnes cylindriques de plus de 1000 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) résistant à la corrosion par des solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré, et peuvent fonctionner à des températures comprises entre 100°C et 200°C et à des pressions supérieures à 0,7 MPa (102 lb/po²).
8. Systèmes d'échange ionique à reflux (échange ionique)
- 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.
 - 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 (Ti³⁺) : le système de réduction régènerait alors Ti³⁺ par réduction de Ti⁴⁺.

De même, on peut par exemple utiliser comme oxydant le fer trivalent (Fe³⁺) : le système d'oxydation régènerait alors Fe³⁺ par oxydation de Fe²⁺.

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. Ces procédés sont notamment connus sous les dénominations courantes suivantes : première catégorie - séparation des isotopes par laser sur vapeur atomique (SILVA ou AVLIS); seconde catégorie - séparation des isotopes par irradiation au laser de molécules (SILMO ou MLIS) et réaction chimique par activation laser isotopiquement sélective (CRISLA). Les systèmes, les équipements et les composants utilisés dans les usines d'enrichissement par laser comprennent :

- 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 ou d'une activation chimique);
- des dispositifs pour recueillir l'uranium métal enrichi «produit» et et appauvri «résidu» dans les procédés de la première catégorie et des dispositifs pour recueillir les composés dissociés ou activés «produit» et les matières non modifiées «résidu» dans les procédés de la seconde catégorie;
- des systèmes laser de procédé pour exciter sélectivement la forme uranium 235; et
- 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 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 UF₆ ou en un mélange d'UF₆ et d'autres gaz. Toutes les surfaces qui sont en contact avec l'uranium ou l'UF₆ 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'UF₆ sont le cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel, les alliages contenant 60% ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés résistant à l'UF₆.

- Systèmes de vaporisation de l'uranium (SILVA)
Systèmes de vaporisation de l'uranium spécialement conçus ou préparés, renfermant des canons à électrons de grande puissance à faisceau en nappe ou à balayage, fournissant une puissance au niveau de la cible supérieure à 2,5 kW/cm.
- Systèmes de manipulation de l'uranium métal liquide (SILVA)
Systèmes de manipulation de métaux liquides spécialement conçus ou préparés pour l'uranium ou les alliages d'uranium fondus, comprenant des creusets et des équipements de refroidissement pour les creusets.

Note explicative :

Les creusets et autres parties de ces systèmes qui sont en contact avec l'uranium ou les alliages d'uranium fondus sont constitués ou revêtus de matériaux ayant une résistance appropriée à la corrosion et à la chaleur. Les matériaux appropriés comprennent 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.

- Assemblages collecteurs du «produit» et des «résidus» d'uranium métal (SILVA)
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.

- Enceintes de module séparateur (SILVA)
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.

- Tuyères de détente supersonique (SILMO)
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 150K ou moins.

6. Collecteurs de pentafluorure d'uranium (SILMO)

Collecteurs de pentafluorure d'uranium (UF₅) solide spécialement conçus ou préparés, constitués de collecteurs ou de combinaisons de collecteurs à filtre, à impact ou à cyclone et résistant à la corrosion en milieu UF₅/UF₆.

7. Compresseurs d'UF₆/gaz porteur (SILMO)

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 (SILMO)

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 (SILMO)

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 les unités SILMO 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 (SILMO)

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d'UF₆ gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du «produit» ou des «résidus», et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Pouvoir de résolution unitaire pour l'unité de masse atomique supérieur à 320;
2. Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou nickelées;
3. Sources d'ionisation par bombardement électronique;
4. Collecteur adapté à l'analyse isotopique.

11. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus (SILMO)

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 (SILMO)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour séparer l'UF₆ du gaz porteur. Ce dernier peut être l'azote, l'argon ou un autre gaz.

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 -120 °C; **ou**
- b. Appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -120 °C; **ou**
- c. Pièges à froid pour l'UF₆ capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -20 °C.

13. Systèmes laser (SILVA, SILMO et CRISLA)

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 utilisé dans le procédé SILVA comprend généralement deux lasers : un laser à vapeur de cuivre et un laser à colorant. Le système laser employé dans le procédé SILMO comprend généralement un laser à CO₂ ou un laser à excimère et une cellule optique à multipassages munie de miroirs tournants aux deux extrémités. Dans les deux procédés, les lasers ou les systèmes laser doivent être munis d'un stabilisateur de fréquence pour pouvoir fonctionner pendant de longues périodes.

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 100kHz 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, pouvant renfermer des canons à électrons de grande puissance à faisceau en nappe ou à balayage, fournissant une puissance au niveau de la cible supérieure à 2,5 kW/cm.
4. Systèmes de manipulation de l'uranium métal liquide
Systèmes de manipulation de métaux liquides spécialement conçus ou préparés pour l'uranium ou les alliages d'uranium fondus, comprenant des creusets et des équipements de refroidissement pour les creusets.
- Note explicative :*
Les creusets et autres parties de ces systèmes qui sont en contact avec l'uranium ou les alliages d'uranium fondus sont constitués ou revêtus de matériaux ayant une résistance appropriée à la corrosion et à la chaleur. Les matériaux appropriés comprennent le tantale, le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium, le graphite revêtu d'autres oxydes de terres rares (voir le Groupe 4) ou des mélanges de ces substances.
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.
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 20000 V ou plus, stable à moins de 0,01% près pendant 8 heures, et un courant de sortie de 1A 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 500A à une tension supérieure ou égale à 100V, 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, notamment :

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 fabriquées en acier au carbone fin (par exemple ASTM A516), ayant un diamètre compris entre 6m (20 pieds) et 9m (30 pieds), capables de fonctionner à des pressions supérieures ou égales à 2 MPa (300 lb/po²) et ayant une surépaisseur de corrosion de 6 mm ou plus, 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 (120000 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 (2225 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.

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, notamment:

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 UO_3 , conversion d' UO_3 en UO_2 , conversion des oxydes d'uranium en UF_4 , UF_6 ou UCl_4 , conversion de l' UF_4 en UF_6 , conversion de l' UF_6 en UF_4 , conversion de l' UF_4 en uranium métal et conversion des fluorures d'uranium en UO_2 . Un grand nombre des articles de l'équipement essentiel des usines de conversion de l'uranium sont communs à plusieurs secteurs de l'industrie chimique. Par exemple, ces procédés peuvent faire appel à des équipements des types suivants : fours, fourneaux rotatifs, réacteurs à lit fluidisé, tours à flamme, centrifugeuses en phase liquide, colonnes de distillation et colonnes d'extraction liquide-liquide. Toutefois, seuls quelques articles sont disponibles «dans le commerce»; la plupart seront préparés d'après les besoins du client et les spécifications définies par lui. Parfois, lors de la conception et de la construction, il faut prendre spécialement en considération les propriétés corrosives de certains des produits chimiques en jeu (HF , F_2 , ClF_3 et fluorures d'uranium), ainsi que les problèmes de criticité nucléaire. Enfin, il convient de noter que, dans tous les procédés de conversion de l'uranium, des articles d'équipement qui, pris individuellement, ne sont pas spécialement conçus ou préparés pour la conversion de l'uranium peuvent être assemblés en des systèmes qui sont spécialement conçus ou préparés à cette fin.

1. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO_3

Note explicative :

La conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO_3 peut être réalisée par dissolution du minerai dans l'acide nitrique et extraction de nitrate d'uranyle purifié au moyen d'un solvant tel que le phosphate tributylque. Le nitrate d'uranyle est ensuite converti en UO_3 soit par concentration et dénitration, 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' UO_3 en UF_6

Note explicative :

La conversion d' UO_3 en UF_6 peut être réalisée directement par fluoration. Ce procédé nécessite une source de fluor gazeux ou de trifluorure de chlore.

3. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_3 en UO_2

Note explicative :

La conversion d' UO_3 en UO_2 peut être réalisée par réduction de l' UO_3 au moyen d'ammoniac craqué ou d'hydrogène.

4. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_2 en UF_4

Note explicative :

La conversion d' UO_2 en UF_4 peut être réalisée en faisant réagir l' UO_2 avec de l'acide fluorhydrique gazeux (HF) à une température de 300 à 500 °C.

5. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_4 en UF_6

Note explicative :

La conversion d' UF_4 en UF_6 est réalisée par réaction exothermique avec du fluor dans un réacteur à tour. Pour condenser l' UF_6 à partir des effluents gazeux chauds, on fait passer les effluents dans un piège à froid refroidi à -10 °C. Ce procédé nécessite une source de fluor gazeux.

6. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_4 en U métal

Note explicative :

La conversion d' UF_4 en uranium métal est réalisée par réduction au moyen de magnésium (grandes quantités) ou de calcium (petites quantités). La réaction a lieu à des températures supérieures au point de fusion de l'uranium (1130 °C).

7. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_6 en UO_2

Note explicative :

La conversion d' UF_6 en UO_2 peut être réalisée par trois procédés différents. Dans le premier procédé, l' UF_6 est réduit et hydrolysé en UO_2 au moyen d'hydrogène et de vapeur. Dans le deuxième procédé, l' UF_6 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 UO_2 par de l'hydrogène à une température de 820 °C. Dans le troisième procédé, l' UF_6 , le CO_2 et le NH_3 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' UO_2 .

La conversion d' UF_6 en UO_2 constitue souvent la première phase des opérations dans les usines de fabrication de combustible.

8. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_6 en UF_4

Note explicative :

La conversion d' UF_6 en UF_4 est réalisée par réduction au moyen d'hydrogène.

9. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_2 en UCl_4

Note explicative :

La conversion d' UO_2 en UCl_4 peut être réalisée par un des deux procédés suivants: premièrement, on peut faire réagir l' UO_2 avec du tétrachlorure de carbone (CCl_4) à une température de 400°C environ, ou deuxièmement, on peut faire réagir l' UO_2 à une température de 700°C environ en présence de noir de carbone (CAS 1333-86-4), de monoxyde de carbone et de chlore.

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 PuO_2 , conversion de PuO_2 en PuF_4 et conversion de PuF_4 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 équipements faits ou revêtus de métal précieux), réduction (par exemple dans des creusets en céramique), récupération du laitier, manutention du produit, ventilation, gestion des déchets et contrôle du procédé. Les systèmes sont en particulier adaptés de manière à éviter tout risque de criticité et d'irradiation et à réduire le plus possible les risques de toxicité. D'autres procédés comportent la fluoration de l'oxalate de plutonium ou du peroxyde de plutonium, suivie d'une réduction en métal.

3-3. Logiciel

«Logiciel» spécialement conçus ou modifié pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'articles énumérés au Groupe 3.

3-4. Technologie

La «technologie» telle que définie dans la note sur la «technologie» nucléaire associée au «développement», à la «production» et à l'«utilisation» des articles énumérés au Groupe 3.

Groupe 4 – Liste de marchandises à double usage dans le secteur nucléaire

(Toutes destinations. Application à toutes les destinations pour les articles du groupe 4.)

Note :

Les termes entre «guillemets simples» sont habituellement définies au sein de chaque entrée de la liste alors que celles entre «guillemets doubles» sont définies à la fin du Groupe 4.

Note de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) :

En vertu de la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), l'exportation d'articles à caractère nucléaire ou connexes est également régie par la CCSN. Ainsi, il pourrait toutefois être nécessaire d'obtenir un permis de la CCSN pour exporter des articles à caractère nucléaire ou connexe qui ne seraient pas énumérés dans le Groupe 4 ou qui satisferaient aux notes sur la libération. On pourra obtenir auprès de la CCSN, des renseignements sur les exigences prévues 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 l'orsqu'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 réglementé 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 x 10⁴ Gy (silicium) sans dégradation fonctionnelle.

Note technique :

Les mots «Gy (silicium)» désignent l'énergie en joules par kilogramme absorbée par un échantillon non protégé de silicium exposé à un rayonnement ionisant.

3. «Robots», «effecteurs terminaux» et unités de commande comme suit :

- a. «Robots» ou «effecteurs terminaux» possédant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Spécialement conçus pour répondre aux normes nationales de sécurité applicables à la manipulation d'explosifs (par exemple répondant aux spécifications de la codification relative à l'électricité pour les explosifs);

ou

2. Spécialement conçus ou réglés pour résister aux rayonnements de manière à supporter une dose totale de plus de 5 x 10⁴ Gy (silicium) sans dégradation fonctionnelle.

Note technique :

Les mots «Gy (silicium)» désignent l'énergie en joules par kilogramme absorbée par un échantillon non protégé de silicium exposé à un rayonnement ionisant.

- b. Unités de commande spécialement conçues pour chacun des «robots» ou «effecteurs terminaux» spécifiés à l'alinéa 4-1.A.3.a.

Note :

L'alinéa 4-1.A.3. ci-dessus ne vise pas les «robots» spécialement conçus pour des applications industrielles non nucléaires par exemple les cabines de pulvérisation de peinture utilisées dans l'industrie automobile.

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

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.

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) $6\mu\text{m}$ mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global) pour les machines capables d'usiner des diamètres supérieurs à 35 mm.

Note :

L'alinéa 4-1.B.2.a. ne s'applique pas aux tours à barres (Swissturn) qui n'usinent les barres qu'en enfilade si le diamètre maximum des barres est égal ou inférieur à 42mm 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 42mm.

- b. Fraiseuses possédant l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

1. «Précision de positionnement», lorsque toutes les compensations sont disponibles, meilleure que (inférieure à) $6\mu\text{m}$ mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global);
2. Deux axes rotatifs de contournage ou plus; **ou**
3. Cinq axes ou plus qui peuvent être coordonnés simultanément par «commande de contournage».

Note :

L'alinéa 4-1.B.2.b. ne s'applique pas aux fraiseuses possédant les deux caractéristiques suivantes :

1. Course sur l'axe X supérieure à 2 m; **et**
2. «Précision de positionnement» globale sur l'axe X n'atteignant pas (dépassant) $30\mu\text{m}$ mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988).

- c. Machines-outils à rectifier possédant l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

1. «Précision de positionnement», avec toutes les compensations disponibles, meilleure que (inférieure à) $4\mu\text{m}$ 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 en coordonnées (rectifieuses planétaires) dont la «précision de positionnement» globale de l'axe X ou de l'axe W est meilleure que (inférieure à) $4\mu\text{m}$ 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 $6\mu\text{m}$ ou mieux pour les machines à rectifier et de $8\mu\text{m}$ 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. arbres à vilebrequins ou à cames
 - c. outils et pièces coupantes
 - d. vis 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 coordonnés 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 suivante : 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.

3. Machines, dispositifs ou systèmes de contrôle des dimensions, comme suit :

a. Machines de contrôle des dimensions commandées par ordinateur ou à commande numérique et possédant les deux caractéristiques suivantes :

1. Deux axes ou plus; **et**
2. Une «incertitude de mesure» unidimensionnelle de la longueur égale ou meilleure que (inférieure à) $(1,25 + L/1000)\mu\text{m}$ contrôlée à l'aide d'une sonde d'une «précision» meilleure que (inférieure à) $0,2\mu\text{m}$ (L étant la longueur mesurée en millimètres) (Réf.: VDI/VDE 2617, parties 1 et 2);

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. Une «linéarité» égale ou meilleure que (inférieure à) $0,1\%$ à l'intérieur d'une gamme de mesures pouvant atteindre 5mm ; **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. 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 «déviations 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 5mm ; **et**
2. Une «déviations 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.

Notes techniques :

1. La sonde utilisée pour déterminer l'«incertitude de mesure» d'un système de contrôle dimensionnel sera conforme à la description présentée dans VDI/VDE 2617, parties 2, 3 et 4.
2. 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. 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 1123K (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 5kW ;

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 5kW ou plus, spécialement conçues pour les fours spécifiés dans la rubrique 4-1.B.4.a.

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 69MPa ; **et**
2. Possédant une chambre dont le diamètre intérieur de la cavité est supérieur à 152mm ;

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.

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 10g de valeur efficace (moyenne quadratique) ou plus entre 20 et 2000Hz ; **et**
3. Transmettant des forces égales ou supérieures à 50kN 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.

- 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 1000 et 20000 cm³; **et**
 - 2. Capables de fonctionner à des températures de fusion supérieures à 1973 K (1700°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 1473 K (1200°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 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 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.
- 3. «Logiciel» pour toute combinaison de dispositifs électroniques ou pour tout système permettant à ces dispositifs de fonctionner comme une unité de «commande numérique» capable de commander cinq axes à interpolation ou plus qui peuvent

être coordonnés simultanément pour une «commande de contournage».

Notes :

- 1. L'exportation de «logiciel» est contrôlé, qu'il soit exporté séparément ou qu'il réside dans une unité de «commande numérique» ou tout dispositif ou système électronique.
- 2. L'alinéa 4-1.D.3. ne s'applique pas au «logiciel» spécialement conçu ou modifié par les fabricants de l'unité de commande ou de la machine-outil pour faire fonctionner une machine-outil qui n'est pas visée à l'alinéa 4-1.B.2.

4-1.E. Technologie

- 1. «Technologie» conformément à la note générale sur la technologie, pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou de «logiciels» visés aux alinéas 4-1.A. à 4-1.D.

4-2. Matières

4-2.A. Équipements, assemblages et composants

- 1. Creusets fabriqués en matières résistant aux métaux actinides liquides, comme suit :
 - a. Creusets possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - 1. Un volume compris entre 150 cm³ (150ml) et 8000 cm³ (8 litres); **et**
 - 2. Constitués ou revêtus de l'une quelconque des matières suivantes ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 98% :
 - 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 (zircone) (ZrO₂);
 - b. Creusets possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - 1. Un volume compris entre 50cm³ (50 ml) et 2000cm³ (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 2000cm³ (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 pour la production, la récupération, l'extraction, la concentration ou la manipulation de tritium, ses composés ou des mélanges contenant du tritium, notamment :
 - a. 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**
 - b. Systèmes à base d'hydrures métalliques pour le stockage et la purification des isotopes d'hydrogène.
2. Installations, usines et équipements pour la séparation des isotopes du lithium, comme suit :
 - a. Installations ou usines de séparation des isotopes du lithium;
 - b. Équipements pour la séparation des isotopes du lithium, 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.

4-2.C. Matières

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 :

Au fins de l'alinéa 4-2.C.1., l'expression «capable d'une» couvre les alliages d'aluminium avant ou après traitement thermique.

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.
3. Bismuth possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Une pureté de 99,99% ou plus; **et**
 - b. Une teneur en argent de moins de 10ppm.

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).

5. Calcium possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Contenant moins de 1000ppm en poids d'impuretés métalliques autres que le magnésium; **et**
 - b. Contenant moins de 10ppm de bore.

6. Trifluorure de chlore (ClF₃).

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 x 10⁶ m;

ou

2. Une «résistance spécifique à la traction» égale ou supérieure à 23,5 x 10⁴ 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 x 10⁶ m;

et

2. Une «résistance spécifique à la traction» égale ou supérieure à 7,62 x 10⁴ 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 mentionné à l'alinéa 4-2.C.7., est le module de Young exprimé en N/m² divisé par le poids spécifique exprimé en N/m³ mesuré à une température de 296 ± 2 K (23 ± 2°C) et à une humidité relative de 50 ± 5%.
2. Aux fins de l'alinéa 4-2.C.7., la «résistance spécifique à la traction» est la résistance maximale à la traction exprimée en N/m² divisée par le poids spécifique exprimé en N/m³ mesurée à une température de 296 ± 2 K (23 ± 2 °C) et à une humidité relative de 50 ± 5 %.

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.

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).

10. Magnésium possédant les deux caractéristiques suivantes :
- Contenant en poids moins de 200ppm d'impuretés métalliques autres que le calcium; **et**
 - Contenant moins de 10ppm de bore.

11. Aciers martensitiques vieillissables «capable d'une» résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 2050 MPa à une température de 293 K (20°C).

Note :

L'alinéa 4-2.C.11. ne s'applique pas aux formes dans lesquelles aucune dimension linéaire n'excède 75mm.

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.

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 :

- Applicateurs médicaux;
- Un produit ou un dispositif ne contenant pas plus de 0,37 GBq de radium226.

13. Alliages de titane possédant les deux caractéristiques suivantes :
- «Capables d'une» résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 900MPa à une température de 293 K (20°C); **et**
 - 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.

14. Tungstène, carbure de tungstène et alliages contenant plus de 90% de tungstène, possédant les deux caractéristiques suivantes :
- Dans des formes à symétrie cylindrique creuse (y compris les segments cylindriques) d'un diamètre intérieur compris entre 100 et 300mm; **et**
 - Une masse supérieure à 20kg.

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.

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 0,10mm.

16. Poudre de nickel et nickel métal poreux, comme suit :

N.B. :

Pour les poudres de nickel qui sont spécialement préparées pour la fabrication de barrières de diffusion gazeuse, consultez l'alinéa 3-2.5.3. du Groupe 3.

- Poudre de nickel possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - Un titre en nickel égal ou supérieur à 99,0%; **et**
 - Une granulométrie moyenne inférieure à 10µm mesurée conformément à la norme ASTM B330;
- Nickel métal poreux obtenu à partir de matières spécifiées dans l'alinéa 4-2.C.16.a.

Note technique :

L'alinéa 4-2.C.16.b. vise le métal poreux obtenu par compactage et frittage des matières visées à l'alinéa 4-2.C.16.a., qui donnent une matière métallique contenant des pores fins reliés entre eux dans toute la structure.

Note :

L'alinéa 4-2.C.16. ne s'applique pas aux articles suivants :

- Poudres de nickel filamenteux;
- Feuilles simples de nickel métallique poreux dont la surface n'excède pas 1000 cm² par feuille.

17. Tritium, composés de tritium, mélanges contenant du tritium dans lesquels le rapport du tritium à l'hydrogène en atomes est supérieur à 1 partie par millier, et produits ou dispositifs qui contiennent l'une quelconque de ces substances.

Note :

L'alinéa 4-2.C.17. ne s'applique pas à un produit ou dispositif contenant moins de 1,48 x 10³ GBq de tritium.

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.

19. Radionucléides émetteurs alpha ayant une période alpha de dix jours ou plus mais de moins de 200 ans, sous la forme suivante :

- Elémentaire;
- Composés ayant une activité alpha totale de 37 GBq/kg ou plus;
- Mélanges ayant une activité alpha totale de 37 GBq/kg ou plus;
- 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 alpha.

4-2.D. Logiciel

Néant.

4-2.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 4-2.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

1. Changeurs de fréquence ou générateurs possédant toutes les caractéristiques suivantes :

N.B. :

Pour les changeurs de fréquence et les générateurs spécialement conçus ou préparés pour le procédé de centrifugation gazeuse, voir Groupe 3, l'alinéa 3-2.5.1.

- Sortie multiphase capable de fournir une puissance égale ou supérieure à 40 W;
- Capacité de fonctionner dans le régime des fréquences compris entre 600 et 2000 Hz;
- Distorsion harmonique totale meilleure que (inférieure à) 10%; **et**
- Contrôle des fréquences meilleur que (inférieur à) 0,1%.

Note technique :

Les changeurs de fréquence mentionnés à l'alinéa 4-3.A.1. sont également connus sous le nom de convertisseurs ou d'inverseurs.

2. Lasers, amplificateurs lasers et oscillateurs, comme suit :

- Lasers à vapeur de cuivre possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - Fonctionnant sur des longueurs d'ondes comprises entre 500 et 600nm; **et**
 - Une puissance de sortie moyenne égale ou supérieure à 40 W;
- Lasers à argon ionisé possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 400 et 515nm; **et**
 - Une puissance de sortie moyenne supérieure à 40 W;
- Lasers dopés au néodyme (autres que les lasers à verre dopé) ayant une longueur d'onde de sortie comprise entre 1000 et 1100 nm, possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 - 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 :
 - Un fonctionnement monomode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W; **ou**
 - Un fonctionnement multimode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 50 W; **ou**
 - Comportant un doubleur de fréquence produisant une longueur d'onde de sortie comprise entre 500 et 550nm avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W;
- Oscillateurs à colorants organiques accordables fonctionnant en mode pulsé unique possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 300 et 800nm;
 - Une puissance moyenne de sortie supérieure à 1 W;

- Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz; et
 - Une durée d'impulsion inférieure à 100 ns;
- e. Amplificateurs lasers et oscillateurs à colorants organiques accordables possédant toutes les caractéristiques suivantes :
- Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 300 et 800nm;
 - Une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W;
 - Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz; et
 - 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 :
- Fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 720 et 800nm;
 - Une largeur de bande égale ou inférieure à 0,005 nm;
 - Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 125 Hz; et
 - Une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W;
- g. Lasers à dioxyde de carbone à régime pulsé possédant toutes les caractéristiques suivantes :
- Fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 9 000 et 11 000 nm;
 - Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz;
 - Une puissance moyenne de sortie supérieure à 500 W; **et**
 - 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 :
- Fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 240 et 360 nm;
 - Une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz; **et**
 - 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 16µm avec une fréquence de récurrence supérieure à 250 Hz.
3. Vannes possédant toutes les caractéristiques suivantes :
- Une dimension nominale égale ou supérieure à 5 mm;
 - Ayant un soufflet; **et**
 - 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. Électro-aimants solénoïdaux supraconducteurs possédant toutes les caractéristiques suivantes :
- Capables de créer des champs magnétiques de plus de 2 T;
 - Avec un rapport longueur divisée par diamètre intérieur supérieur à 2;
 - Avec un diamètre intérieur supérieur à 300 mm; **et**
 - 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.

5. Alimentations en courant fort continu possédant les deux caractéristiques suivantes :
- 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**
 - Une stabilité du courant ou de la tension meilleure que 0,1% pendant une période de huit heures.
6. Alimentations en courant continu haute tension possédant les deux caractéristiques suivantes :
- 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**
 - Une stabilité du courant ou de la tension meilleure que 0,1% pendant une période de huit heures.
7. Transducteurs de pression capables de mesurer la pression absolue en tout point de l'intervalle 0-13 kPa, possédant les deux caractéristiques suivantes :
- Capteurs de pression constitués ou protégés par de l'aluminium, des alliages d'aluminium, du nickel ou des alliages de nickel contenant plus de 60% de nickel en poids; **et**
 - Possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 - Une déviation totale inférieure à 13 kPa et une «précision» supérieure à $\pm 1\%$ de la déviation totale; **ou**
 - Une déviation totale égale ou supérieure à 13 kPa et une «précision» supérieure à ± 130 Pa.

Notes techniques :

- Aux fins de l'alinéa 4-3.A.7., les transducteurs de pression sont des dispositifs qui convertissent les mesures de pression en un signal électrique.
- Aux fins de l'alinéa 4-3.A.7., la « précision » englobe la non-linéarité, l'hystérésis et la répétabilité à la température ambiante.

8. Pompes à vide possédant toutes les caractéristiques suivantes :
- Un col d'entrée de 380 mm ou plus;
 - Une vitesse de pompage égale ou supérieure à 15 m³/s; **et**
 - Capables de produire un vide final meilleur que 13,3 mPa.

Notes techniques :

- La vitesse de pompage est déterminée au point de mesure avec de l'azote ou de l'air.

- Le vide final est déterminé à l'entrée de la pompe, l'entrée de la pompe étant fermée.

4-3.B. Équipements d'essai et de production

- Cellules électrolytiques pour la production de fluor ayant une capacité de production supérieure à 250g de fluor par heure.
- Équipements de fabrication ou d'assemblage de rotors, équipements à dresser pour rotors, mandrins et matrices pour la formation de soufflets, comme suit :
 - 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.
 - 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.
 - 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 :

 - Diamètre intérieur de 75 à 400 mm;
 - Longueur égale ou supérieure à 12,7 mm;
 - Circonvolution unique ayant une profondeur supérieure à 2 mm; **et**
 - Fabriqués en alliages d'aluminium de haute résistance, en acier martensitique vieillissable ou en «matières fibreuses ou filamenteuses» de haute résistance.
- Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage multiplans, fixes ou déplaçables, horizontales ou verticales, comme suit :
 - 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 :
 - Diamètre utile ou diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;
 - Masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg; **et**
 - Vitesse de révolution d'équilibrage pouvant atteindre plus de 5000 tr/mn;
 - Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage conçues pour équilibrer les composants cylindriques creux de rotors et possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - Diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;
 - Masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg;
 - Capacité d'équilibrer jusqu'à un déséquilibre résiduel égal ou inférieur à 0,010 kg x mm/kg par plan; **et**
 - Être du type actionné par courroie.
- 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 rotors cylindriques d'un diamètre de 75 à 400 mm et d'une longueur égale ou supérieure à 600 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 3g 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 luminescente (SMDL);
- c. Spectromètres de masse à ionisation thermique (SMIT);
- d. Spectromètres de masse à bombardement d'électrons ayant une chambre de source constituée, revêtue ou recouverte de plaques de matériaux résistant à l' UF_6 ;
- e. Spectromètres de masse à faisceau moléculaire possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 1. Une chambre de source constituée, revêtue ou recouverte de plaques en acier inoxydable ou en molybdène et ayant un piège à froid capable de refroidir jusqu'à 193 K (-80°C) ou moins; **ou**
 2. Une chambre de source constituée, revêtue ou recouverte de plaques en matériaux résistant à l' UF_6 ;
- f. Spectromètres de masse équipés d'une source ionique à microfluoruration conçus pour être utilisés avec des actinides ou des fluorures actinides.

4-3.C. Matières

Néant.

4-3.D. Logiciel

1. «Logiciel» spécialement conçu pour l'«utilisation» d'équipements visés aux l'alinéas 4-3.B.3. ou 4-3.B.4.

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 l'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 m³/h; **et**
 - c. L'une des caractéristiques suivantes :
 1. Pour les solutions concentrées (1% ou plus) amides de potassium, pression de régime de 1,5 à 60 MPa; **ou**
 2. Pour les solutions amides de potassium diluées (moins de 1%), pression de régime de 20 à 60 MPa.
3. Turbodétendeurs ou ensembles turbodétendeur-compresseur possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Conçus pour fonctionner avec une température de sortie de 35 K (-238°C) ou moins; **et**
 - b. Conçus pour un débit d'hydrogène égal ou supérieur à 1000 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 1m et une longueur effective égale ou supérieure à 5m.
3. Convertisseurs ou unités à synthétiser l'ammoniac dans lesquels le gaz de synthèse (azote et hydrogène) est enlevé d'une colonne d'échange ammoniac/hydrogène à haute pression et l'ammoniac synthétique est renvoyé à la colonne en question.

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 l'alinéas 4-4.A. à 4-4.D.

4-5. Équipements d'essai et de mesure pour le développement de dispositifs explosifs nucléaires

4-5.A. Équipements, assemblages et composants

1. Tubes photomultiplicateurs possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Une surface photocathodique supérieure à 20 cm²; **et**
 - b. Un temps de montée de l'impulsion anodique inférieur à 1 ns.

4-5.B. Équipements d'essai et de production

1. Générateurs de radiographie éclair ou accélérateurs pulsés d'électrons possédant l'une des deux caractéristiques suivantes :
 - a. 1. Une énergie électronique de pointe de l'accélérateur égale ou supérieure à 500 keV mais inférieure à 25 MeV; **et**
 2. Un facteur de mérite (K) égal ou supérieur à 0,25; **ou**
 - b. 1. Une énergie électronique de pointe de l'accélérateur égale ou supérieure à 25 MeV; **et**
 2. Une puissance de pointe supérieure à 50 MW.

Note :

L'alinéa 4-5.B.1. ne s'applique pas aux accélérateurs qui constituent des composants de dispositifs destinés à d'autres fins que le rayonnement de faisceaux électroniques ou de rayons X (microscopie électronique par exemple) et ceux destinés à des fins médicales.

Notes techniques :

1. Le facteur de mérite K est défini comme suit :

$$K = 1,7 \times 10^3 V^{2,65} Q$$
 V est l'énergie électronique de pointe en millions d'électronvolts. Lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est inférieure ou égale à 1µs, Q est la charge totale accélérée en coulombs. Lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est supérieure à 1µs, Q est la charge maximale accélérée en 1µs. Q est égale à l'intégrale de i par rapport à t, divisée par 1µs ou la durée de l'impulsion du faisceau selon la valeur la moins élevée ($Q = \int i dt$), i étant le courant du faisceau en ampères et t le temps en secondes.
2. Puissance de pointe = (potentiel de pointe en volts) x (courant de pointe du faisceau en ampères).
3. Dans les machines basées sur des cavités d'accélération à micro-ondes, la durée de l'impulsion du faisceau est égale soit à 1µs 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. Canons à étages multiples à gaz léger ou autres systèmes à canons à grande vitesse (systèmes à bobine, systèmes électromagnétiques ou électrothermiques, ou autres systèmes avancés) capables d'accélérer des projectiles jusqu'à 2 km/s ou plus.
3. Caméras à miroir à rotation mécanique, comme suit, et composants spécialement conçus pour ces caméras :
 - a. Caméras à images pouvant enregistrer plus de 225000 images par seconde;
 - b. Caméras à fente ayant une vitesse d'inscription supérieure à 0,5 mm/µs.

Note :

Aux fins de l'alinéa 4-5.B.3., les composants de ces caméras comprennent leurs dispositifs électroniques de synchronisation et leurs assemblages de rotors constitués par les turbines, les miroirs et les supports.

4. Caméras électroniques à fente, caméras électroniques à images, tubes et dispositifs, comme suit :
 - a. Caméras électroniques à fente capables d'un pouvoir de résolution temporelle égal ou inférieur à 50 ns;
 - b. Tubes à fente pour les caméras visés à l'alinéa 4-5.B.4.a.;
 - c. Caméras électroniques à images (ou à obturateur électronique) capables d'une durée d'exposition égale ou inférieure à 50 ns;
 - d. Tubes à images et imageurs à semi-conducteurs destinés à être utilisés avec les caméras visés à l'alinéa 4-5.B.4.c., comme suit :
 1. Tubes intensificateurs d'images avec mise au point sur proximité, dont la cathode photovoltaïque est déposée sur une couche conductrice transparente afin de diminuer la résistance de couche de la cathode photovoltaïque
 2. Tubes intensificateurs vidicons au silicium et à grilles où un système rapide permet de séparer les photoélectrons de la cathode photovoltaïque avant qu'ils ne soient projetés contre la plaque de l'intensificateur vidicon au silicium;
 3. Obturateur électro-optique à cellule Kerr ou à cellule de Pockels;
 4. Autres tubes à images et imageurs à semi-conducteurs ayant un temps de déclenchement pour images rapides inférieur à 50 ns spécialement conçus pour les caméras visés à l'alinéa 4-5.B.4.c.
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 10µs;

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).

- b. Jauges au manganin pour des pressions supérieures à 10 GPa;
- c. Transducteurs de pression à quartz pour des pressions supérieures à 10 GPa.

6. Générateurs d'impulsions rapides possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - a. Une tension de sortie supérieure à 6V dans une charge ohmique de moins de 55ohms; et
 - b. Un «temps de transition des impulsions» inférieur à 500 ps.

Note technique :

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%.

4-5.C. Matières

Néant.

4-5.D. Logiciel

Néant.

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 l'alinéas 4-5.A. à 4-5.D.

4-6. Composants pour dispositifs explosifs nucléaires

4-6.A. Équipements, assemblages et composants

1. Détonateurs et systèmes d'amorçage à points multiples, comme suit :
 - a. Détonateurs d'explosifs à commande électrique, comme suit :
 1. Amorce à pont (AP);
 2. Fil à exploser (FE);
 3. Percuteur;
 4. Initiateurs à feuille explosive (IFE);
 - b. Systèmes utilisant un détonateur unique ou plusieurs détonateurs conçus pour amorcer pratiquement simultanément une surface explosive de plus de 5000 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 2,5µs.

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 d'explosions conçus pour actionner les détonateurs à commande multiple visés à l'alinéa 4-6.A.1. ci-dessus;
 - 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. Enfermés dans un boîtier étanche aux poussières;
 3. Capables de fournir leur énergie en moins de 15µs;
 4. Ayant une intensité supérieure à 100 A;
 5. Ayant un «temps de montée» inférieur à 10µs dans des charges inférieures à 40ohms;
 6. N'ayant aucune dimension supérieure à 25,4 cm;
 7. Pesant moins de 25 kg; **et**

8. 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.

Note :

L'alinéa 4-6.A.2.b. comprend les dispositifs de commande à lampe à xénon.

Note technique :

Aux fins de l'alinéa 4-6.A.2.b.5., le «temps de montée» est défini comme étant l'intervalle entre des amplitudes de courant de 10% à 90% lors de l'actionnement d'une charge ohmique.

3. Dispositifs de commutation, comme suit :
3. 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 10µs;

Note :
L'alinéa 4-6.A.3.a. comprend les tubes au krytron à gaz et les tubes au sprytron à vide.
 3. Éclateurs à étincelle déclenchés possédant les deux caractéristiques suivantes :
 1. Temporisation de l'anode égale ou inférieure à 15µs; **et**
 2. Prévus pour un courant de pointe égal ou supérieur à 500 A;
 3. 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 1µs.
4. Condensateurs à décharge pulsée possédant l'une des caractéristiques suivantes :
4. 1. Tension nominale supérieure à 1,4 kV;
 4. 2. Accumulation d'énergie supérieure à 10 J;
 4. 3. Capacité supérieure à 0,5µF; **et**
 4. 4. Inductance série inférieure à 50 nH; **ou**
 4. b. 1. Tension nominale supérieure à 750 V;
 4. 2. Capacité supérieure à 0,25µF; **et**
 4. 3. Inductance série inférieure à 10 nH.
5. Systèmes générateurs de neutrons, y compris les tubes, possédant les deux caractéristiques suivantes :
5. a. Conçus pour fonctionner sans installation de vide extérieure; **et**
 5. b. Utilisant l'accélération électrostatique pour déclencher une réaction nucléaire tritium-deutérium.

4-6.B. Équipements d'essai et de production

Néant.

4-6.C. Matières

1. Substances ou mélanges hautement explosifs contenant plus de 2% 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. Hexanitrostilbène (HNS) (CAS 20062-22-0); **ou**
 - e. Tout explosif ayant une densité cristalline supérieure à 1,8 g/cm³ et une vitesse de détonation supérieure à 8000 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 ».

« Capteurs »

Détecteurs d'un phénomène physique dont la sortie (après conversion en un signal qui peut être interprété par un contrôleur) peut produire des « programme » ou modifier des instructions programmées ou des données numériques du programme. Cette définition couvre les « capteurs » équipés des fonctions de vision machine, d'imagerie infrarouge, d'imagerie acoustique, de détection tactile, de mesure inertielle de la position, de télémétrie optique ou acoustique, ou de mesure de la force ou du couple.

« 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 (Réf. VDI/VDE 2617. Projet : « Tables rotatives sur les machines de mesure à coordonnées »).

« 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 ».)

« 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 ».

« 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 (référence : VDI/VDE 2617).

« 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.

« 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.

« 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 $\pm 10\%$ de la tension nominale;
 - b. la variation de fréquence ne doit pas dépasser ± 2 Hz de la fréquence normale;
 - c. les mises hors secteur ou interruption de service ne sont pas autorisées;

b. Programme d'essai (paragraphe 4) :

1. La vitesse d'avance (vitesse des chariots) pendant les mesures sera la vitesse d'avance rapide;

N.B. :

Dans le cas des machines-outils produisant des surfaces de qualité optique, la vitesse d'avance sera égale ou inférieure à 50 mm/min;

2. Les mesures seront effectuées conformément au système de mesure incrémentielle d'une limite de déplacement de l'axe jusqu'à l'autre limite sans retourner à la position de départ pour chaque mouvement jusqu'au point visé;
3. les axes non mesurés doivent être retenus à mi-course pendant l'essai d'un axe;

c. Présentation des résultats des essais (paragraphe 2) : les résultats des mesures doivent comprendre :

1. la « précision de positionnement » (A); **et**
2. l'erreur moyenne de réversibilité(B).

« Production »

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

« Programmabilité accessible à l'utilisateur »

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.

« Programme »

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

« Résolution »

Le plus petit incrément d'un dispositif de mesure, et le 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 (référence : ANSI B-89.1.12).

« Robot »

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. :

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.

« 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 ».

« Unités d'outillage actives »

Dispositif d'application d'énergie, motrice ou autre, ou de détection de la pièce à travailler.

« 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 médicaux

5001. Glandes pancréatiques de bovins et de veaux.
(*Toutes destinations*)

5011. Sérum – albumine humain.
(*Toutes destinations*)

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

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 5e). (*États-Unis*)
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*)

5202. Hareng rogué non traité (*Toutes destinations*)

Hareng rogué, dont les oeufs n'ont pas été extraits, pris dans les eaux ci-après qui sont contiguës au littoral de la Colombie-Britannique :

- a. la mer territoriale du Canada délimitée en conformité avec l'article 4 de la Loi sur les océans;
- b. les eaux intérieures du Canada délimitées en conformité avec l'article 6 de cette loi;
- c. les zones de pêche du Canada délimitées à l'article 16 et constituées par règlement pris au titre de l'alinéa 25(b) de cette loi.

5203. Produits contenant du sucre

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, 2101.12.54, 2101.20.54, 2106.90.78 et 2106.90.95 du «*Harmonized Tariff Schedule of the United States (1999)*» (United States International Trade Commission Pub. 2831, 19 U.S.C. § 1202 (1988)). (*États-Unis*)

5204. Sucres, sirops et mélasses

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)). (*États-Unis*)

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

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.

(Toutes destinations)

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

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*.

(Toutes destinations)

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;

- 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)

Les marchandises et technologies qui ne sont pas incluses ailleurs dans la présente liste :

- a. soit qui sont destinées à être utilisées, selon le cas :
 - i. pour le développement, la production, la manutention, l'exploitation, l'entretien, l'entreposage, la détection, l'identification ou la dissémination d'armes chimiques, biologiques ou nucléaires, ou de matériaux ou d'équipements qui pourraient être utilisés dans de telles armes;
 - ii. pour le développement, la production, la manutention, l'exploitation, l'entretien ou l'entreposage de missiles capables de transporter des armes chimiques, biologiques ou nucléaires, ou de matériaux ou d'équipements qui pourraient être utilisés dans de tels missiles; ou
 - iii. dans une installation d'armes chimiques, biologiques ou nucléaires, ou une installation de missiles;
- b. soit à l'égard desquelles il existe des motifs raisonnables de soupçonner qu'elles sont destinées à être utilisées, selon le cas :
 - i. pour le développement, la production, la manutention, l'exploitation, l'entretien, l'entreposage, la détection, l'identification ou la dissémination d'armes chimiques, biologiques ou nucléaires, ou de matériaux ou d'équipements qui pourraient être utilisés dans de telles armes;
 - ii. pour le développement, la production, la manutention, l'exploitation, l'entretien ou l'entreposage de missiles capables de transporter des armes chimiques, biologiques ou nucléaires, ou de matériaux ou d'équipements qui pourraient être utilisés dans de tels missiles; ou
 - iii. dans une installation d'armes chimiques, biologiques ou nucléaires, ou une installation de missiles.

(Toutes destinations, à l'exception de l'Afrique du Sud, de l'Allemagne, de l'Argentine, de l'Australie, de l'Autriche, de la Belgique, du Brésil, de la Bulgarie, du Danemark, de l'Espagne, des États-Unis, de la Fédération de Russie, de la Finlande, de la France, de la Grèce, de la Hongrie, de l'Irlande, de l'Italie, du Japon, du Luxembourg, de la Norvège, de la Nouvelle-Zélande, des Pays-Bas, de la Pologne, du Portugal, de la République de Corée, de la République slovaque, de la République tchèque, de la Roumanie, du Royaume-Uni, de la Suède, de la Suisse et de l'Ukraine, cette exception ne s'appliquant que dans la mesure où la destination finale des marchandises ou technologies est l'un de ces pays.)

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 et 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. commande 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

(Toutes destinations. 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. et 6-1.D.

6-2 : Sous-systèmes complets utilisables avec les vecteurs complets

(Toutes destinations. Application à toutes les destinations pour 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. moteurs fusée à propergol solide ou liquide, utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A., d'une impulsion totale égale ou supérieure à $1,1 \times 10^6$ N.s;

Note :

Les moteurs d'apogée à propergol liquide visés par l'article 6-2.A.1.c., conçus ou modifiés pour des applications pour 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 et des limites de quantité appropriées à utilisation finale prévue ci-dessus, lorsqu'ils ont toutes les caractéristiques suivantes :

- diamètre de col de tuyère égale ou inférieur à 20 mm; et
- pression dans la chambre de combustion égale ou inférieure à 15 bars.

- 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» (soit 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 :

- 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.
- 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 :

- tuyère flexible;
- injection de liquide ou de gaz secondaire;
- tuyère ou moteur orientable;
- déflexion du flux de gaz d'échappement (aubes de déviation de jet ou sondes);
- 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

- «Installations de production» spécialement conçues pour les sous-systèmes visés par l'article 6-2.A.
- «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

- «Logiciels» spécialement conçus ou modifiés pour l'«utilisation» d'«installations de production» visées par l'article 6-2.B.1.
- «Logiciels» spécialement conçus ou modifiés pour l'«utilisation» de moteurs fusée visés par l'article 6-2.A.1.c.
- «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.

- «Logiciels» spécialement conçus ou modifiés pour l'«utilisation» de sous-systèmes ou d'équipement visés par l'article 6-2.A.1.b.3.
- «Logiciels» spécialement conçus ou modifiés pour l'«utilisation» de systèmes visés par l'article 6-2.A.1.e.
- «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 :

- 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 conçus ou modifiés pour des applications pour satellites, telles que celles visées par la note de l'article 6-2.A.1.c.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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

- «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. et 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 (y compris les moteurs turbocompound), utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., 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 et normales au niveau de la mer);
 - b. Moteurs conçus ou modifiés pour des systèmes visés par l'article 6-1.A., 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.
3. Enveloppes de moteurs-fusée, composants de «protection thermique» et cols de tuyères, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A.

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.
5. Systèmes de commande des carburants liquides et en suspension (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 7000 kPa (1000 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 8000 tr/min ou plus ou dont la pression de refoulement est égale ou supérieure à 7000 kPa (1000 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. Moteurs-fusée hybrides et composants spécialement conçus pour ceux-ci, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A., 6-19.A.1. ou 6-19.A.2.
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.

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. et 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. et 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 technique :

Les machines combinant les fonctions de repoussage et de fluotournage sont, aux fins de cet article, considérées comme des machines de fluotournages.

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.

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., «des 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. ou 6-3.A.6.

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.B., 6-3.C. et 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;

- 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 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

1. Propergols composites et propergols composites à double base modifiée;

2. Carburants, comme ci-dessous :

- a. hydrazine (CAS 302-01) en concentration supérieure à 70 %;

- b. dérivés de l'hydrazine, comme suit :

1. Monométhylhydrazine (MMH) (CAS 60-34);
2. Diméthylhydrazine dissymétrique (UDMH) (CAS 57-14-7);
3. Nitrate d'hydrazine;
4. Triméthylhydrazine;
5. Tétraméthylhydrazine;
6. N,N-diallylhydrazine;

7. Allylhydrazine;
8. Éthylènedihydrazine;
9. Dinitrate de monométhylhydrazine;
10. Nitrate de diméthylhydrazine asymétrique;
11. Azide d'hydrazinium;
12. Azide de diméthylhydrazinium;
13. Nitrate d'hydrazinium;
14. Acide diimido-dihydrazino-oxalique;
15. Nitrate de 2-hydroxyéthylhydrazine (HEHN);
16. Perchlorate d'hydrazinium;
17. Diperchlorate d'hydrazinium;
18. Nitrate de méthylhydrazine (MHN);
19. Nitrate de diéthylhydrazine (DEHN);
20. Nitrate de 1,4-dihydrazine (DHTN);

- c. poudre d'aluminium (CAS 7429-90-5) composée de particules sphériques de diamètre uniforme inférieur à $200 \times 10^{-6} \text{m}$ ($200 \mu\text{m}$) et présentant une teneur massique en aluminium égale ou supérieure à 97%, si au moins 10% de la masse totale est constituée de particules de moins de $63 \mu\text{m}$ conformément à la norme ISO 2591 : 1988 ou à des normes équivalentes comme JIS Z8820;

Note technique :

Une taille de particules de $63 \mu\text{m}$ (ISO R-565) correspond à une granulométrie de maille Tyler 250 ou de maille 230 (norme E-11 de l'ASTM).

- d. poudre de zirconium (CAS 7440-67-7), de béryllium (CAS 7440-41-7), de magnésium (CAS 7439-95-4) ou d'alliages de ces métaux, composée de particules de diamètre inférieur à $60 \times 10^{-6} \text{m}$ ($60 \mu\text{m}$), sous forme sphérique, atomisée, sphéroïdale, en paillettes ou broyées, contenant au moins 97% en poids de l'un des métaux susmentionnés;

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. le bore (CAS 7740-42-8) et alliages de bore en particules de diamètre inférieur à $60 \times 10^{-6} \text{m}$ ($60 \mu\text{m}$), pouvant être sphériques, atomisées, sphéroïdales, en paillettes ou broyées, d'une pureté égale ou supérieure à 85% en masse;
- f. matières à haute densité d'énergie, tels que bouillies de bore, ayant une densité d'énergie égale ou supérieure à $40 \times 10^6 \text{ J/kg}$;
3. Combustibles/carburants, comme ci-dessous :
Perchlorates, chlorates ou chromates mélangés avec des poudres métalliques ou avec d'autres composants à haute énergie.
4. Substances combustibles, comme ci-dessous :
- a. substances combustibles utilisables dans des fusées à propergol liquides :
1. trioxyde d'azote (N_2O_3);
 2. dioxyde d'azote (NO_2) / tétraoxyde diazote (N_2O_4);
 3. pentoxyde d'azote (N_2O_5);
 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 technique :

Les oxydes d'azote mélangés (MON) sont des solutions d'oxyde nitrique (NO) dans le tétraoxyde de diazote/dioxyde d'azote ($\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$) qui peuvent être utilisées dans les systèmes de missiles. Les diverses compositions sont représentées par les symboles MONi et MONij 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.)

Note :

L'article 6-4.C.4.a.6. ne vise pas le trifluorure d'azote (NF_3) (CAS 7783-54-2) à l'état gazeux car il ne peut être utilisé dans les applications liées aux missiles.

- b. substances combustibles utilisables dans des moteurs fusées à propergol solide, comme 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));
 4. nitroformate d'hydrazinium (HNF) [CAS 20773-28-8].

5. Substances polymères, comme ci-dessous :

- a. polybutadiène à terminaisons carboxy (PBTC);
- b. polybutadiène à terminaisons hydroxy (PBTH);
- c. polymère d'azote de glycidyle (PAG);
- d. polybutadiène/acide acrylique (PBAA);
- e. polybutadiène/acide acrylique/acrylonitrile (PBAN);
- f. Copolymère polytétrahydrofurane-polyéthylène glycol (TPEG).

Note technique :

Le copolymère polytétrahydrofurane-polyéthylène glycol (TPEG) est un copolymère séquencé (ou copolymère à blocs) constitué de polybutane-1, 4-diol et de polyéthylène glycol (PEG).

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 tétraéthylènepentamine, de l'acrylonitrile et du glycidol (CAS 68412-46-4);
 4. Tepan (HX-879), produit de la réaction de la tétraéthylènepentamine et de l'acrylonitrile (CAS 68412-45-3);
 5. aziridinamides polyfonctionnels ayant un squelette isophtalique, trimésique, isocyanurique ou triméthyladipique et portant aussi un groupement 2-méthylaziridine ou 2-éthylaziridine (HX-752, HX-874 et HX-877);

Note :

L'article 6-4.C.6.a.5. comprend :

1. 1,1'-Isophtaloyl-bis(2-méthylaziridine) (HX-752) (CAS 7652-64-4);
2. HX-874;
3. HX-877.

- b. agents et catalyseurs de polymérisation, comme ci-dessous :
1. triphénylbismuth (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;
 - c. propylferrocène (CAS 1273-89-8);
 - d. n-butylferrocène (CAS 31904-29-7);
 - e. pentylferrocène (CAS 1274-00-6);
 - f. dicyclopentylferrocène (CAS 20773-28-8);
 - g. dicyclohexylferrocène;
 - h. diéthylferrocène;
 - i. dipropylferrocène;
 - j. dibutylferrocène (CAS 1274-08-4);
 - k. dihexylferrocène (CAS 93894-59-8);
 - l. acétylferrocène;
 - m. acides ferrocène-carboxyliques;
 - n. butacène;
 - o. autres dérivés du ferrocène utilisables pour modifier la vitesse de combustion des agents de propulsion des fusées;
- d. esters nitriques et plastifiants à base de nitrate, comme ci-dessous :
1. dinitrate de triéthylène glycol (TEGDN);
 2. trinitrate de triméthyloléthane (TMETN) (CAS 3032-55-1);
 3. trinitrate de 1,2,4-butanetriol (BTN) (CAS 6659-60-5);
 4. dinitrate de diéthylène glycol (DEGDN);
- 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'«utilisation» 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. et dans les sous-systèmes visés par l'article 6-2.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.

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., et composants et accessoires spécialement conçus pour ceux-ci, comme ci-dessous :
 - a. Machines pour le bobinage de filaments dont les mouvements de mise en position, de bobinage et d'enroulement des fibres peuvent être coordonnés et programmés selon trois axes ou plus, conçus 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, conçus pour la fabrication de cellules et de structures de missiles en composites;
 - c. Machines à tisser multidimensionnelles et multidirectionnelles 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. et 6-6.B.4., conçus ou modifiés pour la densification et la pyrolyse de tuyères de fusée en composite structural et de coiffe de rentrée.

6-6.C. Matériaux

1. Préimprégnés en fibres imprégnées de résine et préformés en fibres recouverts de métal, pour les produits visés par l'article 6-6.A.1., fabriqués soit à partir d'une matrice organique ou d'une matrice métallique comportant des fibres ou des filaments de renfort ayant une résistance spécifique à la traction supérieure à $7,62 \times 10^4$ m et un module spécifique supérieur à $3,18 \times 10^6$ m.

Note :

Les seuls préimprégnés en fibres imprégnées de résine visés par l'article 6-6.C.1. sont ceux à base de résine ayant une température de transition vitreuse (Tg), après durcissement, supérieure à 145°C, déterminée conformément à la méthode D4065 de l'ASTM ou à une norme nationale équivalente.

Notes techniques :

1. À l'article 6-6.C.1. l'expression « résistance spécifique à la traction » désigne la résistance à la traction maximale en N/m^2 divisée par le poids spécifique en N/m^3 , mesurée à une température de $(296 \pm 2)K$ ($(23 \pm 2)^\circ C$) et à une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$.
 2. À l'article 6-6.C.1. l'expression « module spécifique » désigne le module de Young en N/m^2 divisé par le poids spécifique en N/m^3 , à une température de $(296 \pm 2) K$ ($(23 \pm 2) ^\circ C$) et à une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$.
2. Composants pyrolysés resaturés (c'est-à-dire carbone-carbone) ayant toutes les caractéristiques suivantes :
 - a. conçus pour les systèmes de fusée; et
 - b. utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.
 3. Graphites en vrac à grain fin recristallisé (ayant une masse volumique apparente d'au moins $1,72 \text{ g/cm}^3$, mesurée à $15^\circ C$) et ayant une granulométrie de 100×10^{-6} m ($100\mu m$) 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. Tungstène (CAS 12070-12-1), molybdène (CAS 1317-33-5) et leurs alliages sous forme de particules uniformes sphériques ou atomisées de diamètre inférieur ou égal à 500×10^{-6} m ($500\mu m$) et ayant une pureté de 97% ou plus, pour la fabrication de composants de moteurs-fusée tels que les écrans thermiques, les substrats pour tuyère, les cols de tuyère, les surfaces de contrôle de l'orientation de la poussée, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.

8. Aciers maraging ayant une résistance limite à la traction de 1,5 GPa ou plus, mesurée à $20^\circ C$, sous forme de tôle, de feuille ou de tube d'épaisseur égale ou inférieure à 5,0 mm, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A. ou 6-19.A.1.

Note technique :

Les aciers maraging sont 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.

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'«utilisation» 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 1300°C et 2900°C, sous des pressions de 130 Pa (1 mm de 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 :
 1. La 'répétabilité' de 'facteur d'échelle' inférieure à (meilleure que) 1250 ppm ; et
 2. La 'répétabilité' de 'biais' inférieure à (meilleure que) 1250 micro g.
- 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 selon la norme IEEE 528-2001, comme : L'étroitesse de la concordance entre des mesures répétées d'une même variable, effectuées dans les mêmes conditions de fonctionnement, quand des changements dans les conditions ou les périodes hors fonctionnement surviennent entre les mesures.

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.

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 à sortie continue de tout type, conçus pour fonctionner à des niveaux d'accélération supérieurs à 100 g, et composants spécialement conçus à cette fin.
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. réflectomètre (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.
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 12500 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 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. bagues collectrices capables de transmettre l'alimentation électrique et/ou des signaux d'information; **et**
 3. ayant l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes :
 - a. dans le cas d'un seul axe comportant tout ce qui suit :
 1. capables de taux de 400 degrés/s ou plus, ou de 30 degrés/s ou moins; **et**
 2. possédant une résolution égale ou inférieure à 6 degrés/s et une précision égale ou inférieure à 0,6 degré/s;
 - b. ayant une stabilité dans les pires cas égale ou meilleure (inférieure) à plus ou moins 0,05% en moyenne sur 10 degrés ou plus; **ou**
 - c. une précision de positionnement égale ou supérieure 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 supérieure à 5 degrés d'arc seconde;
- e. centrifugeuses capables d'imprimer des accélérations supérieures à 100 g et ayant des bagues collectrices capables de transmettre l'alimentation électrique et des signaux d'information.

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.

6-9.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., 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. 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. et conçus spécialement pour être utilisés à des fins militaire 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.

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, gradiomètres de gravité et leurs composants conçus spécialement, conçus ou modifiés pour utilisation à bord d'un aéronef ou d'un navire et ayant une précision statique ou opérationnelle d'au moins $7 \times 10^{-6} \text{m/s}^2$ (0,7 milligal), dont la durée d'atteinte de la valeur d'équilibre est de deux minutes ou moins, utilisables avec les systèmes visés par l'article 6-1.A.
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 3 mrad (0,5 mils);
 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 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.

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.

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. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.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 et d'exercer 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 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.;

- 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, mesurée 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. Souffleries 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.
- 3. Bancs d'essai utilisables avec les systèmes visés à l'article 6-1.A. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.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 les sous-systèmes visés à l'article 6-2.A.
 - a. chambres à atmosphère contrôlée capables de simuler toutes les conditions de vol suivantes :
 - 1. vibrations de 10 g (valeur efficace) ou plus, mesurée sur 'table nue', entre 20 Hz et 2 kHz, exerçant des forces d'au moins 5 kN; **et**
 - 2. l'une ou l'autre des conditions suivantes :
 - a. altitude d'au moins 15 km; **ou**
 - b. plage de températures d'au moins -50°C à +125°C;
 - b. chambres à atmosphère contrôlée capables de simuler toutes les conditions de vol suivantes :
 - 1. environnements acoustiques à un niveau de pression sonore de 140 dB ou plus (rapporté à 2×10^{-5} N/m²) ou à puissance acoustique nominale 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 d'au moins -50°C à +125°C;

Note technique :

L'article 6-15.B.4.a. définit des systèmes capables de générer des vibrations à ondes simples (p. ex. une onde sinusoïdale) ou une vibration aléatoire à bande large (c.-à-d. un spectre de puissance).

- 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. ou les sous-systèmes visés à l'article 6-2.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.

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.
 - 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 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 épanchés 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.

Notes :

1. L'article 19.A.3. ne vise pas les modèles réduits d'avions spécialement conçus pour des fins récréatives ou de compétition.

6-19.B. Équipement d'essais et de production

Aucun.

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. et 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. moteurs-fusées à propergol solide ou moteurs-fusées à propergol liquide, non visés à l'article 6-2.A.1., utilisables dans les systèmes visés à l'article 6-19.A., possédant une capacité d'impulsion totale égale ou supérieure à $8,41 \times 10^5$ Ns, mais inférieure à $1,1 \times 10^6$ 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

1. «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.

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-paquettes) 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-paquettes) qui peut être enlevé sans nuire à l'intégrité structurale du véhicule.
2. Lanceurs spatiaux

La «charge utile» comprend :

 - a. des satellites (un ou plusieurs);
 - b. des adaptateurs satellite-lanceur, comprenant, le cas échéant, des moteurs d'apogée/périgée ou des systèmes similaires de manœuvre.
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-paquettes) 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 télépilotes
- 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-paquettes) 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;
 - 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 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.

« 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.

Terminologie

Les termes suivants, lorsqu'ils apparaissent dans le Group 6, correspondent aux définitions ci-après :

« 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.

« Spécialement conçu »

Décrit l'équipement, les pièces, les composants 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.

«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.

«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	<i>Annular Bearing Engineers Committee</i>	RV	véhicules de rentrée
ABMA	<i>American Bearing Manufacturers Association</i>	s	seconde
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>	Tg	température de transition vitreuse
Angstrom	1 x 10 ⁻¹⁰ mètre	Tyler	grandeur de maille Tyler, ou série standard de seive Tyler
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>	UAV	véhicule aérien sans équipage
bar	unité de pression	UV	ultra violet
°C	degrés Celsius		
cc	centimètre		
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>		
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 e.g. 'Galileo'		
'GLONASS'	Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema		
'GPS'	<i>Global Positioning System</i>		
h	heure		
Hz	hertz		
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>		
IR	Infrarouge		
ISO	Organisation internationale de normalisation		
J	joule		
JIS	<i>Japanese Industrial Standard</i>		
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		
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale		
Pa	pascal		
PBTH	polybutadiène à terminaisons hydroxy (PBTH);		
ppm	partie par million		
rads (Si)	unité de dose de radiation absorbée		
RF	systèmes radiofréquence		
rms	valeur efficace		
rpm	unité de mesure de vitesse angulaire		

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 = 9,806 65 m/s ²
mrad (millirad)	degrés (angle)	1 mrad \approx 0,0573°
rads	ergs/gram of Si	1 rad (Si) = 100 ergs/gramme of silicone (= 0,01 gray [Gy])
Maille Tyler 250	mm	Une maille Tyler 250 possède une ouverture de 0.063 mm

Groupe 7 – Liste de non-prolifération des armes chimiques et biologiques

Notes:

1. Les termes placés entre « guillemets » sont des termes définis. Voir « Définitions s'appliquant au Groupe 7 ».
2. Aux articles 7-3. et 7-4., le chiffre entre parenthèses suivant le nom du composé chimique est le numéro de registre du Chemical Abstracts Service tel qu'il est répertorié dans le Chemical Abstracts Service Registry Handbook, publié par l'American Chemical Society, Washington (D.C.).
3. Les mélanges contenant une quantité quelconque d'agents/précurseurs chimiques inscrits aux tableaux 1A 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. Les articles 7-1. et 7-3. sont basés 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).

Armes chimiques

7-1. Équipement, assemblages et composants

Aucun.

7-2. Équipement de production, d'inspection et de mise à l'essai du Groupe de l'Australie (GA), comme ci-dessous :

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. :

Les gouvernements peuvent considérer les facteurs tels que quantité, valeur et savoir-faire technique requis, ainsi que d'autres circonstances spéciales qui pourraient intervenir pour déterminer si le ou les composants sont des éléments principaux du produit donné.

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 le GA.

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 et pompes, comme ci-dessous :

- a. Récipients de 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 (20000 L);
- b. Agitateurs destinés à être utilisés dans les récipients de réaction ou les réacteurs énumérés à l'article 7-2.1.a. et roues à ailettes, pales ou arbres pour ces agitateurs;

- c. Réservoirs de stockage, contenants ou réservoirs de récupération, d'un volume (géométrique) interne total supérieur à 0,1 m³ (100 L);
- d. Échangeurs de chaleur ou condenseurs dont la surface efficace de transfert de chaleur est supérieure à 0,15 m² et inférieure à 20 m²; et tubes, plaques, serpentins ou blocs (faisceaux) conçus pour ces échangeurs de chaleur ou ces condenseurs.
- e. Colonnes de distillation ou d'absorption, d'un diamètre interne supérieur à 0,1 m, et distributeurs de vapeur, distributeurs de liquide ou collecteurs de liquide conçus pour ces colonnes de distillation ou d'absorption.
- f. Valves de tailles nominales supérieure à 1,0 cm (3/8 po) et gainage (corps de valve) ou gainage préformées conçus pour ces valves.
- g. Conduites à parois multiples comportant un orifice de détection des fuites;
- 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) et corps de pompe, revêtements de corps de pompe préformés, têtes de pompe, rotors ou buses de pompe à jet conçus pour de telles pompes;

Note technique :

Les pièces d'équipement répertoriées dans les sous-articles 7-2.1.a. à 7-2.1.h. sont incluses dans cet article seulement si toutes les surfaces d'une pièce quelconque venant en contact avec le(s) produit(s) chimique(s) traité(s) ou confiné(s) sont faites avec l'une ou l'autre des matières suivantes :

1. nickel ou alliages contenant plus de 40% de nickel en poids;
2. alliages contenant plus de 25% de nickel et de 20% de chrome en poids;
3. fluoropolymères;
4. verre ou revêtement de verre (y compris les revêtements vitrifiés ou émaillés);
5. graphite ou charbon graphité* (ne s'applique qu'aux échangeurs de chaleur, aux condenseurs, aux colonnes de distillation et d'absorption, aux conduites à parois multiples et aux pompes);
*Le charbon graphité est un mélange composé de carbone amorphe et de graphite, contenant 8% de graphite ou plus en poids.
6. tantale ou ses alliages;
7. titane ou ses alliages;
8. zirconium ou ses alliages;
9. céramiques (ne s'applique qu'aux pompes);
10. ferrosilicium (ne s'applique qu'aux pompes);
11. carbure de silicium (ne s'applique qu'aux échangeurs de chaleur et aux condenseurs); ou
12. carbure de titane (ne s'applique qu'aux échangeurs de chaleur et aux condenseurs).
13. niobium (columbium) ou ses alliages.

2. Équipement de remplissage télécommandé dont toutes les surfaces qui entrent en contact avec les produits chimiques traités sont faites des matériaux suivants :

- a. Nickel ou alliages contenant plus de 40% de nickel en poids;
ou
- b. Alliages contenant plus de 25% de nickel et plus de 20% de chrome en poids.

3. Les incinérateurs conçus pour détruire les agents chimiques, les précurseurs contrôlés et les munitions chimiques présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- systèmes d'approvisionnement en déchets spécialement conçus;
- dispositifs de manipulation spéciaux; **et**
- température moyenne dans la chambre de combustion supérieure à 1000°C.

Note technique :

Les pièces d'équipement répertoriées aux articles 7-2.3.a. à 7-2.3.c. sont incluses seulement si toutes les surfaces du système d'approvisionnement en déchets entrant en contact direct avec les déchets sont fabriqués ou garnis avec l'une ou l'autre des matières suivantes :

- nickel ou alliages contenant plus de 40% de nickel en poids;
- alliages contenant plus de 25% de nickel et plus de 20% de chrome en poids, **ou**
- céramiques.

4. Systèmes de surveillance des gaz toxiques et détecteurs spécifiques :

- conçus pour le fonctionnement en continu et pouvant être utilisés pour détecter des agents chimiques ou des précurseurs contrôlés par le GA présents en concentrations de moins de 0,3 mg/m³, **ou**
- conçus pour détecter les substances possédant une activité d'inhibition de la cholinestérase.

Note :

L'article 7-2. ne vise pas l'équipement spécialement conçu pour être utilisé dans des applications civiles comme la transformation des aliments, le traitement des pâtes et du papier ou la purification de l'eau 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.

(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 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, et la Turquie.)

7-3. Matières de la CAC

1. Produits chimiques toxiques du tableau 1A de la CAC :

- Alkyl** (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphonofluoridates de O-alkyle (égal ou inférieur à C10, y compris cycloalkyle);
p. ex. Sarin : méthylphosphonofluoridate de O-isopropyle (CAS 107-44-8);
Soman : méthylphosphonofluoridate de O-pinacolyle (CAS 96-64-0);
- N,N-dialkyl** (Me, Et, n- ou i-Pr) phosphoramidocyanidates de O-alkyle (égal ou inférieur à C10, y compris cycloalkyle)
p. ex. Tabun : N,N-diméthylphosphoramidocyanidate de O-éthyle (CAS 77-81-6);
- 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 142868-937);
1,5-Bis(2-chloroéthylthio)-n-pentane, (CAS 142868-948);
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 :

- Difluorures d'alkyl** (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphonyle
ex. DF : difluorure de méthylphosphonyle (CAS 676-99-3);
- 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);
- Chlorosarin** : méthylphosphonochloridate de O-isopropyle, (CAS 1445-76-7);
- Chlorosoman** : méthylphosphonochloridate de O-pinacolyle, (CAS 7040-57-5).

3. Produits chimiques toxiques du tableau 2A de la CAC :

- Amiton : phosphorothioate de O,O-diéthyle et de S-[2-(diéthylamino)éthyle], (CAS 78-53-5) et les sels alkylés ou protonés correspondants;
- PFIB : 1,1,3,3,3-pentafluoro-2-(trifluorométhyl)propène, (CAS 382-21-8);
- BZ : benzilate de 3-quinuclidinyle, (CAS 6581-06-2).

4. Précurseurs du tableau 2B de la CAC :

- 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 : éthylphosphonothionate de O-éthyle et de S-phényle (CAS 944-22-9).

- Dihalogénures N,N-dialkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphoramidiques;
- N,N-Dialkyl (Me, Et, n-Pr ou i-Pr) phosphoramidates de dialkyle (Me, Et, n-Pr ou i-Pr);
- 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);
- 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. Éthyldiéthanolamine, (CAS 139-87-7);
 - l. Méthyldiéthanolamine, (CAS 105-59-9);
 - m. Triéthanolamine, (CAS 102-71-6);

(Toutes les destinations)

7-4. Matières du GA

1. Produits chimiques précurseurs d'armes chimiques, comme ci-dessous :
 - a. 3-Hydroxy-1-méthylpipéridine, (CAS3554-74-3);
 - 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

Aucun.

7-6. Technologie

1. Transfert de «technologie», y compris de permis, directement reliée aux agents chimiques, aux précurseurs contrôlés par le GA et à l'équipement à double usage contrôlé par le GA décrit dans les articles 7-1. à 7-4.
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 dont l'exportation a été autorisée.
3. Ces contrôles 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.

Armes biologiques

7-11. Équipement, assemblages et composants

Aucun.

7-12. Essais biologiques, inspection et équipement de production, comme ci-dessous :

1. 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, 1983, 2ème édition).
2. Fermenteurs permettant la culture de micro-organismes pathogènes et de virus ou la production de toxines, sans propagation d'aérosol, et d'une capacité supérieure ou égale à 20 litres. Les fermenteurs comprennent les bioréacteurs, les chémotats et les systèmes à débit continu.
3. Séparateurs centrifugeurs permettant la séparation en continu de micro-organismes pathogènes, sans propagation d'aérosol, présentant les caractéristiques suivantes :
 - a. débit supérieur à 100 litres/h;
 - b. comportant des éléments en acier inoxydable poli ou en titane polis;
 - c. comportant des joints d'étanchéité doubles ou multiples dans la zone de confinement des vapeurs; et
 - d. permettant la stérilisation in situ des vapeurs sans être ouvertes.

Note technique :

Aux fins de l'article 7-12.3., les centrifugeuses comprennent les décanteuses.

4. Équipement de filtration à courants croisés (tangentiels), comme suit :

- a. Équipement de filtration à courants croisés (tangentiels) permettant la séparation de microorganismes ou de cultures de cellules pathogènes, de virus ou de toxines, sans propagation d'aérosols, dont les caractéristiques sont les suivantes :

1. possédant une surface de filtration totale égale ou supérieure à 1 m²; **et**
2. pouvant être stérilisé ou désinfecté *in situ*.

N.B. :

L'alinéa 7-12.4.a. 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. Matériel 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. Matériel de protection ou de confinement suivant :

- a. Vêtements protecteurs, protégeant tout le corps ou seulement le haut du corps, ou cagoules alimentés par une source externe d'air et fonctionnant sous pression positive;

Note technique :

Cet alinéa ne vise pas les vêtements conçus pour être portés avec un appareil respiratoire autonome.

- b. Enceintes de biosécurité de la catégorie III, ou isolateurs conformes à des normes semblables. (p. ex. isolateurs flexibles, boîtes sèches, cuves anaérobies, boîtes à gants ou hottes à flux laminaire (fermées avec flux vertical))

7. 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.

8. Systèmes de pulvérisation ou de nébulisation et leurs composants, comme ci-dessous :

- a. Systèmes complets de pulvérisation ou de nébulisation spécialement conçus ou modifiés pour être installés dans des aéronefs, les aérostats ou des UAV capables de produire, à partir d'une suspension liquide, des gouttelettes d'un «diamètre volumique médian» initial inférieur à 50 micromètres, à un débit supérieur à deux litres par minute.
- b. Rames 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, 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 Slovaquie, la Suède, la Suisse, et la Turquie.)

7-13. Matières

Agents biologiques

1. Agents pathogènes chez les humains, comme ci-dessous :

Note :

Sauf si l'agent est sous forme de vaccin.

a. Virus :

1. Virus chikungunya;
2. Virus de la fièvre hémorragique de Congo-Crimée;
3. Virus de la dengue;
4. Virus de l'encéphalite équine de l'Est;
5. Virus d'Ebola;
6. Virus d'Hantaan;
7. Virus de Junin;
8. Virus de la fièvre de Lassa;
9. Virus de la chorioméningite;
10. Virus de Machupo;
11. Virus de Marbourg;
12. Virus du Monkey-pox;
13. Virus de la vallée du Rift;
14. Virus de l'encéphalite transmise par la tique;
15. Virus de la variole;
16. Virus de l'encéphalite équine du Venezuela;
17. Virus de l'encéphalite nord-américaine de l'Ouest;
18. Variole blanche;
19. Virus de la fièvre jaune;
20. Virus de l'encéphalite japonaise;
21. Virus de la forêt de Kyasanur ;
22. Virus de l'encéphalomyélite infectieuse ovine;
23. Virus de l'encéphalite de Murray Valley;
24. Virus de la fièvre hémorragique d'Omsk;
25. Virus d'Oropouche;
26. Virus de l'encéphalite Powassan;
27. Virus Rocio;

28. Virus de l'encéphalite de St. Louis;
 29. Virus de Hendra
 30. Fièvre hémorragique d'Amérique du Sud (Sabia, flexal, Guanarito);
 31. Virus de la fièvre hémorragique avec syndrome pulmonaire et rénal (Séoul, Dobrava, Puumala, Sin Nombre);
 32. Virus Nipah;
- b. Rickettsies :
1. Coxiella burnetii;
 2. Bartonella Quintana (Rickettsia quintana, Rochalimea quintana);
 3. Rickettsia prowazeki;
 4. Rickettsia rickettsii;
- c. Bactéries :
1. Bacillus anthracis;
 2. Brucella abortus;
 3. Brucella melitensis;
 4. Brucella suis;
 5. Chlamydia psittaci;
 6. Clostridium botulinum;
 7. Francisella tularensis;
 8. Burkholderia mallei (Pseudomonas mallei);
 9. Burkholderia pseudomallei (Pseudomonas pseudo-mallei);
 10. Salmonella typhi;
 11. Shigella dysenteriae;
 12. Vibrio cholerae;
 13. Yersinia pestis;
 14. Clostridium perfringens, variétés productrices de la toxine epsilon;
- Note :*
7-13.1.c.14. ne s'applique pas aux souches de Clostridium perfringens non productrices de la toxine epsilon utilisées comme cultures témoins positives aux fins d'analyse des aliments et de contrôle de la qualité;
15. Enterohaemorrhagic Escherichia coli, sérotype 0157 et autres sérotypes producteurs de vérotoxine
- d. Toxines comme suit et sous-unités :
- Note :*
7-13.1.d. ne s'applique pas aux immunotoxines;
1. Toxines botuliniques
Note :
7-13.1.d.1. ne s'applique pas aux conotoxines et toxines botuliniques sous forme de produits satisfaisant à tous les critères suivants :
 - a. préparations pharmaceutiques destinées à être administrées aux êtres humains à des fins médicales;
 - b. produits préemballés pour être distribués comme produits médicaux;
 - c. vente permise par une autorité gouvernementale comme produit médical ou clinique.
 2. Toxines Clostridium perfringens
 3. Conotoxines
 4. Ricine
 5. Saxitoxine
 6. Toxine shiga

7. Toxines staphylococcus aureus
 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 diacétoxycirpénol
 15. Toxine T-2
 16. Toxine HT-2
 17. Toxine Modeccin
 18. Toxine Volkensin
 19. Viscum Album Lectin I (Viscumin)
- e. Champignons :
1. Coccidioides immitis;
 2. Coccidioides posadasii;
- 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 7-13.1.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.
- Note technique :*
Ces mesures de contrôle ne visent pas les séquences d'acides nucléiques associées à la pathogénicité d' Escherichia coli entérohémorragique, de sérotype 0157 et des autres souches productrices de vérotoxines, sauf celles qui codent la vérotoxine ou des sous-unités de vérotoxine.
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, conformément à la définition de la directive 92/40/EC de la Communauté européenne:
- a. Virus de type A possédant un indice de pathogénicité par voie intraveineuse de plus de 1,2 chez des poussins de 6 semaines; ou
 - b. Sous-type H5 ou H7 de virus de type A pour lesquels le séquençage nucléotidique a révélé la présence de multiples acides aminés basiques au site de coupure de l'hémagglutinine.
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 de Lyssa;
9. Virus de la maladie de Newcastle;
10. Virus de la peste des petits ruminants;
11. Entérovirus porcin 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.
3. Agents pathogènes chez les végétaux, comme ci-dessous :
 - a. Virus :
 1. Virus 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*;
 3. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Pseudomonas campestris* pv. *oryzae*);
 4. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (*Corynebacterium michiganensis* ssp. *sepedonicum* ou *Corynebacterium sepedonicum*);
 5. *Ralstonia solanacearum* races 2 et 3 (*Pseudomonas solanacearum* races 2 et 3 ou *Burkholderia solanacearum* races 2 et 3);
 - d. Toxines – aucune;
 - e. Champignons :
 1. *Colletotrichum coffeanum* var. *virulans*;
 2. *Cochliobolus miyabeanus* (*Helminthosporium oryzae*);
 3. *Microcyclus ulei* (syn. *Dothidella ulei*);
 4. *Puccinia graminis* (syn. *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*);
 5. *Puccinia striiformis* (syn. *Puccinia glumarum*);
 6. *Pyricularia grisea*/*Pyricularia oryzae*.
 - 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 :

1. Les éléments génétiques englobent notamment les chromosomes, génomes, plasmides, transposons et vecteurs, qu'ils soient génétiquement modifiés ou non.
2. «Séquences d'acides nucléiques liées à la pathogénicité d'un des microorganismes dans l'article 7-13.» 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.
3. 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. 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.

Note technique :

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. 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.

(*Toutes destinations*)

7-14. Logiciels :

Aucun.

7-15. Technologie :

1. Le transfert de «technologie» pour le «développement» ou la «production» d'agents biologiques contrôlés par le GA ou l'équipement biologique à double usage contrôlé par le GA faisant partie de la catégorie 7-11. à 7-14.
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 dont l'exportation a été autorisée.
3. Ces contrôles 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.

Définitions s'appliquant au groupe 7

« Aérostat »

Le terme « aérostat » désigne les 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

« Développement »

Le développement est lié à toutes les phases qui précèdent la «production», par exemple conception, recherche de conception, analyse de concept et de conception, assemblage des prototypes, données relatives à la conception de plans de production à l'échelle pilote, procédé ou transformation des données de conception en produit, conception de la configuration, conception de l'intégration et 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 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.)

« Production »

La «production» désigne toutes les phases de production telles que : construction, techniques de production, fabrication, intégration, assemblage (montage), inspection, essais et assurance de la qualité.

« 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.	Analyseurs de réseaux	1-3.A.
Absorbeurs plans	1-1.C.	Analyseurs de signaux	1-3.A.
Accélérateurs	3-2.5.8. et 9., 2-19., 4-5.B., 6-15.B.	Analyseurs différentiels numériques	6-13.A.
Accéléromètres	1-7.A., 6-9.A.	Antennes à réseaux phasés	1-5.A., 1-6.A.
Accéléromètres lineaires	6-9.A.	Anticorps pour la guerre biologique	2-7.
Accessoires pour fibres optiques	1-5.A.1., 1-6.A.1.	Appareils à synthèse d'ammoniac	4-5.D.
Acier	4-2.C., 4-3.B., 4-4., 6-6.C.	Appareils DCPV avec poussée plasmaticque	1-3.B.
Aciers inoxydables duplex stabilisés		Appareils DCPV	1-2.B., 1-3.B., 6-6.B., 6-7.
au titane	6-6.C.9.	Appareils de dépôt en phase vapeur	1-3.B.
Aciers vieillis	4-2.C., 6-6.C.8.	Appareils de détection immergés	1-6.A., 2-9.
Acquisition de cibles	2-5.	Appareils de prise de vues	1-6.A., 1-8.A., 4-5.E., 4-5.
Acquisition de données	1-9.B.	Appareils de séparation des isotopes du lithium	4-2.B.
Additifs pour explosifs	2-8., 6-4.C.	Appareils inertiels de navigation ou d'orientation	1-7.A.
Aéronefs d'entraînement	2-10., 6-10.	Armements de gros calibres	2-2.
Aéronefs de reconnaissance	2-10., 6-10.	Armes à canon lisse	2-1., 2-2.
Aérostats	2-10.	Armes à énergie cinétique	2-12.
Affûts de canon	2-6.	Armes à énergie dirigée	2-19.
Agents anti-émeutes	2-7.	Armes à rayon laser aveuglantes	2-19., 5501
Agents biologiques	2-7., 7-13.	Armes antichars	2-2.
Agents C	2-7., 7-1-7-12.	Armes biologique	2-7., 7-13.
Agents chimiques	2-7., 7-3.	Armes chimiques	2-7., 7-3.
Agents d'étanchéité	1-1.A.	Armes de petit calibre	2-1.
Agents de guerre biologique	7-13.	Armes motorisées	2-6.
Agents de polymérisation	6-3.C.	Armes portatives	2-1.
Agents et additifs de propergol	2-8., 6-4.C.	Armes prohibées	2-1., 2-2.
Agents pathogènes chez les animaux	7-13.	Armoires de sécurité biologique	7-12.
Agents pathogènes chez les humains	7-13.	Arséniate de potassium et de titanyle (KTA)	1-6.C.
Agents pathogènes chez les végétaux	7-13.	Arséniure de gallium	1-6.A.
Agents pour les produits chimiques	7-1-7-11.	Artillerie automotrices, pièces d'	2-6.
Agents toxicologiques	2-7., 7-13.	Artillerie	2-2.
Agilité de fréquence radar	1-6.A.	Assemblages électroniques	1-2.B., 1-3.A., 1-4.A., 2-11., 6-11.A.
Agitateurs	7-2.1.	Ateliers mobiles de réparation	2-17.
Alexandrite	1-6.C.	Authentification	1-5.A.5.1.
Algorithmes asymétriques	1-5.A.2.	Avionique	1-7., 6-11.
Algorithmes symétriques	1-5.A.2.	Avions	2-10.
Alimentation en air, appareils d'	2-10.	Avions, équip. pour manipulation d'	2-10.
Alimentations en courant fort continue	4-3.A.	Avitaillement en vol	2-10.
Alliages d'aluminium	1-1.C., 4-2.C.	Bactéries, humain, animal	7-13.
Alliages de magnésium	1-1.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.	Bancs d'essais	6-15.B.
Alliages de niobium	1-1.C.	Barrières de diffusion gazeuse	3-2.5.3.1.
Alliages de tungstène	1-1.C., 4-2.C., 6-6.C.	Bassins d'essai de carène	1-8.B.
Alliages de tungstène et de molybdène	6-6.C.	Batteries d'hydrophones	1-6.A.
Alliages d'uranium titane	1-1.C.	Batteries	1-3.A.
Alliages métalliques	1-1.C.	Béryllium substrats bruts	1-6.C.
Altimètres	1-7.A, 6-11.A.	Béryllium	1-1.C., 1-2.A., 1-6.C., 2-8., 4-2.C., 6-4.C.
Amphibies, véhicules	2-6.	Beurre d'arachides	5201
Amplificateurs à semi-conducteurs		Billes	5101
hyperfréquences	1-3.A.	Biocatalyseurs	2-7.
Amplificateurs optiques	1-5.B., 1-5.E.		
Analyse aérodynamique	6-16.		
Analyse thermodynamique	6-16.D.		
Analyseurs d'absorption	3-2.6.		

Index

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	6-1.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	7-12.6.
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.
Capteurs magnétiques et à champ électrique	1-6.A.6., 1-6.B., 1-6.C., 1-6.D., 1-6.E.	Colonnes de distillation	4-4.B., 7-2.1.
Capteurs optiques	1-6.A.	Combinaisons anti-G (antigravitudique)	2-10
		Combustibles liquides	2-8., 6-4.C.
		Commandes du vecteur poussée	6-2.A.
		Commandes électroniques numériques moteur pleine autorité	1-7.E., 1-9.D., 1-9.E.

Commutation optique	1-5.B.1., 1-5.D., 1-5.E.	Détection immergés, appareils de	2-9.
Commutation, Équipement de	1-5.A.	Détection, matériel de	2-5., 7-2.
Compas	2-9.	Détection, matériel pour réduction de la	1-1.C., 2-17., 6-17.
Composants d'armes	2-1., 2-2.	Détonateurs	4-1.A.1.
Composants de composés fluorés	1-1.A.	Deutérium	3-2.2., 4-6.A.5.
Composants, équipement nucléaire	3-2.8.	Deutérium, installation de production	3-2.6., 3-2.2., 4-6.A.5.
Composés chimioluminescents	5504	Deutérium, paraffines au deutérium	
Composés chimiques	7-3., 7-4.	hydrures de lithium	3-1.3.
Composés fluorés	1-1.A., 1-1.C.	Diamètre volumétrique moyen	7-12.8
Composites	1-1.B., 1-1.C., 6-6.A.	Diffusiomètres	6-9.A.
Compresseurs	1-9.E., 3-2.5.	Diodes laser	1-5.B., 1-5.D., 1-5.E.
Conception d'intégration des systèmes	6-16.	Dispositifs à haute énergie	1-3.A.
Condensateurs à capacité de stockage d'énergie élevée	1-3.A., 4-6.A.	Dispositifs de acousto-optiques	1-3.A.
Condensateurs	1-3.A., 4-6.A.4.	Dispositifs de commutation	4-1.F.
Condenseurs	7-2.1.	Dispositifs de commutation électronique	4-6.A.
Conducteurs composites supraconducteurs	1-1.C.	Dispositifs de stockage de propergol	1-9.A.
Conduite de tir, matériels de	2-5.	Dispositifs de visée	2-1., 2-2., 2-5.
Connecteurs pour fibres optiques	1-8.A., 2-9.	Dispositifs électroniques supraconducteurs	1-3.A.
Contacteurs à impulsions	4-6.A.	Dispositifs hyperfréquences ou à ondes millimétriques	1-3.A.
Conteneurs, chimiques	7-2.	Dispositifs, programmables par l'utilisateur	1-3.A.
Conteneurs de stockage	7-2.	Dispositifs utilisant les ondes acoustiques	1-3.A.
Conteneurs, militaires	2-17.	Dispositifs utilisant les ondes acoustiques de surface	1-3.A.
Contre-contre mesures électroniques	2-11.	Dispositions de séparation d'étages	6-3.
Contre-mesures électroniques	2-11.	Dissipateurs de chaleur	6-2.
Contrôle dimensionnel, Équipement de	1-2.B., 4-1.B.	Divers	5505
Contrôle, systèmes électroniques de	2-11.	Dragage de mines, câbles pour le	2-4.
Contrôleurs d'accès au réseau	1-4.A.	Diffusiomètres	6-9.
Convertisseurs d'ammoniac, craqueurs, tours	4-4.B., 3-2.6.	Eau lourde, installations de production	3-2.2, 3-2.6., 4-2.A.
Convertisseurs de fréquence	3-2.6.2.4., 4-3.A.1.	Échangeurs de chaleur	3-2.1.9., 3-2.5., 7-2.
Convertisseurs analogiques-numériques	1-3.A., 1-4.A., 6-14.A.	EEPROM	1-3.A.
Convertisseurs numériques-analogiques-	1-3.A.	Effecteurs terminaux	1-2.B., 2-17., 4-1.A.3.
Copolymères cristaux liquides thermoplastiques	1-1.C.	Électro-aimants solénoïdes à supraconducteurs	1-3.A., 4-3.A.
Copolymères	1-1.A.	Électroniques, matériels	1-3.A., 2-11.
Coprocresseurs graphiques	1-4.A.	Éléments combustibles, inst. de fabrication	3-2.4.
Coque, pénétrateurs et connecteurs de	1-8.A., 2-9.	Éléments génétiques	7-13.
Coques	1-8.A., 2-9.	Éléments optiques à ouverture commune	2-19.
Craqueurs d'ammoniaque	3-2.6.	Éléments primaires	1-3.A.
Creusets	3-2.3., 3-2.5., 3-2.7.	Éléments rechargeables	1-3.A.
Cryogéniques, équipements	2-20.	Enceintes de diffuser	3-2.5.3.2.
Cryptages, équipement de	1-5.A.2., 2-11.	Enceintes environnementales	6-15.
Cryptographie quantique	1-5.A.2.	Engins aériens téléguidés	2-10.
Cryptologie	1-5.A.2., 1-5.D.2., 2-11.	Engins cibles	6-10., 6-19.
Cuves de réacteurs sous pression	3-2.1.	Engins de reconnaissance	6-10., 6-19.
Cuves des réacteurs	7-2.	Enregistreurs analogiques d'instrumentation	1-3.A.
Démolition, matériels de	2-4.	Enregistreurs numériques d'instrumentation	1-3.A.
Dépannage, véhicules de	2-6.	Enregistreurs vidéo numérique	1-3.A.
Dépôt sous forme gazeuse, Équipements pour le	6-6.	Enrichissement aérodynamique	3-2.5.5.
Dépôt, équipements pour le dépôt en phase vapeur par procédé chimiques	1-2.B., 1-2.E., 1-3.B., 6-6.B.4.	Ensembles de broches	1-2.B.
Détecteurs	1-6.A.	Ensembles de glissières	1-2.B.
Détecteurs acoustiques	1-6.A.	Ensembles hyperfréquences	1-3.A.
Détecteurs optiques	1-6.A.	Entraînement, matériels d'	2-14.
Détecteurs pour batteries à plan focal	1-6.A.	Entraîneurs	2-14.
		Entretien militaire	2-18.
		Enveloppes de diffuseur	3-1.5.
		Enveloppes de moteurs fusée	6-3.
		Enveloppes de moteurs	1-9.A.

Enzymes pour guerre chimique et biologiques	2-7., 7-13.	Équipements pour la fabrication de propegols	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 de poursuite de missiles	2-5., 6-12.A.	Équipements radio à spectre étalé	1-5.A.
Équipement de production à «commande par programme enregistré»	1-2.B., 1-3.B., 6-6.B.	Équipements, télécommande	6-12.A.
Équipement de production chimique	7-2., 7-12.	Esters nitriques	6-4.C.
Équipement de production d'armes chimiques	7-1., 7-2.	Étages de fusée	2-4., 6-2.A., 6-20.A.
Équipement de production de fluor	4-3.A.	Étalons de fréquence atomiques	1-3.A.
Équipement de protection laser	2-17.	Explosifs	2-8., 4-1.A.3., 4-6.A., 6-4.C.
Équipement de radiogoniométrie	1-5.A.1., 6-11.A.	Extracteurs de solvants	3-2.6.1.
Équipement de radiographie éclair	4-5.B.	FADEC	1-7.E., 1-9.D., 1-9.E.
Équipement de remplissage télécommandé	7-2.2.	Faisceau de particules, systèmes à	2-19.
Équipement de séparation de gaz	3-2.5.	Fenêtres de blindage anti-radiation	4-1.A.
Équipement de séparation des isotopes d'uranium et composants	3-2.5., 4-3.	Fermenteur d'agents biologiques	7-12.2.
Équipement de séparation	7-1., 7-12.	Feuillards d'alliage amorphe	1-1.C.
Équipement de test biologique	7-12.	Fibres de carbone	1-1.C.
Équipement de traitement de signal ou renforcement d'image	1-4.A.	Fibres de détection optiques	1-6.A.
Équipement d'essai nucléaire	4-5.A.	Fibres optiques de pénétration de coque	1-8.A.
Équipement d'essai pour la propulsion	1-9.B.	Fibres optiques	1-5.A.1., 1-6.A.
Équipement et systèmes de navigation	1-7., 1-8.A., 6-9.A.	Fibres	1-1.C., 1-5.A.
Équipement industriel à double usage dans le secteur nucléaire	4-1.A.	Fibres sous-marines	2-9.
Équipement pour le dépôt d'arc cathodique	1-2.B.	Filtres optiques	1-6.A.
Équipement pour l'implantation ionique	1-3.B.	Filtres, accordables	1-3.A.
Équipements conçus pour l'implantation ionique	1-3.B.	Fluides d'amortissement	1-1.C.
Équipements contenant des brasseurs numériques	1-5.A.	Fluides de flottaison	1-1.C.
Équipements d'élimination par méthodes sèches anisotropes par plasma	1-3.B.	Fluides hydraulique	1-1.C.
Équipements de croissance épitaxiale	1-3.B.	Fluor, production de	4-5.3.
Équipement inertiel de détermination de l'azimut, du cap et du nord	1-7.A.	Fluoropolymères	2-7.
Équipements de réception de positionnement global par satellite	1-7.A.	Forge, pièces de, militaires	2-16.
Équipements de soutien de lancement	6-12.A.	Fours à dépôt chimique en phase vapeur	1-2.B., 6-6.B.4.
Équipements de télécommunication résistant aux effets du rayonnement	1-5.A.1.	Fours à induction sous vide	4-1.B.4.
Équipements destinés à mesurer le facteur de réflexion	1-6.B., 6-17.B.	Fours à induction	4-1.B.
Équipement par la dissémination	2-7.	Fours métallurgiques à bombardement d'électrons	4-1.B.
		Fours métallurgiques à plasma	4-1.B.

Fours métallurgiques	4-1.B.	Infrarouge, équipement à	2-15.
Fours sous vide	4-1.B.	Injecteurs	6-7.
Fours	3-2.7., 4-1.B.7.	Inst. conçues pour séparer les isotopes	3-2.5.
Fumées, lancement de	2-2.	Installations d'essais militaires	2-18.
Fusées de signalisation	2-4.	Installations de confinement biologique	7-12.
Fusées sondes	2-10., 6-1.A., 6-19.A.	Installations de confinement	7-12.
Fusées	2-4., 6-1.A., 6-19.A., 6-20.A.	Installations de conversion du nitrate de plutonium	3-2.3.
Fusils	2-1.	Installations de conversion du plutonium	3-2.7.
Garnissages spéciaux utilisés pour séparer l'eau lourde	4-4.A.	Installations de production d'armes chimiques	7-1.
Gaz lacrymogènes	2-7.	Installations de production de deutérium	3-2.6.
Gaz, lancement ou production de	2-2.	Installations de production de missiles, de roquettes et de véhicules aériens télépilotés	6-2.B., 6-20.B.
Gélifiants	2-4.	Installations de production de moteurs d'avion	1-9.B., 6-3.B.
Générateur de rayons-x à éclairs	4-5.E.	Installations de production de plutonium métal	3-1.5.
Générateur d'énergie, équipement	2-17.	Installations de production de systèmes de propulsion	6-3.B.
Générateur d'impulsions haute tension	4-5.B.	Installations de production de tritium	4-1.H.
Générateur d'impulsions haute vitesse	4-2.G.	Inst. de retraitement d'éléments de combustibles	3-2.3.
Générateurs de neutrons, systèmes	4-1.H.	Inst. pour la production de (UF ₆)	3-2.5.
Générateurs nucléaires de vapeur	3-2.1.	Installations pour le plutonium	3-2.3., 3-1.5.
Générateurs photovoltaïques	1-3.A.	Installations pour l'hexafluorure d'uranium	3-1.5., 3-2.7.
Génie pour zone de combat, équipement de	2-17.	Installations, production d'éléments combustibles	3-2.4.
Géophones terrestres	1-6.A.	Installations, séparation de matières fissiles	3-2.3.
Gestion clé	1-5.A.2.	Installations, traitement de matières fissiles	3-2.3.
Glandes pancréatiques	5001	Installations, traitement de matières irradiées	3-2.3.
Gradiomètres de gravité	1-6.A., 6-12.A.3.	Inst. conçues pour la fabrication d'éléments de combustibles	3-2.4.
Graphite	3-2.2.2., 3-2.5.9., 6-6.C.3	Instrument de mesure de la pression	4-3.A.
Graphites en vrac	6-6.C.3.	Instruments de détection et de mesure des neutrons	3-2.1.
Gravimètres	1-6.A., 6-12.A.3.	Instruments de mesure angulaire	4-1.B.
Gravimètres, Équip. de production de	1-6.B.	Instruments de mesure de déplacement linéaire	1-2.B., 4-1.B.
Grenades fumigènes	2-4.	Instruments de mesure de déplacement angulaire	1-2.B.
Grenades sous-marines	2-4.	Instruments hydrodynamiques	4-5.B.
Grenades	2-4.	Intégration de capteurs, matériels d'	2-5.
Guerre biologique	2-7., 7-10.	Intensificateurs d'image	1-6.A., 2-15.
Guerre chimique	2-7., 7.	Interféromètres	4-5.B.5., 6-11.A.
Guides d'onde souples	1-3.A.	Isolation	1-9.A., 6-3.A.3.
Gyro-astro-compas	1-7.A, 6-9.	Isotopes, installations pour la séparation des	3-2.5.
Gyroscopes	1-7.A, 6-9.A.	Isotopes, matières pour la séparation des	3-1.5., 4-5.3.
Gyrostabilisateurs	6-9.A.	Isotopes, séparation des	3-1.5., 4-5.3.
Hafnium	1-6.C., 3-2.1.6., 4-2.A.&C.	Jauges de contrainte	1-9.B.
Harengs rogués	5202	Joint d'étanchéité	1-1.A.
Hélices	1-8.A.	L'orientation du faisceau	1-5.A.
Hélicoptères	2-10.	Lance-flammes	2-2.
Hélium-3	4-2.B.1., 4-2.C.	Lance-fumées	2-2.
Hexafluorure d'uranium	3-1.2.	Lance-gaz	2-2.
Hexafluorure d'uranium, inst. de production	3-1.5., 3107	Lance-projectiles	2-2.
HMX	2-8., 4-6.C., 6-4.C.	Lance-roquettes	2-2.
Huiles d'hydrocarbures synthétiques	1-1.C.	Lanceurs	1-9.A., 6-10.
Huiles d'hydrocarbures	1-1.C.	Lanceurs spatiaux	2-10., 6-1.A.
Hydrophones	1-6.A.	Laser entraînant la cécité	2-19., 5501
Hydroptères	1-8.A.	Laser, Équipements de diagnostiques	1-6.A.
Imagerie infrarouge, Équipements d'	1-6.A.	Laser, Équipements de production de	1-6.B.
Imagerie thermique, équipements d'	1-6.A., 2-15.		
Imagerie, équipements d'	1-6.A., 2-15.		
Impulsion électromagnétique	1-5.A.		
Incinérateurs	7-2.3.		

Index

Laser, Équipements d'essai de	1-6.B.	Machines de tournage	1-2.B., 4-1.B.2.
Lasers à semi-conducteurs	1-5.B., 1-5.D., 1-5.E., 1-6.A.	Machines d'équilibrage	4-3.B.3., 6-9.B.2.
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 pour la pose de bandes	1-1.B., 6-6.B.
Lasers, amplificateurs	4-5.3.	Machines pour le bobinage de filaments	1-1.B., 4-3.B., 6-6.B.
L'eau lourde	3-1.3.	Machines pour le placement de câble de filaments	1-1.B.
Lidar	1-6.A., 6-11.A.	Machines-outils à commande numérique	1-2.B., 4-1.B.
Lithium, appareils de production et de séparation	4-2.C.	Machines-outils à faisceau électronique	1-2.B.
Lithographie, Équipements de	1-3.B.	Machines-outils à forer des trous profonds	1-2.B.
Logiciel (voir équipement correspondant)		Machines-outils à jet de liquide	1-2.B.
Logiciel C ³ I, C ⁴ I	2-21.	Machines-outils de contournage	4-1.B.
Logiciel de modélisation	6-16.D.	Machines-outils	1-2.B., 4-1.B.2.
Logiciel de simulation fondées sur les principes physiques	1-3.D.	Magazines pour les armes	2-1., 2-2.
Logiciel de télécommunications	1-5.D.	Magnésium	1-1.C., 2-8., 4-1.B.2.
Logiciel pour marine	1-8.D.	Magnétomètres	1-6.A.
Logiciel, commande de vol	6-12.D.	Mandrins	4-1.B., 6-6.B.1.
Logiciel, composites structuraux	6-6.D.	Marchandises en transit	5401
Logiciel, densification	6-6.D.	Marchandises pour certaines utilisations (fourre-tout)	5505
Logiciel, dépôt pyrolytique	6-6.D.	Marchandises provenant des États-Unis	5400
Logiciel, effets nucléaires	6-18.D.	Masques à gaz	1-1.A., 2-7.
Logiciel, furtivité	6-17.D.	Masques ou réticules	1-3.B.
Logiciel, insensibilisation aux radiations	6-18.D.	Matériaux alliés	1-1.C.
Logiciel, installations d'essais environnementaux	6-15.D.	Matériaux carbone-carbone	1-9.A., 6-6.C.
Logiciel, intégration de conception	6-16.D.	Matériaux céramiques	1-1.C., 3-2.5.3., 6-6.C.
Logiciel, intégration des instruments de vol	6-9.D.	Matériaux de base céramiques	1-1.C.
Logiciel, missiles, roquettes et véhicules aériens télépilotes	6-1.A., 6-19.A., 6-20.D.	Matériaux de structure	6-6.C.
Logiciel, moteurs d'avion	6-3.D.	Matériaux fibreux ou filamenteux	1-1.C., 4-2.C., 4-3.B., 6-6.C.
Logiciel, production de propergol	6-4.D.	Matériaux hétéro-épitaxiés	1-3.C.
Logiciel, propulsion	1-9.D., 6-3.D.	Matériaux optiques	1-6.C.
Logiciel, radiogoniométrie	6-9.D.	Matériaux pour absorber les ondes électromagnétiques	1-1.C.
Logiciel, simulation	2-21., 6-16.D.	Matériaux pour la fabrication de têtes/disques	1-4.C.
Logiciel, soutien de lancement	6-12.D.	Matériaux pour la séparation des isotopes	3-1.4.
Logiciels intégrés dans des systèmes d'armes	2-21.	Matériaux précurseurs	1-1.C.
Logiciels, navigation et avionique	1-7.D., 6-9.D., 6-11.D.	Matériaux structuraux	6-6.C.
L'orientation du faisceau	1-5.A.	Matériel aéroporté	2-10.
Lubrifiantes	1-1.C.	Matériel d'essais des appareils inertiels	6-9.B.
Machine à entrelacer	1-1.B., 6-6.B.1.	Matériel d'oxygénation	2-10., 2-17.
Machines à décharge électrique	1-2.B., 4-1.B.2.	Matériel de conduite de tir	2-5.
Machines à entrelacer	1-1.B., 6-6.B.1.	Matériel de dégazage	7-12.
Machines à repousser	1-2.B., 4-1.B., 6-3.B.	Matériel de filtration	7-12.4.
Machines à tailler	1-2.B., 2-18., 4-1.B.	Matériel de génie	2-17.
Machines d'équilibrage multiplans centrifuges	4-5.B.3.	Matériel de lyophilisation	7-12.5.
Machines de fluotournage	1-2.B., 4-1.B., 6-3.B.	Matériel de protection	2-7.
Machines de chargement du combustible nucléaire	3-2.1.	Matériel de protection/ confinement biologique	7-12.
Machines de fraisage	1-2.B.	Matériel de remplissage télécommandé	7-2.
Machines de rectification	1-2.B.	Matériel de remplissage	7-12.
Machines de repoussage	4-1.B.	Matériel et composants pour les essais nucléaires	4-2.G.
Machines de tissage	1-1.B., 6-6.B.	Matériel électronique pour le militaire	2-11.
		Matériel radio	1-5.A.
		Matériels céramiques	6-8.
		Matériel pour la dissémination	2-7.

Matériels pour diminuer la réflectivité radar	1-1.A., 1-1.C., 6-17.B.	Moteurs pulsoréacteurs	6-3.A.
Matériels terminaux d'interface	1-4.A.	Moteurs statoréacteurs à combustion	1-9.A.
Matières brutes	3-1.2.	Moteurs statoréacteurs	1-9.A., 6-3.A.
Matières de base	3-1.2.	Moteurs	1-9.A., 6-3.A.
Matières de la CAC	7-3.	Moulage, Équipements de	1-9.B.
Matières fissiles	3-2.4.	Moules	1-1.B., 1-2.B., 6-6.B.1.
Matières pour la séparation des isotopes	3-1.5.	Mousse syntactique	1-8.C.
Matières pour sources de chaleur nucléaires	1-1.C.	MTA	1-5.B.1., 1-5.D., 1-5.E.1.
Matrices	1-1.B., 1-2.B., 4-3.B.	Munitions	2-3., 2-18.
Mécanismes de désaccouplement	6-3.	Navals, équipements	2-9.
Mécanismes de têtes militaires	6-2.A.	Navires de surface	1-8.A.
Mécanisme électronique supraconductive	1-3.A.	Navires	1-8.A., 2-9.
Mélanges chimiques	7-2.	Neptunium	1-1.C.
Mélangeurs discontinus	6-4.B.3.	Nez de véhicules de rentrée	6-7.
Mélangeurs en continu	2-18., 6-4.B.	Nickel	1-1.C.
Mélasses	5204	Nickel, poudre de	1-1.C., 3-2.5., 4-2.C.16.
Mémoires à semi-conducteurs	1-3.A.	Nitrate de plutonium	3-2.3.
Mesure, Équipements de	1-2.B., 1-9.B., 4-1.B.	Noyaux en céramiques	1-9.B.
Métal sous forme brute	1-1.C.	Obturbateurs à déclenchement électronique	2-22.
Métal sous forme mi-ouvrée	1-1.C.	Obusiers	2-2.
Métaux magnétiques	1-1.C.	Optiques de contrôle, Équipements	1-6.A.
Micro-calculateurs	1-3.A.	Ordinateurs	1-4.A., 2-11., 6-13.A.
Microcircuits résistant aux effets du rayonnement	1-3.A., 6-18.A., 5504	Oscillateurs	4-3.A.2.
Microcommande	1-3.A.	Outillage	1-9.B.
Micro-ondes, armes à	2-19.	Outils de coupe en diamant	1-2.B.
Micro-organismes	7-13.	Outils de coupe	1-2.B.
Microprocesseurs	1-3.A.	Oxyde de plutonium,	3-2.7.
Mines anti-personnel	5503	Pancréas de bovins	5001.
Mines	2-4., 5503	Parachutes	2-10.
Minirefroidisseurs Joule-Thomson	1-6.A.	Paraffines lourdes	3-1.3.
Mirco-organismes génétiquement modifiés	7-13.	Pathogènes, humain, animal, végétatif	7-13., 7-13.1., 7-13.2.
Miroirs à réseaux phasés	1-6.A.	Perchlorate d'ammonium	2-8.1., 6-4.B.
Miroirs optiques	1-6.A.	Performance de crête corrigée	1-4.A., 1-4.D., 1-4.E.
Miroirs refroidis	1-6.A.	Performance théorique pondérée (PTP)	1-4.A.
Missile, équipement de poursuite et guidage de	2-5., 6-9.A.	Photocathodes	1-6.A.
Missiles de croisière	6-1.A.2., 6-19.A.2.	Photodiodes ou phototransistors semi-conducteurs	1-6.A.
Missiles, guidés et non guidés	2-4., 6-1.A., 6-19.A.	Photographique, matériel	1-6.A., 1-8.A., 2-15., 4-2.B., 4-5.B.
Mitrailleuses	2-1.	Pièces de fonderie	2-16.
Mode de transfert asynchrone	1-5.B.1., 1-5.D.12., 1-5.E.1.	Pièces de forge	2-16.
Modélisation, logiciel de	2-21.	Piles électriques	1-3.A.
Modificateurs de vitesse de combustion	6-4.C.	Piles solaires	1-3.A.
Module de puissance hyperfréquence	1-3.A.	Piles thermiques	6-12.A.
Molybdène	6-6.C.7.	Pilotage automatique pour charges parachutées	2-10.
Montages	1-1.B., 1-9.B.	Pilotes automatiques	1-7.A., 6-9.A.
Mortiers	2-2.	Pistolets	2-1.
Moteurs à cycles combinés	1-9.A., 6-3.A.2.	Pistolets-mitrailleurs	2-1.
Moteurs aéronautiques	2-10.	Placage ionique, Équipements pour le	1-2.B.
Moteurs à turbine à gaz	1-9.A., 6-3.	Plaques à microcanaux	1-6.A.
Moteurs à turbines à gaz marins	1-8.A., 1-9.A.	Plaques de blindage	2-13.
Moteurs d'aéronefs	1-9.A, 2-9., 2-10., 2-18., 6-3.A.	Plaquettes	1-3.A.
Moteurs électriques pour sous-marins	1-8.A., 2-9.	Plasma, Équipements pour la pulvérisation de	1-2.B.
Moteurs fusée hybrides	6-3.A.6.,		
Moteurs fusée	2-4., 6-2.A., 6-20.		
Moteurs pour navires militaires	2-9.		
Moteurs pour véhicules militaires	2-6.		

Index

Plastifiants nitrate	6-4.C.	Produits chimiques	1-1.C., 2-7., 2-8. 6-4., 7-3., 7-4.
Plongée sous-marines, appareils de	1-8.A., 2-17.	Produits contenant du sucre	5203
Plongée sous-marines, matériels de	2-17.	Produits de bois	5101, 5102, 5103, 5104
Plutonium	1-1.C., 3-1.	Produits de sang	5011
Plutonium, nitrate de	3-2.3.	Produits en substances non fluorées	1-1.A.
Plutonium, oxyde de	3-2.3.	Produits fissiles	3-1.1.
Pointage de nuit, matériel de	1-6.A., 2-5., 2-15.	Produits forestiers	5101, 5102, 5103, 5104
Pointage, dispositifs de	2-5.	Produits laminés	1-1.A.
Polyarylèneécétones	1-1.C.	Profilomètre	1-7.B., 6-9.B.
Polycarbosilazanes	1-1.C.	Projecteurs acoustiques	1-6.A.
Polydiorganosilanes	1-1.C.	Projecteurs électriques	2-17.
Polyétherimides aromatiques	1-1.C.	Propergols à haut rendement	2-8., 6-4.C.
Polyimides aromatiques	1-1.C.	Propergols composites	6-4.C.
Polymères	1-1.A.	Propergols solides	2-8., 6-4.A.
Polymères conducteurs	1-1.C.	Propergols	2-8., 6-4.C.
Polymères piézoélectriques	1-1.A.	Propulsion électromagnétique	2-12.
Polysilazanes	1-1.C.	Propulsion nucléaire	2-17., 3-2.1.
Pompes à vide	3-2.5., 4-3.A.8.	Propulsion par plasma	2-12.
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.	Propulsion, Équipements de contrôle de systèmes de	1-9.B.
Ponts, télécommunications	1-5.A.	Propulsion, Équipements d'essai de	1-9.B.
Position, indicateurs de	2-5.	Protection balistiques, matériaux pour la	2-13.
Pots fumigènes	2-4.	Protection contre le souffle/chaleur	6-18.
Poudres d'alliages métalliques	1-1.C.	Protection contre les rayons X et les effets thermiques	6-18.A.
Poudre d'aluminium	2-8., 6-4.C.	Protection EIM	6-18.
Poudre de fer	2-8.	Protection thermique	6-2.
Poudre de magnésium	2-8., 6-4.C.	Pulso-réacteur	6-3.
Poudre de nickel	1-1.C., 3-2.5., 4-2.C.16.	Pulvérisation cathodique	1-2.B.
Poudre de nickel, grande pureté	4-2.C.	Pyrolytiques, Équipements	6-6.B.
Poudre de zirconium	2-8., 6-4.C.	Pyrotechniques, lancement de matériels	2-2.
Poudres métalliques	1-1.C.	Pyrotechniques, produits	2-8.
Précurseurs d'agents chimiques	2-7., 7-3., 7-4.	Radar à laser	1-6.A., 6-11.A.
Précurseurs d'armes chimiques binaires	2-7.	Radars	1-6.A., 2-11., 6-9.A., 6-11.A., 6-12.A.
Précurseurs pour explosifs	2-8.	Radios à sauts de fréquence	1-3.A., 1-5.A.2.
Préformes de fibres optiques	1-6.C.	Radioactives, substances	2-7., 3-1.2.
Préformés	6-6.B.	Radiocellulaires numérique, Équipements ou systèmes	1-5.A.
Préimprégnés	1-1.C., 4-2.A., 6-6.	Radiofréquence de grande puissance, systèmes de	2-19.
Presses isostatiques à chaud	1-2.B., 4-1.B., 6-6.B.	Radiogoniométrie, Équipements de	1-5.A.1., 6-4.A., 6-11.A.
Presses isostatiques	1-2.B., 4-1.B.5., 6-6.B.3.	Radiographie, Équipement de	6-15.A.
Processeurs de transformée de Fourier rapide	1-3.A.	Radionucléides	4-2.C.19.
Production de biens militaires, équip. et tech.	2-18.	Radiotéléphones	1-5.A.
Production de hexafluorure d'uranium	3-1.5.	Radiotomographie	1-1.B.
Production de deutérium	3-2.6.	Radium-226	4-2.C.12.
Production de plutonium	3-1.5.	Radômes de missiles	6-8.
Production de Télécommunications, Équipements pour	1-5.B.1.	Radômes	1-6.D., 6-6.C.5., 6-18.A.
Production de tritium	3-1.2., 4-1.H.	Ravitaillement en carburant des avions, appareil	2-10.
Production d'équipements de propulsion	1-9.B.	RDX	2-8., 4-6.C., 6-4.C.4.
Production des aubes mobiles pour turbines à gaz	1-9.B.	Réacteurs de fusion	5502.
Production et séparation du lithium	4-2.C.	Réacteurs nucléaires	2-17., 3-2.1., 5502.
Produits alimentaires	5201, 5202 5203, 5204		
Produits chimiques pour propergols	6-4.C.		
Produits chimiques toxiques	7-3.		

Réacteurs chimiques	7-2.	Sonar, Équipements	1-6.A.
Récepteurs d'essai hyperfréquences	1-3.A.	Sonde	1-2.B.
Récepteurs pour radio	1-5.A.1., 2-11.	Soudage par diffusion	1-1.B.
Réipients de réaction	7-2.1.	Soufflantes	3-2.5., 3-2.6.
Réipients de sûreté anti-criticité	3-2.3.2.	Souffleries	1-9.B., 6-15.B.
Reconnaissance, matériels de	2-5.	Soufflets	3-2-.5.1, 4-3.B.
Réduction des signatures	6-7.	Sources de chaleur nucléaires, matières pour	1-1.C.
Réflexivité radar réduite	6-17.	Sources de hyperfréquences	3-1.5.
Réfectomètre	6-9.A.	Sous-marins	1-8.A., 2-9.
Réfrigérants cryogéniques	1-6.A.	Sous-munitions	2-3.
Réfrigération de l'hélium	4-2.B.	Sous-systèmes de fusées	2-4., 6-2.A., 6-20.A.
Réfrigération en cycle fermé	1-9.A.	Spectromètres de masse	3-2.5.5., 3-2.5.7., 4-3.B.6.
Refroidissement par aspersion	1-3.A.	SPG	1-7.A, 6-11.A.3.
Réglage de tir, instruments de	2-5.	SQUIDS	1-6.A.
Remorques militaires	2-6.	Stabilisants pour explosifs	2-8.
Renforcement d'image, équip. de	1-4.A.	Stabilisants	6-4.C.
Réseau de laser à semi-conducteur	1-6.A.	Stabilisateurs gyroscopiques	6-9.
Réseaux de portes programmables	1-3.A.	Stabilisateurs	2-8., 6-4.
Réseaux locaux pour ordinateurs (LAN)	1-5.A.	Statoréacteur à combustion supersonique	1-3.A.
Réseaux logiques programmables	1-3.A.	Stockage d'hydrogène	1-9.A.
Résine	1-1.C., 1-9.E., 3-2.5.6.6.	Structures "composites"	1-1.A., 3-2.5., 4-2.A.3. , 6-6.A.
Revêtement, Équipement de	1-2.B.	Substances à double usage	
Revolvers	2-1.	dans le secteur nucléaire	4-2.C.
Rickettsies	7-13.	Substances comburantes	6-4.C.4.
Robinets à joints d'étanchéité multiples	1-1.B., 1-2.B., 6-6.	Substances lubrifiantes	1-1.C.
Robinets	4-5.3., 7-2.	Substances polymères non fluorées	1-1.C.
Robots sous-marins	1-8.A.	Substances polymères	1-1.A., 6-4.C.5.
Robots	1-2.B., 1-8.A., 2-17., 4-1.A.3.	Substances propulsives	2-8., 6-4.C.
Rondelles d'étanchéité	1-1.A.	Substrats bruts de carbure de silicium	1-6.C.
Roquettes	2-4., 6-1.A., 6-19.A. 6-20.A.	Substrats	1-6.A.
Rotors, Équipement de	4-5.3.	Sucres	5203, 5204
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.
Sang (produits de)	5011	Synthétiseurs de fréquences	1-3.A.
Saphir dopé au titane	1-6.C.	Système à implosion	4-5.B.
Satellite	1-9.A., 6-2.D. 6-9.A., 6-12.A.	Système d'amorçage multipoints	4-1.F., 4-6.A.
Sécurité de l'information	1-5.A., 2-11.	Système de communications sous-marins	1-5.A.1.
Sécurité informatique, matériels de	2-11.	Système de lumière sous-marins	1-8.A.
Sélénium de gallium-argent (AgGaSe ₂)	1-6.C.	Système de navigation	1-8.A.
Sélénium de thallium-arsenic	1-6.C.	Système de propulsion	1-8.A.
Sélénium de zinc (ZnSe)	1-6.A., 1-6.C.	Système de récupération océanique	1-8.A.
Semi-chenillés, véhicules	2-6.	Système de réduction de bruit	1-8.A., 6-17.
Séparateur des isotopes	3-2.5.9.1., 4-3.B.5.	Système de tubulure de collecteurs de machine	3-2.5.2.
Sérum-albumine	5011	Systèmes à faisceau ionique	1-3.B.
Servo-valves	6-3.A., 6-10.A.	Systèmes à rayons X	1-3.A., 4-5.B.
Signalisation sur voie commune	1-5.B.1., 1-5.E.	Systèmes acoustiques	1-6.A.
Signatures numériques	1-5.A.2.	Systèmes biologiques	2-7., 7-13.
Silencieux pour armes à feu	2-1.	Systèmes d'essais de vibration	4-1.B., 6-15.B.
Simulateurs de mouvement	6-9.B.2.	Systèmes d'alimentation indépendants de l'air	1-8.A., 2-9.
Simulateurs	2-14.	Systèmes de collage	1-9.B.
Simulation, logiciels de	2-21., 6-16.D.	Systèmes de commande de vol	1-7.A, 6-2.A., 6-10.A.
		Systèmes de commande	1-9.B., 6-3.A.

Index

Systèmes de commandes de vol et technologie	6-10.	Technologie des procédés chimiques	7-6.
Systèmes de communications sous-marin	1-5.A.1.	Technologie des systèmes de protection	6-11.
Systèmes de compensation magnétique	1-6.A.	Technologie IEM	1-5.E.2., 6-11.E.
Systèmes de contrôle des gaz toxiques	7-2.4.	Technologie, acoustique	1-6.E.
Systèmes de détection nucléaire, biologique, chimique	1-1.A., 2-7.	Technologie, appareils de prises de vues	1-6.E.
Systèmes de détection ou de localisation	1-6.A.	Technologie, calculateurs	1-4.E.
Systèmes de fluoration	3-2.5.7.9.	Technologie, capteurs et lasers	1-6.E.
Systèmes de localisation cohérente passive	1-5.A.	Technologie, capteurs optiques	1-6.E.
Systèmes de manipulation des plaquettes	1-3.B.	Technologie, commande de vol	1-7.E., 6-10.E.
Systèmes de mesure de la surface efficace radar	1-6.B., 6-17.B.	Technologie, composants moteur diesel	1-9.E.
Systèmes de mesure de type non à contact	1-2.B.	Technologie, composites structuraux	1-1.E., 6-6.E.
Systèmes de mesure pour l'analyse des profils radar	1-6.B., 6-17.B.	Technologie, convertisseurs analogiques-numériques	1-3.E., 6-14.E.
Systèmes de missiles balistiques	6-1.A.1.	Technologie, densification	6-7.E.
Systèmes de navigation à inertie	1-7.A, 6-9.A.3.	Technologie, dépôt pyrolytique	6-6.E.
Systèmes de navigation sous-marins	1-7.A., 2-9	Technologie, effets nucléaires	6-18.E.
Systèmes intégrés de navigation	6-9.A.7.	Technologie, électro-chimiques/électro-érosif pour perçage	1-9.E.
Systèmes de nébulisation	7-12.	Technologie, électronique	1-3.E.
Systèmes de pilotage automatique	2-10.	Technologie, furtivité,	1-1.E., 2-22., 6-17.E.
Systèmes de positionnement global (SPG)	1-7.A, 6-11.A.3.	Technologie, gravimètres	1-6.E.
Systèmes de poursuite	6-12.A.	Technologie, impulsion électromagnétique	6-11.
Systèmes de propulsion de fusées	1-9.A., 2-4., 6-2.A.	Technologie, installations d'essais environnementaux	6-15.E.
Systèmes de propulsion	1-8.A., 1-9.A., 5504.	Technologie, intégration de conception	6-16.E.
Systèmes de pulvérisation	7-12	Technologie, interférence électromagnétique	1-5.E.2., 6-11.E.
Systèmes de radiofréquence/hyperfréquence	5502	Technologie, lasers	1-6.E.
Systèmes de réfrigération	1-9.A.	Technologie, magnétomètres	1-6.E.
Systèmes de refroidissement cryogéniques	1-6.A.	Technologie, matériaux évolués	1-1.E.
Systèmes de stockage	1-9.A.	Technologie, matériaux structuraux	1-1.E, 6-17.E.
Systèmes de surveillance des gaz	7-2.	Technologie, modélisation	6-16.E.
Systèmes de vaporisation	3-2.5.7.	Technologie, moteurs à turbines à gaz et composants	1-9.E.
Systèmes d'échange ionique à reflux	3-1.5.	Technologie, moteurs d'avion	1-9.E., 6-3.E.
Systèmes d'hydrographie bathymétriques	1-6.A.	Technologie, navigation et avionique	1-7.E., 6-9.E., 6-11.E.
Systèmes d'instruments de vol intégrés	1-7.A, 6-9.A.1.	Technologie, optiques	1-6.E.
Systèmes et équipement de propulsion	5504	Technologie, ordinateurs analogiques	1-4.E., 6-13.E.
Systèmes fusées	2-4., 6-1.A., 6-19.A.	Technologie, pales d'hélices	1-9.E.
Systèmes générateurs de neutrons	4-6.A.5.	Technologie, perçage de trous à jet d'eau	1-9.E.
Systèmes générateurs de plasma	3-1.5.	Technologie, perçage de trous à laser	1-9.E.
Systèmes mondiaux de navigation par satellite	2-11., 5504, 6-11.A.3.	Technologie, production de propergols	6-4.E.
Systèmes passifs	1-6.A.	Technologie, prod. de systèmes de véhicules moteur diesel	1-9.E.
Systèmes pour le stockage d'énergie électro-magnétique	1-3.A.	Technologie, produits biologiques	7-15.
Systèmes submersibles	1-8.A.	Technologie, produits chimiques	7-6.
Tables de mouvement	6-9.	Technologie, propergols	6-4.E.
Tables de positionnement	6-9.	Technologie, propulsion	1-9.E., 6-3.E.
Tantale	7-2.1.	Technologie, radars	1-6.E.
Technologie (voir aussi équipement correspondant)		Technologie, radiogoniométrie	6-9.
Technologie de blindage	1-5.E.2., 6-11.E.	Technologie, sécurité de l'information	1-5.E.
Technologie de marine	1-8.E.	Technologie, simulation	6-16.E.
Technologie des missiles, des roquettes et des véhicules aériens télépilotes	6-1.E., 6-19.E., 6-20.E.	Technologie, souffleries	1-9.E.
Technologie des procédés biologiques	7-15	Technologie, soutien de lancement	6-12.E.
		Technologie, systèmes de transmission d'énergie	1-9.E.
		Technologie, systèmes d'injection de carburant	1-9.E.
		Technologie, télécommunications	1-5.E.

Technologie, traitement des matériaux	1-2.E.	Usines d'enrichissement par le procédé électromagnétique	3-2.5.9.
Télécommande, Équipements	6-12.A.	Uranium	3-1.
Télécommunications, Équipements de	1-5.A.1.	Vannes	3-2., 4-3.A., 7-2.1.
Télécommunications, Équipements d'essai de	1-5.B.	Véhicules	2-6.
Télémanipulateurs	3-2.7.2., 4-1.A.	Véhicule aérien sans équipage	1-9.A., 1-9.B., 1-9.D., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.
Télé mètres	2-5.	Véhicules à effet de surface	1-8.A.
Télé métrie, Équipements de	6-12.A.	Véhicules à traction intégrale	2-6.
Téléphones sans fil	1-5.A.2.	Véhicules aériens non habités	2-10.
Télescopes de projection	1-6.A.	Véhicules aériens non pilotés	6-10.
Tellurure de cadmium et de zinc (CdZnTe)	1-6.C.	Véhicules aériens télépilotés	1-9.A., 2-10., 6-1.A., 6-19.A.
Tellurure de cadmium	1-6.C.	Véhicules blindés	2-6.
Teste, Équipements de	1-3.B.	Véhicules de rentrée	6-2.A.
Têtes indicatrices	6-9.B.2.	Véhicules militaires armés	2-6.
Thermocouples	1-9.B.	Véhicules spatiaux et équipement connexe	1-9.A., 5504
Thorium	3-1.	Véhicules submersibles	1-8.A.
Thyristor, dispositifs et modules	1-3.A.	Vérification, Équipements de	1-1.B., 1-2.B., 4-5.
Titane et ses alliages	1-1.C., 1-9.B., 3-2., 4-2., 6-6.C., 7-2.1., 2-8.	Verre	1-6.C.
Torpilles	2-4.	Vessies à carburant	1-1.A.
Tours d'échange	3-2.6.	Vêtement anti-G (antigravitudique)	2-10
Toxines	2-7., 7-13.	Vêtements blindés	1-1.A., 2-13.
Tracteurs militaires	2-6.	Vêtements de vol pressurés	2-10.
Trains blindés	2-6.	Vêtements protecteurs	1-1.A., 2-7., 2-13., 7-12.
Traitement de données	1-9.B.	Vibrations acoustiques, équipements d'essai	1-9.B.
Traitement de signal	1-4.A., 1-5.A.1.	Vibrations, Équipements d'essais aux	1-9.B., 4-1.B., 6-15.B.
Tranches de carbure de silicium	1-3.C.	Virus, humain, animal	7-13.
Transducteurs de pression	4-3.A.7.	Visée, dispositifs de	2-2., 2-5.
Transducteurs	1-6.A., 1-9.B., 4-3.A.	Visuels d'armement	2-1., 2-5.
Transfert asynchrone	1-5.B.1., 1-5.D.12., 1-5.E.1.	Visuels ou moniteurs	1-4.A.
Transistors hyperfréquences	1-3.A.	Zirconium, métal et alliages	1-1.C., 2-8., 3-2.1., 4-2.C., 6-4.C.
Transistors	1-3.A.		
Transmission, Équipements de	1-5.A.		
Trifluorure de chlore (ClF ₃)	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.		
Tritium, production, séparation et manipulation	4-2.B.		
Tubes à agilité de fréquence	2-11.		
Tubes à ondes progressive	1-3.A.		
Tubes de zirconium	3-2.1.		
Tubes intensificateurs d'image de première génération	2-15.		
Tubes intensificateurs d'image	1-6.A., 2-15.		
Tubes photomultiplicateurs	4-5.A.1.		
Tungstène	4-2.C., 6-6.C.		
Turboréacteurs à double flux	6-3.A.		
Turboréacteurs	6-3.		
Turbosoufflantes légers	6-3.		
Tuyauteries de distribution	3-2.5		
Tuyères	1-9.A., 6-6.A.		
UAV de pulvérisation d'aérosols	6-19.A.3		
Unités de commande numérique	4-1.B., 6-3.B.3.		
Unités de disques	1-4.A.		
Unités de séparation par échange chimique	3-1.5.		
Uranium appauvri	3-1.		
Usines d'enrichissement	3-2.5.		

