

**MEMORIAL**

**Journal Officiel  
du Grand-Duché de  
Luxembourg**

**MEMORIAL**

**Amtsblatt  
des Großherzogtums  
Luxemburg**

---

**RECUEIL DE LEGISLATION**

---

**A — N° 86****12 mai 2016**

---

**S o m m a i r e**

**Règlement grand-ducal du 4 mai 2016 soumettant à licence l'importation, l'exportation et le transit de certaines marchandises originaires, en provenance ou à destination de l'Iran, ainsi que des services d'assistance technique et de courtage y relatifs . . . . . page **1396****

---

**Règlement grand-ducal du 4 mai 2016 soumettant à licence l'importation, l'exportation et le transit de certaines marchandises originaires, en provenance ou à destination de l'Iran, ainsi que des services d'assistance technique et de courtage y relatifs.**

Nous Henri, Grand-Duc de Luxembourg, Duc de Nassau,

Vu la loi modifiée du 5 août 1963 concernant l'importation, l'exportation et le transit des marchandises;

Vu la loi du 27 octobre 2010 portant renforcement du cadre légal en matière de lutte contre le blanchiment et contre le financement du terrorisme; portant organisation des contrôles du transport physique de l'argent liquide entrant au, transitant par ou sortant du Grand-Duché de Luxembourg; relative à la mise en œuvre de résolutions du Conseil de Sécurité des Nations Unies et d'actes adoptés par l'Union européenne comportant des interdictions et mesures restrictives en matière financière à l'encontre de certaines personnes, entités et groupes dans le cadre de la lutte contre le financement du terrorisme;

Vu le règlement (UE) n° 2015/1861 du Conseil du 18 octobre 2015 modifiant le règlement (UE) n° 267/2012 concernant l'adoption de mesures restrictives à l'encontre de l'Iran;

Vu le règlement (UE) n° 359/2011 du Conseil du 12 avril 2011 concernant des mesures restrictives à l'encontre de certaines personnes, entités et organismes au regard de la situation en Iran;

Vu la décision (PESC) 2015/1863 du Conseil du 18 octobre 2015 modifiant la décision 2010/413/PESC concernant des mesures restrictives à l'encontre de l'Iran;

Vu le règlement grand-ducal du 16 novembre 2000 concernant les conditions générales d'octroi et d'utilisation des autorisations préalables pour l'importation, l'exportation et le transit des marchandises et de la technologie y afférente;

Vu la résolution 2231 (2015) du Conseil de Sécurité des Nations Unies du 16 janvier 2016 par laquelle certaines mesures restrictives liées au nucléaire ont été levées contre l'Iran;

Considérant que depuis janvier 2014, certaines des sanctions prononcées à l'encontre de l'Iran ont été suspendues dans le cadre de la mise en œuvre de l'accord intermédiaire, appelé plan d'action conjoint, conclu entre l'Iran et le groupe E3/UE+3 en novembre 2013;

Considérant qu'après l'accord sur le plan d'action global commun, le Conseil de l'Union européenne a prolongé cette suspension jusqu'au 28 janvier 2016 afin de donner le temps nécessaire pour procéder aux arrangements et aux préparatifs requis pour la mise en œuvre du plan d'action;

Vu l'avis de la Commission administrative belgo-luxembourgeoise;

Vu l'article 2 (1) de la loi modifiée du 12 juillet 1996 portant réforme du Conseil d'État et considérant qu'il y a urgence;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'Économie, de Notre Ministre des Affaires étrangères et européennes et de Notre Ministre des Finances et après délibération du Gouvernement en Conseil;

Arrêtons:

**Art. 1<sup>er</sup>.** Sont subordonnés à la délivrance d'une licence:

1. la vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation, directement ou indirectement, des biens et des technologies énumérés à l'annexe I du présent règlement, originaires ou non de l'Union, à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran;
2. la fourniture d'une assistance technique ou de services de courtage en rapport avec les biens et les technologies énumérés à l'annexe I du présent règlement, ou avec la fourniture, la fabrication, l'entretien et l'utilisation de ces biens et technologies, directement ou indirectement, à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran;
3. l'achat à l'Iran, l'importation ou le transport à partir de l'Iran de biens et de technologies énumérés à l'annexe I du présent règlement, originaires ou non d'Iran.

**Art. 2. (1)** Sont subordonnés à la délivrance d'une licence:

1. la vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation, directement ou indirectement, des biens et des technologies énumérés à l'annexe II du présent règlement, originaires ou non de l'Union, à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran;
2. la fourniture d'une assistance technique ou de services de courtage en rapport avec les biens et les technologies énumérés à l'annexe II du présent règlement, ou avec la fourniture, la fabrication, l'entretien et l'utilisation de ces biens et technologies, directement ou indirectement, à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran;
3. l'achat à l'Iran, l'importation ou le transport à partir de l'Iran de biens et de technologies énumérés à l'annexe II du présent règlement, originaires ou non d'Iran.

(2) Les dispositions du paragraphe 1<sup>er</sup> ne s'appliquent pas aux projets d'autorisation concernant la fourniture, la vente ou le transfert à l'Iran de biens et de technologies énumérés à l'annexe II qui sont destinés à des réacteurs à eau légère.

(3) Les dispositions du paragraphe 1<sup>er</sup> ne s'appliquent pas aux projets d'autorisation concernant la fourniture, la vente ou le transfert d'articles, de matières, d'équipements, de biens et de technologies, et la fourniture de toute assistance technique, formation, aide financière et de tout investissement, service de courtage ou autre s'y rapportant, lorsque les autorités compétentes considèrent que ceux-ci ont directement trait:

- a) à la modification nécessaire de deux cascades à l'installation de Fordou en vue de la production d'isotopes stables;
- b) à l'exportation par l'Iran d'uranium enrichi au-delà de 300 kilogrammes en échange d'uranium naturel; ou
- c) à la modernisation du réacteur d'Arak selon le plan de principe convenu et, par la suite, selon le plan final arrêté pour ce réacteur.

**Art. 3.** Sont subordonnés à la délivrance d'une licence:

1. la vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation des logiciels visés à l'annexe III du présent règlement à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran;
2. la fourniture d'une assistance technique ou de services de courtage en rapport avec les logiciels visés à l'annexe III du présent règlement, ou avec la fourniture, la fabrication, l'entretien et l'utilisation de ceux-ci à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran.

**Art. 4. (1)** Sont subordonnés à la délivrance d'une licence:

1. la vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation du graphite et des métaux bruts ou semi-finis visés à l'annexe IV du présent règlement à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran;
2. la fourniture d'une assistance technique ou de services de courtage en rapport avec le graphite et les métaux bruts ou semi-finis visés à l'annexe IV du présent règlement, ou avec la fourniture, la fabrication, l'entretien et l'utilisation de ceux-ci à toute personne, toute entité ou tout organisme iranien ou aux fins d'une utilisation en Iran.

(2) Les dispositions du paragraphe 1<sup>er</sup> ne s'appliquent pas:

1. aux biens énumérés aux annexes I et II du présent règlement;
2. aux biens énumérés à l'annexe III du règlement (UE) n° 267/2012 du Conseil du 23 mars 2012 concernant l'adoption de mesures restrictives à l'encontre de l'Iran et abrogeant le règlement (UE) n° 961/2010, tel que modifié;
3. aux biens énumérés à l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009.

**Art. 5.** Sont subordonnés à la délivrance d'une licence:

1. la vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation, directement ou indirectement, des équipements susceptibles d'être utilisés à des fins de répression interne énumérés à l'annexe V originaires ou non de l'Union européenne, à toute personne, toute entité ou tout organisme en Iran ou aux fins d'une utilisation en Iran;
2. la fourniture, directement ou indirectement, d'une assistance technique ou de services de courtage en rapport avec les équipements susceptibles d'être utilisés à des fins de répression interne énumérés à l'annexe V originaires ou non de l'Union européenne, à toute personne, toute entité ou tout organisme en Iran ou aux fins d'une utilisation en Iran.

**Art. 6. (1)** Sont subordonnés à la délivrance d'une licence:

1. la vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation, directement ou indirectement, des équipements, des technologies ou des logiciels énumérés à l'annexe VI, originaires ou non de l'Union européenne, à toute personne, toute entité ou tout organisme en Iran ou aux fins d'une utilisation en Iran;
2. la fourniture, directement ou indirectement, d'une assistance technique ou de services de courtage en rapport avec les équipements, les technologies et les logiciels énumérés à l'annexe VI, ou liés à la fourniture, la fabrication, l'entretien et l'utilisation des équipements et des technologies énumérés à l'annexe VI ou à la fourniture, l'installation, l'exploitation ou la mise à jour des logiciels énumérés à l'annexe VI, à toute personne, toute entité ou tout organisme en Iran ou aux fins d'une utilisation en Iran;
3. la fourniture de services de surveillance ou d'interception des télécommunications ou d'internet, quels qu'ils soient, au régime iranien, ses organismes, entreprises et agences publics, ou à toute personne, toute entité ou tout organisme agissant en leur nom ou sous leurs ordres, ou pour leur profit direct ou indirect.

(2) Aux fins du paragraphe 1<sup>er</sup>, point 3), on entend par «services de surveillance ou d'interception des télécommunications ou d'internet», les services qui permettent, notamment, en recourant aux équipements, technologies ou logiciels visés à l'annexe VI, l'accès aux communications envoyées et reçues par une personne et aux données afférentes aux appels et la fourniture de ces communications et de ces données aux fins de leur extraction, de leur décodage, de leur enregistrement, de leur traitement, de leur analyse et de leur stockage ou de toute autre activité connexe.

**Art. 7.** Le règlement grand-ducal du 17 octobre 2013 soumettant à licence l'importation, l'exportation et le transit de certaines marchandises en provenance ou à destination de l'Iran est abrogé.

**Art. 8.** Notre Ministre de l'Économie, Notre Ministre des Affaires étrangères et européennes et Notre Ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent règlement qui sera publié au Mémorial.

*Le Ministre de l'Économie,*  
**Étienne Schneider**

*Le Ministre des Affaires étrangères  
et européennes,*  
**Jean Asselborn**

*Le Ministre des Finances,*  
**Pierre Gramegna**

Palais de Luxembourg, le 4 mai 2016.  
**Henri**

—  
ANNEXES

## ANNEXE I

**Liste des biens visés à l'article 1<sup>er</sup>****Note :**

Les références au « présent règlement » et à des articles et paragraphes contenues dans la présente annexe s'entendent comme étant des références au règlement (UE) No 267/2012 du Conseil du 23 mars 2012 concernant l'adoption de mesures restrictives à l'encontre de l'Iran et abrogeant le règlement (UE) No 961/2010, tel que modifié, et aux articles et paragraphes de ce règlement.

La présente annexe comprend les articles suivants qui figurent sur la liste du Groupe des fournisseurs nucléaires, tels qu'ils y sont définis:

Note: Tout article dont les caractéristiques ou spécifications techniques particulières relèvent de catégories visées à la fois à l'annexe I et à l'annexe III est considéré comme relevant uniquement de l'annexe III.

NSG Partie I

## ANNEXE A

## LISTE DE BASE VISÉE DANS LES DIRECTIVES

## NOTES GÉNÉRALES

1. Le transfert de composants ne devrait pas nuire à l'objet des contrôles ci-dessous. Chaque gouvernement prendra, dans la mesure du possible, toutes les dispositions propres à atteindre cet objectif, tout en continuant à rechercher une définition pertinente pour les composants, qui puisse être utilisée par tous les fournisseurs.
2. S'agissant du paragraphe 9. b) 2), l'expression *du même type* signifie que la conception, la construction ou les processus de fonctionnement sont fondés sur des processus physiques ou chimiques semblables ou analogues à ceux définis dans la liste de base.
3. Pour certains procédés de séparation isotopique, les fournisseurs reconnaissent l'analogie étroite qui existe entre les usines, les équipements et la technologie d'enrichissement de l'uranium et les usines, les équipements et la technologie de séparation des isotopes d'«autres éléments» à des fins de recherche, à des fins médicales ou à d'autres fins industrielles non nucléaires. À cet égard, les fournisseurs devraient examiner soigneusement leurs mesures juridiques, y compris les règles d'octroi de licences d'exportation et les pratiques en matière de classification et de sécurité des informations/de la technologie pour les activités de séparation des isotopes mettant en jeu d'«autres éléments» afin d'assurer, comme justifié, l'application des mesures de protection appropriées. Les fournisseurs reconnaissent que, dans certains cas, les mesures de protection requises pour les activités de séparation des isotopes mettant en jeu d'«autres éléments» seront essentiellement les mêmes que les mesures de protection requises pour l'enrichissement de l'uranium (cf. note d'introduction à la section 5 de la liste de base). Conformément au paragraphe 17. a) des directives, les fournisseurs doivent se consulter entre eux, le cas échéant, afin de promouvoir des politiques et des procédures uniformes pour le transfert et la protection des usines, des équipements et de la technologie mettant en jeu la séparation des isotopes d'«autres éléments». Les fournisseurs devraient aussi faire preuve de la prudence requise dans les cas où des équipements et des technologies issus des processus d'enrichissement de l'uranium sont utilisés à des fins non nucléaires, comme dans l'industrie chimique.

## CONTRÔLES DE LA TECHNOLOGIE

Le transfert de «technologie» directement afférente à un article quelconque de la liste sera soumis à un examen et à un contrôle aussi stricts que celui de l'article lui-même, dans la mesure où la législation nationale le permet.

Les contrôles sur les transferts de «technologie» ne s'appliquent pas aux informations qui «sont du domaine public» ou à la «recherche scientifique fondamentale».

Outre les contrôles sur les transferts de «technologie» liés à la non-prolifération nucléaire, les fournisseurs devraient protéger la technologie relative à la conception, à la construction et à l'exploitation des installations figurant sur la liste de base compte tenu du risque d'attaques terroristes, et devraient attirer l'attention des destinataires sur la nécessité de cette protection.

## CONTRÔLES DE LOGICIELS

Le transfert de «logiciels» directement afférents à un article quelconque de la liste sera soumis à un examen et à des contrôles aussi stricts que celui de l'article lui-même, dans la mesure où la législation nationale le permet.

Les contrôles sur les transferts de «logiciels» ne s'appliquent pas aux informations qui «sont du domaine public» ou à la «recherche scientifique fondamentale».

## DÉFINITIONS

Par «recherche scientifique fondamentale», il convient d'entendre les 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.

Le «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.

Par «être du domaine public», il convient d'entendre ici le fait qu'une «technologie» ou qu'un «logiciel» a été rendu disponible sans restrictions quant à une diffusion plus vaste (les restrictions résultant d'un copyright n'empêchent pas la «technologie» ou le «logiciel» d'être du domaine public).

Par «microprogrammes», il convient d'entendre une suite d'instructions élémentaires, maintenue dans une mémoire spéciale, et dont l'exécution est déclenchée par l'introduction de son instruction de référence dans un registre d'instruction.

Par «autres éléments», il convient d'entendre tous les éléments autres que l'hydrogène, l'uranium et le plutonium.

Par «production», il convient d'entendre toutes les phases de la production, telles que:

- la construction;
- la technique de la production;
- la fabrication;
- l'intégration;
- l'assemblage (le montage);
- l'inspection;
- les essais;
- l'assurance de la qualité.

Par «programme», il convient d'entendre une suite d'instructions permettant d'accomplir un processus ou convertible en une forme pouvant être exécutée par un ordinateur.

Par «logiciel», il convient d'entendre un ou plusieurs «programmes» ou «microprogrammes» enregistrés sur un support.

L'«assistance technique» peut prendre des formes telles que: l'instruction, les qualifications, la formation, les connaissances pratiques, les services de consultation.

Note: L'«assistance technique» peut comprendre un transfert de «données techniques».

Les «données techniques» peuvent adopter des formes telles que calques, schémas, plans, diagrammes, maquettes, formules, données et spécifications techniques, manuels et modes d'emploi sous une forme écrite ou enregistrée sur d'autres supports ou dispositifs tels que des disques, des bandes magnétiques, des mémoires passives.

Par «technologie», il convient d'entendre l'information spécifique nécessaire pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» de tout article figurant dans la présente liste. Cette information peut prendre la forme de «données techniques» ou d'une «assistance technique».

Par «utilisation», il convient d'entendre la mise en œuvre, l'installation (y compris l'installation sur le site même), l'entretien (le contrôle), les réparations, la révision ou la remise en état.

## MATIÈRES ET ÉQUIPEMENTS

### 1. Matières brutes et produits fissiles spéciaux

Tels que les définit l'article XX du Statut de l'Agence internationale de l'énergie atomique:

#### 1.1. «Matière brute»

Par «matière brute», il faut entendre l'uranium contenant le mélange d'isotopes qui se trouve dans la nature; l'uranium dont la teneur en uranium 235 est inférieure à la normale; le thorium; toutes les matières mentionnées ci-dessus sous forme de métal, d'alliage, de composés chimiques ou de concentrés; toute autre matière contenant une ou plusieurs des matières mentionnées ci-dessus à des concentrations que le Conseil des gouverneurs fixera de temps à autre; et telles autres matières que le Conseil des gouverneurs désignera de temps à autre.

#### 1.2. «Produit fissile spécial»

- i) Par «produit fissile spécial», il faut entendre le plutonium 239; l'uranium 233; l'uranium enrichi en uranium 235 ou 233; tout produit contenant un ou plusieurs des isotopes ci-dessus; et tels autres produits fissiles que le Conseil des gouverneurs désignera de temps à autre. Toutefois, le terme «produit fissile spécial» ne s'applique pas aux matières brutes.
- ii) Par «uranium enrichi en uranium 235 ou 233», il faut entendre l'uranium contenant soit de l'uranium 235, soit de l'uranium 233, soit ces deux isotopes en quantité telle que le rapport entre la somme de ces deux isotopes et l'isotope 238 soit supérieur au rapport entre l'isotope 235 et l'isotope 238 dans l'uranium naturel.

Cependant, aux fins des directives, les articles indiqués à l'alinéa a) ci-dessus et les exportations de matières brutes ou de produits fissiles spéciaux à destination d'un pays donné, au cours d'une période de 12 mois, en quantités inférieures aux limites spécifiées à l'alinéa b) ci-dessus, sont exclus:

- a) plutonium ayant une teneur isotopique en plutonium 238 supérieure à 80 %.

Produits fissiles spéciaux utilisés en quantités de l'ordre du gramme ou en quantités inférieures comme élément sensible d'un instrument; et

matières brutes au sujet desquelles le gouvernement s'est assuré qu'elles seront exclusivement utilisées dans des activités non nucléaires, telles que la production d'alliages ou de céramiques;

- b) produits fissiles spéciaux
 

uranium naturel	50 grammes effectifs;
uranium appauvri	500 kilogrammes;
thorium	1 000 kilogrammes; et
	1 000 kilogrammes.

### 2. Équipements et matières non nucléaires

Les équipements et les matières non nucléaires énumérés dans la liste adoptée par le gouvernement sont les suivants (les quantités inférieures aux valeurs indiquées dans l'annexe B étant considérées comme pratiquement négligeables):

- 2.1. Réacteurs nucléaires et équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour ces réacteurs (voir annexe B, section 1);
- 2.2. Matières non nucléaires pour réacteurs (voir annexe B, section 2);
- 2.3. Usines de retraitement d'éléments combustibles irradiés, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin (voir annexe B, section 3);

- 2.4. Usines de fabrication d'éléments combustibles pour réacteurs nucléaires et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin (voir annexe B, section 4);
- 2.5. Usines de séparation des isotopes de l'uranium naturel, de l'uranium appauvri ou d'un produit fissile spécial et équipements, autres que les appareils d'analyse, spécialement conçus ou préparés à cette fin (voir annexe B, section 5);
- 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 (voir annexe B, section 6);
- 2.7. Usines de conversion de l'uranium et du plutonium pour la fabrication d'éléments combustibles et de séparation des isotopes de l'uranium, telles que définies dans les sections 4 et 5 respectivement, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin (voir annexe B, section 7).

## ANNEXE B

**PRÉCISIONS CONCERNANT DES ARTICLES ÉNUMÉRÉS DANS LA LISTE DE BASE****(conformément à la section 2 de la partie MATIÈRES ET ÉQUIPEMENTS de l'annexe A)****1. Réacteurs nucléaires et équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour ces réacteurs**

## NOTE D'INTRODUCTION

Les divers types de réacteurs nucléaires peuvent être caractérisés par le modérateur utilisé (graphite, eau lourde, eau ordinaire ou aucun), le spectre des neutrons qu'ils contiennent (thermiques, rapides), le type de fluide de refroidissement utilisé (eau, métal liquide, sel fondu, gaz) ou leur fonction ou type (réacteurs de puissance, réacteurs de recherche, réacteurs d'essai). Le but est que tous ces types de réacteurs nucléaires rentrent dans la catégorie de la présente entrée et de toutes ses sous-entrées selon que de besoin. La présente entrée ne s'applique pas aux réacteurs à fusion.

**1.1. Réacteurs nucléaires complets**

Réacteurs nucléaires pouvant fonctionner de manière à maintenir une réaction de fission en chaîne auto-entretenu contrôlée.

## 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, le matériel pour le réglage de la puissance dans le cœur, et les composants qui renferment normalement le fluide de refroidissement primaire du cœur du réacteur, entrent en contact direct avec ce fluide ou permettent son réglage.

## EXPORTATIONS

L'exportation du jeu complet d'articles importants ainsi délimité n'aura lieu que conformément aux procédures énoncées dans les directives. Les divers articles de cet ensemble fonctionnellement délimité, qui ne seront exportés que conformément aux procédures énoncées dans les directives, sont énumérés sous 1.2. à 1.11. Le gouvernement se réserve le droit d'appliquer les procédures énoncées dans les directives à d'autres articles dudit ensemble fonctionnellement délimité.

**1.2. Cuves pour réacteurs nucléaires**

Cuves métalliques, ou éléments préfabriqués importants de telles cuves, qui sont spécialement conçues ou préparées pour contenir le cœur d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus, ainsi que les internes de réacteur au sens donné à cette expression sous 1.8. ci-dessous.

## NOTE EXPLICATIVE

Le point 1.2. couvre les cuves pour réacteurs quelle que soit leur pression nominale et inclut les cuves sous pression et les calandres. La plaque de couverture de la cuve de réacteur tombe sous 1.2. en tant qu'élément préfabriqué important d'une telle cuve.

**1.3. 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 donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus.

## NOTE EXPLICATIVE

Ces équipements peuvent être utilisés en marche 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.

1.4. **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 donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus, et structures de support ou de suspension, mécanismes d'entraînement ou tubes de guidage des barres de commande.

1.5. **Tubes de force pour réacteurs**

Tubes spécialement conçus ou préparés pour contenir à la fois les éléments combustibles et le fluide de refroidissement primaire d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus.

## NOTE EXPLICATIVE

Les tubes de force sont des parties des canaux de combustible conçues pour fonctionner à pression élevée, parfois au-delà de 5 MPa.

1.6. **Gaines de combustible nucléaire**

Tubes en zirconium métallique ou en alliages à base de zirconium (ou assemblages de tubes) spécialement conçus ou préparés pour être utilisés pour le gainage du combustible d'un réacteur nucléaire, au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus, et en quantité supérieure à 10 kg.

N.B.: Pour les tubes de force en zirconium, voir 1.5. Pour les tubes de calandre, voir 1.8.

## NOTE EXPLICATIVE

Dans les tubes en zirconium métallique ou en alliages à base de zirconium destinés à être utilisés dans un réacteur nucléaire, le rapport hafnium/zirconium est généralement inférieur à 1/500 parties en poids.

1.7. **Pompes ou soufflantes du circuit de refroidissement primaire**

Pompes ou soufflantes spécialement conçues ou préparées pour faire circuler le fluide de refroidissement primaire pour réacteurs nucléaires au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus.

## NOTE EXPLICATIVE

Les pompes ou soufflantes spécialement conçues ou préparées comprennent les pompes pour réacteurs refroidis par eau, les soufflantes pour réacteurs refroidis par gaz, et les pompes électromagnétiques et mécaniques pour réacteurs refroidis par métal liquide. Ces équipements 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 conformes à la sous-section NB (composants de la classe 1), division I, section III du Code de la Société américaine des ingénieurs mécaniciens (ASME) ou à des normes équivalentes.

1.8. **Internes de réacteur nucléaire**

«Internes de réacteur nucléaire» spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus. Ils incluent, par exemple, les colonnes de support du cœur, les canaux de combustible, les tubes de calandre, les écrans thermiques, les déflecteurs, les plaques à grille du cœur et les plaques de répartition.

## NOTE EXPLICATIVE

Les «internes de réacteur nucléaire» sont des structures importantes placées à l'intérieur d'une cuve de réacteur qui remplissent une ou plusieurs fonctions, par exemple le support du cœur, 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 de l'instrumentation se trouvant dans le cœur.

1.9. **Échangeurs de chaleur**

- a) Générateurs de vapeur spécialement conçus ou préparés pour le circuit de refroidissement primaire ou intermédiaire d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus.
- b) Autres échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans le circuit de refroidissement primaire d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus.

## NOTE EXPLICATIVE

Les générateurs de vapeur sont spécialement conçus ou préparés pour transférer la chaleur produite dans le réacteur à l'eau d'alimentation en vue de la production de vapeur. Dans le cas d'un réacteur à neutrons rapides dans lequel se trouve aussi un circuit intermédiaire de refroidissement, le générateur de vapeur est dans le circuit intermédiaire.

Dans un réacteur refroidi par gaz, un échangeur de chaleur peut être utilisé pour transférer la chaleur vers un circuit secondaire à gaz entraînant une turbine à gaz.

Pour ces articles, les contrôles ne s'appliquent pas aux échangeurs de chaleur des systèmes de support du réacteur tels que le circuit de refroidissement d'urgence ou le circuit d'évacuation de la chaleur résiduelle.

1.10. **Détecteurs de neutrons**

Détecteurs de neutrons spécialement conçus ou préparés pour évaluer les flux de neutrons dans le cœur d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus.

## NOTE EXPLICATIVE

Cette expression désigne les détecteurs se trouvant dans le cœur et hors du cœur qui servent à mesurer les flux dans une large gamme, allant habituellement de  $10^4$  neutrons par  $\text{cm}^2$  par seconde à  $10^{10}$  neutrons par  $\text{cm}^2$  par seconde, ou plus. Par «hors du cœur», on entend les instruments qui se trouvent en dehors du cœur du réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus, mais à l'intérieur de la protection biologique.

1.11. **Écrans thermiques externes**

«Écrans thermiques externes» spécialement conçus ou préparés en vue d'être utilisés dans un réacteur nucléaire, au sens donné à cette expression sous 1.1., pour réduire la perte de chaleur ainsi que pour protéger la cuve de confinement.

## NOTE EXPLICATIVE

Les «écrans thermiques externes» sont des structures importantes placées sur la cuve de réacteur qui réduisent la perte de chaleur du réacteur et la température à l'intérieur de la cuve de confinement.

2. **Matières non nucléaires pour réacteurs**2.1. **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 donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus, et fournis en quantités dépassant 200 kg d'atomes de deutérium pendant une période de 12 mois, quel que soit le pays destinataire.

## 2.2. Graphite de pureté nucléaire

Graphite d'une pureté supérieure à cinq parties par million d'équivalent en bore et d'une densité de plus de 1,50 g/cm<sup>3</sup>, qui est destiné à être utilisé dans un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1. ci-dessus, en quantité supérieure à 1 kilogramme.

### NOTE EXPLICATIVE

Aux fins du contrôle des exportations, le gouvernement déterminera si les exportations de graphite répondant aux spécifications ci-dessus sont destinées ou non à être utilisées dans un réacteur nucléaire.

L'équivalent en bore (EB) peut être déterminé expérimentalement ou calculé en tant que somme de EB<sub>Z</sub> pour les impuretés (à l'exclusion d'EB<sub>carbone</sub>, étant donné que le carbone n'est pas considéré comme une impureté) y compris le bore, où:

$EB_Z$  (ppm) = FC × concentration de l'élément Z (en ppm);

FC est le facteur de conversion:  $(\sigma_Z \times A_B)$  divisé par  $(\sigma_B \times A_Z)$ ;

$\sigma_B$  et  $\sigma_Z$  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. Usines de retraitement d'éléments combustibles irradiés et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin

### NOTE D'INTRODUCTION

Le retraitement du combustible nucléaire irradié sépare le plutonium et l'uranium des produits de fission et d'autres éléments transuraniens de haute activité. Différents procédés techniques peuvent réaliser cette séparation. Mais, avec les années, le procédé Purex est devenu le plus couramment utilisé et accepté. Il comporte la dissolution du combustible nucléaire irradié dans l'acide nitrique, suivie d'une séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, que l'on extrait par solvant en utilisant le phosphate tributylrique mélangé à un diluant organique.

D'une usine Purex à l'autre, les opérations du processus sont similaires: dégainage des éléments combustibles irradiés, dissolution du combustible, extraction par solvant et stockage des solutions obtenues. Il peut y avoir aussi des équipements pour la dénitrification thermique du nitrate d'uranium, la conversion du nitrate de plutonium en oxyde ou en métal, et le traitement des solutions de produits de fission qu'il s'agit de convertir en une forme se prêtant au stockage de longue durée ou au stockage définitif. Toutefois, la configuration et le type particuliers des équipements qui accomplissent ces opérations peuvent différer selon les installations Purex pour diverses raisons, notamment selon le type et la quantité de combustible nucléaire irradié à retraiter et l'usage prévu des matières récupérées, et selon les principes de sûreté et d'entretien qui ont été retenus dans la conception de l'installation.

L'expression «usine de retraitement d'éléments combustibles irradiés» englobe les équipements et composants qui entrent normalement en contact direct avec le combustible irradié ou servent à contrôler directement ce combustible et les principaux flux de matières nucléaires et de produits de fission pendant le traitement.

Ces procédés, y compris les systèmes complets pour la conversion du plutonium et la production de plutonium métal, peuvent être identifiés par les mesures prises pour éviter la criticité (par exemple par la géométrie), les radioexpositions (par exemple par blindage) et les risques de toxicité (par exemple par confinement).

### EXPORTATIONS

L'exportation du jeu complet d'articles importants ainsi délimité n'aura lieu que conformément aux procédures énoncées dans les directives.

Le gouvernement se réserve le droit d'appliquer les procédures énoncées dans les directives à d'autres articles de l'ensemble fonctionnellement délimité suivant la liste ci-après.

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:

**3.1. Machines à dégainer les éléments combustibles irradiés**

Machines télécommandées spécialement conçues ou préparées pour être utilisées dans une usine de retraitement au sens donné à ce terme ci-dessus, et destinées à désassembler, découper ou cisailer des assemblages, faisceaux ou barres de combustible nucléaire irradiés.

**NOTE EXPLICATIVE**

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

**3.2. Dissolveurs**

Récipients «géométriquement sûrs» (de petit diamètre, annulaires ou plats) spécialement conçus ou préparés en vue d'être utilisés dans une usine de retraitement, au sens donné à ce terme ci-dessus, pour dissoudre du combustible nucléaire irradié, capables de résister à des liquides fortement corrosifs chauds et dont le chargement et l'entretien peuvent être télécommandés.

**NOTE EXPLICATIVE**

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

**3.3. Extracteurs et équipements d'extraction par solvant**

Extracteurs, tels que colonnes pulsées ou garnies, mélangeurs-décanteurs et extracteurs centrifuges, spécialement conçus ou préparés pour être utilisés dans une usine de retraitement de combustible irradié. Les extracteurs doivent pouvoir résister à l'action corrosive de l'acide nitrique. Les extracteurs sont normalement fabriqués, selon des exigences très strictes (notamment techniques spéciales de soudage, d'inspection et d'assurance et contrôle de la qualité), en acier inoxydable à bas carbone, titane, zirconium ou autres matériaux à haute résistance.

**NOTE EXPLICATIVE**

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.

**3.4. Récipients de collecte ou de stockage des solutions**

Récipients de collecte ou de stockage spécialement conçus ou préparés pour être utilisés dans une usine de retraitement de combustible irradié. Les récipients de collecte ou de stockage doivent pouvoir résister à l'action corrosive de l'acide nitrique. Les récipients de collecte ou de stockage sont normalement fabriqués à l'aide de matériaux tels qu'acier inoxydable à bas carbone, titane ou zirconium ou autres matériaux à haute résistance. Les récipients de collecte ou de stockage peuvent être conçus pour la conduite et l'entretien télécommandés et peuvent avoir, pour prévenir le risque de criticité, les caractéristiques suivantes:

- 1) parois ou structures internes avec un équivalent en bore d'au moins deux pour cent; ou
- 2) un diamètre maximum de 175 mm (7 pouces) pour les récipients cylindriques; ou
- 3) une largeur maximum de 75 mm (3 pouces) pour les récipients plats ou annulaires.

#### NOTE EXPLICATIVE

Une fois franchie l'étape de l'extraction par solvant, on obtient trois flux principaux. Dans la suite du traitement, des récipients de collecte ou de stockage sont utilisés comme suit:

- a) la solution de nitrate d'uranium est concentrée par évaporation et le nitrate est converti en oxyde. Cet oxyde est réutilisé dans le cycle du combustible nucléaire;
- b) la solution de produits de fission de très haute activité est normalement concentrée par évaporation et stockée sous forme de concentrat liquide. Ce concentrat peut ensuite être évaporé et converti en une forme se prêtant au stockage temporaire ou définitif;
- c) la solution de nitrate de plutonium est concentrée et stockée avant de passer aux stades ultérieurs du traitement. En particulier, les récipients de collecte ou de stockage des solutions de plutonium sont conçus pour éviter tout risque de criticité résultant des variations de concentration et de forme du flux en question.

### 3.5. **Systèmes de mesure neutronique pour le contrôle de processus**

Systèmes de mesure neutronique spécialement conçus ou préparés pour l'intégration et l'utilisation de systèmes automatisés de contrôle de processus dans une usine de retraitement d'éléments combustible irradiés.

#### NOTE EXPLICATIVE

Ces systèmes supposent une capacité de mesure et de discrimination actives et passives des neutrons afin de déterminer la quantité de matières fissiles et leur composition. Le système complet se compose d'un générateur de neutrons, d'un détecteur de neutrons, d'amplificateurs et d'équipement électronique de traitement des signaux.

Cette entrée exclut les instruments de détection et de mesure neutroniques conçus pour la comptabilité et le contrôle des matières nucléaires ou toute autre application non liée à l'intégration et à l'utilisation de systèmes automatisés de contrôle de processus dans une usine de retraitement d'éléments combustibles irradiés.

### 4. **Usines de fabrication d'éléments combustibles pour réacteurs nucléaires, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin**

#### NOTE D'INTRODUCTION

Les éléments combustibles sont fabriqués à partir d'une ou de plusieurs des matières brutes ou d'un ou de plusieurs des produits fissiles spéciaux mentionnés à la partie MATIÈRES ET ÉQUIPEMENTS de la présente annexe. Pour les combustibles à oxydes, c'est-à-dire les plus communs, des équipements de compactage des pastilles, de frittage, de broyage et de granulométrie seront présents. Les combustibles à mélange d'oxydes sont manipulés dans des boîtes à gants (ou des enceintes équivalentes) jusqu'à ce qu'ils soient scellés dans le gainage. Dans tous les cas, le combustible est enfermé hermétiquement à l'intérieur d'un gainage approprié, lequel est conçu comme la première enveloppe entourant le combustible en vue de performances et d'une sûreté appropriées pendant le fonctionnement du réacteur. Par ailleurs, dans tous les cas, un contrôle précis des processus, des procédures et des équipements, fait suivant des normes extrêmement rigoureuses, est nécessaire pour obtenir un comportement prévisible et sûr du combustible.

## NOTE EXPLICATIVE

Les équipements désignés par le membre de phrase «et équipements spécialement conçus ou préparés» pour la fabrication d'éléments combustibles comprennent ceux qui:

- a) normalement se trouvent en contact direct avec le flux des matières nucléaires produites, ou bien traitent ou contrôlent directement ce flux;
- b) scellent les matières nucléaires à l'intérieur du gainage;
- c) vérifient l'intégrité du gainage ou l'étanchéité;
- d) vérifient le traitement de finition du combustible scellé; ou
- e) sont utilisés pour l'assemblage des éléments combustibles pour réacteurs.

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 combustibles;
- 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) combustibles;
- 4) des systèmes spécialement conçus ou préparés pour fabriquer des gaines de combustible nucléaire.

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 combustibles sont correctement positionnées à l'intérieur.

5. **Usines de séparation des isotopes de l'uranium naturel, de l'uranium appauvri ou d'un produit fissile spécial et équipements, autres que les appareils d'analyse, spécialement conçus ou préparés à cette fin**

## NOTE D'INTRODUCTION

Les usines, les équipements et la technologie de séparation des isotopes de l'uranium présentent, dans de nombreux cas, une analogie étroite avec les usines, les équipements et la technologie de séparation des isotopes et d'«autres éléments». Dans certains cas, les contrôles visés à la section 5 s'appliquent aussi aux usines et aux équipements prévus pour la séparation des isotopes d'«autres éléments». Ces contrôles des usines et des équipements de séparation des isotopes d'«autres éléments» sont complémentaires aux contrôles des usines et des équipements spécialement conçus ou préparés pour le traitement, l'utilisation ou la production des produits fissiles spéciaux visés dans la liste de base. Ces contrôles complémentaires des utilisations mettant en jeu d'«autres éléments» (section 5) ne s'appliquent pas au procédé de séparation électromagnétique, lequel est traité dans la partie 2 des directives.

Les procédés pour lesquels les contrôles visés à la section 5 s'appliquent au même degré, que l'utilisation envisagée soit la séparation des isotopes de l'uranium ou la séparation des isotopes d'«autres éléments», sont: l'ultracentrifugation, la diffusion gazeuse, le procédé de séparation dans un plasma et les procédés aérodynamiques.

Avec certains procédés, l'analogie indiquée ci-dessus pour la séparation des isotopes de l'uranium dépend de l'élément qui est séparé. Ces procédés sont: les procédés par laser (par exemple la séparation des isotopes par irradiation au laser de molécules et la séparation des isotopes par laser sur vapeur atomique), l'échange chimique et l'échange d'ions. Les fournisseurs doivent par conséquent évaluer ces procédés sur la base du cas par cas et appliquer dès lors les contrôles visés à la section 5 pour des utilisations mettant en jeu d'«autres éléments».

Articles considérés comme tombant dans la catégorie visée par le membre de phrase «et matériel, autre que les appareils d'analyse, spécialement conçu ou préparé» pour la séparation des isotopes de l'uranium:

5.1. **Centrifugeuses à gaz et assemblages et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les centrifugeuses à gaz**

NOTE D'INTRODUCTION

Ordinairement, la centrifugeuse se compose d'un ou de plusieurs cylindres à paroi mince, d'un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm, placés dans une enceinte à vide et tournant à grande vitesse périphérique de l'ordre de 300 m/s ou plus autour d'un axe vertical. Pour atteindre une grande vitesse, les matériaux constitutifs des composants tournants doivent avoir un rapport résistance/densité élevé et l'assemblage rotor, et donc ses composants, doivent être usinés avec des tolérances très serrées pour minimiser les écarts par rapport à l'axe. À la différence d'autres centrifugeuses, la centrifugeuse à gaz utilisée pour l'enrichissement de l'uranium se caractérise par la présence dans le bol d'une ou de plusieurs chicanes tournantes en forme de disque, d'un ensemble de tubes fixe servant à introduire et à prélever l' $UF_6$  gazeux et d'au moins trois canaux séparés, dont deux sont connectés à des écopés 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.

5.1.1. **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 de la présente section. Lorsqu'ils sont réunis, les cylindres sont joints les uns aux autres par les soufflets ou anneaux flexibles décrits sous 5.1.1 c) ci-après. Le rotor est équipé d'une ou de plusieurs chicanes internes et de bouchons d'extrémité, comme indiqué sous 5.1.1 d) et e) ci-après, s'il est prêt à l'emploi. Toutefois, l'assemblage complet ne peut être livré que partiellement monté.

b) Bols:

cylindres à paroi mince d'une épaisseur de 12 mm ou moins, spécialement conçus ou préparés, ayant un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm et fabriqués dans un ou plusieurs des matériaux à rapport résistance/densité élevé décrits dans la NOTE EXPLICATIVE de la présente section.

c) Anneaux ou soufflets:

composants spécialement conçus ou préparés pour fournir un support local au bol ou pour joindre ensemble plusieurs cylindres constituant le bol. Le soufflet est un cylindre court ayant une paroi de 3 mm ou moins d'épaisseur, un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm et une spire, et fabriqué dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance/densité élevé décrit dans la NOTE EXPLICATIVE de la présente section.

d) Déflecteurs:

composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm spécialement conçus ou préparés pour être montés à l'intérieur du bol de la centrifugeuse afin d'isoler la chambre de prélèvement de la chambre de séparation principale et, dans certains cas, de

faciliter la circulation de l' $\text{UF}_6$  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 la présente section.

e) Bouchons d'extrémité supérieurs et inférieurs:

composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm et 650 mm spécialement conçus ou préparés pour s'adapter aux extrémités du bol et maintenir ainsi l' $\text{UF}_6$  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 la présente section.

NOTE EXPLICATIVE

Les matériaux utilisés pour les composants tournants des centrifugeuses comprennent les suivants:

- a) les aciers martensitiques vieillissables ayant une charge limite de rupture égale ou supérieure à 1,95 GPa;
- b) les alliages d'aluminium ayant une charge limite de rupture égale ou supérieure à 0,46.GPa;
- c) des matériaux filamenteux pouvant être utilisés dans des structures composites et ayant un module spécifique égal ou supérieur à  $3,18 \times 10^6$  m, et une charge limite de rupture spécifique égale ou supérieure à  $7,62 \times 10^4$  m (le «module spécifique» est le module de Young exprimé en  $\text{N/m}^2$  divisé par le poids volumique exprimé en  $\text{N/m}^3$ ; la «charge limite de rupture spécifique» est la charge limite de rupture exprimée en  $\text{N/m}^2$  divisée par le poids volumique exprimé en  $\text{N/m}^3$ ).

5.1.2. Composants fixes

a) Paliers de suspension magnétique:

1. assemblages de support spécialement conçus ou préparés comprenant un aimant annulaire suspendu dans un carter contenant un milieu amortisseur. Le carter est fabriqué dans un matériau résistant à l' $\text{UF}_6$  (voir la NOTE EXPLICATIVE de la section 5.2.). L'aimant est couplé à une pièce polaire ou à un deuxième aimant fixé sur le bouchon d'extrémité supérieur décrit sous 5.1.1. e). L'aimant annulaire peut avoir un rapport entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur inférieur ou égal à 1,6:1. L'aimant peut avoir une perméabilité initiale égale ou supérieure à 0,15 H/m, ou une rémanence égale ou supérieure à 98,5 % ou une densité d'énergie électromagnétique supérieure à 80  $\text{kJ/m}^3$ . Outre les propriétés habituelles du matériau, une condition essentielle est que la déviation des axes magnétiques par rapport aux axes géométriques soit limitée par des tolérances très serrées (inférieures à 0,1 mm) ou que l'homogénéité du matériau de l'aimant soit spécialement imposée.
2. paliers magnétiques actifs spécialement conçus ou préparés pour utilisation avec des centrifugeuses à gaz.

NOTE EXPLICATIVE

Ces paliers ont les caractéristiques suivantes:

- ils sont conçus pour maintenir centré un rotor tournant à 600 Hz ou plus; et
- ils sont associés à un système d'alimentation électrique fiable et/ou sans coupure pour pouvoir fonctionner pendant plus d'une heure.

b) Paliers de butée/amortisseurs:

paliers spécialement conçus ou préparés comprenant un assemblage pivot/coupelle monté sur un amortisseur. Le pivot se compose habituellement d'un arbre en acier trempé comportant un hémisphère

à une extrémité et un dispositif de fixation au bouchon inférieur décrit sous 5.1.1. e) à l'autre extrémité. Toutefois, l'arbre peut être équipé d'un palier hydrodynamique. La coupelle a la forme d'une pastille avec indentation hémisphérique sur une surface. Ces composants sont souvent fournis indépendamment de l'amortisseur.

c) Pompes moléculaires:

cylindres spécialement conçus ou préparés qui comportent sur leur face interne des rayures hélicoïdales obtenues par usinage ou extrusion et dont les orifices sont alésés. Leurs dimensions habituelles sont les suivantes:

diamètre interne compris entre 75 mm et 650 mm, épaisseur de paroi égale ou supérieure à 10 mm et longueur égale ou supérieure au diamètre. Habituellement, les rayures ont une section rectangulaire et une profondeur égale ou supérieure à 2 mm.

d) Stators de moteur:

stators annulaires spécialement conçus ou préparés pour des moteurs grande vitesse à hystérésis (ou à réluctance) alimentés en courant alternatif multiphasé pour fonctionnement synchrone dans le vide avec une fréquence de 600 Hz ou plus et une puissance de 40 VA ou plus. Les stators peuvent être constitués par des enroulements multiphasés sur des noyaux de fer doux feuilletés comprenant des couches minces d'épaisseur habituellement inférieure ou égale à 2 mm.

e) Enceintes de centrifugeuse:

composants spécialement conçus ou préparés pour contenir l'assemblage rotor d'une centrifugeuse. L'enceinte est constituée d'un cylindre rigide possédant une paroi de 30 mm d'épaisseur au plus, ayant subi un usinage de précision aux extrémités en vue de recevoir les paliers et qui est muni d'une ou plusieurs brides pour le montage. Les extrémités usinées sont parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe longitudinal du cylindre avec une déviation au plus égale à 0,05 degré. L'enceinte peut également être formée d'une structure de type alvéolaire permettant de loger plusieurs assemblages de rotors.

f) Écopes:

tubes spécialement conçus ou préparés pour extraire l' $UF_6$  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.

5.2. **Systèmes, équipements et composants auxiliaires spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par centrifugation gazeuse**

NOTE D'INTRODUCTION

Les systèmes, matériel et composants auxiliaires d'une usine d'enrichissement par centrifugation gazeuse sont les systèmes nécessaires pour introduire l' $UF_6$  dans les centrifugeuses, pour relier les centrifugeuses les unes aux autres en cascades pour 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 le matériel 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<sub>6</sub> 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. Le matériel, composants et tuyauteries sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

NOTE EXPLICATIVE

Certains des articles énumérés ci-dessous, soit sont en contact direct avec l'UF<sub>6</sub> 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<sub>6</sub> comprennent le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel ou les alliages contenant 60 % ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

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

Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF<sub>6</sub> et comprenant:

- a) des autoclaves, fours ou systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF<sub>6</sub> dans le processus d'enrichissement;
- b) des pièges à froid ou des pompes utilisés pour retirer l'UF<sub>6</sub> du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
- c) des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour retirer l'UF<sub>6</sub> du processus d'enrichissement par compression et passage de l'UF<sub>6</sub> à l'état liquide ou solide;
- d) des stations «produit» ou «résidus» pour le transfert de l'UF<sub>6</sub> dans des conteneurs.

5.2.2. **Collecteurs/tuyauteries**

Tuyauteries et collecteurs spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l'UF<sub>6</sub> 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<sub>6</sub> ou protégé par ces matériaux (voir la NOTE EXPLICATIVE de la présente section) et est fabriqué suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

5.2.3. **Vannes spéciales d'arrêt et de réglage**

- a) Valves d'arrêt spécialement conçues ou préparées pour agir sur les flux d'UF<sub>6</sub> gazeux du gaz d'entrée, du produit ou des résidus de chaque centrifugeuse à gaz.
- b) Valves à obturateur à soufflet, manuelles ou automatiques, d'arrêt ou de réglage, constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l'UF<sub>6</sub> et ayant un diamètre intérieur compris entre 10 et 160 mm, spécialement conçues ou préparées pour utilisation dans des systèmes principaux ou auxiliaires d'usines d'enrichissement par centrifugation gazeuse.

NOTE EXPLICATIVE

Les vannes classiques spécialement conçues ou préparées comprennent les valves à obturateur à soufflet, les vannes à fermeture rapide, les valves à action rapide et d'autres types de vannes.

5.2.4. **Spectromètres de masse pour UF<sub>6</sub>/sources d'ions**

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d'UF<sub>6</sub> gazeux des échantillons et ayant toutes les caractéristiques suivantes:

- 1. capables de mesurer des ions d'unités de masse atomique égales ou supérieures à 320 uma avec une résolution meilleure que 1 partie par 320;
- 2. sources d'ions constituées ou revêtues de nickel, d'alliages de nickel contenant 60 % ou plus de nickel en poids, ou d'alliages nickel-chrome;

3. sources d'ionisation par bombardement d'électrons;
4. présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.

#### 5.2.5. **Convertisseurs de fréquence**

Convertisseurs de fréquence (également connus sous le nom de convertisseurs ou d'inverseurs) spécialement conçus ou préparés pour l'alimentation des stators de moteurs décrits sous 5.1.2. d), ou parties, composants et sous-assemblages de convertisseurs de fréquence, ayant toutes les caractéristiques suivantes:

1. fréquence de sortie multiphasée de 600 Hz ou plus; et
2. stabilité élevée (avec un contrôle de la fréquence supérieur à 0,2 %).

#### 5.3. **Assemblages et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans l'enrichissement par diffusion gazeuse**

##### NOTE D'INTRODUCTION

Dans la méthode de séparation des isotopes de l'uranium par diffusion gazeuse, le principal assemblage du procédé est constitué par une barrière poreuse spéciale de diffusion gazeuse, un échangeur de chaleur pour refroidir le gaz (qui est échauffé par la compression), des vannes d'étanchéité et des vannes de réglage ainsi que des tuyauteries. Étant donné que le procédé de la diffusion gazeuse fait appel à l'hexafluorure d'uranium ( $UF_6$ ), toutes les surfaces des équipements, tuyauteries et instruments (qui sont en contact avec le gaz) doivent être constituées de matériaux qui restent stables en présence d' $UF_6$ . Une installation de diffusion gazeuse nécessite un grand nombre d'assemblages de ce type, de sorte que la quantité peut être une indication importante de l'utilisation finale.

##### 5.3.1. **Barrières de diffusion gazeuse et matériaux faisant barrière**

- a) Filtres minces et poreux spécialement conçus ou préparés, qui ont des pores d'un diamètre de 10 à 100 nm, une épaisseur égale ou inférieure à 5 mm et, dans le cas des formes tubulaires, un diamètre égal ou inférieur à 25 mm et sont constitués de matériaux métalliques, polymères ou céramiques résistant à la corrosion par l' $UF_6$  (voir NOTE EXPLICATIVE de la section 5.4.), 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 résistants à l' $UF_6$  ayant une pureté égale ou supérieure à 99,9 % en poids, une taille des grains inférieure à 10  $\mu m$  et une grande uniformité de cette taille, qui sont spécialement préparés pour la fabrication de barrières de diffusion gazeuse.

##### 5.3.2. **Diffuseurs**

Enceintes spécialement conçues ou préparées, hermétiquement scellées, prévues pour contenir la barrière de diffusion gazeuse, constituées ou revêtues de matériaux résistant à l' $UF_6$  (voir la NOTE EXPLICATIVE de la section 5.4.).

##### 5.3.3. **Compresseurs et soufflantes à gaz**

Compresseurs et soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés, ayant une capacité d'aspiration de 1 m<sup>3</sup> par minute ou plus d' $UF_6$  et une pression de sortie pouvant aller jusqu'à 500 kPa, conçus pour fonctionner longtemps en atmosphère d' $UF_6$ , et assemblages séparés de compresseurs et soufflantes à gaz de ce type. Ces compresseurs et soufflantes à gaz ont un rapport de compression de 10/1 ou moins et sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à l' $UF_6$  (voir la NOTE EXPLICATIVE de la section 5.4.).

##### 5.3.4. **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' $UF_6$ . Ces garnitures sont normalement conçues pour un taux de pénétration de gaz tampon inférieur à 1 000 cm<sup>3</sup> par minute.

### 5.3.5. **Échangeurs de chaleur pour le refroidissement de l'UF<sub>6</sub>**

Échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus de matériaux résistant à l'UF<sub>6</sub> (voir la NOTE EXPLICATIVE de la section 5.4.), et prévus pour un taux de variation de la pression due à une fuite qui est inférieur à 10 Pa par heure pour une différence de pression de 100 kPa.

### 5.4. **Systèmes, équipements et composants auxiliaires spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans l'enrichissement par diffusion gazeuse**

#### NOTE D'INTRODUCTION

Les systèmes, matériel et composants auxiliaires des usines d'enrichissement par diffusion gazeuse sont les systèmes nécessaires pour introduire l'UF<sub>6</sub> 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'UF<sub>6</sub> 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'UF<sub>6</sub> 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'UF<sub>6</sub> 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. Le matériel, composants et tuyauteries sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

#### NOTE EXPLICATIVE

Les articles énumérés ci-dessous, soit sont en contact direct avec l'UF<sub>6</sub> gazeux, soit contrôlent directement le flux de gaz dans la cascade. Les matériaux résistant à la corrosion par l'UF<sub>6</sub> comprennent le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel ou les alliages contenant 60 % ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

#### 5.4.1. **Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus**

Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF<sub>6</sub> et comprenant:

- a) des autoclaves, fours ou systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF<sub>6</sub> dans le processus d'enrichissement;
- b) des pièges à froid ou des pompes utilisés pour retirer l'UF<sub>6</sub> du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
- c) des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour retirer l'UF<sub>6</sub> du processus d'enrichissement par compression et passage de l'UF<sub>6</sub> à l'état liquide ou solide;

- d) des stations «produit» ou «résidus» pour le transfert de l' $\text{UF}_6$  dans des conteneurs.

#### 5.4.2. Collecteurs/tuyauteries

Tuyauteries et collecteurs spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l' $\text{UF}_6$  à l'intérieur des cascades de diffusion gazeuse.

##### NOTE EXPLICATIVE

La tuyauterie est normalement du type collecteur «double», chaque cellule étant connectée à chacun des collecteurs.

#### 5.4.3. Systèmes à vide

- a) Distributeurs à vide, collecteurs à vide et pompes à vide, spécialement conçus ou préparés, de capacité d'aspiration égale ou supérieure à  $5 \text{ m}^3/\text{min}$ .
- b) Pompes à vide spécialement conçues pour fonctionner en atmosphère d' $\text{UF}_6$ , et constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$  (voir la NOTE EXPLICATIVE de la présente section) Ces pompes peuvent être rotatives ou volumétriques, être à déplacement et dotées de joints en fluorocarbures et être pourvues de fluides de service spéciaux.

#### 5.4.4. Vannes spéciales d'arrêt et de réglage

Soufflets d'arrêt et de réglage, manuels ou automatiques, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$ , spécialement conçus ou préparés pour installation dans des systèmes principaux et auxiliaires d'usines d'enrichissement par diffusion gazeuse.

#### 5.4.5. Spectromètres de masse pour $\text{UF}_6$ /sources d'ions

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct des échantillons sur les flux d' $\text{UF}_6$  gazeux et ayant toutes les caractéristiques suivantes:

1. capables de mesurer des ions d'unités de masse atomique égales ou supérieures à 320 uma avec une résolution meilleure que 1 partie par 320;
2. sources d'ions constituées ou revêtues de nickel, d'alliages de nickel contenant 60 % ou plus de nickel en poids, ou d'alliages nickel-chrome;
3. sources d'ionisation par bombardement d'électrons;
4. présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.

#### 5.5. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par procédé aérodynamique

##### NOTE D'INTRODUCTION

Dans les procédés d'enrichissement aérodynamiques, un mélange d' $\text{UF}_6$  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' $\text{UF}_6$ , toutes les surfaces des équipements, tuyauteries et instruments (qui sont en contact avec le gaz) doivent être constituées ou revêtues de matériaux qui restent stables au contact de l' $\text{UF}_6$ .

## NOTE EXPLICATIVE

Les articles énumérés dans la présente section soit sont en contact direct avec l' $\text{UF}_6$  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' $\text{UF}_6$ . Aux fins de la section relative aux articles pour enrichissement par procédé aérodynamique, les matériaux résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$  comprennent le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel ou les alliages contenant 60 % ou plus de nickel en poids, et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

5.5.1. **Tuyères de séparation**

Tuyères de séparation et assemblages de tuyères de séparation spécialement conçus ou préparés. Les tuyères de séparation sont constituées de canaux incurvés à section à fente, de rayon de courbure inférieur à 1 mm, résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$ , à l'intérieur desquels un écorceur sépare en deux fractions le gaz circulant dans la tuyère.

5.5.2. **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' $\text{UF}_6$  et munis d'un ou plusieurs canaux d'admission tangentiels. Ils 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.

5.5.3. **Compresseurs et soufflantes à gaz**

Compresseurs ou soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par le mélange d' $\text{UF}_6$  et de gaz porteur (hydrogène ou hélium).

5.5.4. **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' $\text{UF}_6$  et de gaz porteur.

5.5.5. **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' $\text{UF}_6$ .

5.5.6. **Enceintes renfermant les éléments de séparation**

Enceintes spécialement conçues ou préparées, constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$ , destinées à recevoir les tubes vortex ou les tuyères de séparation.

5.5.7. **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' $\text{UF}_6$  et comprenant:

- a) des autoclaves, fours et systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l' $\text{UF}_6$  dans le processus d'enrichissement;
- b) des pièges à froid utilisés pour retirer l' $\text{UF}_6$  du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;

- c) des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour retirer l' $\text{UF}_6$  du processus d'enrichissement par compression et passage de l' $\text{UF}_6$  à l'état liquide ou solide;
- d) des stations «produit» ou «résidus» pour le transfert de l' $\text{UF}_6$  dans des conteneurs.

#### 5.5.8. Collecteurs/tuyauteries

Tuyauteries et collecteurs constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$ , spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l' $\text{UF}_6$  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

#### 5.5.9. Systèmes et pompes à vide

- a) Systèmes à vide spécialement conçus ou préparés comprenant des distributeurs à vide, des collecteurs à vide et des pompes à vide et conçus pour fonctionner en atmosphère d' $\text{UF}_6$ .
- b) Pompes à vide spécialement conçues ou préparées pour fonctionner en atmosphère d' $\text{UF}_6$ , et constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$ . Ces pompes peuvent être dotées de joints en fluorocarbures et pourvues de fluides de service spéciaux.

#### 5.5.10. Vannes spéciales d'arrêt et de réglage

Soufflets d'arrêt et de réglage, manuels ou automatiques, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' $\text{UF}_6$  et ayant un diamètre de 40 mm ou plus spécialement conçus ou préparés pour installation dans des systèmes principaux et auxiliaires d'usines d'enrichissement par procédé aérodynamique.

#### 5.5.11. Spectromètres de masse pour $\text{UF}_6$ /sources d'ions

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d' $\text{UF}_6$  gazeux des échantillons et ayant toutes les caractéristiques suivantes:

1. capables de mesurer des ions d'unités de masse atomique égales ou supérieures à 320 uma avec une résolution meilleure que 1 partie par 320;
2. sources d'ions constituées ou revêtues de nickel, d'alliages de nickel contenant 60 % ou plus de nickel en poids, ou d'alliages nickel-chrome;
3. sources d'ionisation par bombardement d'électrons;
4. présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.

#### 5.5.12. Systèmes de séparation de l' $\text{UF}_6$ et du gaz porteur

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour séparer l' $\text{UF}_6$  du gaz porteur (hydrogène ou hélium).

##### NOTE EXPLICATIVE

Ces systèmes sont conçus pour réduire la teneur en  $\text{UF}_6$  du gaz porteur à 1 ppm ou moins et peuvent comprendre les équipements suivants:

- a) échangeurs de chaleur cryogéniques et cryoséparateurs capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (– 120 °C);
- b) appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (– 120 °C);
- c) tuyères de séparation ou tubes vortex pour séparer l' $\text{UF}_6$  du gaz porteur;
- d) pièges à froid d' $\text{UF}_6$  capables d'éliminer celui-ci.

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

## NOTE D'INTRODUCTION

Les différences de masse minimes que présentent les isotopes de l'uranium entraînent de légères différences dans l'équilibre des réactions chimiques, phénomène qui peut être utilisé pour séparer les isotopes. Deux procédés ont été mis au point avec de bons résultats: l'échange chimique liquide-liquide et l'échange d'ions solide-liquide.

Dans le procédé d'échange chimique liquide-liquide, deux phases liquides non miscibles (aqueuse et organique) sont mises en contact par circulation à contrecourant 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 d'acide chlorhydrique concentré chaud, les équipements doivent être constitués ou revêtus de matériaux spéciaux résistant à la corrosion.

#### 5.6.1. Colonnes d'échange liquide-liquide (échange chimique)

Colonnes d'échange liquide-liquide à contre-courant avec apport d'énergie mécanique, spécialement conçues ou préparées pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange chimique. Afin de les rendre résistantes à la corrosion par les solutions concentrées d'acide hydrochlorhydrique, ces colonnes et leurs internes sont normalement constitués ou revêtus de matériaux plastiques appropriés (polymères d'hydrocarbures fluorés, par exemple) ou de verre. Les contacteurs centrifuges sont normalement conçus de telle manière que le temps de séjour correspondant à un étage soit de 30 secondes ou moins.

#### 5.6.2. 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 concentrées d'acide chlorhydrique, ces contacteurs sont normalement constitués ou revêtus de matériaux plastiques appropriés (polymères d'hydrocarbures fluorés, par exemple) ou de verre. Les contacteurs centrifuges sont normalement conçus de telle manière que le temps de séjour correspondant à un étage soit de 30 secondes ou moins.

#### 5.6.3. Systèmes et équipements de réduction de l'uranium (échange chimique)

- a) Cellules de réduction électrochimique spécialement conçues ou préparées pour ramener l'uranium d'un état de valence à un état inférieur en vue de son enrichissement 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 d'acide chlorhydrique concentré.

## NOTE EXPLICATIVE

Le compartiment cathodique de la cellule doit être conçu de manière à empêcher que l'uranium ne repasse à la valence supérieure par réoxydation. Afin de maintenir l'uranium dans le compartiment cathodique, la cellule peut être pourvue d'une membrane inattaquable constituée d'un matériau spécial échangeur de cations. La cathode est constituée d'un matériau conducteur solide approprié tel que le graphite.

- b) Systèmes situés à l'extrémité de la cascade où est récupéré le produit, spécialement conçus ou préparés pour prélever l' $U^{+4}$  sur le flux organique, ajuster la concentration en acide et alimenter les cellules de réduction électrochimique.

## NOTE EXPLICATIVE

Ces systèmes comprennent les équipements d'extraction par solvant permettant de prélever l' $U^{+4}$  sur le flux organique pour l'introduire dans la solution aqueuse, les équipements d'évaporation et/ou autres équipements permettant d'ajuster et de contrôler le pH de la solution, ainsi que les pompes ou autres dispositifs de transfert destinés à alimenter les cellules de réduction électrochimique. L'un des principaux soucis du concepteur est d'éviter la contamination du flux aqueux par certains ions métalliques. Par conséquent, les parties du système qui sont en contact avec le flux du procédé sont composées d'éléments constitués ou revêtus de matériaux appropriés (tels que le verre, les fluorocarbures polymères, le sulfate de polyphényle, le polyéther sulfone et le graphite imprégné de résine).

5.6.4. **Systèmes de préparation de l'alimentation (échange chimique)**

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour produire des solutions de chlorure d'uranium de grande pureté destinées à alimenter les usines de séparation des isotopes de l'uranium par échange chimique.

## NOTE EXPLICATIVE

Ces systèmes comprennent les équipements de purification par dissolution, extraction par solvant et/ou échange d'ions, ainsi que les cellules électrolytiques pour réduire l'uranium  $U^{+6}$  ou  $U^{+4}$  en  $U^{+3}$ . Ils produisent des solutions de chlorure d'uranium ne contenant que quelques parties par million d'impuretés métalliques telles que chrome, fer, vanadium, molybdène et autres cations de valence égale ou supérieure à 2. Les matériaux dont sont constituées ou revêtues les parties du système où est traité de l'uranium  $U^{+3}$  de grande pureté comprennent le verre, les polymères d'hydrocarbures fluorés, le sulfate de polyphényle ou le polyéther sulfone et le graphite imprégné de résine.

5.6.5. **Systèmes 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 les équipements suivants:

- a) appareils destinés à mettre en contact le chlore et l'oxygène avec l'effluent aqueux provenant de la section de séparation des isotopes et à prélever l' $U^{+4}$  qui en résulte pour l'introduire dans l'effluent organique appauvri provenant de l'extrémité de la cascade où est prélevé le produit;
- b) appareils qui séparent l'eau de l'acide chlorhydrique de façon à ce que l'eau et l'acide chlorhydrique concentré puissent être réintroduits dans le processus aux emplacements appropriés.

5.6.6. **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 d'acide chlorhydrique concentré et, du point de vue physique, être suffisamment solides pour ne pas se dégrader dans les colonnes d'échange. Ils sont spécialement conçus pour obtenir de très grandes vitesses d'échange des isotopes de l'uranium (temps de demi-réaction inférieur à 10 secondes) et sont efficaces à des températures comprises entre 373 K (100 °C) et 473 K (200 °C).

#### 5.6.7. Colonnes d'échange d'ions (échange d'ions)

Colonnes cylindriques de plus de 1 000 mm de diamètre contenant un garnissage de résine échangeuse d'ions/d'absorbant, spécialement conçues ou préparées pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions. Ces colonnes sont constituées ou revêtues de matériaux (tels que le titane ou les plastiques à base de fluorocarbures) résistants à la corrosion par des solutions d'acide chlorhydrique concentré, et peuvent fonctionner à des températures comprises entre 373 K (100 °C) et 473 K (200 °C) et à des pressions supérieures à 0,7 MPa.

#### 5.6.8. Systèmes de reflux (échange d'ions)

- a) Systèmes de réduction chimique ou électrochimique spécialement conçus ou préparés pour régénérer l'agent (les agents) de réduction chimique utilisé(s) dans les cascades d'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions.
- b) Systèmes d'oxydation chimique ou électrochimique spécialement conçus ou préparés pour régénérer l'agent (les agents) d'oxydation chimique utilisé(s) dans les cascades d'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions.

#### NOTE EXPLICATIVE

Dans le procédé d'enrichissement par échange d'ions, on peut par exemple utiliser comme cation réducteur le titane trivalent ( $Ti^{+3}$ ): le système de réduction régénérerait alors  $Ti^{+3}$  par réduction de  $Ti^{+4}$ .

De même, on peut par exemple utiliser comme oxydant le fer trivalent ( $Fe^{+3}$ ): le système d'oxydation régénérerait alors  $Fe^{+3}$  par oxydation de  $Fe^{+2}$ .

#### 5.7. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus et préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par laser

##### NOTE D'INTRODUCTION

Les systèmes actuellement employés dans les procédés d'enrichissement par laser peuvent être classés en deux catégories, selon le milieu auquel est appliqué le procédé: vapeur atomique d'uranium ou vapeur d'un composé de l'uranium, parfois mélangée à un ou plusieurs autres gaz. Ces procédés sont notamment connus sous les dénominations courantes suivantes:

- première catégorie — séparation des isotopes par laser sur vapeur atomique;
- deuxième catégorie — séparation moléculaire des isotopes par laser, y compris une réaction chimique par activation sélective des isotopes par laser.

Les systèmes, le matériel et les composants utilisés dans les usines d'enrichissement par laser comprennent: a) des dispositifs d'alimentation en vapeur d'uranium métal (en vue d'une photoionisation sélective) ou des dispositifs d'alimentation en vapeur d'un composé de l'uranium (en vue d'une photodissociation sélective ou d'une excitation/activation sélective); b) des dispositifs pour recueillir l'uranium métal enrichi («produit») et appauvri («résidus») dans les procédés de la première catégorie et des

dispositifs pour recueillir les composés enrichis et appauvris comme «produit» et «résidus» dans les procédés de la seconde catégorie; c) des systèmes laser de procédé pour exciter sélectivement la forme uranium 235; d) des équipements pour la préparation de l'alimentation et pour la conversion du produit. En raison de la complexité de la spectroscopie des atomes d'uranium et des composés de l'uranium, on peut devoir englober certaines des technologies laser et d'optique laser disponibles.

NOTE EXPLICATIVE

Un grand nombre des articles énumérés dans la présente section sont en contact direct soit avec l'uranium métal vaporisé ou liquide, soit avec un gaz de procédé consistant en  $UF_6$  ou en un mélange d' $UF_6$  et d'autres gaz. Toutes les surfaces qui sont en contact direct avec l'uranium ou l' $UF_6$  sont constituées entièrement ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion. Aux fins de la section relative aux articles pour enrichissement par laser, les matériaux résistant à la corrosion par l'uranium métal ou les alliages d'uranium vaporisés ou liquides sont le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium et le tantale; les matériaux résistant à la corrosion par l' $UF_6$  sont le cuivre, les alliages de cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, l'oxyde d'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel, les alliages contenant 60 % ou plus de nickel en poids et les polymères d'hydrocarbures fluorés.

5.7.1. **Systèmes de vaporisation de l'uranium (méthodes basées sur la vapeur atomique)**

Systèmes de vaporisation de l'uranium métal spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans l'enrichissement par laser.

NOTE EXPLICATIVE

Ces systèmes, qui pourraient contenir des canons à électrons, sont conçus pour fournir au niveau de la cible une puissance (1 kW ou plus) suffisante pour produire de la vapeur d'uranium métal à un rythme requis pour la fonction d'enrichissement par laser.

5.7.2. **Systèmes de manipulation de l'uranium métal liquide ou de la vapeur d'uranium métal (méthodes basées sur la vapeur atomique)**

Systèmes de manipulation spécialement conçus ou préparés pour l'uranium fondu, les alliages d'uranium fondu ou la vapeur d'uranium métal destinés à être utilisés dans l'enrichissement par laser, ou composants spécialement conçus ou préparés à cette fin.

NOTE EXPLICATIVE

Les systèmes de manipulation de l'uranium métal liquide pourraient comprendre des creusets et des équipements de refroidissement pour ceux-ci. Les creusets et autres parties de ces systèmes qui sont en contact avec l'uranium fondu, les alliages d'uranium fondu ou la vapeur d'uranium métal sont constitués ou revêtus de matériaux ayant une résistance appropriée à la corrosion et à la chaleur. Les matériaux appropriés peuvent comprendre le tantale, le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium, le graphite revêtu d'autres oxydes de terres rares (voir le document INFCIRC/254/Part 2, tel qu'amendé) ou des mélanges de ces substances.

5.7.3. **Assemblages collecteurs du «produit» et des «résidus» d'uranium métal (méthodes basées sur la vapeur atomique)**

Assemblages collecteurs du «produit» et des «résidus» spécialement conçus ou préparés pour 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.

**5.7.4. Enceintes de module séparateur (méthodes basées sur la vapeur atomique)**

Conteneurs de forme cylindrique ou rectangulaire spécialement conçus ou préparés pour loger la source de vapeur d'uranium métal, le canon à électrons et les collecteurs du «produit» et des «résidus».

NOTE EXPLICATIVE

Ces enceintes sont pourvues d'un grand nombre d'orifices pour les barreaux électriques et les traversants destinés à l'alimentation en eau, les fenêtres des faisceaux laser, les raccordements de pompes à vide et les appareils de diagnostic et de surveillance. Elles sont dotées de moyens d'ouverture et de fermeture qui permettent la remise en état des composants internes.

**5.7.5. Tuyères de détente supersonique (méthodes moléculaires)**

Tuyères de détente supersonique, résistant à la corrosion par l' $UF_6$ , spécialement conçues ou préparées pour refroidir les mélanges d' $UF_6$  et de gaz porteur jusqu'à 150 °K (– 123 °C) ou moins.

**5.7.6. Collecteurs du «produit» ou des «déchets» (méthodes moléculaires)**

Composants ou dispositifs spécialement conçus ou préparés pour recueillir le produit ou les résidus de l'uranium après illumination par laser.

NOTE EXPLICATIVE

Dans un exemple de séparation moléculaire des isotopes par laser, les collecteurs du produit servent à recueillir le pentafluorure d'uranium ( $UF_5$ ) enrichi, une matière solide. Ces collecteurs peuvent être à filtre, à impact ou à cyclone, ou en des combinaisons de ceux-ci et doivent être résistants à la corrosion en milieu  $UF_5/UF_6$ .

**5.7.7. Compresseurs d' $UF_6$ /gaz porteur (méthodes moléculaires)**

Compresseurs spécialement conçus ou préparés pour les mélanges d' $UF_6$  et de gaz porteur, prévus pour un fonctionnement de longue durée en atmosphère d' $UF_6$ . Les composants de ces compresseurs qui sont en contact avec le gaz de procédé sont constitués ou revêtus de matériaux résistants à la corrosion par l' $UF_6$ .

**5.7.8. Garnitures d'étanchéité d'arbres (méthodes moléculaires)**

Garnitures spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur au moteur d'entraînement en empêchant le gaz de procédé de s'échapper, ou l'air ou le gaz d'étanchéité de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur qui est rempli du mélange  $UF_6$ /gaz porteur.

**5.7.9. Systèmes de fluoration (méthodes moléculaires)**

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour fluorer l' $UF_5$  (solide) en  $UF_6$  (gazeux).

NOTE EXPLICATIVE

Ces systèmes sont conçus pour fluorer la poudre d' $UF_5$ , puis recueillir l' $UF_6$ , dans les conteneurs destinés au produit, ou le réintroduire comme produit d'alimentation 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' $UF_5$  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 un certain matériel pour le stockage et le transfert du fluor (ou d'autres agents de fluoration appropriés) et pour la collecte et le transfert de l' $UF_6$ .

**5.7.10. Spectromètres de masse pour UF<sub>6</sub>/sources d'ions (méthodes moléculaires)**

Spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct des échantillons sur les flux d'UF<sub>6</sub> gazeux et ayant toutes les caractéristiques suivantes:

1. capables de mesurer des ions d'unités de masse atomique égales ou supérieures à 320 uma avec une résolution meilleure que 1 partie par 320;
2. sources d'ions constituées ou revêtues de nickel, d'alliages de nickel-cuivre contenant 60 % ou plus de nickel en poids, ou d'alliages nickel-chrome;
3. sources d'ionisation par bombardement d'électrons;
4. présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.

**5.7.11. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus (méthodes moléculaires)**

Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF<sub>6</sub> et comprenant:

- a) des autoclaves, fours et systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF<sub>6</sub> dans le processus d'enrichissement;
- b) des pièges à froid utilisés pour retirer l'UF<sub>6</sub> du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
- c) des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour retirer l'UF<sub>6</sub> du processus d'enrichissement par compression et passage de l'UF<sub>6</sub> à l'état liquide ou solide;
- d) des stations «produit» ou «résidus» pour le transfert de l'UF<sub>6</sub> dans des conteneurs.

**5.7.12. Systèmes de l'UF<sub>6</sub> et du gaz porteur (méthodes moléculaires)**

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour séparer l'UF<sub>6</sub> du gaz porteur.

NOTE EXPLICATIVE

Ces systèmes peuvent comprendre les équipements suivants:

- a) échangeurs de chaleur cryogéniques ou cryoséparateurs capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (- 120 °C);
- b) appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à 153 K (- 120 °C);
- c) pièges à froid d'UF<sub>6</sub> capables d'éliminer celui-ci.

Ce gaz porteur peut être l'azote, l'argon ou un autre gaz.

**5.7.13. Systèmes laser**

Lasers ou systèmes laser spécialement conçus ou préparés pour la séparation des isotopes de l'uranium.

NOTE EXPLICATIVE

Les lasers et les composants de laser importants dans les procédés d'enrichissement par laser comprennent ceux qui sont énumérés dans le document INFCIRC/254/Part 2 (tel qu'amendé). Le système laser contient habituellement des composants optiques et électroniques pour la gestion du faisceau (des faisceaux) laser et la transmission vers la chambre de séparation isotopique. Les systèmes laser des méthodes basées sur la vapeur atomique sont habituellement des lasers à colorants organiques accordables pompés par un autre type de laser (laser à vapeur de cuivre ou certains lasers d'état solide, par exemple). Les systèmes laser des méthodes moléculaires peuvent être des lasers à CO<sub>2</sub> ou à excimères et des cellules optiques à multipassages. Dans les deux méthodes, il faut stabiliser la fréquence spectrale pour que les lasers ou les systèmes laser puissent fonctionner pendant de longues périodes.

**5.8. Systèmes, équipements et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par séparation dans un plasma**

## NOTE D'INTRODUCTION

Dans le procédé de séparation dans un plasma, un plasma d'ions d'uranium traverse un champ électrique accordé à la fréquence de résonance des ions  $^{235}\text{U}$ , de sorte que ces derniers absorbent de l'énergie de manière préférentielle et que le diamètre de leurs orbites hélicoïdales s'accroît. Les ions qui suivent un parcours de grand diamètre sont piégés et on obtient un produit enrichi en  $^{235}\text{U}$ . Le plasma, qui est créé en ionisant de la vapeur d'uranium, est contenu dans une enceinte à vide soumise à un champ magnétique de haute intensité produit par un aimant supraconducteur. Les principaux systèmes du procédé comprennent le système générateur du plasma d'uranium, le module séparateur et son aimant supraconducteur (voir le document INFCIRC/254/Part 2, tel qu'amendé) et les systèmes de prélèvement de l'uranium métal destinés à collecter le «produit» et les «résidus».

5.8.1. **Sources d'énergie hyperfréquence et antennes**

Sources d'énergie hyperfréquence et antennes spécialement conçues ou préparées pour produire ou accélérer des ions et ayant les caractéristiques suivantes: fréquence supérieure à 30 GHz et puissance de sortie moyenne supérieure à 50 kW pour la production d'ions.

5.8.2. **Bobines excitatrices d'ions**

Bobines excitatrices d'ions à haute fréquence spécialement conçues ou préparées pour des fréquences supérieures à 100 kHz et capables de supporter une puissance moyenne supérieure à 40 kW.

5.8.3. **Systèmes générateurs de plasma d'uranium**

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour produire du plasma d'uranium destiné à être utilisé dans les usines de séparation dans un plasma.

5.8.4. *[plus utilisés — depuis le 14 juin 2013]*5.8.5. **Assemblages collecteurs du «produit» et des «résidus» d'uranium métal**

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.

5.8.6. **Enceintes de module séparateur**

Conteneurs cylindriques spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement par séparation dans un plasma et destinés à loger la source de plasma d'uranium, la bobine excitatrice à haute fréquence et les collecteurs du «produit» et des «résidus».

## NOTE EXPLICATIVE

Ces enceintes sont pourvues d'un grand nombre d'orifices pour les barreaux électriques, les raccordements de pompes à diffusion et les appareils de diagnostic et de surveillance. Elles sont dotées de moyens d'ouverture et de fermeture qui permettent la remise en état des composants internes et sont constituées d'un matériau non magnétique approprié tel que l'acier inoxydable.

5.9. **Systèmes, équipements et composants spécialement conçus et préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par le procédé électromagnétique**

## NOTE D'INTRODUCTION

Dans le procédé électromagnétique, les ions d'uranium métal produits par ionisation d'un sel (en général  $\text{UCl}_4$ ) 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.

#### 5.9.1. Séparateurs isotopiques électromagnétiques

Séparateurs électromagnétiques spécialement conçus ou préparés pour la séparation des isotopes de l'uranium, et matériel et composants pour cette séparation, à savoir en particulier:

##### 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.

#### 5.9.2. Alimentations haute tension

Alimentations haute tension spécialement conçues ou préparées pour les sources d'ions et ayant toutes les caractéristiques suivantes: capables de fournir en permanence, pendant une période de 8 heures, une tension de sortie égale ou supérieure à 20 000 V avec une intensité de sortie égale ou supérieure à 1 A et une variation de tension inférieure à 0,01 %.

#### 5.9.3. Alimentations des aimants

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

#### 6. Usines de production ou de concentration d'eau lourde, de deutérium et de composés de deutérium, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin

##### NOTE D'INTRODUCTION

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

Le procédé GS repose sur l'échange d'hydrogène et de deutérium entre l'eau et le sulfure d'hydrogène dans une série de tours dont la section haute est froide et la section basse chaude. Dans les tours, l'eau s'écoule de haut en bas et le sulfure d'hydrogène gazeux circule de bas en haut.

Une série de plaques perforées sert à favoriser le mélange entre le gaz et l'eau. Le deutérium est transféré à l'eau aux basses températures et au sulfure d'hydrogène aux hautes températures. Le gaz ou l'eau, enrichi en deutérium, est retiré des tours du premier étage à la jonction entre les sections chaudes et froides, et le processus est répété dans les tours des étages suivants. Le produit obtenu au dernier étage, à savoir de l'eau enrichie jusqu'à 30 % en deutérium, est envoyé dans une unité de distillation pour produire de l'eau lourde de qualité réacteur, c'est-à-dire de l'oxyde de deutérium à 99,75 %.

Le procédé d'échange ammoniac-hydrogène permet d'extraire le deutérium d'un gaz de synthèse par contact avec de l'ammoniac liquide en présence d'un catalyseur. Le gaz de synthèse est introduit dans les tours d'échange, puis dans un convertisseur d'ammoniac. Dans les tours, le gaz circule de bas en haut et l'ammoniac liquide s'écoule de haut en bas. Le deutérium est enlevé de 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.

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:

#### 6.1. Tours d'échange eau-sulfure d'hydrogène

Tours d'échange ayant un diamètre de 1,5 m ou plus, pouvant fonctionner à des pressions supérieures ou égales à 2 MPa (300 psi), spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène.

#### 6.2. Soufflantes et compresseurs

Soufflantes ou compresseurs centrifuges à étage unique sous basse pression (c'est-à-dire 0,2 MPa ou 30 psi) pour la circulation de sulfure d'hydrogène (c'est-à-dire un gaz contenant plus de 70 % de H<sub>2</sub>S) 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 m<sup>3</sup>/s (120 000 SCFM) lorsqu'ils fonctionnent à des pressions d'aspiration supérieures ou égales à 1,8 MPa (260 psi), et sont équipés de joints conçus pour être utilisés en milieu humide en présence de H<sub>2</sub>S.

**6.3. Tours d'échange ammoniac-hydrogène**

Tours d'échange ammoniac-hydrogène d'une hauteur supérieure ou égale à 35 m (114,3 pieds) ayant un diamètre compris entre 1,5 m (4,9 pieds) et 2,5 m (8,2 pieds) et pouvant fonctionner à des pressions supérieures à 15 MPa (2 225 psi), 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.

**6.4. 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.

**6.5. Craqueurs d'ammoniac**

Craqueurs d'ammoniac ayant une pression de fonctionnement supérieure ou égale à 3 MPa (450 psi) spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

**6.6. 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 %.

**6.7. 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.

**6.8. Systèmes complets de concentration 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.

**6.9. Convertisseurs d'ammoniac ou unités à synthétiser l'ammoniac**

Convertisseurs d'ammoniac ou unités à synthétiser l'ammoniac spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

**NOTE EXPLICATIVE**

Ces convertisseurs ou unités utilisent du gaz de synthèse (azote et hydrogène) provenant d'une (ou de plusieurs) colonne(s) d'échange ammoniac-hydrogène à haute pression, et l'ammoniac synthétique est renvoyé à la (ou aux) colonne(s) d'échange.

7. **Usines de conversion de l'uranium et du plutonium pour la fabrication d'éléments combustibles et de séparation des isotopes de l'uranium, telles que définies dans les sections 4 et 5 respectivement, et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin**

EXPORTATIONS

L'exportation du jeu complet d'articles importants ainsi délimité n'aura lieu que conformément aux procédures énoncées dans les directives. L'ensemble des usines, des systèmes et des équipements spécialement conçus ou préparés ainsi délimité peut servir pour le traitement, la production ou l'utilisation de produits fissiles spéciaux.

7.1. **Usines de conversion de l'uranium et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin**

NOTE D'INTRODUCTION

Les usines et systèmes de conversion de l'uranium permettent de réaliser une ou plusieurs transformations de l'une des formes chimiques de l'uranium en une autre forme, notamment: conversion des concentrés de minerai d'uranium en  $UO_3$ , 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.

7.1.1. **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 dénitrification, soit par neutralisation au moyen de gaz ammoniac afin d'obtenir du diuranate d'ammonium qui est ensuite filtré, séché et calciné.

7.1.2. **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.

7.1.3. **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.

**7.1.4. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UO<sub>2</sub> en UF<sub>4</sub>**

NOTE EXPLICATIVE

La conversion d'UO<sub>2</sub> en UF<sub>4</sub> peut être réalisée en faisant réagir l'UO<sub>2</sub> avec de l'acide fluorhydrique gazeux (HF) à une température de 300 à 500 °C.

**7.1.5. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF<sub>4</sub> en UF<sub>6</sub>**

NOTE EXPLICATIVE

La conversion d'UF<sub>4</sub> en UF<sub>6</sub> est réalisée par réaction exothermique avec du fluor dans un réacteur à tour. Pour condenser l'UF<sub>6</sub> 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.

**7.1.6. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF<sub>4</sub> en U métal**

NOTE EXPLICATIVE

La conversion d'UF<sub>4</sub> en uranium métal est réalisée par réduction au moyen de magnésium (grandes quantités) ou de calcium (petites quantités). La réaction a lieu à des températures supérieures au point de fusion de l'uranium (1 130 °C).

**7.1.7. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF<sub>6</sub> en UO<sub>2</sub>**

NOTE EXPLICATIVE

La conversion d'UF<sub>6</sub> en UO<sub>2</sub> peut être réalisée par trois procédés différents. Dans le premier procédé, l'UF<sub>6</sub> est réduit et hydrolysé en UO<sub>2</sub> au moyen d'hydrogène et de vapeur. Dans le deuxième procédé, l'UF<sub>6</sub> est hydrolysé par dissolution dans l'eau; l'addition d'ammoniaque à cette solution entraîne la précipitation de diuranate d'ammonium, lequel est réduit en UO<sub>2</sub> par de l'hydrogène à une température de 820 °C. Dans le troisième procédé, l'UF<sub>6</sub>, le CO<sub>2</sub> et le NH<sub>3</sub> 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<sub>2</sub>.

La conversion d'UF<sub>6</sub> en UO<sub>2</sub> constitue souvent la première phase des opérations dans les usines de fabrication de combustible.

**7.1.8. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UF<sub>6</sub> en UF<sub>4</sub>**

NOTE EXPLICATIVE

La conversion d'UF<sub>6</sub> en UF<sub>4</sub> est réalisée par réduction au moyen d'hydrogène.

**7.1.9. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d'UO<sub>2</sub> en UCl<sub>4</sub>**

NOTE EXPLICATIVE

La conversion d'UO<sub>2</sub> en UCl<sub>4</sub> peut être réalisée par un des deux procédés suivants. Dans le premier, on fait réagir l'UO<sub>2</sub> avec du tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>) à une température de 400 °C environ. Dans le second, on fait réagir l'UO<sub>2</sub> à une température de 700 °C environ en présence de noir de carbone (CAS 1333-86-4), de monoxyde de carbone et de chlore pour produire de l'UCl<sub>4</sub>.

**7.2. Usines de conversion du plutonium et équipements spécialement conçus ou préparés à cette fin**

NOTE D'INTRODUCTION

Les usines et systèmes de conversion du plutonium réalisent une ou plusieurs transformations de l'une des formes chimiques du plutonium en une autre forme, notamment: conversion du nitrate de plutonium en PuO<sub>2</sub>, conversion de PuO en PuF et conversion de PuF 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.

**7.2.1. 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.

**7.2.2. 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.

## ANNEXE C

## CRITÈRES DES NIVEAUX DE PROTECTION PHYSIQUE

1. L'objectif de la protection physique des matières nucléaires est d'empêcher l'utilisation et la manipulation non autorisées desdites matières. Le paragraphe 3. a) des directives exige des niveaux de protection physique efficaces, conformément aux recommandations pertinentes de l'AIEA, en particulier celles figurant dans le document INFCIRC/225.
2. Le paragraphe 3. b) des directives stipule que la mise en œuvre de mesures de protection physique dans le pays destinataire est de la responsabilité du gouvernement dudit pays. Toutefois, les niveaux de protection physique sur lesquels ces mesures doivent être fondées doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et le destinataire. Dans ces conditions, ces prescriptions s'appliqueraient à tous les États.
3. Le document INFCIRC/225 de l'Agence internationale de l'énergie atomique intitulé «La protection physique des matières nucléaires» et les documents analogues qui sont préparés en tant que de besoin par des groupes d'experts internationaux et sont mis à jour le cas échéant pour tenir compte des changements intervenus dans l'état des techniques et des connaissances en ce qui concerne la protection physique des matières nucléaires constituent une base utile pour guider les États destinataires dans l'élaboration d'un système de mesures et de règles de protection physique.
4. La classification des matières nucléaires présentée dans le tableau ci-joint ou tel qu'il peut être mis à jour en tant que de besoin par accord mutuel entre les fournisseurs, servira de base convenue pour la détermination des niveaux particuliers de protection physique selon le type de matières, l'équipement et les installations renfermant lesdites matières, conformément aux paragraphes 3. a) et 3. b) des directives.
5. Les niveaux de protection physique convenus que les autorités nationales compétentes doivent assurer lors de l'utilisation, de l'entreposage et du transport des matières énumérées dans le tableau ci-joint devront comprendre au minimum les caractéristiques de protection suivantes:

**CATÉGORIE III**

**Utilisation et entreposage** à l'intérieur d'une zone dont l'accès est contrôlé.

**Transport** avec des précautions spéciales comprenant des arrangements préalables entre l'expéditeur, le destinataire et le transporteur, et un accord préalable entre les organismes soumis à la juridiction et à la réglementation des États fournisseur et destinataire, respectivement, dans le cas d'un transport international, précisant l'heure, le lieu et les règles de transfert de la responsabilité du transport.

**CATÉGORIE II**

**Utilisation et entreposage** à l'intérieur d'une zone protégée dont l'accès est contrôlé, c'est-à-dire une zone placée sous la surveillance constante de gardes ou de dispositifs électroniques, entourée d'une barrière physique avec un nombre limité de points d'entrée surveillés de manière adéquate, ou toute zone ayant un niveau de protection physique équivalent.

**Transport** avec des précautions spéciales comprenant des arrangements préalables entre l'expéditeur, le destinataire et le transporteur, et un accord préalable entre les organismes soumis à la juridiction et à la réglementation des États fournisseur et destinataire, respectivement, dans le cas d'un transport international, précisant l'heure, le lieu et les règles de transfert de la responsabilité du transport.

**CATÉGORIE I**

Les matières entrant dans cette catégorie seront protégées contre toute utilisation non autorisée par des systèmes extrêmement fiables comme suit:

**Utilisation et entreposage** dans une zone hautement protégée, c'est-à-dire une zone protégée telle qu'elle est définie pour la catégorie II ci-dessus et dont, en outre, l'accès est limité aux personnes dont il a été établi qu'elles présentaient toutes garanties en matière de sécurité, et qui est placée sous la surveillance de gardes qui sont en liaison étroite avec des forces d'intervention appropriées. Les mesures spécifiques prises dans ce cadre devraient avoir pour objectif la détection et la prévention de toute attaque, de toute pénétration non autorisée ou de tout enlèvement de matières non autorisés.

**Transport** avec des précautions spéciales telles qu'elles sont définies ci-dessus pour le transport des matières des catégories II et III et, en outre, sous la surveillance constante d'escortes et dans des conditions assurant une liaison étroite avec des forces d'intervention adéquates.

6. Les fournisseurs devront demander aux destinataires les coordonnées des organismes ou autorités ayant la charge d'assurer que les niveaux de protection sont dûment respectés et ayant la charge de la coordination interne des opérations d'intervention/récupération dans le cas d'une utilisation ou manipulation non autorisée de matières protégées. Les fournisseurs et les destinataires devront également désigner les points de contact au sein de leurs organismes nationaux pour la coopération sur les questions du transport hors des frontières et sur d'autres questions d'intérêt commun.

**TABLEAU: CATÉGORISATION DES MATIÈRES NUCLÉAIRES**

Matière	État	Catégorie		
		I	II	III
1. Plutonium*[a]	Non irradié*[b]	2 kg ou plus	Moins de 2 kg mais plus de 500 g	500 g ou moins *[c]
2. Uranium 235	Non irradié*[b]			
	— Uranium enrichi à 20 % ou plus en <sup>235</sup> U	5 kg ou plus	Moins de 5 kg mais plus de 1 kg	1 kg ou moins *[c]
	— Uranium enrichi à 10 % ou plus, mais à moins de 20 %, en <sup>235</sup> U	—	10 kg ou plus	Moins de 10 kg[c]
	— Uranium enrichi à moins de 10 % en <sup>235</sup> U*[d]	—	—	10 kg ou plus
3. Uranium 233	Non irradié*[b]	2 kg ou plus	Moins de 2 kg mais plus de 500 g	500 g ou moins *[c]
4. Combustible irradié			Uranium appauvri ou naturel, thorium ou combustible faiblement enrichi (moins de 10 % de matières fissiles)* [e] [f]	

[a] Tel que défini dans la liste de base.

[b] Matières non irradiées dans un réacteur ou matières irradiées dans un réacteur donnant un niveau de rayonnement égal ou inférieur à 100 rads/heure à 1 mètre de distance sans écran.

[c] Les quantités inférieures à une quantité radiologiquement significative devraient être exemptées.

[d] L'uranium naturel, l'uranium appauvri et le thorium ainsi que les quantités d'uranium enrichi à moins de 10 %, qui n'entrent pas dans la catégorie III, devraient être protégés conformément à des pratiques de gestion prudente.

[e] Ce niveau de protection est recommandé, mais les États peuvent décider d'attribuer une catégorie différente pour la protection physique après l'évaluation de circonstances propres à chacun.

[f] Les autres combustibles qui en vertu de leur teneur initiale en matières fissiles sont classés dans la catégorie I ou dans la catégorie II avant irradiation peuvent entrer dans la catégorie immédiatement inférieure si le niveau de rayonnement du combustible dépasse 100 rad/h à un mètre de distance sans écran.

NSG Partie II

**LISTE D'ÉQUIPEMENTS, DE MATIÈRES ET DE LOGICIELS À  
DOUBLE USAGE DANS LE DOMAINE NUCLÉAIRE, AINSI QUE DE  
TECHNOLOGIES CONNEXES**

Note: On utilise le Système international d'unités (SI) dans la présente annexe. Dans tous les cas, la grandeur physique définie en unités SI doit être considérée comme la valeur officielle recommandée pour les contrôles. Certains paramètres de machines-outils sont toutefois indiqués dans leurs unités habituelles, qui ne sont pas des unités SI.

Les symboles et abréviations (avec leurs préfixes indiquant un multiple ou un sous-multiple) qui sont employés couramment dans la présente annexe sont les suivants:

A	— ampère(s)
Bq	— becquerel(s)
°C	— degré(s) Celsius
CAS	— chemical abstracts service
Ci	— curie(s)
cm	— centimètre(s)
dB	— décibel(s)
dBm	— décibel rapporté à 1 milliwatt
g	— gramme(s); également accélération de la pesanteur (9,81 m/s <sup>2</sup> )
GBq	— gigabecquerel(s)
GHz	— gigahertz
GPa	— gigapascal(s)
Gy	— gray
h	— heure(s)
Hz	— hertz
J	— joule(s)
K	— kelvin
keV	— millier(s) d'électronvolts
kg	— kilogramme(s)
kHz	— kilohertz
kN	— kilonewton(s)
kPa	— kilopascal(s)
kV	— kilovolt(s)
kW	— kilowatt(s)
m	— mètre(s)
mA	— milliampère(s)
MeV	— million(s) d'électronvolts
MHz	— mégahertz
ml	— millilitre(s)
mm	— millimètre(s)
MPa	— mégapascal(s)
mPa	— millipascal(s)
MW	— mégawatt(s)
μF	— microfarad(s)
μm	— micromètre(s)
μs	— microseconde(s)
N	— newton(s)
nm	— nanomètre(s)
ns	— nanoseconde(s)

nH — nanohenry(s)

ps — picoseconde(s)

tr/mn — tours par minute

s — seconde(s)

T — tesla(s)

V — volt(s)

W — watt(s)

#### REMARQUE GÉNÉRALE

Les paragraphes ci-après se rapportent à la liste d'équipements, de matières et de logiciels à double usage dans le domaine nucléaire ainsi que de technologies connexes.

1. La description d'un article quelconque figurant dans la liste s'applique à cet article à l'état neuf ou d'occasion.
2. Lorsque la description d'un article de la liste ne comprend ni qualifications, ni spécifications, il faut considérer qu'elle s'applique à toutes les variétés de cet article. Les sous-titres des catégories sont uniquement destinés à faciliter la recherche et ne modifient en rien l'interprétation des définitions des articles.
3. Il ne peut être porté atteinte à l'objectif des contrôles par le biais du transfert d'un article (y compris d'une installation) non contrôlé et comprenant un ou plusieurs composants soumis au contrôle lorsque le ou les composants soumis au contrôle constituent le principal élément de l'article en question et peuvent être enlevés ou utilisés sans difficulté à d'autres fins.

Note: Lorsqu'ils doivent juger si le ou les composants soumis au contrôle constitue(nt) l'élément principal, les gouvernements doivent apprécier les facteurs de quantité, de valeur et de savoir-faire technologique impliqués ainsi que d'autres circonstances spéciales qui pourraient avoir comme effet que le ou les composants soumis au contrôle devienne(nt) le principal élément de l'article fourni.

4. Il ne peut être porté atteinte à l'objectif des contrôles par le biais du transfert de parties de composants. Chaque gouvernement prendra à cet effet toutes les mesures à sa disposition et continuera à rechercher une définition pratique pour les parties de composants, définition qui pourrait être utilisée par tous les fournisseurs.

#### LES CONTRÔLES DE TECHNOLOGIE

Le transfert d'une «technologie» est contrôlé conformément aux directives et comme indiqué dans chaque section de l'annexe. Une «technologie» directement associée à un article quelconque de l'annexe fera l'objet d'un examen et d'un contrôle aussi approfondis que l'article lui-même, dans les limites définies par la législation nationale.

Il est entendu que l'autorisation d'exportation accordée pour tout article figurant dans l'annexe comprend également l'autorisation d'exporter vers le même utilisateur final la «technologie» minimale requise pour l'installation, la mise en œuvre, la maintenance et la réparation de l'article.

Note: Les contrôles relatifs aux transferts de «technologie» ne s'appliquent pas à l'information qui est déjà «du domaine public» ou à la «recherche scientifique fondamentale».

## REMARQUE GÉNÉRALE CONCERNANT LES LOGICIELS

Le transfert de «logiciels» est contrôlé conformément aux directives et comme indiqué dans l'annexe.

Note: Les contrôles relatifs aux transferts de «logiciels» ne s'appliquent pas aux «logiciels»:

1. généralement disponibles pour le public en étant:
  - a. en vente libre au détail à partir d'un stock; et
  - b. conçus pour être installés par l'utilisateur sans suivi important de la part du fournisseur;
- ou
2. «du domaine public».

## DÉFINITIONS

«Assistance technique» —

L'«assistance technique» peut prendre des formes telles que: instruction, qualifications, formation, connaissances pratiques, services de consultation.

Note: L'«assistance technique» peut comprendre un transfert de «données techniques».

«Brin» —

Voir «Matières fibreuses ou filamenteuses».

«Commande de contournage» —

Deux mouvements ou plus exécutés par «commande numérique» 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 2806-1980 tel qu'amendé).

«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:

- conception;
- 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 la position angulaire» —

Écart maximum entre la position angulaire et la position angulaire réelle mesurée avec une très grande précision après que la monture de travail de la table a quitté sa position initiale.

## «Données techniques» —

Les «données techniques» peuvent être sous des formes telles que calques, schémas, plans, diagrammes, maquettes, formules, données et spécifications techniques, manuels et modes d'emploi sous une forme écrite ou enregistrée sur d'autres supports ou dispositifs tels que des disques, des bandes magnétiques, des mémoires passives.

## «Du domaine public» —

Il convient d'entendre par «du domaine public» le fait que la «technologie» ou le «logiciel» a été rendu disponible sans restrictions quant à une diffusion plus vaste (les restrictions résultant d'un copyright n'empêchent pas la «technologie» ou le «logiciel» d'être «du domaine public»).

## «Fil» —

Voir «Matières fibreuses ou filamenteuses».

## «Filament» —

Voir «Matières fibreuses ou filamenteuses».

## «Filasse» —

Voir «Matières fibreuses ou filamenteuses».

## «Incertitude de mesure» —

Paramètre caractéristique qui détermine dans quelle plage autour de la valeur de sortie se situe la valeur correcte de la variable mesurable avec un niveau de confiance égal à 95 %. Elle comprend les déviations systématiques non corrigées, l'effet réactif non corrigé et les écarts aléatoires.

## «Linéarité» —

(Généralement mesurée sous forme de non linéarité) déviation maximale de la caractéristique réelle (moyenne des valeurs maximales et minimales relevées), qu'elle soit positive ou négative, par rapport à une ligne droite placée de façon à uniformiser et minimaliser les écarts maximaux.

## «Logiciel» —

Un ou plusieurs «programmes» ou «microprogrammes» enregistrés sur un support.

## «Matières fibreuses ou filamenteuses» —

Expression désignant les «monofilaments» continus, les «fils» continus, les «mèches», les «filasses» ou les «rubans».

N.B.:

1. «Brin» — faisceau de «filaments» (plus de 200 en général) disposés à peu près parallèlement.
2. «Fil» — faisceau de «brins» retors.
3. «Filament» ou «monofilament» — plus petite fibre primaire, généralement d'un diamètre de plusieurs  $\mu\text{m}$ .
4. «Filasse» — faisceau de «filaments» généralement à peu près parallèles.
5. «Mèche» — faisceau de «brins» (au nombre de 12 à 120 en général) disposés à peu près parallèlement.

6. «Ruban» — produit constitué de «filaments», de «brins», de «mèches», de «filasses» ou de «fils», etc., entrelacés ou unidirectionnels, généralement préimprégnés de résine.

«Mèche» —

Voir «Matières fibreuses ou filamenteuses».

«Microprogramme» —

Suite d'instructions élémentaires, maintenue dans une mémoire spéciale, et dont l'exécution est déclenchée par l'introduction de son instruction de référence dans un registre d'instruction.

«Monofilament» —

Voir «Matières fibreuses ou filamenteuses».

«Précision» —

Terme généralement utilisé sous la forme «manque de précision» défini comme étant l'écart maximal, positif ou négatif, d'une valeur indiquée par rapport à une norme acceptée ou vraie valeur.

«Précision de positionnement» —

pour les machines-outils à «commande numérique», elle doit être déterminée et présentée conformément au point 1.B.2., en association avec les exigences ci-dessous:

a) Conditions d'essai (ISO 230/2 (1988), paragraphe 3):

- 1) pendant 12 heures avant et durant les mesures, la machine-outil et l'équipement de mesure de précision seront conservés 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 sera équipée de tout dispositif de compensation mécanique, électronique ou logiciel qui doit être 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 en énergie pour l'actionnement des chariots sera comme suit:
  - i) la variation de la tension du réseau ne sera pas supérieure à  $\pm 10$  % de la tension de régime nominale;
  - ii) la variation de la fréquence ne sera pas supérieure à  $\pm 2$  Hz de la fréquence normale;
  - iii) les pertes en ligne et les interruptions de courant 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 de machines-outils qui produisent des surfaces de qualité optique, la vitesse d'avance sera égale ou inférieure à 50 mm par minute.

- 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 qui ne sont pas en train d'être mesurés seront maintenus à mi-trajet pendant le contrôle 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 la qualité.

«Programme» —

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

«Recherche scientifique fondamentale» —

Travaux expérimentaux ou théoriques entrepris principalement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les principes fondamentaux des phénomènes et des faits observables et ne visant pas essentiellement un but ou un objectif pratique spécifique.

«Résolution» —

Incrément le plus petit d'un dispositif de mesure; pour les instruments numériques le pas de progression (bit) le plus petit (Réf.: ANSI B-89.1.12).

«Ruban» —

Voir «Matières fibreuses ou filamenteuses».

«Technologie» —

Ce terme couvre l'information spécifique nécessaire pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» de tout article de la liste. Cette information peut prendre la forme de «données techniques» ou d'«assistance technique».

«Utilisation» —

Ce terme couvre la mise en œuvre, l'installation (y compris l'installation sur le site même), la maintenance (le contrôle), les réparations, la révision et la remise en état.

## TABLE DES MATIÈRES

1. ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS
  - 1.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS
    - 1.A.1. Fenêtres de protection contre les rayonnements haute densité
    - 1.A.2. Caméras TV résistant aux effets des rayonnements, ou objectifs pour ces caméras
    - 1.A.3. «Robots», «effecteurs terminaux» et unités de commande
    - 1.A.4. Télémanipulateurs
  - 1.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
    - 1.B.1. Machines à fluotourner, machines à repousser capables d'effectuer des opérations de fluotournage et mandrins
    - 1.B.2. Machines-outils
    - 1.B.3. Machines, dispositifs ou systèmes de contrôle des dimensions
    - 1.B.4. Fours à induction à atmosphère contrôlée, et alimentations électriques pour ces fours
    - 1.B.5. Presses isostatiques et équipements connexes
    - 1.B.6. Systèmes d'essai aux vibrations, équipements et composants
    - 1.B.7. Fours de fusion et de coulée à vide ou à atmosphère contrôlée et équipements connexes
  - 1.C. MATIÈRES
  - 1.D. LOGICIEL
    - 1.D.1. «Logiciel» spécialement conçu ou modifié pour l'«utilisation» d'équipements
    - 1.D.2. «Logiciel» spécialement conçu ou modifié pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements
    - 1.D.3. «Logiciel» pour toute combinaison de dispositifs électroniques ou pour tout système permettant à ce(s) dispositif(s) de fonctionner comme une unité de «commande numérique» pour machines-outils
  - 1.E. TECHNOLOGY
    - 1.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel»
2. MATIÈRES
  - 2.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS
    - 2.A.1. Creusets fabriqués en matières résistant aux métaux actiniques liquides
    - 2.A.2. Catalyseurs platinés
    - 2.A.3. Structures composites sous la forme de tubes
  - 2.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
    - 2.B.1. Installations ou usines et équipements pour le tritium
    - 2.B.2. Installations ou usines pour la séparation isotopique du lithium, et systèmes et équipements pour celles-ci

- 2.C. MATIÈRES
  - 2.C.1. Aluminium
  - 2.C.2. Beryllium
  - 2.C.3. Bismuth
  - 2.C.4. Bore
  - 2.C.5. Calcium
  - 2.C.6. Trifluorure de chlore
  - 2.C.7. Matières fibreuses ou filamenteuses, et matières préimprégnées
  - 2.C.8. Hafnium
  - 2.C.9. Lithium
  - 2.C.10. Magnésium
  - 2.C.11. Acier maraging
  - 2.C.12. Radium-226
  - 2.C.13. Titanium
  - 2.C.14. Tungstène
  - 2.C.15. Zirconium
  - 2.C.16. Poudre de nickel et nickel métal poreux
  - 2.C.17. Tritium
  - 2.C.18. Hélium 3
  - 2.C.19. Radionucléides
  - 2.C.20. Rhénium
- 2.D. LOGICIEL
- 2.E. TECHNOLOGIE
  - 2.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel»
- 3. ÉQUIPEMENTS DE SÉPARATION ISOTOPIQUE POUR L'URANIUM ET COMPOSANTS  
(Autres que les articles de la Liste de base)
  - 3.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS
    - 3.A.1. Changeurs de fréquence ou générateurs
    - 3.A.2. Lasers, amplificateurs lasers et oscillateurs
    - 3.A.3. Vannes
    - 3.A.4. Électro-aimants solénoïdaux supraconducteurs
    - 3.A.5. Alimentations en courant fort continu
    - 3.A.6. Alimentations en courant continu haute tension
    - 3.A.7. Transducteurs de pression
    - 3.A.8. Pompes à vide
    - 3.A.9. Compresseurs et pompes à vide scroll à obturateur à soufflet

- 3.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
  - 3.B.1. Cellules électrolytiques pour la production de fluor
  - 3.B.2. Équipements de fabrication ou d'assemblage de rotors, équipements à dresser pour rotors, mandrins et matrices pour la production de soufflets
  - 3.B.3. Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage multiplans
  - 3.B.4. Machines à enrouler les filaments et équipements connexes
  - 3.B.5. Séparateurs isotopiques électromagnétiques
  - 3.B.6. Spectromètres de masse
- 3.C. MATIÈRES
- 3.D. LOGICIEL
  - 3.D.1. «Logiciel» spécialement conçu ou modifié pour l'«utilisation» d'équipements
  - 3.D.2. «Logiciel» ou clés/codes de cryptage spécialement conçus pour renforcer ou débloquer les caractéristiques de performance des équipements
  - 3.D.3. «Logiciel» spécialement conçu pour renforcer ou débloquer les caractéristiques de performance des équipements
- 3.E. TECHNOLOGY
  - 3.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel»
- 4. ÉQUIPEMENTS LIÉS AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU LOURDE  
(Autres que les articles de la Liste de base)
  - 4.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS
    - 4.A.1. Charges spéciales
    - 4.A.2. Pompes
    - 4.A.3. Turbodétendeurs ou ensembles turbodétendeur-compresseur
  - 4.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
    - 4.B.1. Colonnes d'échange à plateaux eau-acide sulfhydrique et contacteurs internes
    - 4.B.2. Colonnes de distillation cryogénique à hydrogène
    - 4.B.3. *[plus utilisés — depuis le 14 juin 2013]*
  - 4.C. MATIÈRES
  - 4.D. LOGICIEL
  - 4.E. TECHNOLOGIE
    - 4.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel»

5. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE MESURE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE DISPOSITIFS EXPLOSIFS NUCLÉAIRES
  - 5.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS
    - 5.A.1. Tubes photomultiplicateurs
  - 5.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
    - 5.B.1. Générateurs de radiographie éclair ou accélérateurs pulsés d'électrons
    - 5.B.2. Systèmes à canons à grande vitesse
    - 5.B.3. Caméras à grande vitesse et appareils d'imagerie
    - 5.B.4. *[plus utilisés — depuis le 14 juin 2013]*
    - 5.B.5. Instruments spécialisés pour expériences hydrodynamiques
    - 5.B.6. Générateurs d'impulsions rapides
    - 5.B.7. Cuves de confinement pour explosifs de grande puissance
  - 5.C. MATIÈRES
  - 5.D. LOGICIEL
  - 5.E. TECHNOLOGIE
6. COMPOSANTS POUR DISPOSITIFS EXPLOSIFS NUCLÉAIRES
  - 6.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS
    - 6.A.1. Détonateurs et systèmes d'amorçage à points multiples
    - 6.A.2. Dispositifs de mise à feu et générateurs d'impulsions équivalents à haute intensité
    - 6.A.3. Dispositifs de commutation
    - 6.A.4. Condensateurs à décharge pulsée
    - 6.A.5. Systèmes générateurs de neutrons
    - 6.A.6. Strip-lines
  - 6.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
  - 6.C. MATIÈRES
    - 6.C.1. Substances ou mélanges hautement explosifs
  - 6.D. LOGICIEL
  - 6.E. TECHNOLOGIE

## 1. ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

## 1.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS

1.A.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 m<sup>2</sup>;
- b. une densité supérieure à 3 g/cm<sup>3</sup>; et
- c. une épaisseur égale ou supérieure à 100 mm.

*Note technique:* Dans la rubrique 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.

1.A.2. Caméras TV résistant aux effets des rayonnements, ou objectifs pour ces caméras, spécialement conçus ou réglés pour résister aux effets des rayonnements, capables de supporter une dose totale de plus de  $5 \times 10^4$  Gy (silicium) sans dégradation fonctionnelle.

*Note technique:* Le terme Gy (silicium) désigne l'énergie en joules par kilogramme absorbée par un échantillon non protégé de silicium exposé à un rayonnement ionisant.

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

- a. «robots» ou «effecteurs terminaux» possédant l'une des deux caractéristiques suivantes:
  1. spécialement conçus pour répondre aux normes nationales de sûreté applicables à la manipulation d'explosifs de grande puissance (par exemple répondant aux spécifications de la codification relative à l'électricité pour les explosifs de grande puissance); ou
  2. spécialement conçus ou réglés pour résister aux rayonnements de manière à supporter une dose totale de plus de  $5 \times 10^4$  Gy (silicium) sans dégradation fonctionnelle.

*Note technique:* Le terme Gy (silicium) désigne 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 dans la rubrique 1.A.3.a.

*Note:* La définition donnée dans la rubrique 1.A.3. ne se rapporte pas au contrôle des «robots» spécialement conçus pour des applications industrielles non nucléaires telles que les cabines de pulvérisation de peinture dans l'industrie automobile.

*Notes techniques:* 1. «Robots»

*Dans la rubrique 1.A.3., le terme «robot» désigne un mécanisme de manipulation qui peut être du type à trajectoire continue ou du type point à point, qui peut utiliser des «capteurs» et qui possède toutes les caractéristiques suivantes:*

- a) est multifonctionnel;
- b) est capable de positionner ou d'orienter des matières, des pièces, des outils ou des dispositifs spéciaux grâce à des mouvements variables en trois dimensions;

- c) comprend trois servo-mécanismes ou plus à boucle ouverte ou fermée, qui peuvent comprendre des moteurs pas à pas; et
- d) possède une «programmabilité accessible à l'utilisateur» au moyen d'une méthode instruction/reproduction, ou au moyen d'un ordinateur qui peut être contrôlé par logique programmable, c'est-à-dire sans intervention mécanique.

N.B. 1:

Dans la définition ci-dessus, le terme «capteurs» désigne des détecteurs d'un phénomène physique dont les données de sortie sont capables (après conversion en un signal qui peut être interprété par un contrôleur) de produire des «programmes» ou de modifier des instructions programmées ou des données numériques d'un «programme». Cette définition comprend les «capteurs» à vision machine, à imageur à infrarouge, à imageur acoustique, les «capteurs» de contact, les «capteurs» de mesure de la position d'inertie, de classification optique ou acoustique, ou de mesure de la force ou du couple.

N.B. 2:

Dans la définition ci-dessus, le terme «programmabilité accessible à l'utilisateur» désigne la possibilité pour l'utilisateur d'introduire, de modifier ou de remplacer des «programmes» à l'aide de moyens autres:

- a) qu'un changement matériel au niveau des câbles ou des interconnexions; ou
- b) que l'introduction de commandes de fonctions, y compris l'entrée de paramètres.

N.B. 3:

La définition ci-dessus ne comprend pas les dispositifs suivants:

- a) les mécanismes de manipulation qui ne peuvent être commandés qu'à la main ou par dispositif de commande à distance;
- b) les mécanismes de manipulation à séquence fixe qui sont des dispositifs à déplacement automatique fonctionnant conformément à des mouvements fixes programmés mécaniquement. Le «programme» est limité mécaniquement par des arrêts fixes tels que boulons d'arrêt ou cames de butée. La séquence des mouvements et la sélection des trajectoires ou des angles ne sont pas variables ou modifiables au moyen de dispositifs mécaniques, électroniques ou électriques;
- c) les mécanismes de manipulation à séquence variable programmée mécaniquement qui sont des dispositifs à mouvements automatiques fonctionnant conformément à des mouvements fixes programmés mécaniquement. Le «programme» est limité mécaniquement par des arrêts fixes mais réglables, tels que boulons d'arrêt ou cames de butée. La séquence des mouvements et la sélection des trajectoires ou des angles

sont variables à l'intérieur du schéma du «programme» fixe. Les variations ou modifications du schéma du «programme» (par exemple, changements de boulons d'arrêt ou échanges de cames de butée) dans un ou plusieurs axes de déplacement sont accomplies uniquement au moyen d'opérations mécaniques;

- d) les mécanismes de manipulation à séquence variable sans servocommande, qui sont des dispositifs à mouvements automatiques fonctionnant conformément à des mouvements fixes programmés mécaniquement. Le «programme» est variable mais la séquence se déroule uniquement à partir d'un signal binaire émis par des dispositifs binaires électriques fixés mécaniquement ou des arrêts réglables;
- e) les grues d'empilage définies comme étant des systèmes de manutention à coordonnées cartésiennes, fabriquées comme partie intégrante d'un système vertical de récipients de stockage et conçues pour avoir accès au contenu de ces récipients en vue du stockage ou de la récupération.

## 2. «Effecteurs terminaux»

Dans la rubrique I.A.3., le terme «effecteurs terminaux» englobe les préhenseurs, les «unités d'outillage actives» et tout autre outillage rattaché à la plaque située à l'extrémité du bras de manipulation d'un «robot».

### N.B.:

Dans la définition ci-dessus, l'expression «unités d'outillage actives» désigne des dispositifs d'application d'énergie, motrice ou autre, ou de détection à la pièce à travailler.

- 1.A.4. Télémanipulateurs utilisables pour accomplir des actions lors d'opérations de séparation radiochimiques et dans des cellules chaudes, possédant l'une des deux caractéristiques suivantes:
  - a. une capacité de traverser une paroi de cellule chaude 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 chaude 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.

## 1 .B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION

- 1.B.1. Machines à fluotourner et machines à repousser capables d'effectuer des opérations de fluotournage, ainsi que mandrins, comme suit:
  - a. machines:
    - 1. qui ont 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: La rubrique 1.B.1. comprend les machines n'ayant qu'un seul galet conçu pour déformer le métal plus deux galets auxiliaires qui servent de support mais qui ne participent pas directement à l'opération de déformation.

- 1.B.2. Machines-outils, comme suit, et toute combinaison de celles-ci, pour enlever ou couper des métaux, des céramiques ou des matières composites qui, conformément aux spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipées 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 la rubrique 1.D.3.

- a. Tours dont la «précision de positionnement», lorsque toutes les compensations sont disponibles, est meilleure que (inférieure à) 6 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global) pour les machines capables d'usiner des diamètres supérieurs à 35 mm;

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

- b. Machines-outils à fraiser possédant l'une quelconque des caractéristiques suivantes:

1. «précision de positionnement», lorsque toutes les compensations sont disponibles, meilleure que (inférieure à) 6 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global);
2. deux axes rotatifs de contournage ou plus; ou
3. cinq axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la «commande de contournage».

Note: La rubrique 1.B.2.b. ne s'applique pas aux machines à fraiser possédant les caractéristiques suivantes:

1. course sur l'axe X supérieure à 2 m; et
2. «précision de positionnement» globale sur l'axe X moins bonne que (supérieure à) 30 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988).

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

1. «précision de positionnement», lorsque toutes les compensations sont disponibles, meilleure que (inférieure à) 4 µm mesurée conformément à la norme ISO 230/2 (1988) le long de tout axe linéaire (positionnement global);
2. deux axes rotatifs de contournage ou plus; ou
3. cinq axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la «commande de contournage»

Note: La rubrique 1.B.2.c. ne s'applique pas aux machines à rectifier ci-après:

1. machines à rectifier les surfaces de révolution extérieures, intérieures et extérieures-intérieures possédant l'ensemble des caractéristiques suivantes:
  - a. capacité limitée à l'usinage de pièces dont le diamètre extérieur ou la longueur ne dépasse pas 150 mm; et
  - b. axes limités à x, z et c.
2. machines à rectifier n'ayant pas d'axe z ni d'axe w avec une précision de positionnement globale inférieure à (meilleure que) 4 microns. La précision de positionnement est conforme 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».

Notes: 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 ( $\hat{A}_x, \hat{A}_y, \dots$ );
  - e. comme la rubrique 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 visée par la rubrique 1.B.2.a., 1.B.2.b. ou 1.B.2.c. a une «précision de positionnement» annoncée de 6  $\mu\text{m}$  ou mieux (inférieure) pour les machines à rectifier et de 8  $\mu\text{m}$  ou mieux (inférieure) 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. La rubrique 1.B.2. ne s'applique pas aux machines-outils spéciales limitées à la fabrication de l'une des pièces suivantes:

- a. engrenages;
- b. vilebrequins ou arbres à came;
- c. outils ou outils de coupe;
- d. vers d'extrudeuse.

- Notes techniques:
1. *La nomenclature des axes doit être conforme à la Norme internationale ISO 841, «Commande numérique des machines — Nomenclature des axes et des mouvements».*
  2. *Les axes de contournage secondaires parallèles (par ex. 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.*
  3. *Les axes rotatifs ne doivent pas nécessairement effectuer une rotation de 360 degrés. Un axe rotatif peut être actionné par un dispositif linéaire comme, par exemple, une vis ou un dispositif à crémaillère.*
  4. *Aux fins de 1.B.2., le nombre d'axes pouvant être coordonnés simultanément pour la «commande de contournage» est le nombre d'axes le long ou autour desquels, pendant le traitement, des mouvements simultanés et interdépendants sont effectués entre la pièce à usiner et un outil. Il ne comprend pas les autres axes le long ou autour desquels d'autres mouvements relatifs sont effectués à l'intérieur de la machine, notamment:*
    - a. *les systèmes de dressage dans les machines à rectifier;*
    - b. *les axes rotatifs parallèles conçus pour le montage de plusieurs pièces à usiner;*
    - c. *Les axes rotatifs colinéaires conçus pour manipuler la même pièce à usiner en la maintenant dans un mandrin à différentes extrémités.*
  5. *Une machine-outil présentant au moins deux des trois propriétés suivantes: tournage, fraisage ou meulage (par ex. une machine à tourner permettant le fraisage), doit faire l'objet d'une évaluation en fonction de chaque rubrique pertinente 1.B.2.a., 1.B.2.b. ou 1.B.2.c.*
  6. *Les rubriques 1.B.2.b.3. et 1.B.2.c.3. incluent des machines basées sur une conception cinématique linéaire parallèle (par ex. des hexapodes) ayant cinq axes ou plus, dont aucun n'est rotatif.*

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

- a. machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) commandées par ordinateur ou à commande numérique et possédant l'une des caractéristiques suivantes:

1. deux axes uniquement et une erreur maximale tolérée dans la mesure de la longueur sur un axe (unidimensionnel) quelconque, désignée comme une quelconque combinaison de  $E_{0x}$  MPE,  $E_{0y}$  MPE ou  $E_{0z}$  MPE, égale ou inférieure à (meilleure que)  $(1,25 + L/1\ 000)$   $\mu\text{m}$  (L étant la longueur mesurée en mm) en tout point de la plage de fonctionnement de la machine (c'est-à-dire sur la longueur de l'axe), conformément à la norme ISO 10360-2(2009);  
ou
2. trois axes ou plus et une erreur maximale tolérée dans la mesure de la longueur en trois dimensions (volumétrique) ( $E_0$ , MPE) égale ou inférieure à (meilleure que)  $(1,7 + L/800)$   $\mu\text{m}$  (L étant la longueur mesurée en mm) en tout point de la plage de fonctionnement de la machine (c'est-à-dire sur la longueur de l'axe), conformément à la norme ISO 10360-2(2009).

*Note technique:* La mesure  $E_0$ , MPE de la configuration la plus précise de la MMT spécifiée selon la norme ISO 10360-2(2009) par le fabricant (par ex., la meilleure des suivantes: capteur, longueur du palpeur, paramètres de mouvement, environnement) et avec toutes les compensations disponibles sera comparée au seuil de contrôle de  $1,7 + L/800$   $\mu\text{m}$ .

b. dispositifs de mesure du déplacement linéaire, comme suit:

1. systèmes de mesure de type sans contact ayant une «résolution» égale ou meilleure que (inférieure à)  $0,2$   $\mu\text{m}$  à l'intérieur d'une gamme de mesures pouvant atteindre  $0,2$  mm;
2. systèmes à transformateur différentiel à variable linéaire (TDVL) possédant les deux caractéristiques suivantes:
  - a. 1. une «linéarité» égale ou inférieure à (meilleure que)  $0,1$  % mesurée à partir de 0 jusqu'au bout de la plage de fonctionnement, pour les TDVL ayant une plage de fonctionnement allant jusqu'à  $5$  mm; ou
  2. une «linéarité» égale ou inférieure à (meilleure que)  $0,1$  % mesurée à partir de 0 jusqu'à  $5$  mm pour les TDVL ayant une plage de fonctionnement supérieure à  $5$  mm; et
  - b. une dérive égale ou meilleure que (inférieure à)  $0,1$  % par jour à une température ambiante de référence de la chambre d'essai  $\pm 1$  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  $\pm 1$  K autour d'une température de référence et une pression de référence:
    1. d'une «résolution» sur leur étendue de mesure égale à  $0,1$   $\mu\text{m}$  ou mieux; et
    2. avec une «incertitude de mesure» égale ou meilleure que (inférieure à)  $(0,2 + L/2\ 000)$   $\mu\text{m}$  (L étant la longueur mesurée en millimètres);

Note: La rubrique 1.B.3.b.3. ne s'applique pas aux systèmes de mesure à interférométrie, sans rétroaction à boucle ouverte ou fermée, comprenant un laser pour mesurer les erreurs de mouvements des chariots des machines-outils, des machines de contrôle dimensionnel ou équipements similaires.

*Note technique:* Dans la rubrique 1.B.3.b., on entend par «déplacement linéaire» la variation de distance entre le capteur de mesure et l'objet mesuré.

- c. instruments de mesure du déplacement angulaire ayant une «déviation de position angulaire» égale à ou meilleure que (inférieure à) 0,00025°;

*Note:* La rubrique 1.B.3.c. ne s'applique pas aux instruments optiques tels que les autocollimateurs utilisant la collimation de la lumière (par ex. la lumière laser) pour détecter le déplacement angulaire d'un miroir.

- d. systèmes permettant un contrôle simultané linéaire-angulaire de semi-conduites et possédant les deux caractéristiques suivantes:

1. une «incertitude de mesure» sur tout axe linéaire égale à ou meilleure que (inférieure à) 3,5 µm par 5 mm; et
2. une «déviation de position angulaire» égale ou inférieure à 0,02°.

*Notes:* 1. La rubrique 1.B.3. englobe les machines-outils qui peuvent servir de machines de mesure si elles répondent aux critères définis pour la fonction de la machine de mesure.

2. Les machines décrites dans la rubrique 1.B.3. doivent faire l'objet d'un contrôle si elles dépassent le seuil de contrôle en n'importe quel point de leur plage de fonctionnement.

*Note technique:* Tous les paramètres des valeurs de mesure dans la présente rubrique correspondent à des valeurs plus/moins, c'est-à-dire pas à la totalité de la bande

- 1.B.4. Fours à induction à atmosphère contrôlée (à vide ou gaz inerte), et alimentations électriques spécialement conçues pour ces fours, comme suit:

- a. fours possédant toutes les caractéristiques suivantes:

1. capables de fonctionner à des températures supérieures à 1 123 K (850 °C);
2. possédant des bobines d'induction de 600 mm de diamètre ou moins; et
3. conçus pour des puissances absorbées égales ou supérieures à 5 kW;

*Note:* La rubrique 1.B.4.a. ne s'applique pas aux fours conçus pour le traitement des tranches à semi-conducteurs.

- b. alimentations électriques, qui ont une puissance aux bornes spécifiée de 5 kW ou plus, spécialement conçues pour les fours spécifiés dans la rubrique 1.B.4.a.

- 1.B.5. «Presses isostatiques» et équipement connexe, comme suit:

- a. «presses isostatiques» possédant les deux caractéristiques suivantes:

1. capables d'atteindre une pression de régime maximale égale ou supérieure à 69 MPa; et
2. possédant une chambre dont le diamètre intérieur de la cavité est supérieur à 152 mm;

- b. matrices, moules et commandes spécialement conçus pour les «presses isostatiques» spécifiées dans la rubrique 1.B.5.a.

*Notes techniques:* 1. Dans la rubrique 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. Dans la rubrique 1.B.5., la dimension intérieure de la chambre est celle de la chambre 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 se trouve à l'intérieur de l'autre.

1.B.6. Systèmes d'essai aux vibrations, équipements et composants, comme suit:

- a. systèmes d'essai aux vibrations électrodynamiques possédant toutes les caractéristiques suivantes:
  - 1. faisant appel à des techniques de rétroaction ou de servo-commande à boucle fermée et comprenant une unité de commande numérique;
  - 2. capables de faire vibrer à 10 g (moyenne quadratique) ou plus entre 20 et 2 000 Hz; et
  - 3. transmettant des forces égales ou supérieures à 50 kN mesurées «table nue»;
- b. unités de commande numériques, associées au «logiciel» spécialement conçu pour les essais aux vibrations, avec une bande passante en temps réel supérieure à 5 kHz et conçues pour un système spécifié dans la rubrique 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 dans la rubrique 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 la rubrique 1.B.6.a.

*Note technique:* Dans la rubrique 1.B.6., l'expression «table nue» désigne une table, ou une surface, plate, sans équipements ni accessoires.

1.B.7. Fours de fusion et de coulée à vide et à atmosphère contrôlée pour métallurgie, et équipement connexe, comme suit:

- a. fours de coulée et de refusion à arc possédant les deux caractéristiques suivantes:
  - 1. capacité des électrodes consommables comprise entre 1 000 et 20 000 cm<sup>3</sup>; et
  - 2. capables de fonctionner à des températures de fusion supérieures à 1 973 K (1 700 °C);
- b. fours de fusion à faisceaux d'électrons et fours à atomisation et à fusion à plasma possédant les deux caractéristiques suivantes:
  - 1. une puissance égale ou supérieure à 50 kW; et
  - 2. capables de fonctionner à des températures de fusion supérieures à 1 473 K (1 200 °C);
- c. systèmes informatiques de commande et de surveillance spécialement configurés pour n'importe lequel des fours spécifiés dans les rubriques 1.B.7.a. ou 1.B.7.b.

## 1.C. MATIÈRES

Néant.

## 1.D. LOGICIEL

- 1.D.1. «Logiciel» spécialement conçu ou modifié pour l'«utilisation» d'équipements spécifiés dans les rubriques 1.A.3., 1.B.1., 1.B.3., 1.B.5., 1.B.6.a., 1.B.6.b., 1.B.6.d. ou 1.B.7.

Note: Le «logiciel» spécialement conçu ou modifié pour les systèmes spécifiés dans la rubrique 1.B.3.d. comprend le «logiciel» permettant une mesure simultanée de l'épaisseur et du contour des parois.

- 1.D.2. «Logiciel» spécialement conçu ou modifié pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements spécifiés dans la rubrique 1.B.2.

Note: La rubrique 1.D.2. ne s'applique pas au «logiciel» de programmation partielle qui génère des codes de «commande numérique» mais ne permet pas l'utilisation directe d'équipements pour l'usinage de diverses pièces.

- 1.D.3. «Logiciel» pour toute combinaison de dispositifs électroniques ou pour tout système permettant à ces dispositifs de fonctionner comme une unité de «commande numérique» pour machines- outils, capable de commander cinq axes à interpolation ou plus qui peuvent être coordonnés simultanément pour une «commande de contourage».

Notes: 1. Le «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. La rubrique 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 spécifiée dans la rubrique 1.B.2.

## 1.E. TECHNOLOGIE

- 1.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel» spécifiés dans les rubriques 1.A à 1.D.

## 2. MATIÈRES

## 2.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS

- 2.A.1. Creusets fabriqués en matières résistant aux métaux actinides liquides, comme suit:

a. creusets possédant les deux caractéristiques suivantes:

1. un volume compris entre 150 cm<sup>3</sup> (150 ml) et 8 000 cm<sup>3</sup> (8 litres);  
et

2. constitués ou revêtus de l'une quelconque des matières suivantes, ou d'une combinaison de celles-ci, ayant un degré global d'impureté égal ou inférieur à 2 % en poids:

- a. fluorure de calcium (CaF<sub>2</sub>);
- b. zirconate (métazirconate) de calcium (CaZrO<sub>3</sub>);
- c. sulfure de cérium (Ce<sub>2</sub>S<sub>3</sub>);
- d. oxyde d'erbium (erbine) (Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>);
- e. oxyde d'hafnium (HfO<sub>2</sub>);
- f. oxyde de magnésium (MgO);

- g. alliage nitruré niobium-titane-tungstène (approximativement 50 % de Nb, 30 % de Ti et 20 % de W);
  - h. oxyde d'yttrium (yttria) ( $Y_2O_3$ ); ou
  - i. oxyde de zirconium (zircone) ( $ZrO_2$ );
- b. creusets possédant les deux caractéristiques suivantes:
- 1. un volume compris entre 50 cm<sup>3</sup> (50 ml) et 2 000 cm<sup>3</sup> (2 litres); et
  - 2. constitués ou revêtus de tantale ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 99,9 % en poids;
- c. creusets possédant toutes les caractéristiques suivantes:
- 1. un volume compris entre 50 cm<sup>3</sup> (50 ml) et 2 000 cm<sup>3</sup> (2 litres);
  - 2. constitués ou revêtus de tantale ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 98 % en poids; et
  - 3. recouverts de carbure, de nitrure ou de borure de tantale, ou toute combinaison de ces substances.
- 2.A.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.
- 2.A.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 ou filamenteuses» spécifiées dans la rubrique 2.C.7.a. ou dans des matières préimprégnées au carbone spécifiées dans la rubrique 2.C.7.c.
- 2.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
- 2.B.1. Installations ou usines pour le tritium, et équipements pour celles-ci, comme suit:
- a. Installations ou usines de production, régénération, extraction, concentration ou manipulation de tritium;
  - b. Équipements pour ces installations ou ces usines, comme suit:
    - 1. unités de réfrigération de l'hydrogène ou de l'hélium capables de refroidir jusqu'à 23 K (250 °C) ou moins, avec une capacité d'évacuation de la chaleur supérieure à 150 W;
    - 2. systèmes de stockage et de purification des isotopes d'hydrogène utilisant des hydrures métalliques comme support de stockage ou de purification.
- 2.B.2. Installations ou usines pour la séparation des isotopes du lithium, et systèmes et équipements pour celles-ci, comme suit:
- N.B.: Certains équipements et composants pour la séparation des isotopes du lithium aux fins du procédé de séparation dans un plasma (PSP) sont aussi directement utilisables pour la séparation des isotopes de l'uranium et sont soumis à un contrôle en vertu du document INFCIRC/254 Part 1 (tel qu'amendé).
- a. installations ou usines de séparation des isotopes du lithium;
  - b. équipements pour la séparation des isotopes du lithium reposant sur les procédés d'amalgame de lithium et de mercure, comme suit:
    - 1. colonnes garnies pour les échanges liquide-liquide, spécialement conçues pour les amalgames de lithium;
    - 2. pompes pour les amalgames de mercure ou de lithium;

3. cellules électrolytiques pour les amalgames de lithium;
  4. évaporateurs pour solution concentrée de lithine;
- c. systèmes d'échange d'ions spécialement conçus pour la séparation des isotopes du lithium, et parties de composants spécialement conçus pour ces systèmes;
- d. systèmes d'échanges chimiques (utilisant des éthers couronnes, des cryptands ou des éthers lariats) spécialement conçus pour la séparation des isotopes du lithium, et parties de composants spécialement conçus pour ces systèmes.

## 2.C. MATIÈRES

### 2.C.1. Alliages d'aluminium possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. «capables d'une» résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 460 MPa à une température de 293 K (20 °C); et
- b. sous la forme de tubes ou de pièces cylindriques pleines (y compris les pièces forgées) ayant un diamètre extérieur supérieur à 75 mm.

*Note technique: Dans la rubrique 2.C.1., l'expression «capable d'une» couvre les alliages d'aluminium avant ou après traitement thermique.*

### 2.C.2. Béryllium métal, alliages comprenant plus de 50 % de béryllium en poids, composés du béryllium et produits manufacturés dans ces matières, et déchets et chutes contenant du béryllium.

Note: La rubrique 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.

### 2.C.3. Bismuth possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. une pureté de 99,99 % ou plus en poids; et
- b. une teneur en argent de moins de 10 ppm (parties par million) en poids.

### 2.C.4. Bore enrichi en isotope 10 (<sup>10</sup>B), comme suit: bore élémentaire, composés, mélanges contenant du bore et produits manufacturés dans ces matières, et déchets et chutes contenant du bore.

Note: Dans la rubrique 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 approximativement de 18,5 % en poids (20 % en atomes).*

### 2.C.5. Calcium possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. contenant moins de 1 000 ppm en poids d'impuretés métalliques autres que le magnésium; et
- b. contenant moins de 10 ppm en poids de bore.

### 2.C.6. Trifluorure de chlore (ClF<sub>3</sub>).

2.C.7. «Matières fibreuses ou filamenteuses», et matières préimprégnées, comme suit:

a. «matières fibreuses ou filamenteuses» carbonées ou aramides possédant l'une des deux caractéristiques suivantes:

1. un «module spécifique» égal ou supérieur à  $12,7 \times 10^6$  m; ou
2. une «résistance spécifique à la traction» égale ou supérieure à  $23,5 \times 10^4$  m;

Note: La rubrique 2.C.7.a. ne s'applique pas aux «matières fibreuses ou filamenteuses» aramides contenant 0,25 % ou plus en poids d'un modificateur de surface des fibres à base d'ester.

b. «matières fibreuses ou filamenteuses» en verre possédant les deux caractéristiques suivantes:

1. un «module spécifique» égal ou supérieur à  $3,18 \times 10^6$  m; et
2. une «résistance spécifique à la traction» égale ou supérieure à  $7,62 \times 10^4$  m;

c. «fils» continus, «mèches», «filasses» ou «rubans» imprégnés de résine thermodurcie d'une largeur égale ou inférieure à 15 mm (préimprégnés), faits de «matières fibreuses ou filamenteuses» carbonées ou en verre spécifiés dans les rubriques 2.C.7.a. ou 2.C.7.b.

Note technique: La résine forme la matrice du composite.

Notes techniques: 1. Dans la rubrique 2.C. 7., le «module spécifique» est le module de Young exprimé en  $N/m^2$  divisé par le poids spécifique exprimé en  $N/m^3$  mesuré à une température de  $296 \pm 2$  K ( $23 \pm 2$  °C) et à une humidité relative.

2. Dans la rubrique 2.C. 7., la «résistance spécifique à la traction» est la résistance maximale à la traction exprimée en  $N/m^2$  divisée par le poids spécifique exprimé en  $N/m^3$  mesurée à une température de  $296 \pm 2$  K ( $23 \pm 2$  °C) et à une humidité relative de  $50 \pm 5$  %

2.C.8. Hafnium correspondant aux descriptions suivantes: métal, alliages et composés de hafnium comprenant plus de 60 % de hafnium en poids, produits fabriqués dans ces matières, et déchets et chutes contenant du hafnium.

2.C.9. Lithium enrichi en isotope 6 ( $^6\text{Li}$ ), et produits ou dispositifs contenant du lithium enrichi, comme suit: lithium élémentaire, alliages, composés, mélanges contenant du lithium, produits fabriqués dans ces matières, et déchets et chutes contenant du lithium.

Note: La rubrique 2.C.9. ne s'applique pas aux dosimètres thermoluminescents.

Note technique: La teneur naturelle du lithium en isotope 6 est approximativement de 6,5 % en poids (7,5 % en atomes).

2.C.10. Magnésium possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. contenant moins de 200 ppm en poids d'impuretés métalliques autres que le calcium; et
- b. contenant moins de 10 ppm en poids de bore.

2.C.11. Acier maraging «capable d'une» résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 1 950 MPa à une température de 293 K (20 °C).

Note: La rubrique 2.C. 11. ne s'applique pas aux formes dans lesquelles aucune dimension linéaire n'excède 75 mm.

Note technique: Dans la rubrique 2.C.11., l'expression «capable d'une» couvre l'acier maraging avant ou après traitement thermique.

2.C.12. Radium 226 ( $^{226}\text{Ra}$ ), alliages de radium 226, composés du radium 226, mélanges contenant du radium 226, produits fabriqués dans ces matières, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces matières.

Note: La rubrique 2.C.12. ne s'applique pas aux articles suivants:

- a. applicateurs médicaux;
- b. un produit ou un dispositif ne contenant pas plus de 0,37 GBq de radium 226.

2.C.13. Alliages de titane possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. «capables d'une» résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 900 MPa à une température de 293 K (20 °C); et
- b. sous la forme de tubes ou de pièces cylindriques pleines (y compris les pièces forgées) ayant un diamètre extérieur supérieur à 75 mm.

Note technique: Dans la rubrique 2.C.13., l'expression «capables d'une» couvre les alliages de titane avant ou après traitement thermique.

2.C.14. Tungstène, carbure de tungstène et alliages contenant plus de 90 % de tungstène en poids, possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. dans des formes à symétrie cylindrique creuse (y compris les segments cylindriques) d'un diamètre intérieur compris entre 100 et 300 mm; et
- b. une masse supérieure à 20 kg.

Note: La rubrique 2.C. 14. ne s'applique pas aux pièces spécialement conçues pour servir de poids ou de collimateurs à rayons gamma.

2.C.15. Zirconium ayant une teneur en hafnium inférieure à une partie de hafnium pour 500 parties de zirconium en poids, comme suit: métal, alliages contenant plus de 50 % de zirconium en poids, composés, produits dans ces matières, déchets et chutes contenant du zirconium.

Note: La rubrique 2.C.15. ne s'applique pas au zirconium sous la forme de feuilles dont l'épaisseur ne dépasse pas 0,10 mm.

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

N.B.: Pour les poudres de nickel qui sont spécialement préparées pour la fabrication de barrières de diffusion gazeuse, voir le document INFCIRC/254/Part 1 (tel qu'amendé).

- a. Poudre de nickel possédant les deux caractéristiques suivantes:
  1. un titre en nickel égal ou supérieur à 99 % en poids; et
  2. une granulométrie moyenne inférieure à 10 µm mesurée conformément à la norme ASTM B 330;
- b. Nickel métal poreux obtenu à partir de matières spécifiées dans la rubrique 2.C.16.a.

Note: La rubrique 2.C.16. ne s'applique pas aux articles suivants:

- a. poudres de nickel filamenteux;
- b. feuilles simples de nickel métal poreux dont la surface n'ex-cède pas 1 000 cm<sup>2</sup>.

Note technique: La rubrique 2.C.16.b. vise le métal poreux obtenu par compactage et frittage des matières visées à la rubrique 2.C.16.a., qui donnent une matière métallique contenant des pores fins reliés entre eux dans toute la structure.

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

Note: La rubrique 2.C.17. ne s'applique pas à un produit ou dispositif contenant moins de  $1,48 \times 10^3$  GBq de tritium.

2.C.18. Hélium 3 ( $^3\text{He}$ ), mélanges contenant de l'hélium 3, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces substances.

Note: La rubrique 2.C.18. ne s'applique pas à un produit ou dispositif contenant moins de 1 g d'hélium 3.

2.C.19. Radionucléides appropriés pour la fabrication de sources de neutrons à partir de la réaction alpha-n:

Actinium 225	Curium 244	Polonium 209
Actinium 227	Einsteinium 253	Polonium 210
Californium 253	Einsteinium 254	Radium 223
Curium 240	Gadolinium 148	Thorium 227
Curium 241	Plutonium 236	Thorium 228
Curium 242	Plutonium 238	Uranium 230
Curium 243	Polonium 208	Uranium 232

Sous les formes suivantes:

- a. élémentaire;
- b. composés ayant une activité totale de 37 GBq/kg ou plus;
- c. mélanges ayant une activité totale de 37 GBq/kg ou plus;
- d. produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces substances.

Note: La rubrique 2.C.19. ne s'applique pas à un produit ou dispositif contenant moins de 3,7 GBq d'activité.

2.C.20. Rhénium, et alliages contenant 90 % ou plus de rhénium en poids; et alliages de rhénium et de tungstène contenant 90 % ou plus en poids de toute combinaison de rhénium et de tungstène, et possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. dans des formes à symétrie cylindrique creuse (y compris les segments cylindriques) d'un diamètre intérieur compris entre 100 et 300 mm; et
- b. une masse supérieure à 20 kg.

2.D. LOGICIEL

Néant

2.E. TECHNOLOGIE

2.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel» spécifiés dans les rubriques 2.A. à 2.D.

### 3. ÉQUIPEMENTS DE SÉPARATION ISOTOPIQUE POUR L'URANIUM ET COMPOSANTS (Autres que les articles de la Liste de base)

#### 3.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS

- 3.A.1. Changeurs de fréquence ou générateurs, utilisables comme entraînement de moteur à fréquence variable ou à fréquence fixe, possédant toutes les caractéristiques suivantes:

N.B.1: Pour les changeurs de fréquence et les générateurs spécialement conçus ou préparés pour le procédé de centrifugation gazeuse, voir le document INFCIRC/254/Part 1 (tel qu'amendé).

N.B.2: Le «logiciel» spécialement conçu pour renforcer ou débloquer la performance des changeurs de fréquence ou des générateurs afin qu'ils répondent aux caractéristiques ci-dessous est soumis à un contrôle en vertu des rubriques 3.D.2. et 3.D.3.

- a. sortie multiphase fournissant une puissance égale ou supérieure à 40 VA;
- b. fonctionnement à une fréquence de 600 Hz ou plus; et
- c. contrôle des fréquences meilleur que (inférieur à) 0,2 %.

Notes: 1. La rubrique 3.A.1. ne s'applique qu'aux changeurs de fréquence destinés à certaines machines industrielles et/ou biens de consommation (machines-outils, véhicules, etc.) s'ils peuvent répondre aux caractéristiques susmentionnées lorsqu'ils sont retirés, et sous réserve de la note générale 3.

2. Aux fins du contrôle des exportations, le gouvernement déterminera si un changeur de fréquence particulier répond ou non aux caractéristiques susmentionnées, en tenant compte des contraintes en termes de matériel et de logiciel.

Notes techniques: 1. *Les changeurs de fréquence visés à la rubrique 3.A.1 sont également connus sous le nom de convertisseurs ou d'inverseurs.*

2. *Certains équipements commercialisés, comme les suivants, peuvent répondre aux caractéristiques spécifiées dans la rubrique 3.A.1.: générateurs, matériel d'essai électronique, alimentations électriques en courant alternatif, entraînements de moteur à vitesse variable, variateurs de vitesse, variateurs de fréquence, entraînements à fréquence réglable ou entraînement à vitesse réglable.*

- 3.A.2. Lasers, amplificateurs lasers et oscillateurs, comme suit:

- a. lasers à vapeur de cuivre possédant les deux caractéristiques suivantes:

1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 500 et 600 nm; et

2. une puissance moyenne de sortie égale ou supérieure à 30 W;

- b. lasers à argon ionisé possédant les deux caractéristiques suivantes:

1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 400 et 515 nm; et

2. une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W;

- c. lasers dopés au néodyme (autres que les lasers à verre) à longueur d'onde de sortie comprise entre 1 000 et 1 100 nm, possédant l'une des deux caractéristiques suivantes:

1. excitation par impulsions et modulation du facteur Q, avec une durée d'impulsion égale ou supérieure à 1 ns, et possédant l'une des deux caractéristiques suivantes:
  - a. un fonctionnement monomode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W; ou
  - b. un fonctionnement multimode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 50 W;

ou
2. comportant un doubleur de fréquence produisant une longueur d'onde de sortie comprise entre 500 et 550 nm avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W;
- d. oscillateurs à colorants organiques accordables fonctionnant en mode pulsé unique possédant toutes les caractéristiques suivantes:
  1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 300 et 800 nm;
  2. une puissance moyenne de sortie supérieure à 1 W;
  3. une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz; et
  4. une durée d'impulsion inférieure à 100 ns;
- e. amplificateurs lasers et oscillateurs à colorants organiques accordables possédant toutes les caractéristiques suivantes:
  1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 300 et 800 nm;
  2. une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W;
  3. une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz; et
  4. une durée d'impulsion inférieure à 100 ns;

Note: La rubrique 3.A.2.e. ne s'applique pas aux oscillateurs fonctionnant en mode unique.
- f. lasers à alexandrite possédant toutes les caractéristiques suivantes:
  1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 720 et 800 nm;
  2. une largeur de bande égale ou inférieure à 0,005 nm;
  3. une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 125 Hz; et
  4. une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W;
- g. lasers à dioxyde de carbone à régime pulsé possédant toutes les caractéristiques suivantes:
  1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 9 000 et 11 000 nm;
  2. une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz;
  3. une puissance moyenne de sortie supérieure à 500 W; et
  4. une durée d'impulsion inférieure à 200 ns;

Note: La rubrique 3.A.2.g. ne s'applique pas aux lasers industriels à CO<sub>2</sub> 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 durée d'impulsion supérieure à 200 ns.
- h. lasers à excitation par impulsions (XeF, XeCl, KrF) possédant toutes les caractéristiques suivantes:
  1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 240 et 360 nm;
  2. une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz; et
  3. une puissance moyenne de sortie supérieure à 500 W;
- i. déphaseurs Raman à parahydrogène conçus pour fonctionner à une longueur d'onde de sortie de 16 µm avec une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz.

j. lasers à monoxyde de carbone à régime pulsé possédant toutes les caractéristiques suivantes:

1. fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 5 000 et 6 000 nm;
2. une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz;
3. une puissance moyenne de sortie supérieure à 200 W; et
4. pulse width of less than 200 ns.

Note: La rubrique 3.A.2j. ne s'applique pas aux lasers industriels à CO de puissance plus élevée (typiquement de 1 à 5 kW) utilisés dans des applications telles que la découpe et le soudage puisque lesdits lasers fonctionnent soit en régime continu soit en régime pulsé avec une durée d'impulsion supérieure à 200 ns.

3.A.3. Vannes possédant toutes les caractéristiques suivantes:

- a. une dimension nominale égale ou supérieure à 5 mm;
- b. ayant un soufflet; et
- c. entièrement constituées ou revêtues d'aluminium, d'alliages d'aluminium, de nickel ou d'un alliage contenant 60 % ou plus de nickel en poids.

Note technique: Dans le cas des vannes ayant des diamètres d'entrée et de sortie différents, le paramètre dimension nominale visé dans la rubrique 3.A.3.a. renvoie au diamètre le plus petit.

3.A.4. Électro-aimants solénoïdaux supraconducteurs possédant toutes les caractéristiques suivantes:

- a. capables de créer des champs magnétiques de plus de 2 T;
- b. avec un rapport longueur divisée par diamètre intérieur supérieur à 2;
- c. avec un diamètre intérieur supérieur à 300 mm; et
- d. avec un champ magnétique uniforme meilleur que 1 % sur les 50 % centraux du volume intérieur.

Note: La rubrique 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 faisant matériellement partie du même envoi. Des envois séparés provenant de sources différentes sont autorisés à condition que les documents d'exportation s'y rapportant précisent clairement le rapport *comme partie de*.

3.A.5. Alimentations en courant fort continu possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. capables de produire en permanence, pendant une période de 8 heures, 100 V ou plus, avec une intensité de courant égale ou supérieure à 500 A; et
- b. une stabilité du courant ou de la tension meilleure que 0,1 % pendant une période de 8 heures.

3.A.6. Alimentations en courant continu haute tension possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. capables de produire en permanence, pendant une période de 8 heures, 20 kV ou plus, avec une intensité de courant égale ou supérieure à 1 A; et
- b. une stabilité du courant ou de la tension meilleure que 0,1 % pendant une période de 8 heures.

3.A.7. Tous les types de transducteurs de pression capables de mesurer les pressions absolues et possédant toutes les caractéristiques suivantes:

- a. capteurs de pression constitués ou protégés par de l'aluminium, un alliage d'aluminium, de l'oxyde d'aluminium (alumine ou saphir), du nickel, un alliage de nickel contenant plus de 60 % de nickel en poids, ou des polymères d'hydrocarbures totalement fluorés;
- b. scellés, le cas échéant, essentiels pour sceller le capteur de pression, et en contact direct avec le milieu auquel est appliqué le procédé, constitués ou protégés par de l'aluminium, un alliage d'aluminium, de l'oxyde d'aluminium (alumine ou saphir), du nickel, un alliage de nickel contenant plus de 60 % de nickel en poids, ou des polymères d'hydrocarbures totalement fluorés; et
- c. possédant l'une des deux caractéristiques suivantes:
  1. une pleine échelle inférieure à 13 kPa et une «précision» supérieure à  $\pm 1$  % de la pleine échelle; ou
  2. une pleine échelle égale ou supérieure à 13 kPa et une «précision» supérieure à  $\pm 130$  Pa lorsqu'on mesure à 13 kPa.

*Notes techniques:*

1. Dans la rubrique 3.A. 7., les transducteurs de pression sont des dispositifs qui convertissent les mesures de pression en un signal.
2. Dans la rubrique 3.A. 7., la «précision» englobe la non-linéarité, l'hystérésis et la répétabilité à la température ambiante.

3.A.8. Pompes à vide possédant toutes les caractéristiques suivantes:

- a. un col d'entrée de 380 mm ou plus;
- b. une vitesse de pompage égale ou supérieure à 15 m/s; et
- c. capables de produire un vide final meilleur que 13,3 mPa.

*Notes techniques*

1. La vitesse de pompage est déterminée au point de mesure avec de l'azote ou de l'air.
2. Le vide final est déterminé à l'entrée de la pompe, l'entrée de la pompe étant fermée.

3.A.9. Compresseurs scroll à obturateur à soufflet et pompes à vide scroll à obturateur à soufflet possédant toutes les caractéristiques suivantes:

- a. capables d'avoir un débit volumique d'entrée de 50 m<sup>3</sup>/h ou plus;
- b. capables d'avoir un rapport de compression de 2:1 ou plus; et
- c. ayant toutes les surfaces qui sont en contact avec le gaz de procédé constituées de l'une quelconque des matières suivantes:
  1. aluminium ou alliage d'aluminium;
  2. oxyde d'aluminium;
  3. acier inoxydable;
  4. nickel ou alliage de nickel;
  5. bronze phosphoreux; ou
  6. fluoropolymères.

- Notes techniques:
1. Dans un compresseur ou une pompe à vide scroll, des poches de gaz en forme de croissant se forment entre un ou plusieurs couples de spirales, ou spires, intercalées, dont l'une bouge alors que l'autre reste fixe. La spirale mobile se déplace excentriquement autour de celle qui reste fixe, sans tourner. Pendant ce déplacement, les poches de gaz se réduisent (du fait qu'elles sont comprimées) à mesure qu'elles sont chassées vers l'orifice de refoulement de la machine.
  2. Dans un compresseur ou une pompe à vide scroll à obturateur à soufflet, le gaz de procédé est totalement isolé des parties lubrifiées de la pompe et de l'atmosphère extérieure par un soufflet métallique. Une extrémité du soufflet est attachée à la spirale mobile et l'autre au corps fixe de la pompe.
  3. Les fluoropolymères comprennent, sans que cela soit limitatif, les matières suivantes:
    - a. le polytétrafluoroéthylène (PTFE);
    - b. l'éthylène-propylène fluoré (FEP);
    - c. le perfluoroalkoxy (PFA);
    - d. le polychlorotrifluoroéthylène (PCTFE); et
    - e. le copolymère d'hexafluoropropylène et de fluorure de vinylidène.

### 3.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION

- 3.B.1. Cellules électrolytiques pour la production de fluor ayant une capacité de production supérieure à 250 g de fluor par heure.
- 3.B.2. Équipements de fabrication ou d'assemblage de rotors, équipements à dresser pour rotors, mandrins et matrices pour la formation de soufflets, comme suit:
  - a. équipement d'assemblage de rotors pour l'assemblage de sections, chicanes et bouchons de tubes de rotors de centrifugeuses à gaz;

Note: La rubrique 3.B.2.a. comprend les mandrins de précision, les dispositifs de fixation et les machines d'ajustement fretté.

- b. équipement à dresser pour rotors en vue de l'alignement des sections de tubes de rotors de centrifugeuses à gaz par rapport à un axe commun;

Note technique: Dans la rubrique 3.B.2.b., pareil équipement comprend normalement des capteurs de mesure de précision reliés à un ordinateur qui commande ensuite, par exemple, l'action de dispositifs de serrage pneumatiques servant à aligner les sections de tubes de rotor.

- c. mandrins et matrices pour la production de soufflets à circonvolution unique.

Note technique: Les soufflets mentionnés dans la rubrique 3.B.2.c. possèdent toutes les caractéristiques suivantes:

1. diamètre intérieur de 75 à 400 mm;
2. longueur égale ou supérieure à 12,7 mm;
3. circonvolution unique ayant une profondeur supérieure à 2 mm; et
4. fabriqués en alliages d'aluminium à résistance élevée, en acier maraging ou en «matières fibreuses ou filamenteuses» ayant une résistance élevée.

3.B.3. Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage multiplans, fixes ou déplaçables, horizontales ou verticales, comme suit:

a. machines centrifuges à vérifier l'équilibrage, conçues pour équilibrer des rotors flexibles d'une longueur égale ou supérieure à 600 mm et possédant toutes les caractéristiques suivantes:

1. diamètre utile ou diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;
2. masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg; et
3. vitesse de révolution d'équilibrage pouvant atteindre plus de 5 000 tr/mn;

b. machines centrifuges à vérifier l'équilibrage, conçues pour équilibrer les composants cylindriques creux de rotors et possédant toutes les caractéristiques suivantes:

1. diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;
2. masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg;
3. capacité d'équilibrer jusqu'à un déséquilibre résiduel égal ou inférieur à 0,010 kg × mm/kg par plan; et
4. être du type actionné par courroie.

3.B.4. Machines à enrouler les filaments et équipement connexe, comme suit:

a. machines à enrouler les filaments possédant toutes les caractéristiques suivantes:

1. ayant des mouvements de positionnement, d'enveloppement et d'enroulement des fibres coordonnés et programmés en deux axes ou plus;
2. spécialement conçues pour fabriquer des structures ou des feuilles composites avec des «matières fibreuses ou filamenteuses»; et
3. capables d'enrouler des tubes cylindriques d'un diamètre interne de 75 à 650 mm et d'une longueur égale ou supérieure à 300 mm;

b. commandes de coordination et de programmation pour les machines à enrouler les filaments spécifiées dans la rubrique 3.B.4.a.;

c. mandrins de précision pour les machines à enrouler les filaments spécifiées dans la rubrique 3.B.4.a.

3.B.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. La rubrique 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. La rubrique 3.B.5. comprend les séparateurs dont les sources et collecteurs d'ions se trouvent tous deux dans le champ magnétique ainsi que les configurations dans lesquelles ils sont extérieurs au champ.

Note technique: Une source unique d'ions de 50 mA ne peut pas produire plus de 3 g d'uranium hautement enrichi (UHE) séparé par an à partir d'uranium naturel.

- 3.B.6. Spectromètres de masse capables de mesurer des ions d'unités de masse atomique égales ou supérieures à 230 u avec une résolution meilleure que 2 parties par 230, ainsi que des sources d'ions à cette fin, comme suit:

N.B.: Pour les spectromètres de masse spécialement conçus ou préparés pour analyser en continu des échantillons d'hexafluorure d'uranium, voir le document INFCIRC/254/Part 1 (tel qu'amendé).

- a. spectromètres de masse à plasma à couplage inductif (SM/ICP);
- b. spectromètres de masse à décharge luminescente (SMDL);
- c. spectromètres de masse à thermo-ionisation (TIMS);
- d. spectromètres de masse à bombardement d'électrons possédant les deux caractéristiques suivantes:
  1. un système d'entrée de faisceau moléculaire qui injecte un faisceau collimaté de molécules d'analytes dans une région de la source d'ions où les molécules sont ionisées par un faisceau d'électrons; **et**
  2. un ou plusieurs pièges à froid capables de refroidir à une température de 193 K (- 80 °C) ou moins pour piéger les molécules d'analytes qui ne sont pas ionisées par le faisceau d'électrons;
- e. spectromètres de masse équipés d'une source ionique à microfluorisation conçus pour être utilisés avec des actinides ou des fluorures actinides.

Note technique: 1. La rubrique 3.B.6.d. décrit les spectromètres de masse qui sont habituellement utilisés pour l'analyse isotopique des échantillons d'UF<sub>6</sub>.

2. Les spectromètres de masse à bombardement d'électrons visés dans la rubrique 3.B. 6.d. sont également connus sous le nom de spectromètres de masse à impact électronique ou spectromètres de masse à ionisation électronique.

3. Dans la rubrique 3.B. 6.d.2., un «piège à froid» est un dispositif qui piège les molécules de gaz en les condensant ou en les congelant sur des surfaces froides. Aux fins de cette entrée, une cryopompe à l'hélium gazeux en circuit fermé n'est pas un piège à froid.

## 3.C. MATIÈRES

Néant.

## 3.D. LOGICIEL

- 3.D.1. «Logiciel» spécialement conçu pour l'«utilisation» d'équipements spécifiés dans les rubriques 3.A.1., 3.B.3. ou 3.B.4.
- 3.D.2. «Logiciel» ou clés/codes de cryptage spécialement conçus pour renforcer ou débloquent les caractéristiques de performance des équipements non soumis à un contrôle dans la rubrique 3.A.1. afin qu'ils répondent aux caractéristiques spécifiées dans la rubrique 3.A.1. ou les surpassent.
- 3.D.3 «Logiciel» spécialement conçu pour renforcer ou débloquent les caractéristiques de performance des équipements soumis à un contrôle dans la rubrique 3.A.1.

## 3.E. TECHNOLOGIE

- 3.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel» spécifiés dans les rubriques 3.A. à 3.D.

## 4. ÉQUIPEMENTS LIÉS AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU LOURDE (Autres que les articles de la Liste de base)

## 4.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS

- 4.A.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.
- 4.A.2. Pompes pouvant faire circuler des solutions d'un catalyseur amide de potassium dilué ou concentré dans de l'ammoniac liquide ( $\text{KNH}_2/\text{NH}_3$ ), possédant toutes les caractéristiques suivantes:
- a. étanchéité totale à l'air (c'est-à-dire hermétiquement scellées);
  - b. capacité supérieure à 8,5 m<sup>3</sup>/h; et
  - c. l'une des deux caractéristiques suivantes:
    1. pour les solutions amides de potassium concentrées (1 % ou plus), 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.
- 4.A.3. Turbodétendeurs ou ensembles turbodétendeur-compresseur possédant les deux caractéristiques suivantes:
- a. conçus pour fonctionner avec une température de sortie de 35 K (–238 °C) ou moins; et
  - b. conçus pour un débit d'hydrogène égal ou supérieur à 1 000 kg/h.
- 4.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
- 4.B.1. Colonnes d'échange à plateaux eau-hydrogène sulfure et contacteurs internes, comme suit:

N.B.: Pour les colonnes spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde, voir le document INFCIRC/254/Part. 1 (tel qu'amendé).

- a. colonnes d'échange à plateaux eau-hydrogène sulfure 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 spécifiées dans la rubrique 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.

4.B.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 H<sub>2</sub>; et
- d. ayant un diamètre interne égal ou supérieur à 30 cm et une «longueur effective» égale ou supérieure à 4 m.

*Note technique:* L'expression «longueur effective» signifie la hauteur active du matériau de garnissage dans une colonne à garnissage, ou la hauteur active des plaques des contacteurs internes dans une colonne à plateaux.

4.B.3. [plus utilisés — depuis le 14 juin 2013]

4.C. MATIÈRES

Néant.

4.D. LOGICIEL

Néant.

4.E. TECHNOLOGIE

- 4.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel» spécifiés dans les rubriques 4.A. à 4.D.

5. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE MESURE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE DISPOSITIFS EXPLOSIFS NUCLÉAIRES

5.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS

5.A.1. Tubes photomultiplicateurs possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. une surface photocathodique supérieure à 20 cm<sup>2</sup>; et
- b. un temps de montée de l'impulsion anodique inférieur à 1 ns.

## 5.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION

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

Notes techniques 1. *Le facteur de mérite K est défini comme suit:  $K = 1,7 \times 10^3 V^{2,65} Q$ . V est l'énergie électronique de pointe en millions d'électronvolts. Lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est inférieure ou égale à 1  $\mu$ , Q est la charge totale accélérée en coulombs. Lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est supérieure à 1  $\mu$ , Q est la charge maximale accélérée en 1  $\mu$ . Q est égale à l'intégrale de i par rapport à t, divisée par 1  $\mu$  ou la durée de l'impulsion du faisceau ( $Q = \int i dt$ ) selon la valeur la moins élevée, i étant le courant du faisceau en ampères et t le temps en secondes.*

2. *Puissance de pointe = (potentiel de pointe en volts)  $\times$  (courant de pointe du faisceau en ampères).*

3. *Dans les machines basées sur des cavités d'accélération à micro-ondes, la durée de l'impulsion du faisceau est égale soit à 1  $\mu$  soit à la durée du groupe de faisceaux résultant d'une impulsion de modulation des microondes, 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.*

## 5.B.2. Systèmes à canons à grande vitesse (systèmes à poudre propulsive, à gaz, à bobine, systèmes électromagnétiques et électrothermiques, et autres systèmes avancés) capables d'accélérer des projectiles jusqu'à 1,5 km/s ou plus.

Note: Cette rubrique ne s'applique pas aux canons spécialement conçus pour des systèmes d'armes à grande vitesse.

## 5.B.3. Caméras et appareils d'imagerie à grande vitesse et composants pour ceux-ci, comme suit:

N.B.: Le «logiciel» spécialement conçu pour renforcer ou débloquer la performance des caméras ou des appareils d'imagerie afin qu'ils répondent aux caractéristiques ci-après est soumis à un contrôle en vertu des rubriques 5.D.1. et 5.D.2.

- a. caméras à fente, et composants spécialement conçus pour ces caméras, comme suit:
1. caméras à fente ayant une vitesse d'inscription supérieure à 0,5 mm/ $\mu$ s;
  2. caméras électroniques à fente capables d'un pouvoir de résolution temporelle égal ou inférieur à 50 ns;
  3. tubes à fente pour les caméras spécifiées dans la rubrique 5.B.3.a.2.;
  4. modules d'extension spécialement conçus pour être utilisés avec des caméras à fente à structure modulaire qui activent les spécifications opérationnelles spécifiées dans les rubriques 5.B.3.a.1. ou 5.B.3.a.2.;
  5. dispositifs électroniques de synchronisation, assemblages rotors constitués par les turbines, les miroirs et les paliers spécialement conçus pour les caméras spécifiées dans la rubrique 5.B.3.a.1.
- b. caméras à images et composants spécialement conçus pour ces caméras, comme suit:
1. caméras à images ayant une cadence d'enregistrement supérieure à 225 000 images par seconde;
  2. caméras à images capables d'une durée d'exposition d'encadrage égale ou inférieure à 50 ns;
  3. tubes à images et imageurs à semi-conducteurs ayant un temps de déclenchement pour images rapides de 50 ns ou moins spécialement conçus pour les caméras spécifiées dans les rubriques 5.B.3.b.1. ou 5.B.3.b.2.;
  4. modules d'extension spécialement conçus pour être utilisés avec des caméras à images à structure modulaire et qui activent les spécifications opérationnelles spécifiées dans les rubriques 5.B.3.b.1. ou 5.B.3.b.2.;
  5. dispositifs électroniques de synchronisation, assemblages rotors constitués par les turbines, les miroirs et les paliers spécialement conçus pour les caméras spécifiées dans les rubriques 5.B.3.b.1. ou 5.B.3.b.2.
- c. caméras à semi-conducteurs ou à tube électronique et composants spécialement conçus pour celles-ci, comme suit:
1. caméras à semi-conducteurs ou caméras à tube électronique ayant un temps de déclenchement pour images rapides de 50 ns ou moins;
  2. imageurs à semi-conducteurs et tubes intensificateurs d'image ayant un temps de déclenchement pour images rapides de 50 ns ou moins, spécialement conçus pour les caméras spécifiées dans la rubrique 5.B.3.c.1.;
  3. obturateurs électro-optiques (à cellule de Kerr ou à cellule de Pockels) ayant un temps de déclenchement pour images rapides de 50 ns ou moins;
  4. modules d'extension spécialement conçus pour être utilisés avec des caméras à structure modulaire qui activent les spécifications opérationnelles spécifiées dans la rubrique 5. B.3.c.1.;

*Note technique: Les caméras image par image à grande vitesse peuvent être utilisées isolément pour produire une seule image d'un événement dynamique, ou plusieurs de ces caméras peuvent être combinées dans un système de déclenchement séquentiel pour produire plusieurs images d'un événement.*

5.B.4. *[plus utilisés — depuis le 14 juin 2013]*

5.B.5. Instruments spécialisés pour expériences hydrodynamiques, comme suit:

- a. interféromètres de vitesse pour mesurer les vitesses supérieures à 1 km/s pendant des intervalles inférieurs à 10 µs;
- b. manomètres anti-choc capables de mesurer des pressions supérieures à 10 GPa, dont des jauges au manganin, à l'ytterbium et en bifluorure de polyvinylidène (PVBF, PVF2);
- c. transducteurs de pression à quartz pour des pressions supérieures à 10 GPa.

Note: La rubrique 5.B.5.a. comprend les interféromètres de vitesse tels que VISAR (interféromètres de vitesse pour tout réflecteur), DLI (interféromètres Doppler-laser), et PDV (systèmes de vélocimétrie doppler photonique) aussi connus sous le nom de systèmes de vélocimétrie hétérodyne (VH).

5.B.6. Générateurs d'impulsions rapides, et têtes d'impulsion pour ces générateurs, possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. une tension de sortie supérieure à 6 V dans une charge ohmique de moins de 55 ohms; et
- b. un «temps de transition des impulsions» inférieur à 500 ps.

Notes techniques: 1. Dans la rubrique 5.B. 6.b. le «temps de transition des impulsions» est défini comme étant l'intervalle entre des amplitudes de tension de 10 % à 90 %.

2. Les têtes d'impulsion sont des circuits de mise en forme d'impulsions conçus pour accepter une fonction en échelle de tension et la façonner en diverses formes d'impulsions (rectangulaire, triangulaire, en marche d'escalier, impulsion, exponentielle ou monocycle). Elles peuvent faire partie intégrante du générateur d'impulsions, se présenter sous la forme d'un module d'extension de l'appareil ou lui être connectées par un appareil externe.

5.B.7. Cuves, chambres, conteneurs de confinement pour explosifs de grande puissance et autres dispositifs similaires de confinement conçus pour les essais d'explosifs de grande puissance ou de dispositifs explosifs et possédant les deux caractéristiques suivantes:

- a. conçus pour contenir intégralement une explosion équivalente à 2 kg de TNT ou plus; et
- b. des éléments ou des caractéristiques de conception permettant le transfert de données de diagnostic ou de mesure en temps réel ou différé.

5.C. MATIÈRES

Néant.

5.D. LOGICIEL

5.D.1. «Logiciel» ou clés/codes de cryptage spécialement conçus pour renforcer ou débloquer les caractéristiques de performance des équipements non soumis à un contrôle dans la rubrique 5.B.3. afin qu'ils répondent ou surpassent les caractéristiques spécifiées dans la rubrique 5.B.3.

5.D.2. «Logiciel» ou clés/codes de cryptage spécialement conçus pour renforcer ou débloquer les caractéristiques de performance des équipements soumis à un contrôle dans la rubrique 5.B.3.

## 5.E. TECHNOLOGIE

- 5.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel» spécifiés dans les rubriques 5.A. à 5.D.

## 6. COMPOSANTS POUR DISPOSITIFS EXPLOSIFS NUCLÉAIRES

## 6.A. ÉQUIPEMENTS, ASSEMBLAGES ET COMPOSANTS

## 6.A.1. Détonateurs et systèmes d'amorçage à points multiples, comme suit:

## a. détonateurs d'explosifs à commande électrique, comme suit:

1. amorce à pont (AP);
2. fil à exploser (FE);
3. percuteur;
4. initiateurs à feuille explosive (IFE);

- b. systèmes utilisant un détonateur unique ou plusieurs détonateurs conçus pour amorcer pratiquement simultanément une surface explosive de plus de 5 000 mm<sup>2</sup> à partir d'un signal unique de mise à feu avec un temps de propagation de l'amorçage sur la surface en question inférieur à 2,5 µs.

Note: La rubrique 6.A.1. ne s'applique pas aux détonateurs qui n'utilisent que des explosifs primaires, comme l'azoture de plomb.

Note technique: Dans la rubrique 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».

## 6.A.2. Dispositifs de mise à feu et générateurs d'impulsions équivalents à haute intensité, comme suit:

- a. dispositifs de mise à feu de détonateurs (systèmes d'amorçage, artifices), y compris les dispositifs de mise à feu à charge électrique, à commande pyrotechnique et à commande optique) qui sont conçus pour actionner les détonateurs à commande multiple spécifiés dans la rubrique 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. capables de fournir leur énergie en moins de 15 µs en charges inférieures à 40 ohms;

3. ayant une intensité supérieure à 100 A;
  4. n'ayant aucune dimension supérieure à 30 cm;
  5. pesant moins de 30 kg; et
  6. conçus pour être utilisés à l'intérieur d'une vaste gamme de températures allant de 223 à 373 K (– 50 °C à 100 °C) ou conçus pour une utilisation aérospatiale;
- c. micro-unités de mise à feu possédant toutes les caractéristiques suivantes:
1. n'ayant aucune dimension supérieure à 35 mm;
  2. tension nominale égale ou supérieure à 1 kV; et
  3. capacité égale ou supérieure à 100 nF.

Note: Les dispositifs de mise à feu à commande optique englobent ceux qui font appel à l'amorçage par laser et au chargement par laser. Les dispositifs de mise à feu à commande pyrotechnique englobent ceux qui utilisent des matériaux ferroélectriques et ceux qui utilisent des matériaux ferromagnétiques. La rubrique 6.A.2.b. comprend les dispositifs de commande à lampe-éclair à xénon.

6.A.3. Dispositifs de commutation, comme suit:

- a. tubes à cathode froide, qu'ils soient ou non remplis de gaz, fonctionnant de manière similaire à un éclateur à étincelle, possédant toutes les caractéristiques suivantes:
1. comprenant trois électrodes ou plus;
  2. tension anodique nominale de pointe égale ou supérieure à 2,5 kV;
  3. courant de plaque nominal de pointe égal ou supérieur à 100 A; et
  4. temporisation de l'anode égale ou inférieure à 10 µs;

Note: La rubrique 6.A.3.a. comprend les tubes au krytron à gaz et les tubes au sprytron à vide.

- b. éclateurs à étincelle déclenchés possédant les deux caractéristiques suivantes:
1. temporisation de l'anode égale ou inférieure à 15 µs; et
  2. prévus pour un courant de pointe égal ou supérieur à 500 A;
- c. modules ou assemblages à commutation rapide possédant toutes les caractéristiques suivantes:
1. tension anodique nominale de pointe supérieure à 2 kV;
  2. courant de plaque nominal de pointe égal ou supérieur à 500 A; et
  3. temps de commutation égal ou inférieur à 1 µs.

6.A.4. condensateurs à décharge pulsée possédant l'une des caractéristiques suivantes:

- a. 1. tension nominale supérieure à 1,4 kV;
2. accumulation d'énergie supérieure à 10 J;
  3. capacité supérieure à 0,5 µF; et
  4. inductance série inférieure à 50 nH; ou
- b. 1. tension nominale supérieure à 750 V;
2. capacité supérieure à 0,25 µF; et
  3. inductance série inférieure à 10 nH.

- 6.A.5. Systèmes générateurs de neutrons, y compris les tubes, possédant les deux caractéristiques suivantes:
- a. conçus pour fonctionner sans installation de vide extérieure; et
  - b. 1. utilisant l'accélération électrostatique pour déclencher une réaction nucléaire tritium-deutérium; ou
    2. utilisant l'accélération électrostatique pour déclencher une réaction nucléaire deutérium-deutérium et capable d'avoir un débit de  $3 \times 10^9$  neutrons/s ou plus.
- 6.A.6. Strip-lines destinées à assurer aux détonateurs un chemin à faible inductance, possédant les caractéristiques suivantes:
- a. tension nominale supérieure à 2 kV; et
  - b. inductance inférieure à 20 nH.
- 6.B. ÉQUIPEMENTS D'ESSAI ET DE PRODUCTION
- Néant.
- 6.C. MATIÈRES
- 6.C.1. Substances ou mélanges hautement explosifs contenant plus de 2 % en poids d'un des produits suivants:
- a. cyclotétraméthylène-tétranitramine (HMX) (CAS 2691-41-0);
  - b. cyclotriméthylènetrinitramine (RDX) (CAS 121-82-4);
  - c. triaminotrinitrobenzène (TATB) (CAS 3058-38-6);
  - d. amino dinitrobenzo-furoxan ou 7-amino-4,6-nitrobenzofurazane-1-oxyde (ADNBF) (CAS 97096-78-1);
  - e. 1,1-diamino-2,2-dinitroéthylène (DADE ou FOX7) (CAS 145250-81-3);
  - f. 2,4-dinitroimidazole (DNI) (CAS 5213-49-0);
  - g. diaminoazoxyfurazane (DAAOF ou DAAF) (CAS 78644-89-0);
  - h. diaminotrinitrobenzène (DATB) (CAS 1630-08-6);
  - i. dinitroglucuryle (DNGU ou DINGU) (CAS 55510-04-8);
  - j. 2,6-bis (picrylamino)-3,5-dinitropyridine (PYX) (CAS 38082-89-2);
  - k. 3,3'-diamino-2,2', 4,4', 6,6'-hexanitrobiphényle ou dipicramide (DIPAM) (CAS 17215-44 0);
  - l. diaminoazofurazane (DAAzF) (CAS 78644-90-3);
  - m. 1,4,5,8-tétranitro-pyridazino [4,5-d] pyridazine (TNP) (CAS 229176-04-9);
  - n. hexanitrostilbène (HNS) (CAS 20062-22-0); ou
  - o. Tout explosif ayant une densité cristalline supérieure à 1,8 g/cm<sup>3</sup> et une vitesse de détonation supérieure à 8 000 m/s.
- 6.D. LOGICIEL
- Néant.
- 6.E. TECHNOLOGIE
- 6.E.1. «Technologie» conformément aux Contrôles de technologie pour le «développement», la «production» ou l'«utilisation» d'équipements, de matières ou d'un «logiciel» spécifiés dans les rubriques 6.A. à 6.D.

## ANNEXE II

## Liste des biens visés à l'article 2

## Note :

Les références au « présent règlement » et à des articles et paragraphes contenues dans la présente annexe s'entendent comme étant des références au règlement (UE) No 267/2012 du Conseil du 23 mars 2012 concernant l'adoption de mesures restrictives à l'encontre de l'Iran et abrogeant le règlement (UE) No 961/2010, tel que modifié, et aux articles et paragraphes de ce règlement.

## NOTES INTRODUCTIVES

1. Sauf indication contraire, les numéros de référence figurant dans la colonne intitulée "Désignation" renvoient aux désignations des biens à double usage inscrits à l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009.
2. La présence d'un numéro de référence dans la colonne intitulée "Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009" indique que les caractéristiques de l'article désigné dans la colonne "Désignation" ne sont pas couvertes par les paramètres du bien à double usage auquel il est fait référence.
3. Les définitions des termes entre "guillemets simples" figurent dans une note technique se rapportant au bien en question.
4. Les définitions des termes entre "guillemets doubles" figurent à l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009.

## NOTES GÉNÉRALES

1. Les contrôles dont il est question dans la présente annexe ne doivent pas être rendus inopérants par le biais de l'exportation de biens non soumis à contrôle (y compris des installations) contenant un ou plusieurs composants soumis à contrôle, lorsque lesdits composants sont l'élément principal de ces biens et peuvent en pratique en être détachés et utilisés à d'autres fins.

N.B.: Pour décider si le ou les composants soumis à contrôle doivent être considérés comme l'élément principal, il convient d'évaluer les facteurs de quantité, de valeur et de savoir-faire technologique les concernant, ainsi que d'autres circonstances particulières qui pourraient faire du ou des composants soumis à contrôle l'élément principal des biens fournis.

2. Les biens figurant dans la présente annexe s'entendent comme neufs ou usagés.

## NOTE GÉNÉRALE RELATIVE À LA TECHNOLOGIE (NGT)

(À lire en liaison avec la partie II.B.)

1. La vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation des "technologies" "nécessaires" au "développement", à la "production" ou à l'"utilisation" de biens dont la vente, la fourniture, le transfert ou l'exportation est soumis(e) à contrôle dans la partie A (Biens) ci-dessous est soumis(e) à contrôle, conformément aux dispositions de la partie II.B.
2. La "technologie" "nécessaire" au "développement", à la "production" ou à l'"utilisation" de biens soumis à contrôle demeure soumise à contrôle même lorsqu'elle est applicable à un bien non soumis à contrôle.
3. Les contrôles ne s'appliquent pas à la "technologie" minimale nécessaire à l'installation, à l'exploitation, à l'entretien (vérification) et à la réparation des biens qui ne sont pas soumis à contrôle ou dont l'exportation a été autorisée conformément au règlement (CE) n° 423/2007 ou au présent règlement.
4. Les contrôles portant sur les transferts de "technologie" ne s'appliquent ni aux connaissances relevant "du domaine public", ni à la "recherche scientifique fondamentale", pas plus qu'aux connaissances minimales nécessaires pour les demandes de brevet.

## II.A. BIENS

A0. Matières, installations et équipements nucléaires		
N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A0.001	Lampes à cathode creuse comme suit: a. Lampes à iode cathodiques creuses à fenêtres en silicium pur ou quartz b. Lampes à cathode creuse d'uranium	—
II.A0.002	Isolateurs Faraday dans la gamme de longueurs d'onde 500 nm - 650 nm.	—
II.A0.003	Réseaux optiques dans la gamme de longueurs d'onde 500 nm - 650 nm.	—
II.A0.004	Fibres optiques dans la gamme de longueurs d'onde 500 nm - 650 nm revêtues de couches antiréfléchissantes dans la gamme de longueurs d'onde 500 nm - 650 nm et ayant une âme d'un diamètre supérieur à 0,4 mm mais n'excédant pas 2 mm.	—
II.A0.005	Composants et équipements d'essai pour cuve de réacteur nucléaire, autres que ceux visés sous 0A001, comme suit: 1. joints 2. composants internes 3. équipements d'étanchéité, de test et de mesure	0A001
II.A0.006	Systèmes de détection nucléaire pour la détection, l'identification ou la quantification des substances radioactives et des radiations nucléaires et leurs composants spécialement conçus, autres que ceux visés sous 0A001.j ou 1A004.c.	0A001.j 1A004.c
II.A0.007	Vannes à soufflets d'étanchéité en alliage d'aluminium ou acier inoxydable type 304, 304L ou 316 L. Note: ce numéro ne couvre pas les valves désignées sous 0B001.c.6 et sous 2A226.	0B001.c.6 2A226
II.A0.008	Miroirs pour lasers, autres que ceux indiqués sous 6A005.e, composés de substrats ayant un coefficient de dilatation thermique inférieur ou égal à $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ à 20 °C (p. ex. silice ou saphir fondus). Note: ce numéro ne couvre pas les systèmes optiques spécialement conçus pour des applications astronomiques, sauf si les miroirs contiennent de la silice fondue.	0B001.g.5, 6A005.e
II.A0.009	Lentilles pour lasers, autres que celles indiquées sous 6A005.e.2, composées de substrats ayant un coefficient de dilatation thermique inférieur ou égal à $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ à 20 °C (p. ex. silice fondue).	0B001.g, 6A005.e.2
II.A0.010	Tuyaux, tuyauteries, brides, raccords en nickel ou en alliage de nickel ou revêtus de nickel ou d'alliage de nickel à plus de 40 % de nickel en poids, autres que ceux visés sous 2B350.h.1.	2B350

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A0.011	Pompes à vide autres que celles visées sous 0B002.f.2 ou 2B231, comme suit: pompes turbomoléculaires à débit égal ou supérieur à 400 l/s; pompes à vide de type Roots ayant une aspiration volumétrique supérieure à 200 m <sup>3</sup> /h. Compresseurs à sec, à vis, à soufflet d'étanchéité et pompes à vide à sec, à vis, à soufflet d'étanchéité.	0B002.f.2, 2B231
II.A0.012	Enceintes blindées pour la manipulation et le stockage de substances radioactives (cellules chaudes).	0B006
II.A0.013	“Uranium naturel” ou “uranium appauvri” ou thorium sous la forme d'un métal, d'un alliage, d'un composé chimique ou d'un concentré et toute autre matière contenant une ou plusieurs des substances qui précèdent, autres que ceux visés sous 0C001.	0C001
II.A0.014	Chambres d'explosion ayant un pouvoir d'absorption de l'explosion supérieur à 2,5 kg d'équivalent TNT.	—
II.A0.015	“Boîtes à gants” spécialement conçues pour les isotopes radioactifs, les sources radioactives ou les radionucléides. Note technique: Le terme “boîte à gants” désigne un dispositif qui offre une protection à l'utilisateur contre des vapeurs, particules ou rayonnements dangereux, les matériaux situés à l'intérieur du dispositif étant manipulés ou traités par une personne se trouvant à l'extérieur de celui-ci au moyen de manipulateurs ou de gants intégrés au dispositif.	0B006
II.A0.016	Systèmes d'identification de gaz toxiques conçus pour fonctionner en permanence et pouvoir détecter le sulfure d'hydrogène, et détecteurs spécialement conçus à cet effet.	0A001 0B001.c
II.A0.017	Détecteurs de fuites d'hélium.	0A001 0B001.c

## A1. Matériaux, produits chimiques, “micro-organismes” et “toxines”

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A1.001	Solvant à base d'acide bis (2-éthylhexyl) phosphorique (HDEHP ou D2HPA) CAS 298-07-7 dans n'importe quelle quantité, d'une pureté de 90 % au moins.	—
II.A1.002	Fluor gazeux (n°CAS: 7782-41-4), d'une pureté de 95 % au moins.	—

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A1.003	<p>Joint annulaire d'un diamètre intérieur inférieur ou égal à 400 mm, constitués de l'un des matériaux suivants:</p> <p>a. copolymères de fluorure de vinylidène ayant une structure cristalline bêta de 75 % ou plus sans étirage;</p> <p>b. polyimides fluorés, contenant 10 % ou plus de fluor combiné;</p> <p>c. élastomères en phosphazène fluoré, contenant au moins 30 % en poids de fluor combiné;</p> <p>d. polychlorotrifluoroéthylène (PCTFE), par exemple Kel-F ®;</p> <p>e. fluoroélastomères (p. ex. Viton ®, Tecnoflon ®);</p> <p>f. polytétrafluoroéthylène (PTFE).</p>	—
II.A1.004	<p>Équipement individuel pour détecter les rayonnements d'origine nucléaire, y compris les dosimètres personnels.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les systèmes de détection nucléaire désignés sous 1A004.c.</p>	1A004.c
II.A1.005	<p>Cellules électrolytiques pour la production de fluor, dont la capacité de production dépasse 100 g de fluor par heure.</p> <p>Note: ce numéro ne vise pas les cellules électrolytiques désignées sous 1B225.</p>	1B225
II.A1.006	<p>Catalyseurs, autres que ceux interdits par 1A225, contenant du platine, du palladium ou du rhodium, utilisables pour provoquer la réaction d'échange des isotopes d'hydrogène entre l'hydrogène et l'eau en vue de la récupération du tritium de l'eau lourde ou de la production d'eau lourde.</p>	1B231, 1A225
II.A1.007	<p>Aluminium et alliages, autres que ceux visés sous 1C002.b.4 ou 1C202.a, sous forme brute ou de demi-produits présentant l'une des caractéristiques suivantes:</p> <p>a. ayant une résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 460 MPa à 293 K (20 °C); ou</p> <p>b. ayant une résistance à la traction égale ou supérieure à 415 MPa à 298 K (25 °C).</p>	1C002.b.4, 1C202.a
II.A1.008	<p>Métaux magnétiques, de tous types et sous toutes formes, présentant une perméabilité relative initiale égale ou supérieure à 120 000 et une épaisseur comprise entre 0,05 et 0,1 mm.</p>	1C003.a
II.A1.009	<p>“Matériaux fibreux ou filamenteux” ou préimprégnés, comme suit:</p> <p>N.B. VOIR ÉGALEMENT II.A1.019.A.</p> <p>a. “matériaux fibreux ou filamenteux” à base de carbone ou d'aramide, présentant l'une des caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un “module spécifique” supérieur à <math>10 \times 10^6</math> m; ou</li> <li>2. une “résistance spécifique à la traction” supérieure à <math>17 \times 10^4</math> m;</li> </ol> <p>b. “matériaux fibreux ou filamenteux” à base de verre, présentant l'une des caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un “module spécifique” supérieur à <math>3,18 \times 10^6</math> m; ou</li> <li>2. une “résistance spécifique à la traction” supérieure à <math>76,2 \times 10^3</math> m;</li> </ol> <p>c. “torons”, “nappes”, “mèches” ou “bandes” continus imprégnés de résine thermodurcie dont la largeur est égale ou inférieure à 15 mm (une</p>	<p>1C010.a</p> <p>1C010.b</p> <p>1C210.a</p> <p>1C210.b</p>

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	<p>fois préimprégnés), fabriqués en ‘matériaux fibreux ou filamenteux’ à base de carbone ou de verre autres que ceux visés sous II.A1.010.a. ou b.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les “matériaux fibreux ou filamenteux” désignés sous 1C010.a, 1C010.b, 1C210.a et 1C210.b.</p>	
II.A1.010	<p>Fibres imprégnées de résine ou de brai (préimprégnées), fibres revêtues de métal ou de carbone (préformées), ou “préformes de fibre de carbone”, comme suit:</p> <p>a. constituées de “matériaux fibreux ou filamenteux” visés sous II.A1.009 ci-dessus;</p> <p>b. les “matériaux fibreux ou filamenteux” à base de carbone imprégnés de résines époxydes (préimprégnés) visés sous 1C010.a, 1C010.b ou 1C010.c, servant à réparer les structures d'aéronefs ou les laminés, dont les dimensions ne dépassent pas 50 × 90 cm par feuille;</p> <p>c. les préimprégnés visés sous 1C010.a, 1C010.b ou 1C010.c, lorsqu'ils sont imprégnés de résines phénoliques ou époxydes ayant une température de transition vitreuse (Tg) inférieure à 433 K (160 °C) et une température de cuisson inférieure à la température de transition vitreuse.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les “matériaux fibreux ou filamenteux” désignés sous 1C010.e.</p>	1C010.e. 1C210
II.A1.011	<p>Matériaux composites céramiques au carbure de silicium utilisables dans les têtes de rentrée, les véhicules de rentrée, les volets de chaleur, utilisables dans les “missiles”, autres que ceux visés sous 1C107.</p>	1C107
II.A1.012	<p>Aciers maraging, autres que ceux visés sous 1C116 ou 1C216, “ayant” une résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 2 050 MPa à 293 K (20 °C).</p> <p>Note technique:</p> <p>L'expression “aciers maraging ayant” couvre les aciers maraging, avant ou après traitement thermique.</p>	1C216
II.A1.013	<p>Tungstène, tantale, carbure de tungstène, carbure de tantale et alliages, présentant les deux caractéristiques suivantes:</p> <p>a. en formes ayant une cylindricosymétrie creuse ou une symétrie sphérique creuse (y compris des segments de cylindre) avec un diamètre intérieur entre 50 mm et 300 mm; et</p> <p>b. une masse supérieure à 5 kg.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas le tungstène, le carbure de tungstène et alliages désignés sous 1C226.</p>	1C226
II.A1.014	<p>Poudres élémentaires de cobalt, de néodyme ou de samarium ou d'alliages ou de mélanges de ces éléments, contenant au moins 20 % en poids de cobalt, de néodyme ou de samarium, de granulométrie inférieure à 200 µm.</p>	—

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A1.015	Phosphate de tributyle pur [n°CAS 126-73-8] ou tout mélange contenant au moins 5 % en poids de phosphate de tributyle.	—
II.A1.016	<p>Aciers maraging, autres que ceux interdits par 1C116, 1C216 ou II.A1.012.</p> <p>Note technique:</p> <p>Les aciers maraging sont des alliages de fer généralement caractérisés par une haute teneur en nickel, une très faible teneur en carbone et l'emploi d'éléments de substitution ou de précipités pour renforcer l'alliage et produire son durcissement par vieillissement.</p>	—
II.A1.017	<p>Métaux, poudres métalliques et matériaux suivants:</p> <p>a. Tungstène et ses alliages, autres que ceux interdits par 1C117, sous forme de particules sphériques ou atomisées uniformes d'un diamètre inférieur ou égal à 500 µm, contenant au moins 97 % en poids de tungstène;</p> <p>b. Molybdène et ses alliages, autres que ceux interdits par 1C117, sous forme de particules sphériques ou atomisées uniformes d'un diamètre inférieur ou égal à 500 µm, contenant au moins 97 % en poids de molybdène;</p> <p>c. Matériaux en tungstène sous forme solide, autres que ceux interdits par 1C226, ou II.A1.013, composés des matériaux suivants:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tungstène et ses alliages, contenant au moins 97 % en poids de tungstène;</li> <li>2. Tungstène infiltré avec du cuivre, contenant au moins 80 % en poids de tungstène; ou</li> <li>3. Tungstène infiltré avec de l'argent, contenant au moins 80 % en poids de tungstène.</li> </ol>	—
II.A1.018	<p>Alliages magnétiques tendres ayant la composition chimique suivante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) teneur en fer comprise entre 30 % et 60 %; et</li> <li>b) teneur en cobalt comprise entre 40 % et 60 %.</li> </ol>	—
II.A1.019	<p>“Matériaux fibreux ou filamenteux” ou préimprégnés, non interdits par l'annexe I ou par l'annexe II (II.A1.009, II.A1.010) du présent règlement, ou non visés par l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009, comme suit:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) “matériaux fibreux ou filamenteux” à base de carbone;</li> </ol> <p>Note: le numéro II.A1.019.a ne couvre pas les tissus.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>b) “torons”, “nappes”, “mèches” ou “bandes” continus imprégnés de résine thermodurcie, fabriqués en “matériaux fibreux ou filamenteux” à base de carbone;</li> <li>c) “torons”, “nappes”, “mèches” ou “bandes” continus en polyacrylonitrile.</li> </ol>	—

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A1.020	<p>Alliages d'acier sous forme de feuilles ou de plaques, présentant l'une des caractéristiques suivantes:</p> <p>a) alliages d'acier 'ayant' une résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 1 200 Mpa, à 293 K (20 °C); ou</p> <p>b) acier inoxydable duplex stabilisé à l'azote.</p> <p>Note: l'expression alliages 'ayant' couvre les alliages avant ou après traitement thermique.</p> <p>Note technique:</p> <p>L'"acier inoxydable duplex stabilisé à l'azote" possède une microstructure biphasé, de l'azote étant ajouté aux grains d'acier ferritique et austénitique pour stabiliser la microstructure.</p>	<p>1C116</p> <p>1C216</p>
II.A1.021	Matériau composite carbone/carbone.	1A002.b.1
II.A1.022	Alliages de nickel sous forme brute ou de demi-produits, contenant au moins 60 % en poids de nickel.	1C002.c.1.a
II.A1.023	<p>Alliages de titane sous forme de feuilles ou de plaques "ayant" une résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 900 Mpa, à 293 K (20 °C).</p> <p>Note: l'expression alliages "ayant" couvre les alliages avant ou après traitement thermique.</p>	1C002.b.3
II.A1.024	<p>Propergols et leurs composants chimiques, comme suit:</p> <p>a) diisocyanate de toluène (TDI)</p> <p>b) diisocyanate de méthylènediphényle (MDI)</p> <p>c) diisocyanate d'isophorone (IPDI)</p> <p>d) perchlorate de sodium</p> <p>e) xylidine</p> <p>f) polyéther à terminaison hydroxyle (HTPE)</p> <p>g) éther caprolactone à terminaison hydroxyle (HTCE)</p> <p>Note technique:</p> <p>Ce numéro vise la substance pure ainsi que tout mélange contenant au moins 50 % de l'un des produits chimiques mentionnés ci-dessus.</p>	1C111
II.A1.025	<p>"Substances lubrifiantes" contenant comme ingrédient principal l'un des produits suivants:</p> <p>a) perfluoroalkyléther (n°CAS: 60164-51-4);</p> <p>b) perfluoropolyalkyléther (PFPE) (n°CAS: 6991-67-9).</p> <p>On entend par "substances lubrifiantes" des huiles et des fluides.</p>	1C006
II.A1.026	Alliages de béryllium-cuivre ou de cuivre-béryllium sous forme de plaques, de feuilles, de bandes ou de barres, dont le principal élément en poids est le cuivre et qui sont également composés d'autres éléments contenant moins de 2 % de béryllium en poids.	1C002.b

A2. Traitement des matériaux		
N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A2.001	<p>Systèmes et équipements d'essais aux vibrations et leurs composants, autres que ceux visés sous 2B116:</p> <p>a. systèmes d'essais aux vibrations utilisant des techniques d'asservissement et incorporant une commande numérique, capable d'assurer la vibration d'un système à une accélération égale ou supérieure à 0,1g eff. (rms) entre 0,1 Hz et 2 kHz et communiquant des forces égales ou supérieures à 50 kN, mesurées "table nue";</p> <p>b. commandes numériques, associées avec les "logiciels" d'essais spécialement conçus, avec une bande passante temps réel supérieure à 5 kHz et conçues pour l'utilisation avec les systèmes d'essais aux vibrations visés sous a.;</p> <p>c. pots vibrants, avec ou sans amplificateurs associés, capables de communiquer une force égale ou supérieure à 50 kN, mesurée "table nue", utilisables dans les systèmes d'essais aux vibrations visés sous a.;</p> <p>d. structures support des pièces à tester et équipements électroniques conçus pour combiner plusieurs pots vibrants en un système vibrant complet capable de fournir une force combinée effective égale ou supérieure à 50 kN, mesurée "table nue", utilisables dans les systèmes d'essais aux vibrations visés sous a.</p> <p>Note technique: L'expression "table nue" désigne une table plate ou une surface sans installation ni équipement.</p>	2B116
II.A2.002	<p>Machines-outils et composants et commandes numériques pour machines-outils, comme suit:</p> <p>a. machines-outils de rectification avec des précisions de positionnement, avec "toutes les corrections disponibles", égales ou inférieures à (meilleures que) 15 µm le long de l'un quelconque des axes linéaires selon la norme ISO 230/2 (1988) (1) ou des normes nationales équivalentes;</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les machines-outils de rectification désignées sous 2B201.b et 2B001.c.</p> <p>b. Composants et commandes numériques, spécialement conçus pour les machines-outils visées sous 2B001, 2B201 ou sous a.</p>	2B201.b 2B001.c
II.A2.003	<p>Machines d'équilibrage et équipements connexes, comme suit:</p> <p>a. machines d'équilibrage conçues ou modifiées pour des équipements dentaires ou autres équipements médicaux, présentant toutes les caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ne pouvant pas équilibrer des rotors/ensembles d'une masse supérieure à 3 kg;</li> <li>2. capables d'équilibrer des rotors/ensembles à des vitesses supérieures à 12 500 tours/min;</li> <li>3. capables d'effectuer des corrections d'équilibrage selon deux plans ou plus; et</li> </ol>	2B119

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	<p>4. capables de réaliser l'équilibrage jusqu'à un balourd résiduel de 0,2 g × mm par kg de masse du rotor;</p> <p>b. têtes indicatrices conçues ou modifiées pour être utilisées avec les machines visées sous a. ci-dessus.</p> <p>Note technique: Les têtes indicatrices sont parfois connues comme instruments d'équilibrage.</p>	
II.A2.004	<p>Manipulateurs à distance pouvant être utilisés pour agir à distance dans des opérations de séparation radiochimique ou des cellules chaudes, autres que ceux visés sous 2B225, présentant l'une des caractéristiques suivantes:</p> <p>a. la capacité de pénétrer une paroi de cellule chaude égale ou supérieure à 0,3 m (pénétration de la paroi); ou</p> <p>b. la capacité de franchir le sommet d'une paroi de cellule chaude d'une épaisseur égale ou supérieure à 0,3 m (franchissement de la paroi).</p>	2B225
II.A2.006	<p>Fours capables de fonctionner à des températures supérieures à 400 °C, comme suit:</p> <p>a. fours d'oxydation</p> <p>b. fours de traitement thermique sous atmosphère contrôlée.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les fours à tunnel à transport par rouleaux ou wagonnets, les fours à tunnel à transporteur à bande, les fours poussoir ou les fours à sole mobile, spécialement conçus pour la production de verre, de vaisselle en céramique ou de céramique de structure.</p>	2B226 2B227
II.A2.007	<p>“Capteurs de pression”, autres que ceux visés sous 2B230, capables de mesurer des pressions absolues en tout point dans une plage allant de 0 à 200 kPa, et présentant les deux caractéristiques suivantes:</p> <p>a. éléments sensibles constitués ou revêtus de “matériaux résistant à la corrosion par l'hexafluorure d'uranium (UF<sub>6</sub>)”; et</p> <p>b. présentant l'une des caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. une pleine échelle inférieure à 200 kPa et une “précision” meilleure que ± 1 % de la pleine échelle; ou</li> <li>2. une pleine échelle égale ou supérieure à 200 kPa et une “précision” meilleure que 2 kPa.</li> </ol>	2B230
II.A2.008	<p>Contacteurs liquide-liquide (mélangeurs-décanteurs, colonnes d'échange pulsées et contacteurs centrifuges); et distributeurs de liquide, distributeurs de vapeur ou collecteurs de liquide conçus pour ces équipements, dans lesquels toutes les surfaces venant en contact direct avec les substances chimiques traitées sont constituées des matériaux suivants:</p> <p>N.B. VOIR ÉGALEMENT II.A2.014</p> <p>1. acier inoxydable.</p> <p>Note: pour l'acier inoxydable contenant plus de 25 % de nickel et 20 % de chrome en poids, voir le numéro II.A2.014.a.</p>	2B350.e
II.A2.009	Équipements industriels et leurs composants, autres que ceux visés sous 2B350.d, comme suit:	2B350.d

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	<p>N.B. VOIR ÉGALEMENT II.A2.015</p> <p>échangeurs de chaleur ou condenseurs avec une surface de transfert de chaleur supérieure à 0,05 m<sup>2</sup> et inférieure à 30 m<sup>2</sup>; et les tuyaux, plaques, serpentins ou blocs conçus pour ces échangeurs de chaleur ou condenseurs, dans lesquels toutes les surfaces venant en contact direct avec le(s) fluide(s) sont constituées des matériaux suivants:</p> <p>1. acier inoxydable.</p> <p>Note 1: pour l'acier inoxydable contenant plus de 25 % de nickel et 20 % de chrome en poids, voir le numéro II.A2.015a.</p> <p>Note 2: ce numéro ne couvre pas les radiateurs pour véhicules.</p> <p>Note technique:</p> <p>Les matériaux utilisés pour les joints et d'autres applications d'étanchéité ne déterminent pas le statut de l'échangeur de chaleur au regard du contrôle.</p>	
II.A2.010	<p>Pompes à joints d'étanchéité multiples et pompes totalement étanches, autres que celles visées sous 2B350.i, convenant aux fluides corrosifs, avec un débit maximal spécifié par le constructeur supérieur à 0,6 m<sup>3</sup>/h, ou pompes à vide avec un débit maximal spécifié par le constructeur supérieur à 5 m<sup>3</sup>/h [sous les conditions de température (273 K, ou 0 °C) et de pression (101,3 kPa) standard]; et les boîtiers (corps de pompe), revêtements de boîtiers préformés, roues mobiles, rotors ou gicleurs conçus pour ces pompes, dans lesquels les surfaces venant en contact direct avec les substances chimiques traitées sont constituées des matériaux suivants:</p> <p>N.B. VOIR ÉGALEMENT II.A2.016</p> <p>1. acier inoxydable;</p> <p>Note: pour l'acier inoxydable contenant plus de 25 % de nickel et 20 % de chrome en poids, voir le numéro II.A2.016a.</p> <p>Note technique:</p> <p>Les matériaux utilisés pour les joints et d'autres applications d'étanchéité ne déterminent pas le statut de la pompe au regard du contrôle.</p>	2B350.i
II.A2.011	<p>Séparateurs centrifuges utilisables pour la séparation en continu sans propagation d'aérosols et fabriqués à partir de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. alliages contenant plus de 25 % en poids de nickel et 20 % en poids de chrome;</li> <li>2. fluoropolymères;</li> <li>3. verre (y compris revêtement vitrifié, émaillé ou en verre);</li> <li>4. nickel ou alliages contenant plus de 40 % en poids de nickel;</li> <li>5. tantale ou alliages de tantale;</li> </ol>	2B352.c

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	<p>6. titane ou alliages de titane; ou</p> <p>7. zirconium ou alliages de zirconium.</p> <p>Note: ce numéro ne vise pas les séparateurs centrifuges désignés sous 2B352.c.</p>	
II.A2.012	<p>Filtres en métal fritté constitué de nickel ou alliage de nickel à plus de 40 % de nickel en poids.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les filtres désignés sous 2B352.d.</p>	2B352.d
II.A2.013	<p>Machines de tournage centrifuge et machines de fluotournage, autres que celles contrôlées par 2B009, 2B109 ou 2B209, ayant une force de roulage de plus de 60 kN et les composants spécialement conçus pour lesdites machines.</p> <p>Note technique:</p> <p>Aux fins du numéro II.A2.013, les machines combinant les fonctions de tournage centrifuge et de fluotournage sont assimilées à des machines de fluotournage.</p>	—
II.A2.014	<p>Contacteurs liquide-liquide (mélangeurs-décanteurs, colonnes d'échange pulsées et contacteurs centrifuges); et distributeurs de liquide, distributeurs de vapeur ou collecteurs de liquide conçus pour ces équipements, dans lesquels toutes les surfaces venant en contact direct avec les substances chimiques traitées sont obtenues de l'une des manières suivantes:</p> <p>N.B. VOIR ÉGALEMENT II.A2.008.</p> <p>a. obtenues à partir de l'un des matériaux suivants:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. alliages contenant plus de 25 % en poids de nickel et 20 % en poids de chrome;</li> <li>2. fluoropolymères;</li> <li>3. verre (y compris revêtement vitrifié, émaillé ou en verre);</li> <li>4. graphite ou "carbone-graphite";</li> <li>5. nickel ou alliages contenant plus de 40 % en poids de nickel;</li> <li>6. tantale ou alliages de tantale;</li> <li>7. titane ou alliages de titane; ou</li> <li>8. zirconium ou alliages de zirconium; ou</li> </ol> <p>b. obtenues à partir d'acier inoxydable et d'un ou plusieurs des matériaux visés sous II.A2.014.a.</p> <p>Note technique:</p> <p>Le "carbone-graphite" est un composé de carbone et de graphite amorphes dont la teneur en graphite est égale ou supérieure à 8 % en poids.</p>	2B350.e
II.A2.015	<p>Équipements industriels et leurs composants, autres que ceux visés sous 2B350.d, comme suit:</p> <p>N.B. VOIR ÉGALEMENT II.A2.009.</p> <p>échangeurs de chaleur ou condenseurs avec une surface de transfert de chaleur supérieure à 0,05 m<sup>2</sup> et inférieure à 30 m<sup>2</sup>; et les tuyaux, plaques, serpentins ou blocs conçus pour ces échangeurs de chaleur ou condenseurs, dans lesquels toutes les surfaces venant en contact direct avec le(s) fluide(s) sont obtenues de l'une des manières suivantes:</p>	2B350.d

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	<p>a. obtenues à partir de l'un des matériaux suivants:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. alliages contenant plus de 25 % en poids de nickel et 20 % en poids de chrome;</li> <li>2. fluoropolymères;</li> <li>3. verre (y compris revêtement vitrifié, émaillé ou en verre);</li> <li>4. graphite ou "carbone-graphite";</li> <li>5. nickel ou alliages contenant plus de 40 % en poids de nickel;</li> <li>6. tantale ou alliages de tantale;</li> <li>7. titane ou alliages de titane;</li> <li>8. zirconium ou alliages de zirconium;</li> <li>9. carbure de silicium; ou</li> <li>10. carbure de titane; ou</li> </ol> <p>b. obtenues à partir d'acier inoxydable et d'un ou plusieurs des matériaux visés sous II.A2.015.a.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les radiateurs pour véhicules.</p> <p>Note technique:</p> <p>Les matériaux utilisés pour les joints et d'autres applications d'étanchéité ne déterminent pas le statut de l'échangeur de chaleur au regard du contrôle.</p>	
II.A2.016	<p>Pompes à joints d'étanchéité multiples et pompes totalement étanches, autres que celles visées sous 2B350.i, convenant aux fluides corrosifs, avec un débit maximal spécifié par le constructeur supérieur à 0,6 m<sup>3</sup>/h, ou pompes à vide avec un débit maximal spécifié par le constructeur supérieur à 5 m<sup>3</sup>/h [sous les conditions de température (273 K, ou 0 °C) et de pression (101,3 kPa) standard]; et les boîtiers (corps de pompe), revêtements de boîtiers préformés, roues mobiles, rotors ou gicleurs conçus pour ces pompes, dans lesquels les surfaces venant en contact direct avec les substances chimiques traitées sont obtenues de l'une des manières suivantes:</p> <p>N.B. VOIR ÉGALEMENT II.A2.010.</p> <p>a. obtenues à partir de l'un des matériaux suivants:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. alliages contenant plus de 25 % en poids de nickel et 20 % en poids de chrome;</li> <li>2. céramiques;</li> <li>3. ferrosilicium,</li> <li>4. fluoropolymères;</li> <li>5. verre (y compris revêtement vitrifié, émaillé ou en verre);</li> <li>6. graphite ou "carbone-graphite";</li> <li>7. nickel ou alliages contenant plus de 40 % en poids de nickel;</li> <li>8. tantale ou alliages de tantale;</li> <li>9. titane ou alliages de titane;</li> <li>10. zirconium ou alliages de zirconium;</li> </ol>	2B350.i

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	<p>11. niobium (columbium) ou alliages de niobium; ou</p> <p>12. alliages d'aluminium; ou</p> <p>b. obtenues à partir d'acier inoxydable et d'un ou plusieurs des matériaux visés sous II.A2.016.a.</p> <p>Note technique:</p> <p>Les matériaux utilisés pour les joints et d'autres applications d'étanchéité ne déterminent pas le statut de la pompe au regard du contrôle.</p>	
II.A2.017	<p>Machines d'électroérosion (EDM) destinées à enlever ou à découper des métaux, de la céramique ou des "composites", comme suit, et électrodes spécialement conçues pour l'électroérosion par enfonçage ou par fil:</p> <p>a) machines d'électroérosion par enfonçage;</p> <p>b) machines d'électroérosion par fil.</p> <p>Note: les machines d'électroérosion sont également appelées machines d'usinage par étincelage.</p>	2B001.d
II.A2.018	<p>Machines de mesure à coordonnées (CMM) à commande par ordinateur ou à "commande numérique", ou machines de contrôle dimensionnel, présentant, à tout point situé dans la plage de fonctionnement de la machine (c'est-à-dire à l'intérieur de la longueur des axes) une erreur maximale admissible (MPP<sub>E</sub>) d'indication de la longueur à trois dimensions (volumétrique) égale ou inférieure à (meilleure que) <math>(3 + L/1\ 000)</math> µm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en mm), testée conformément à la norme ISO 10360-2(2001), et sondes de mesure conçues à cet effet.</p>	2B006.a 2B206.a
II.A2.019	<p>Machines de soudage par bombardement électronique, à commande par ordinateur ou à "commande numérique", ainsi que leurs composants spécialement conçus.</p>	2B001.e.1.b
II.A2.020	<p>Machines de soudage par laser et de découpe au laser, à commande par ordinateur ou à "commande numérique", ainsi que leurs composants spécialement conçus.</p>	2B001.e.1.c
II.A2.021	<p>Machines de découpe au plasma, à commande par ordinateur ou à "commande numérique", ainsi que leurs composants spécialement conçus.</p>	2B001.e.1
II.A2.022	<p>Appareil de surveillance des vibrations spécialement conçu pour les rotors ou le matériel et les machines rotatifs, capable de mesurer n'importe quelle fréquence comprise entre 600 et 2 000 Hz.</p>	2B116
II.A2.023	<p>Pompes à vide à anneau liquide, ainsi que leurs composants spécialement conçus.</p>	2B231 2B350.i
II.A2.024	<p>Pompes à vide à palettes, ainsi que leurs composants spécialement conçus.</p> <p>Note 1: le numéro II.A2.024 ne vise pas les pompes à vide à palettes qui sont spécialement conçues pour d'autres équipements spécifiques.</p>	2B231 2B235.i 0B002.f

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	Note 2: le statut de contrôle des pompes à vide à palettes qui sont spécialement conçues pour d'autres équipements spécifiques est déterminé par le statut de contrôle de ces derniers.	
II.A2.025	<p>Filtres à air, comme suit, dont une ou plusieurs des dimensions physiques sont supérieures à 1 000 mm:</p> <p>a) filtres HEPA (High Efficiency Particulate Air);</p> <p>b) filtres ULPA (Ultra-Low Penetration Air).</p> <p>Note: le numéro II.A2.025 ne vise pas les filtres à air spécialement conçus pour les équipements médicaux.</p>	2B352.d

## A3. Électronique

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A3.001	<p>Alimentations en courant continu à haute tension, présentant les deux caractéristiques suivantes:</p> <p>a. capables de produire de façon continue, pendant une période de 8 heures, 10 kV ou plus, avec une puissance de sortie supérieure ou égale à 5 kW, avec ou sans balayage; et</p> <p>b. une stabilité de l'intensité ou de la tension meilleure que 0,1 % pendant une période de 4 heures.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les alimentations désignées sous 0B001.j.5 et sous 3A227.</p>	3A227
II.A3.002	<p>Spectromètres de masse, autres que ceux visés sous 3A233 ou 0B002.g, capables de mesurer des ions de 200 unités de masse atomique ou davantage et d'avoir une résolution meilleure que 2 parties pour 200, comme suit, et leurs sources d'ions:</p> <p>a. spectromètres de masse plasma à couplage inductif (ICP/MS);</p> <p>b. spectromètres de masse à décharge luminescente (GDMS);</p> <p>c. spectromètres de masse à ionisation thermique;</p> <p>d. spectromètres de masse à bombardement d'électrons ayant une chambre source construite en "matériaux résistant à la corrosion par l'hexafluorure d'uranium (UF<sub>6</sub>)" ou pourvue d'une doublure ou d'un placage de tels matériaux;</p> <p>e. spectromètres de masse à faisceau moléculaire présentant l'une des deux caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. possédant une chambre source construite à partir, doublée ou plaquée, d'acier inoxydable ou de molybdène, ainsi qu'un piège cryogénique capable de refroidir à 193 K (- 80 °C) ou moins; ou</li> <li>2. possédant une chambre source construite à partir, doublée ou plaquée, de "matériaux résistant à la corrosion par l'hexafluorure d'uranium (UF<sub>6</sub>)";</li> </ol> <p>f. spectromètres de masse équipés d'une source d'ions à microfluoration conçue pour les actinides ou les fluorures d'actinide.</p>	3A233

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A3.003	Spectromètres ou diffractomètres destinés aux essais indicatifs ou à l'analyse quantitative de la composition élémentaire des métaux ou alliages sans décomposition chimique du matériau.	—
II.A3.004	<p>Changeurs de fréquence, générateurs de fréquence et variateurs de vitesse électriques, autres que ceux interdits en vertu des numéros 0B001 ou 3A225, possédant toutes les caractéristiques suivantes, ainsi que les composants et logiciels spécialement conçus à cet effet:</p> <p>a. une sortie polyphasée pouvant fournir une puissance égale ou supérieure à 10 W;</p> <p>b. une capacité de fonctionner à une fréquence égale ou supérieure à 600 Hz; et</p> <p>c. une précision de réglage de la fréquence meilleure que (inférieure à) 0,2 %.</p> <p>Note technique: Les changeurs de fréquence sont également connus comme convertisseurs ou inverseurs.</p> <p>Notes:</p> <p>1. Le numéro II.A3.004 ne vise pas les changeurs de fréquence comprenant des protocoles ou interfaces de communication destinés à des machines industrielles spécifiques (telles que machines-outils, machines de filature, machines à circuits imprimés) de sorte que les changeurs de fréquence ne peuvent être utilisés à d'autres fins s'ils répondent aux caractéristiques de performances ci-dessus.</p> <p>2. Le numéro II.A3.004 ne couvre pas les changeurs de fréquence spécialement conçus pour les véhicules et qui fonctionnent selon une séquence de contrôle communiquée mutuellement entre le changeur de fréquence et l'unité de contrôle du véhicule.</p>	3A225 0B001.b.13

## A6. Capteurs et lasers

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A6.001	Barreaux en grenat d'yttrium aluminium (YAG)	—
II.A6.002	<p>Équipements optiques et leurs composants, autres que ceux visés sous 6A002 et 6A004.b, comme suit:</p> <p>Optiques infrarouges dans la gamme de longueurs d'onde 9 000 nm – 17 000 nm et leurs composants, y compris les composants en tellurure de cadmium (CdTe).</p>	6A002 6A004.b
II.A6.003	<p>Systèmes de correction de front d'onde destinés à être utilisés avec un faisceau laser d'un diamètre supérieur à 4 mm et leurs composants spécialement conçus, y compris les systèmes de commande, détecteurs de front de phase et "miroirs déformables", y compris les miroirs bimorphes.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les miroirs désignés sous 6A004.a, 6A005.e et 6A005.f.</p>	6A003

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A6.004	<p>“Lasers” à argon ionisé d'une puissance de sortie moyenne égale ou supérieure à 5 W.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les “lasers” à argon ionisé désignés sous 0B001.g.5, 6A005 et 6A205.a.</p>	<p>6A005.a.6</p> <p>6A205.a</p>
II.A6.005	<p>“Lasers” à semi-conducteurs et leurs composants, comme suit:</p> <p>a. “lasers” à semi-conducteurs individuels ayant une puissance de sortie supérieure à 200 mW chacun, en nombre supérieur à 100;</p> <p>b. réseaux de “lasers” à semi-conducteurs ayant une puissance de sortie supérieure à 20 W.</p> <p>Notes:</p> <p>1. Les “lasers” à semi-conducteurs sont communément appelés diodes “lasers”.</p> <p>2. Ce numéro ne couvre pas les “lasers” désignés sous 0B001.g.5, 0B001.h.6 et 6A005.b.</p> <p>3. Ce numéro ne couvre pas les diodes “lasers” dans la gamme de longueurs d'onde 1 200 nm - 2 000 nm.</p>	6A005.b
II.A6.006	<p>“Lasers” à semi-conducteurs accordables et réseaux de “lasers” à semi-conducteurs accordables, d'une longueur d'onde comprise entre 9 µm et 17 µm, et empilements de réseaux de “lasers” à semi-conducteurs comportant au moins un réseau de “lasers” à semi-conducteurs accordables de cette longueur d'onde.</p> <p>Notes:</p> <p>1. Les “lasers” à semi-conducteurs sont communément appelés diodes “lasers”.</p> <p>2. Ce numéro ne couvre pas les “lasers” à semi-conducteurs désignés sous 0B001.h.6 et 6A005.b.</p>	6A005.b
II.A6.007	<p>“Lasers» “accordables” solides et leurs composants spécialement conçus, comme suit:</p> <p>a. lasers à saphir-titane,</p> <p>b. lasers à alexandrite.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les lasers à saphir-titane et à alexandrite désignés sous 0B001.g.5, 0B001.h.6 et 6A005.c.1.</p>	6A005.c.1
II.A6.008	<p>“Lasers” (autres qu'en verre) dopés au néodyme, ayant une longueur d'onde de sortie supérieure à 1 000 nm mais non supérieure à 1 100 nm et une puissance de sortie supérieure à 10 J par impulsion.</p> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les “lasers” (autres qu'en verre) dopés au néodyme désignés sous 6A005.c.2.b.</p>	6A005.c.2
II.A6.009	<p>Composants acousto-optiques, comme suit:</p> <p>a. tubes à image intégrale et dispositifs d'imagerie fixes ayant une fréquence de récurrence égale ou supérieure à 1 kHz;</p> <p>b. accessoires pour la fréquence de récurrence;</p> <p>c. cellules de Pockels.</p>	6A203.b.4.c

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A6.010	<p>Caméras résistant aux rayonnements ou objectifs correspondants, autres que celles visées sous 6A203.c., spécialement conçues pour ou pouvant nominalement résister à une dose de rayonnement totale de plus de <math>50 \times 10^3</math> Gy (silicium) [<math>5 \times 10^6</math> rad (silicium)] sans que leur fonctionnement soit altéré.</p> <p>Note technique:</p> <p>Le terme Gy (silicium) désigne l'énergie en Joules par kilogramme absorbée par un échantillon de silicium non blindé lorsqu'il est exposé à un rayonnement ionisant.</p>	6A203.c
II.A6.011	<p>Amplificateurs et oscillateurs de laser à colorant, à impulsions et accordables, présentant toutes les caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. fonctionnant sur une longueur d'onde comprise entre 300 et 800 nm;</li> <li>2. une puissance de sortie moyenne supérieure à 10 W sans dépasser 30 W;</li> <li>3. une fréquence de répétition supérieure à 1 kHz; et</li> <li>4. une durée d'impulsion inférieure à 100 ns.</li> </ol> <p>Notes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ce numéro ne couvre pas les oscillateurs monomodes.</li> <li>2. Ce numéro ne couvre pas les amplificateurs et oscillateurs de lasers à colorant, à impulsions et accordables désignés sous 6A205.c, 0B001.g.5 et 6A005.</li> </ol>	6A205.c
II.A6.012	<p>“Lasers” à dioxyde de carbone à impulsions présentant toutes les caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. fonctionnant sur une longueur d'onde comprise entre 9 000 et 11 000 nm;</li> <li>2. une fréquence de répétition supérieure à 250 Hz;</li> <li>3. une puissance de sortie moyenne supérieure à 100 W sans dépasser 500 W; et</li> <li>4. une durée d'impulsion inférieure à 200 ns.</li> </ol> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les amplificateurs et oscillateurs de lasers à dioxyde de carbone à impulsions désignés sous 6A205.d., 0B001.h.6. et 6A005.d.</p>	6A205.d
II.A6.013	<p>“Lasers” à vapeur de cuivre présentant les deux caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. fonctionnant sur une longueur d'onde comprise entre 500 et 600 nm; et</li> <li>2. une puissance de sortie moyenne égale ou supérieure à 15 W.</li> </ol>	6A005.b
II.A6.014	<p>“Lasers” à monoxyde de carbone à impulsions présentant toutes les caractéristiques suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. fonctionnant sur une longueur d'onde comprise entre 5 000 et 6 000 nm;</li> <li>2. une fréquence de répétition supérieure à 250 Hz;</li> <li>3. une puissance de sortie moyenne supérieure à 100 W; et</li> <li>4. une durée d'impulsion inférieure à 200 ns.</li> </ol> <p>Note: ce numéro ne couvre pas les lasers à monoxyde de carbone industriels de puissance élevée (généralement de 1 à 5 kW), utilisés dans des applications telles que la découpe et le soudage, qui sont soit des lasers à ondes entretenues, soit des lasers à impulsions dont la durée d'impulsion est supérieure à 200 ns.</p>	

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A6.015	<p>“Manomètres jauges à vide”, alimentés électriquement et ayant une précision de mesure égale à 5 % ou moins (mieux).</p> <p>Les “manomètres jauges à vide” englobent les jauges de Pirani, les jauges de Penning et les manomètres à capacitance.</p>	0B001.b
II.A6.016	<p>Microscopes et matériel connexe et détecteurs, comme suit:</p> <p>a) microscopes électroniques à balayage;</p> <p>b) microscopes Auger à balayage;</p> <p>c) microscopes électroniques à transmission;</p> <p>d) microscopes à force atomique;</p> <p>e) microscopes à balayage à force atomique;</p> <p>f) matériels et détecteurs, spécialement conçus pour être utilisés avec les microscopes visés aux points II.A6.013 a) à e) ci-dessus, utilisant l'une des techniques d'analyse de matériaux suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. spectroscopie photoélectronique par rayons X (XPS);</li> <li>2. spectroscopie X à dispersion d'énergie (EDX, EDS); ou</li> <li>3. spectroscopie électronique pour analyse chimique (ESCA).</li> </ol>	6B

## A7. Navigation et avionique

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A7.001	<p>Systèmes de navigation à inertie (INS) et leurs composants spécialement conçus, comme suit:</p> <p>I. systèmes de navigation inertiels qui sont homologués pour une utilisation sur “aéronefs civils” par les autorités civiles d'un État participant à l'arrangement de Wassenaar et leurs composants spécialement conçus, comme suit:</p> <p>a. systèmes de navigation à inertie (INS) (à cardan et liés) et équipements à inertie conçus pour “aéronefs”, véhicules terrestres, navires (de surface ou sous-marins) et “véhicules spatiaux” pour l'assiette, le guidage ou le contrôle, présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. erreur de navigation (inertielle indépendante) après un alignement normal de 0,8 mille nautique par heure (mn/h) “erreur circulaire probable” (ECP) ou moins (meilleure); ou</li> <li>2. spécifiés pour fonctionner à des niveaux d'accélération linéaire supérieurs à 10 g;</li> </ol> <p>b. systèmes de navigation à inertie hybrides dans lesquels sont intégrés un ou plusieurs systèmes de navigation globale par satellite (GNSS) ou un ou plusieurs “systèmes de navigation référencée par base de données” (“DBRN”) pour l'assiette, le guidage ou le contrôle après un alignement normal, ayant une précision de position de navigation INS, après la perte du GNSS ou de la “DBRN” pendant une période pouvant atteindre jusqu'à quatre minutes, inférieure à (meilleure que) 10 mètres “erreur circulaire probable” (ECP);</p>	<p>7A003</p> <p>7A103</p>

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
	<p>c. équipements à inertie pour l'azimut, le cap ou l'indication du Nord présentant l'une des caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. pour offrir une précision d'azimut, de cap ou d'indication du Nord égale ou inférieure à (meilleure que) 6 arcs/minute (valeur efficace) à une latitude de 45 degrés; ou</li> <li>2. pour présenter un niveau de choc non opérationnel d'au moins 900 g pendant une durée d'au moins 1 milliseconde.</li> </ol> <p>Note: les paramètres visés aux points I.a. et I.b. sont applicables dans chacune des conditions environnementales suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. vibration aléatoire d'entrée ayant une magnitude globale de 7,7 g (valeur efficace) dans la première demi-heure et une durée d'essai totale d'une heure et demie par axe dans chacun des trois axes perpendiculaires, lorsque la vibration aléatoire répond aux conditions suivantes: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. une densité spectrale de puissance (DSP) constante de 0,04 g<sup>2</sup>/Hz sur un intervalle de fréquence de 15 à 1 000 Hz; et</li> <li>b. la DSP s'atténue avec une fréquence de 0,04 g<sup>2</sup>/Hz à 0,01 g<sup>2</sup>/Hz sur un intervalle de fréquence de 1 000 à 2 000 Hz;</li> </ol> </li> <li>2. vitesse de roulis et de lacet égale ou supérieure à + 2,62 radians/seconde (150 degrés/seconde); ou</li> <li>3. conformément aux normes nationales équivalant aux points 1 ou 2 ci-dessus.</li> </ol> <p>Notes techniques:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Le point I.b. vise des systèmes dans lesquels un INS et d'autres aides à la navigation indépendants sont intégrés dans un seul élément (embarqué) aux fins d'amélioration des performances.</li> <li>2. "Erreur circulaire probable" (ECP) — Dans une distribution circulaire normale, le rayon du cercle contenant 50 pour cent des mesures individuelles effectuées, ou le rayon du cercle dans lequel se situe une probabilité de 50 pour cent de présence.</li> </ol> <p>II. Théodolites comprenant un équipement inertiel spécialement conçu à des fins géodésiques civiles et pour offrir une précision d'azimut, de cap ou d'indication du Nord égale ou inférieure à (meilleure que) 6 arcs minute (valeur efficace) à une latitude de 45 degrés, et leurs composants spécialement conçus.</p> <p>III. Équipement inertiel ou autre contenant des accéléromètres désignés sous 7A001 ou 7A101, lorsque ceux-ci sont spécialement conçus et développés comme capteurs MWD (mesure en cours de forage) pour l'utilisation dans des opérations d'entretien de puits.</p>	
II.A7.002	Accéléromètres contenant un transducteur céramique piézoélectrique, ayant une sensibilité de 1 000 mV/g ou mieux (supérieure).	7A001

## A9. Aéronautique et propulsion

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.A9.001	Boulons explosifs.	—
II.A9.002	<p>“Dynamomètres” capables de mesurer la poussée de moteurs de fusée d'une capacité supérieure à 30 kN.</p> <p>Note technique:</p> <p>Par “Dynamomètres”, on entend les appareils et transducteurs destinés à la mesure de forces tant en tension qu'en compression.</p> <p>Note: le numéro II.A9.002 ne couvre pas les matériels, appareils ou transducteurs spécialement conçus pour la mesure du poids de véhicules, comme par exemple les ponts de pesage.</p>	9B117
II.A9.003	<p>Turbines à gaz pour la génération de puissance électrique, composants et matériel connexe, comme suit:</p> <p>a) turbines à gaz spécialement conçues pour la génération de puissance électrique, ayant une puissance de sortie supérieure à 200 MW;</p> <p>b) aubes, stators, chambres de combustion et injecteurs de carburant, spécialement conçus pour les turbines à gaz pour la génération de puissance électrique visées sous le numéro II.A9.003.a;</p> <p>c) matériel spécialement conçu pour le “développement” et la “production” de turbines à gaz pour la génération de puissance électrique visées sous le numéro II. A9.003.a.</p>	<p>9A001</p> <p>9A002</p> <p>9A003</p> <p>9B001</p> <p>9B003</p> <p>9B004</p>

## II.B. TECHNOLOGIES

N°	Désignation	Article connexe de l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009
II.B.001	<p>Technologies requises pour la mise au point, la production ou l'utilisation des articles de la partie II.A. (Biens) ci-dessus.</p> <p>Note technique:</p> <p>La notion de “technologies” englobe les logiciels.</p>	—

**ANNEXE III****Liste des biens visés à l'article 3****Note :**

Les références au « présent règlement » et à des articles et paragraphes contenues dans la présente annexe s'entendent comme étant des références au règlement (UE) No 267/2012 du Conseil du 23 mars 2012 concernant l'adoption de mesures restrictives à l'encontre de l'Iran et abrogeant le règlement (UE) No 961/2010, tel que modifié, et aux articles et paragraphes de ce règlement.

**Logiciels visés à l'article 10quinquies**

1. Logiciels de planification des ressources de l'entreprise, expressément conçus pour être utilisés dans les industries nucléaire et militaire

Note explicative: les logiciels de planification des ressources de l'entreprise sont des logiciels utilisés pour la comptabilité financière et la comptabilité de gestion, pour la gestion des ressources humaines, de la production et de la chaîne logistique, pour la gestion de projets, pour la gestion des relations avec la clientèle, pour le service de données ou pour le contrôle d'accès.

---

## ANNEXE IV

## Liste des biens visés à l'article 4

## Note :

Les références au « présent règlement » et à des articles et paragraphes contenues dans la présente annexe s'entendent comme étant des références au règlement (UE) No 267/2012 du Conseil du 23 mars 2012 concernant l'adoption de mesures restrictives à l'encontre de l'Iran et abrogeant le règlement (UE) No 961/2010, tel que modifié, et aux articles et paragraphes de ce règlement.

**Graphite et métaux bruts, fabriqués, semi-finis visés à l'article 15 bis**

Codes et désignations dans la nomenclature SH

1. Graphite sous forme brute ou de demi-produits
  - 2504 Graphite naturel
  - 3801 Graphite artificiel; graphite colloïdal ou semi-colloïdal; préparations à base de graphite ou d'autre carbone, sous forme de pâtes, blocs, plaquettes ou d'autres demi-produits
  
2. Acier fin résistant à la corrosion (teneur en chrome > 12 %) sous forme de feuilles, plaques, tubes ou barres
  - ex 7208 Produits laminés plats, en fer ou en aciers non alliés, d'une largeur de 600 mm ou plus, laminés à chaud, non plaqués ni revêtus
  - ex 7209 Produits laminés plats, en fer ou en aciers non alliés, d'une largeur de 600 mm ou plus, laminés à froid, non plaqués ni revêtus
  - ex 7210 Produits laminés plats, en fer ou en aciers non alliés, d'une largeur de 600 mm ou plus, plaqués ou revêtus
  - ex 7211 Produits laminés plats, en fer ou en aciers non alliés, d'une largeur inférieure à 600 mm, non plaqués ni revêtus
  - ex 7212 Produits laminés plats, en fer ou en aciers non alliés, d'une largeur inférieure à 600 mm, plaqués ou revêtus
  - ex 7213 Fil machine en fer ou en aciers non alliés
  - ex 7214 Barres en fer ou en aciers non alliés, simplement forgées, laminées ou filées à chaud ainsi que celles ayant subi une torsion après laminage
  - ex 7215 Autres barres en fer ou en aciers non alliés
  - ex 7219 Produits laminés plats en aciers inoxydables, d'une largeur de 600 mm ou plus
  - ex 7220 Produits laminés plats en aciers inoxydables, d'une largeur inférieure à 600 mm
  - ex 7221 Fil machine en aciers inoxydables
  - ex 7222 Barres et profilés en aciers inoxydables
  - ex 7225 Produits laminés plats en autres aciers alliés, d'une largeur de 600 mm ou plus
  - ex 7226 Produits laminés plats en autres aciers alliés, d'une largeur inférieure à 600 mm
  - ex 7227 Fil machine en autres aciers alliés
  - ex 7228 Barres et profilés en autres aciers alliés; barres creuses pour le forage en aciers alliés ou non alliés

- ex 7304 Tubes, tuyaux et profilés creux, sans soudure, en fer ou en acier
- ex 7305 Autres tubes et tuyaux (soudés ou rivés, par exemple), de section circulaire, d'un diamètre extérieur excédant 406,4 mm, en fer ou en acier
- ex 7306 Autres tubes, tuyaux et profilés creux (soudés, rivés, agrafés ou à bords simplement rapprochés, par exemple), en fer ou en acier
- ex 7307 Accessoires de tuyauterie (raccords, coudes, manchons, par exemple), en fonte, fer ou acier
3. Aluminium et alliages sous forme de feuilles, plaques, tubes ou barres
- ex 7604 Barres et profilés en aluminium
- ex 7604 10 10 – en aluminium non allié
- – Barres
- ex 7604 29 10 – en alliages d'aluminium
- – Profilés creux
- – – Barres
- 7606 Tôles et bandes en aluminium, d'une épaisseur excédant 0,2 mm
- 7607 Feuilles et bandes minces en aluminium (même imprimées ou fixées sur papier, carton, matières plastiques ou supports similaires) d'une épaisseur n'excédant pas 0,2 mm (support non compris)
- 7608 Tubes et tuyaux en aluminium
- 7609 Accessoires de tuyauterie (raccords, coudes, manchons, par exemple), en aluminium
4. Titane et alliages sous forme de feuilles, plaques, tubes ou barres
- ex 8108 90 Titane et ouvrages en titane, y compris les déchets et débris
- Autres
5. Nickel et alliages sous forme de feuilles, plaques, tubes ou barres
- ex 7505 Barres, profilés et fils, en nickel
- ex 7505 11 Barres
- ex 7505 12
- 7506 Tôles, bandes et feuilles, en nickel
- ex 7507 Tubes, tuyaux et accessoires de tuyauterie (raccords, coudes, manchons, par exemple), en nickel
- 7507 11 – Tubes et tuyaux
- – en nickel non allié

7507 12 – Tubes et tuyaux  
– – en alliages de nickel

7507 20 – Accessoires de tuyauterie

Note explicative: les alliages métalliques cités aux points 3, 4 et 5 sont les alliages contenant un pourcentage plus élevé en poids du métal indiqué que de tout autre élément.

—

## ANNEXE V

## Liste des biens visés à l'article 5

## Matériel susceptible d'être utilisé à des fins de répression interne

1. Armes à feu, munitions et leurs accessoires suivants
  1. Armes à feu, munitions et leurs accessoires suivants:
    - 1.1 armes à feu non visées aux points ML 1 et ML 2 de la liste commune des équipements militaires;
    - 1.2 munitions spécialement conçues pour les armes à feu visées au point 1.1 et leurs composants spécialement conçus;
    - 1.3 viseurs d'armement non visés par la liste commune des équipements militaires.
  2. Bombes et grenades non visées par la liste commune des équipements militaires.
  3. Véhicules suivants:
    - 3.1 véhicules équipés d'un canon à eau, spécialement conçus ou modifiés à des fins anti-émeutes;
    - 3.2 véhicules spécialement conçus ou modifiés pour être électrifiés en vue de repousser des assaillants;
    - 3.3 véhicules spécialement conçus ou modifiés pour l'enlèvement de barricades, y compris le matériel pour constructions équipé d'une protection balistique;
    - 3.4 véhicules spécialement conçus pour le transport ou le transfert de prisonniers et/ou de détenus;
    - 3.5 véhicules spécialement conçus pour la mise en place de barrières mobiles;
    - 3.6 composants pour les véhicules visés aux points 3.1 à 3.5 spécialement conçus à des fins anti-émeutes.

*Note 1: ce point ne couvre pas les véhicules spécialement conçus pour la lutte contre l'incendie.*

*Note 2: aux fins du point 3.5, le terme "véhicules" comprend les remorques.*
4. Substances explosives et matériel connexe, comme suit:
  - 4.1 appareils et dispositifs spécialement conçus pour déclencher des explosions par des moyens électriques ou non électriques, y compris les dispositifs de mise à feu, détonateurs, igniteurs, relais de détonation et cordons détonants, et leurs composants spécialement conçus, sauf ceux qui sont spécialement conçus pour un usage commercial spécifique consistant dans le déclenchement ou le fonctionnement par des moyens explosifs d'autres appareils ou dispositifs dont la fonction n'est pas de créer des explosions (par exemple, gonfleurs de coussins d'air de voiture, protecteurs de surtension des déclencheurs de gicleurs d'incendie);
  - 4.2 charges explosives à découpage linéaire non visées par la liste commune des équipements militaires;

- 4.3 autres explosifs non visés par la liste commune des équipements militaires et substances connexes, comme suit:
    - a. amatol;
    - b. nitrocellulose (contenant plus de 12,5 % d'azote);
    - c. nitroglycol;
    - d. pentaerythritol tetranitrate (PETN);
    - e. chlorure de picryle;
    - f. 2,4,6-trinitrotoluène (TNT).
  5. Matériel de protection non visé au point ML 13 de la liste commune des équipements militaires, comme suit:
    - 5.1 tenues de protection corporelle offrant une protection balistique et/ou une protection contre les armes blanches;
    - 5.2 casques offrant une protection balistique et/ou une protection contre les éclats, casques anti-émeutes, boucliers anti-émeutes et boucliers balistiques;  
*Note: ce point ne couvre pas:*
      - le matériel spécialement conçu pour les activités sportives,
      - le matériel spécialement conçu pour répondre aux exigences en matière de sécurité sur le lieu de travail.
  6. Simulateurs, autres que ceux visés au point ML 14 de la liste commune des équipements militaires, pour l'entraînement à l'utilisation d'armes à feu et logiciels spécialement conçus à cette fin.
  7. Appareils de vision nocturne et d'image thermique, et tubes intensificateurs d'image, autres que ceux visés par la liste commune des équipements militaires.
  8. Barbelé rasoir.
  9. Couteaux militaires, couteaux de combat et baïonnettes dont la lame a une longueur supérieure à 10 cm.
  10. Matériel spécialement conçu pour la production des articles énumérés dans la présente liste.
  11. Technologie spécifique pour le développement, la production ou l'utilisation des articles énumérés dans la présente liste.
-

## ANNEXE VI

## Note :

La référence à « l'article 1<sup>er</sup> ter », contenue dans la présente annexe, s'entend de la référence à l'article 1<sup>er</sup> ter du règlement (UE) No 359/2011 du Conseil du 12 avril 2011 concernant des mesures restrictives à l'encontre de certaines personnes, entités et organismes au regard de la situation en Iran, tel que modifié.

**Équipements, technologies et logiciels visés aux articles 1<sup>er</sup> ter et 1<sup>er</sup> quater****Note générale**

Nonobstant son contenu, la présente annexe ne s'applique pas aux:

- a) équipements, technologies ou logiciels qui sont énumérés à l'annexe I du règlement (CE) n° 428/2009 du Conseil <sup>(1)</sup> ou dans la liste commune des équipements militaires; ou
- b) logiciels qui sont conçus pour être installés par l'utilisateur sans assistance ultérieure importante de la part du fournisseur et qui sont couramment à la disposition du public en étant vendus directement sur stock à des points de vente au détail, sans restriction, que cette vente soit effectuée:
  - i) en magasin;
  - ii) par correspondance;
  - iii) par transaction électronique; ou
  - iv) par téléphone; ou
- c) logiciels qui se trouvent dans le domaine public.

Les catégories A, B, C, D et E se réfèrent aux catégories visées dans le règlement (CE) n° 428/2009.

Les "équipements, technologies et logiciels" visés à l'article 1<sup>er</sup> ter sont les suivants:

## A. Liste des équipements

- Équipements d'inspection approfondie des paquets
- Équipements d'interception des réseaux, y compris les équipements de gestion des interceptions (IMS) et les équipements de conservation des données
- Équipements de surveillance des radiofréquences
- Équipements de brouillage des réseaux et des satellites
- Équipements d'infection à distance
- Équipements de reconnaissance et de traitement de la voix
- Équipements d'interception et de surveillance IMSI <sup>(2)</sup>, MSISDN <sup>(3)</sup>, IMEI <sup>(4)</sup> et TMSI <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Règlement (CE) n° 428/2009 du Conseil du 5 mai 2009 instituant un régime communautaire de contrôle des exportations, des transferts, du courtage et du transit de biens à double usage (JO L 134 du 29.5.2009, p. 1).

<sup>(2)</sup> IMSI est le sigle pour "International Mobile Subscriber Identity" (identité internationale d'abonné mobile). C'est le code d'identification unique de chaque appareil téléphonique mobile, qui est intégré dans la carte SIM et permet d'identifier celle-ci via les réseaux GSM et UMTS.

<sup>(3)</sup> MSISDN est le sigle pour "Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network Number" (numéro de réseau numérique à intégration de services de l'abonné mobile). C'est un numéro identifiant de façon unique un abonnement à un réseau mobile GSM ou UMTS. Pour simplifier, c'est le numéro de téléphone attribué à la carte SIM d'un téléphone mobile, qui identifie donc un abonné mobile aussi bien que l'IMSI, mais dont le but est de permettre l'acheminement des appels.

<sup>(4)</sup> IMEI est le sigle pour "International Mobile Equipment Identity" (identité internationale de l'équipement mobile). C'est un numéro, d'ordinaire unique, permettant d'identifier les téléphones mobiles GSM, WCDMA et IDEN, ainsi que certains téléphones satellitaires. Il est généralement imprimé à l'intérieur du compartiment de la batterie du téléphone. L'interception (écoute téléphonique) peut être spécifiée au moyen du numéro IMEI, ainsi que par l'IMSI et le MSISDN.

<sup>(5)</sup> TMSI est le sigle pour "Temporary Mobile Subscriber Identity" (identité temporaire d'abonné mobile). C'est l'identité qui est la plus communément transmise entre le téléphone mobile et le réseau.

- Systèmes tactiques d'interception et de surveillance SMS <sup>(1)</sup>, GSM <sup>(2)</sup>, GPS <sup>(3)</sup>, GPRS <sup>(4)</sup>, UMTS <sup>(5)</sup>, CDMA <sup>(6)</sup> et PSTN <sup>(7)</sup>
- Équipements d'interception et de surveillance de données DHCP <sup>(8)</sup>, SMTP <sup>(9)</sup> et GTP <sup>(10)</sup>
- Équipements de reconnaissance et de profilage de formes
- Équipements de criminalistique
- Équipements de traitement sémantique
- Équipements de violation de codes WEP et WPA
- Équipements d'interception pour les protocoles VoIP propriétaires ou standard

B. Non utilisé

C. Non utilisé

D. "Logiciel" pour le "développement", la "production" ou l'"utilisation" de l'équipement spécifié au point A.

E. "Technologies" pour le "développement", la "production" ou l'"utilisation" de l'équipement spécifié au point A.

Les équipements, technologies et logiciels figurant dans ces catégories entrent dans le champ d'application de la présente annexe uniquement s'ils sont couverts par la description générale des "systèmes d'interception et de surveillance des communications téléphoniques, satellitaires et par internet".

Aux fins de la présente annexe, on entend par "surveillance", l'acquisition, l'extraction, le décodage, l'enregistrement, le traitement, l'analyse et l'archivage du contenu d'appels ou de données relatives à un réseau.

---

<sup>(1)</sup> SMS est le sigle pour Short Message System (service de messages courts).

<sup>(2)</sup> GSM est le sigle pour "Global System for Mobile Communications" (système mondial de communications mobiles).

<sup>(3)</sup> GPS est le sigle pour "Global Positioning System" (système de positionnement à capacité globale).

<sup>(4)</sup> GPRS est le sigle pour "General Package Radio Service" (service général de radiocommunication par paquets).

<sup>(5)</sup> UMTS est le sigle pour "Universal Mobile Telecommunication System" (système universel de télécommunications mobiles).

<sup>(6)</sup> CDMA est le sigle pour "Code Division Multiple Access" (accès multiple par différence de code).

<sup>(7)</sup> PSTN est le sigle pour "Public Switch Telephone Network" (réseau téléphonique public commuté).

<sup>(8)</sup> DHCP est le sigle pour "Dynamic Host Configuration Protocol" (protocole de configuration dynamique d'hôte).

<sup>(9)</sup> SMTP est le sigle pour "Simple Mail Transfer Protocol" (protocole de transfert de courrier simple).

<sup>(10)</sup> GTP est le sigle pour "GPRS Tunneling Protocol" (protocole tunnel GPRS).