



## Conseil de sécurité

Distr. générale  
2 octobre 2017  
Français  
Original : anglais

---

### **Lettre datée du 2 octobre 2017, adressée au Président du Conseil de sécurité par le Président du Comité du Conseil de sécurité créé par la résolution 1718 (2006)**

Au nom du Comité du Conseil de sécurité créé par la résolution 1718 (2006), j'ai l'honneur de vous faire tenir ci-joint le rapport du Comité en date du 2 octobre 2017, présenté conformément au paragraphe 5 de la résolution 2375 (2017) du Conseil de sécurité (voir annexe).

Je vous serais reconnaissant de bien vouloir porter le texte de la présente lettre et de son annexe à l'attention des membres du Conseil de sécurité et de le faire publier comme document du Conseil.

Le Président du Comité du Conseil de sécurité  
créé par la résolution 1718 (2006)  
(Signé) Sebastiano **Cardi**



## Annexe

## Rapport du Comité du Conseil de sécurité créé par la résolution 1718 (2006), établi en application du paragraphe 5 de la résolution 2375 (2017)

Par sa résolution 2375 (2017), adoptée le 11 septembre 2017, le Conseil de sécurité a décidé qu'il adapterait les mesures édictées aux alinéas a), b) et c) du paragraphe 8 de la résolution 1718 (2006) en désignant d'autres articles, matières, équipements, biens et technologies pouvant servir à la fabrication d'armes classiques et a donné pour instruction au Comité de faire ce qu'il fallait à cet effet et de lui soumettre un rapport au plus tard 15 jours après l'adoption de la résolution 2375 (2017).

Pour remplir cette mission, le Comité a examiné une liste d'articles, matières, équipements, biens et technologies pouvant servir à la fabrication d'armes classiques<sup>1</sup>.

Le 2 octobre 2017, le Comité, agissant conformément aux directives du Conseil de sécurité, a approuvé la liste suivante :

### Matières spéciales et équipements apparentés

#### Systemes, matériel et composants

1. Joints, garnitures d'étanchéité, agents d'étanchéité ou réservoirs souples à carburant spécialement conçus pour des applications spatiales ou aéronautiques, constitués à plus de 50 %, en poids, d'un polyimide fluoré ou d'un élastomère en phosphazène fluoré.

2. Produits manufacturés en polyimides aromatiques non « fusibles » sous forme de film, de feuille, de bande ou de ruban.

a) Ayant une épaisseur supérieure à 0,254 mm ; ou

b) Revêtus de, ou stratifiés avec, du carbone, du graphite, des métaux ou des substances magnétiques.

*Note : Cette catégorie ne vise pas les produits manufacturés revêtus de, ou stratifiés avec, du cuivre et conçus pour la production de cartes de circuits imprimés.*

3. Équipements de protection et de détection et leurs composants, autres que ceux spécifiquement destinés à un usage militaire :

a) Masques complets, cartouches filtrantes, combinaisons, gants et chaussures de protection, systèmes de détection et matériel de décontamination spécialement conçus ou modifiés pour la protection contre l'un des produits suivants :

1. « Agents biologiques » ;

2. « Matières radioactives » ;

3. Agents de guerre chimique.

<sup>1</sup> L'accord dégagé au sein du Comité sur la présente liste ne saurait tenir lieu de précédent pour les travaux futurs des comités du Conseil de sécurité – dont le Comité créé par la résolution 1718 (2006) – ou d'autres organes subsidiaires du Conseil ou mécanismes multilatéraux.

4. Équipements et dispositifs spécialement conçus pour amorcer des charges et des dispositifs contenant des « matières énergétiques », par des moyens électriques :

a) Dispositifs de mise à feu de détonateurs d'explosifs conçus pour actionner les détonateurs d'explosifs visés à l'alinéa b) ;

b) Détonateurs pyrotechniques à commande électrique :

1. Amorce à pont (AP) ;
2. Fil à exploser (FE) ;
3. Percuteur ;
4. Initiateurs à feuille explosive (IFE).

*Notes techniques :*

1. Les termes « initiateur » et « allumeur » sont parfois employés au lieu du terme « détonateur ».

2. Au titre de la catégorie ci-dessus, les détonateurs visés 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 de haute intensité le traverse. Dans les détonateurs autres qu'à percuteur, l'exploseur amorce une détonation chimique dans un matériau de contact hautement explosif tel que le NP (tétranitropentaérythrite). Dans les détonateurs à percuteur, les gaz d'explosion du conducteur électrique amènent un percuteur à franchir l'espace de séparation et l'impact du percuteur sur un explosif amorce une détonation chimique. Dans certains cas, le percuteur est actionné par une force magnétique. Le terme « détonateur à feuille explosive » peut désigner un détonateur AP ou un détonateur à percuteur.

5. Charges, dispositifs et composants :

a) « Charges perforantes » ;

1. Poids net d'explosif supérieur à 90 g ;
2. Diamètre de l'enveloppe égal ou supérieur à 75 mm ;

b) Charges coupantes de forme linéaire ;

1. Charge explosive de plus de 40 g/m ;
2. Largeur égale ou supérieure à 10 mm ;

c) Cordeau détonant dont la charge de l'âme explosive est supérieure à 64 g/m ;

d) Outils de coupe et outils de découpage ayant un poids net d'explosif supérieur à 3,5 kg.

#### **Équipements d'essai, d'inspection et de production**

1. Équipements pour la production ou l'inspection de structures ou produits laminés « composites » ou de « matières fibreuses ou filamenteuses », et leurs composants et accessoires spécialement conçus :

a) Machines pour le placement de câbles de filaments dont les mouvements de mise en position et de pose de câbles de filaments sont coordonnés et programmés selon deux ou plus de deux axes de « servo-positionnement primaire », spécialement conçus pour la fabrication de structures « composites » pour cellules d'avions ou de missiles.

2. Équipements pour la production des alliages métalliques, poudres d'alliages métalliques ou matériaux alliés, spécialement conçus pour éviter la contamination et pour être utilisés dans l'un des procédés suivants :

- a) Atomisation sous vide ;
- b) Atomisation par gaz ;
- c) Atomisation centrifuge ;
- d) Trempe brusque ;
- e) Trempe sur rouleau et pulvérisation ;
- f) Extraction en fusion et pulvérisation ;
- g) Alliage mécanique ;
- h) Atomisation au plasma.

3. Outils, matrices, moules ou montages, pour le « formage à l'état de superplasticité » ou le « soudage par diffusion » du titane, de l'aluminium ou de leurs alliages.

- a) Structures pour cellules d'avions ou structures aérospatiales ;
- b) Moteurs aéronautiques ou aérospatiaux ;
- c) Composants spécialement conçus pour les structures visées à l'alinéa a) ou pour les moteurs visés à l'alinéa b).

### **Matériaux**

*Note technique :*

*Métaux et alliages*

*Sauf disposition contraire, on entend par « métaux » et « alliages » les formes brutes et demi-produits suivants :*

*Formes brutes*

*Anodes, billes, barreaux (y compris barreaux entaillés et barres à fil), billettes, blocs, blooms, briques, tourteaux, cathodes, cristaux, cubes, dés, grains, lingots, masses, granulés, gueuses (de fonte), poudre, rondelles, grenaille, brames, lopins, éponge, bâtonnets.*

1. Matériaux spécialement conçus pour absorber les ondes électromagnétiques ou polymères intrinsèquement conducteurs :

a) Matériaux polymères intrinsèquement conducteurs ayant une « conductivité électrique volumique » supérieure à 10 000 S/m (Siemens par mètre) ou une « résistivité surfacique (superficielle) » inférieure à 100 ohms/m<sup>2</sup>, à base d'un ou de plusieurs des polymères suivants :

1. Polyaniline ;
2. Polypyrrrole ;
3. Polythiophène ;
4. Polyphénylène-vinylène ;
5. Polythiénylène-vinylène.

*Note technique : La « conductivité électrique volumique » et la « résistivité surfacique (superficielle) » sont déterminées conformément à la norme ASTM D-257 ou à des équivalents nationaux.*

2. Conducteurs « composites » « supraconducteurs » constitués d'un ou de plusieurs « filaments » demeurant « supraconducteurs » au-delà de 115 K (-158,16 °C).

*Note technique : Aux fins du paragraphe ci-dessus, les « filaments » peuvent se présenter sous forme de fils, cylindres, films, bandes ou rubans.*

3. « Matériaux fibreux ou filamenteux » :

- a) « Matériaux fibreux ou filamenteux » organiques présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Un « module spécifique » supérieur à  $12,7 \times 10^6$  m ;
2. Une « résistance spécifique à la traction » supérieure à  $23,5 \times 10^4$  m ;

*Note : Ne vise pas le polyéthylène.*

- b) « Matériaux fibreux ou filamenteux » au carbone présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Un « module spécifique » supérieur à  $14,65 \times 10^6$  m ;
2. Une « résistance spécifique à la traction » supérieure à  $26,82 \times 10^4$  m ;

- c) « Matières fibreuses ou filamenteuses » inorganiques présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Un « module spécifique » supérieur à  $2,54 \times 10^6$  m ;
2. Un point de fusion, de dissociation ou de sublimation supérieur à 1 922 K (1 649 °C) en environnement inerte.

### **Logiciels**

1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements susvisés.
2. « Logiciels » pour le « développement » des matériaux susvisés.
3. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour permettre à des équipements non énumérés d'exécuter les fonctions de tout équipement susvisé.

### **Technologie**

« Technologie » pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements, matériaux ou logiciels susvisés.

## **Équipements de traitement des matériaux**

### **Systèmes, matériel et composants**

1. Roulements antifriction et systèmes de roulement suivants et leurs composants :

*Note : Cette catégorie ne vise pas les billes ayant des tolérances spécifiées par le fabricant classées dans la classe 5 de la norme ISO 3290 ou dans une classe inférieure.*

a) Roulements à billes et roulements à rouleaux massifs, ayant toutes les tolérances spécifiées par le fabricant classées au moins dans la classe de tolérance 4 de la norme ISO 492 (ou équivalents nationaux), et ayant des « bagues » ainsi que des « éléments roulants » en métal monel ou en béryllium ;

*Notes techniques :*

1. « Bague » – élément annulaire d'un roulement radial comportant un ou plusieurs chemins de roulement (ISO 5593 : 1997).

2. « Élément roulant » – bille ou rouleau qui roule entre des chemins de roulement (ISO 5593 : 1997).

b) Systèmes de paliers magnétiques actifs utilisant l'un des éléments suivants :

1. Matériaux ayant des densités de flux de 2,0 T ou plus et des limites élastiques supérieures à 414 MPa ;

2. Polariseurs homopolaires tridimensionnels entièrement électromagnétiques pour actionneurs ;

3. Capteurs de position à haute température [450 K (177 °C) ou plus].

### **Équipements d'essai, d'inspection et de production**

1. Machines-outils et toute combinaison de celles-ci, pour l'enlèvement (ou la découpe) des métaux, céramiques ou matériaux « composites » pouvant, conformément aux spécifications techniques du fabricant, être équipées de dispositifs électroniques pour la « commande numérique » :

a) Machines-outils de rectification, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Trois axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage » et présentant une « répétabilité de positionnement unidirectionnelle » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,1 µm le long d'un ou de plusieurs axes linéaires ;

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

b) Machines-outils pour l'enlèvement des métaux, céramiques ou matériaux « composites », présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Élimination de matériau au moyen de l'un des procédés suivants :

a. Jets d'eau ou d'autres liquides, y compris ceux utilisant des additifs abrasifs ;

b. Faisceaux électroniques ;

c. Faisceaux « laser » ;

2. Ayant au moins deux axes de rotation pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage ».

2. Machines-outils de finition optique à commande numérique, équipées pour l'abrasion sélective pour produire des surfaces optiques non sphériques et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a) Finition de la forme inférieure à (meilleure que) 1,0 µm ;

b) Finition de la rugosité inférieure à (meilleure que) 100 nm RMS ;

c) Quatre axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contournage » ;

d) Utilisant l'une des techniques suivantes :

1. « Finition magnétorhéologique » ;
2. « Finition électrorhéologique » ;
3. « Finition par faisceau de particules énergétiques » ;
4. « Finition par membrane expansible » ;
5. « Finition par jet de fluide ».

*Notes techniques : Aux fins du paragraphe ci-dessus :*

1. *La technique de « finition magnétorhéologique » est une technique d'abrasion utilisant un fluide magnétique abrasif dont la viscosité est contrôlée par un champ magnétique.*

2. *La technique de « finition électrorhéologique » est une technique d'abrasion utilisant un fluide abrasif dont la viscosité est contrôlée par un champ électrique.*

3. *La technique de « finition par faisceau de particules énergétiques » consiste à utiliser des plasmas atomiques réactifs ou des faisceaux d'ions pour effectuer une abrasion sélective.*

4. *La technique de « finition par membrane expansible » est une technique utilisant une membrane pressurisée qui se déforme pour entrer en contact avec la pièce à usiner sur une petite surface.*

5. *La technique de « finition par jet de fluide » utilise un courant fluide pour l'abrasion.*

3. « Presses isostatiques » à chaud, présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :

a) Comportant un environnement thermique contrôlé dans la cavité fermée et possédant une cavité de travail d'un diamètre intérieur égal ou supérieur à 406 mm ;

b) Présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une pression de travail maximale supérieure à 207 MPa ;
2. Un environnement thermique contrôlé supérieur à 1 773 K (1 500 °C) ;
3. Une capacité d'imprégnation aux hydrocarbures et d'élimination des produits gazeux de décomposition résultants.

4. Équipements spécialement conçus pour le dépôt, le traitement et le contrôle en cours d'opération de recouvrements, revêtements et modifications de surfaces inorganiques, comme suit :

a) Équipements de production pour le dépôt en phase vapeur par procédé chimique (CVD), présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Un procédé modifié par l'une des techniques suivantes :
  - a. Dépôt en phase vapeur par procédé chimique pulsatoire ;
  - b. Dépôt thermique par nucléation contrôlée (CNTD) ;

- c. Dépôt en phase vapeur par procédé chimique assisté ou amélioré par plasma ;
2. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
  - a. Joints rotatifs sous vide poussé (inférieur ou égal à 0,01 Pa) ;
  - b. Dispositif de commande de l'épaisseur du revêtement *in situ* ;
  - b) Équipements de production pour l'implantation ionique, ayant des courants de faisceau de 5 mA ou plus ;
  - c) Équipements de production pour le dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons (EB-PVD), comportant des systèmes d'alimentation de plus de 80 kW et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    1. Un système de commande à « laser » du niveau du bain liquide, qui règle avec précision la vitesse d'avance du lingot ;
    2. Un dispositif de surveillance de la vitesse commandé par ordinateur, fonctionnant selon le principe de la photoluminescence des atomes ionisés dans le flux en évaporation, destiné à contrôler la vitesse de dépôt d'un revêtement contenant deux éléments ou plus ;
  - d) Équipements de production pour la pulvérisation de plasma, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    1. Fonctionnement sous atmosphère contrôlée à pression réduite (inférieure ou égale à 10 kPa, mesurée à 300 mm au-dessus de la sortie du pulvérisateur du pistolet) dans une chambre à vide capable d'évacuer l'air jusqu'à 0,01 Pa avant le processus de pulvérisation ;
    2. Dispositif de commande de l'épaisseur du revêtement *in situ* ;
  - e) Équipements de production pour le dépôt par pulvérisation cathodique pouvant avoir des densités de courant égales ou supérieures à 0,1 mA/mm<sup>2</sup> à une vitesse de dépôt égale ou supérieure à 15 µm/heure ;
  - f) Équipements de production pour le dépôt par arc cathodique, comportant une grille d'électro-aimants pour la commande de direction du spot d'arc à la cathode ;
  - g) Équipements de production pour le placage ionique permettant la mesure *in situ* de l'une des caractéristiques suivantes :
    1. Épaisseur du revêtement sur le substrat et contrôle du débit ;
    2. Caractéristiques optiques.
5. Systèmes de contrôle dimensionnel ou de mesure, équipements et « ensembles électroniques » comme suit :
  - a) Machines de mesure à coordonnées (CMM) à commande par ordinateur ou à « commande numérique », présentant, en 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 de la mesure de la longueur (E0,MPE) à trois dimensions (volumétrique) égale ou inférieure à (meilleure que)  $(1,7 + L/1\ 000)$  µm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en mm), conformément à la norme ISO 10360-2:2009 ;
  - b) Instruments de mesure de déplacement linéaire et angulaire, comme suit :
    1. Instruments de mesure de « déplacement linéaire » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

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

b. Systèmes transformateurs différentiels à variable linéaire :

1. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. « Linéarité » égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % mesurée de 0 à la « plage de fonctionnement complète » pour les transformateurs différentiels à variable linéaire dont la plage est égale ou supérieure à ± 5 mm ;

b. « Linéarité » égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % mesurée de 0 à 5 mm pour les transformateurs différentiels à variable linéaire dont la plage est supérieure à supérieure à ± 5 mm ;

2. Dérive égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % par jour à une température ambiante normale de la salle d'essai ± 1 K ;

*Note technique :*

*Aux fins de l'alinéa b. ci-dessus, la « plage de fonctionnement complète » correspond à la moitié du déplacement linéaire total possible du transformateur différentiel à variable linéaire. Par exemple, les transformateurs ayant une « plage de fonctionnement complète » égale ou supérieure à ± 5 mm peuvent entraîner un déplacement linéaire total de 10 mm.*

c. Systèmes de mesure présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Contenant un « laser » ;

2. Ayant une « résolution » pour la pleine échelle de 0,200 nm ou moins (meilleure) ;

3. Capables de parvenir à une « incertitude de mesure » égale ou inférieure à (meilleure que)  $(1,6 + L/2 000)$  nm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en mm) en tout point situé dans la plage de mesure, lorsqu'ils sont compensés pour l'indice de réfraction de l'air, la mesure étant effectuée sur une durée de 30 secondes, à une température de  $20 \pm 0,01$  °C ;

d. « Ensembles électroniques » conçus spécialement pour fournir une capacité de rétroaction dans les systèmes susvisés ;

2. Instruments de mesure de déplacement angulaire.

*Note : La catégorie susmentionnée ne vise pas les instruments optiques tels que les autocollimateurs utilisant la lumière collimatée (par exemple, la lumière « laser ») pour détecter le déplacement angulaire d'un miroir.*

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

6. « Robots » présentant l'une des caractéristiques ci-après et leurs unités de commande et « effecteurs terminaux » spécialement conçus :

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

*Note technique :*

*La limitation visant l'« analyse de scène » ne comprend pas l'approximation de la troisième dimension par la vision sous un angle donné ni l'interprétation d'une échelle de gris limitée en vue de la perception de la profondeur ou de la texture pour les tâches autorisées (2 ½ D).*

b) Spécialement conçus pour satisfaire aux normes nationales de sécurité relatives aux environnements d'armements potentiellement explosifs ;

c) Spécialement conçus ou durcis au rayonnement pour résister à une dose de radiation totale de plus de  $5 \times 10^3$  Gy (silicium) sans que leur fonctionnement soit altéré ;

d) Spécialement conçus pour opérer à des altitudes supérieures à 30 000 m.

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

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

b) Unités de rétroaction en position rotative ayant une « précision » inférieure à (meilleure que) 0,00025 ;

c) « Tables rotatives inclinables » et « broches basculantes » destinées à être utilisées avec des machines-outils, de sorte que celles-ci atteignent ou dépassent les limites fixées dans la présente catégorie.

8. Machines de tournage centrifuge et machines de fluotournage qui, conformément aux spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipées d'unités de « commande numérique » ou d'une commande par ordinateur et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a) Trois axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la « commande de contourage » ;

b) Une force de roulage de plus de 60 kN.

*Note technique :*

*Les machines combinant les fonctions de tournage centrifuge et de fluotournage sont assimilées à des machines de fluotournage.*

**Logiciels**

1. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements susvisés ;

2. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour permettre à des équipements non énumérés d'exécuter les fonctions de tout équipement susvisé.

**Technologie**

« Technologie » pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements ou logiciels susvisés.

## Électronique

### Systèmes, matériel et composants

1. Dispositifs électroniques, comme suit :

a) Circuits intégrés à usage général, comme suit :

*Note 1 : Le statut des plaquettes (finies ou non finies) dans lesquelles la fonction a été déterminée doit être évalué en fonction des paramètres de l'alinéa 3.A.1.a.*

*Note 2 : Les circuits intégrés comprennent les types suivants :*

- « Circuits intégrés monolithiques » ;
- « Circuits intégrés hybrides » ;
- « Circuits intégrés à puces multiples » ;
- « Circuits intégrés à film », y compris les circuits intégrés silicium sur saphir ;
- « Circuits intégrés optiques » ;
- « Circuits intégrés tridimensionnels » ;
- « Circuit intégré monolithique hyperfréquence » (« MMIC »).

1. Circuits intégrés conçus ou prévus pour résister aux effets de l'un des rayonnements suivants :

a. Une dose totale de  $5 \times 10^3$  Gy (Si) ou plus ;

b. Un débit de dose de  $5 \times 10^3$  Gy (Si)/s ou plus ;

c. Une fluence (flux intégré) de neutrons (1 MeV équivalent) de  $5 \times 10^{13}$  n/cm<sup>2</sup> ou plus sur le silicium, ou son équivalent pour d'autres matériaux ;

*Note : La catégorie ci-dessus ne vise pas les métal-isolant-semi-conducteurs (MIS).*

2. « Microcircuits microprocesseurs », « microcircuits micro-ordinateurs », microcircuits microcontrôleurs, circuits intégrés mémoires fabriqués à partir d'un semi-conducteur composé, convertisseurs analogique-numérique, circuits intégrés qui contiennent des convertisseurs analogique-numérique et conservent ou traitent les données numérisées, convertisseurs numérique-analogique, circuits intégrés électro-optiques et « circuits intégrés optiques » pour le « traitement du signal », dispositifs logiques programmables par l'utilisateur, circuits intégrés à la demande dont soit la fonction, soit le statut de l'équipement dans lesquels ils seront utilisés, n'est pas connu, processeurs de transformée de Fourier rapide (FFT), mémoires mortes programmables effaçables électriquement (EEPROM), mémoires flash, mémoires statiques à accès aléatoire (SRAM) ou mémoires magnétiques à accès aléatoire (MRAM) présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Prévus pour fonctionner à une température ambiante supérieure à 398 K (125 °C) ;

b. Prévus pour fonctionner à une température ambiante inférieure à 218 K (-55 °C) ;

c. Prévus pour fonctionner dans toute la gamme de températures ambiantes comprise entre 218 K (– 55 °C) et 398 K (125 °C) ;

*Note : Cette catégorie ne vise pas les circuits intégrés destinés aux automobiles ou aux trains civils.*

3. Circuits intégrés électro-optiques et « circuits intégrés optiques » pour le « traitement de signal » présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Une ou plusieurs diodes «laser» internes ;
- b. Un ou plusieurs photodétecteurs internes ;
- c. Des guides d'onde optiques ;

4. Réseaux logiques programmables présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Un nombre maximum d'entrées/sorties numériques monofilaires supérieur à 700 ;
- b. Un « taux de transfert par transmetteur une voie en série de crête » égal ou inférieur à 500 Gb/s ;

*Note : cette catégorie comprend :*

- Les dispositifs logiques programmables simples (SPLD) ;
- Les dispositifs logiques programmables complexes (CPLD) ;
- Les prédiffusés programmables (FPGA) ;
- Les réseaux logiques programmables par l'utilisateur (FPLA) ;
- Les interconnexions programmables par l'utilisateur (FPIC).

5. Circuits intégrés pour réseaux neuronaux ;

6. Circuits intégrés à la demande dont soit la fonction, soit le statut de l'équipement dans lesquels ils seront utilisés, n'est pas connu du fabricant, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Plus de 1 500 sorties ;
- b. Un «temps de propagation de la porte de base» typique de moins de 0,02 ns ;
- c. Une fréquence de fonctionnement supérieure à 3 GHz ;

7. Circuits intégrés pour synthétiseur numérique direct présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Une fréquence d'horloge du convertisseur numérique-analogique (CNA) égale ou supérieure à 3,5 GHz, et une résolution CNA égale ou supérieure à 10 bits, mais inférieure à 12 bits ;
- b. Une fréquence d'horloge égale ou supérieure à 1,25 GHz et une résolution CNA égale ou supérieure à 12 bits ;

*Note technique :*

*La fréquence d'horloge CNA peut être qualifiée de fréquence d'horloge de référence ou fréquence d'horloge d'entrée.*

- b) Dispositifs hyperfréquences ou à ondes millimétriques, comme suit :

1. a. « Dispositifs électroniques à vide » à ondes progressives, à impulsions ou à ondes entretenues ;
  1. Dispositifs opérant sur des fréquences supérieures à 31,8 GHz ;
  2. Dispositifs comportant un élément chauffant de cathode ayant un temps de montée inférieur à 3 secondes jusqu'à la puissance HF nominale ;
  3. Dispositifs à cavités couplées, ou leurs dérivés, ayant une « bande passante fractionnelle » de plus de 7 % ou une puissance de crête supérieure à 2,5 kW ;
  4. Dispositifs à hélices, guide d'ondes plié, guide d'ondes en serpentín ou leurs dérivés, présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    - a. Une « bande passante instantanée » de plus d'une octave, et produit de la puissance moyenne (exprimée en kW) par la fréquence (exprimée en GHz) supérieur à 0,5 ;
    - b. Une « bande passante instantanée » d'une octave ou moins et produit de la puissance moyenne (exprimée en kW) par la fréquence (exprimée en GHz) supérieur à 1 ;
    - c. « Qualifiés pour l'usage spatial » ;
    - d. Disposant d'un canon à grille d'électrons à faisceau ;
  5. Dispositifs ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure ou égale à 10 %, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    - a. Un faisceau d'électrons annulaire ;
    - b. Un faisceau d'électrons non axisymétrique ;
    - c. Plusieurs faisceaux d'électrons ;
- b. « Dispositifs électroniques à vide » amplificateurs à champs croisés ayant un gain supérieur à 17 dB ;
  - c. Cathodes thermo-ioniques conçues pour les « dispositifs électroniques à vide » produisant une densité de courant en émission continue dans les conditions de fonctionnement nominales dépassant 5 A/cm<sup>2</sup> ou une densité de courant à impulsions (non continu) dans les conditions de fonctionnement nominales dépassant 10 A/cm<sup>2</sup> ;
  - d. « Dispositifs électroniques à vide » capables de fonctionner en « mode double » ;

*Note technique :*

*« Mode double » signifie que le courant de faisceau du « dispositif électronique à vide » peut être modifié intentionnellement et passer d'un fonctionnement en ondes entretenues à un fonctionnement en ondes à impulsions à l'aide d'une grille, et émet une puissance de crête pulsée supérieure à celle qui serait émise en mode ondes entretenues.*

2. Amplificateurs de puissance à « circuits intégrés monolithiques hyperfréquences », présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz et pouvant atteindre 6,8 GHz, ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 15 %, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 75 W (48,75 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 2,7 GHz et pouvant atteindre 2,9 GHz ;

2. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 55 W (47,4 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 2,9 GHz et pouvant atteindre 3,2 GHz ;

3. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 40 W (46 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 3,2 GHz et pouvant atteindre 3,7 GHz ;

4. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 20 W (43 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 3,7 GHz et pouvant atteindre 6,8 GHz ;

b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6,8 GHz et pouvant atteindre 16 GHz, ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 10 %, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 10 W (40 dBm) à une fréquence supérieure à 6,8 GHz et pouvant atteindre 8,5 GHz ;

2. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 5 W (37 dBm) à une fréquence supérieure à 8,5 GHz et pouvant atteindre 16 GHz ;

c. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 3 W (34,77 dBm) à une fréquence supérieure à 16 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz, et ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 10 % ;

d. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 0,1 nW (– 70 dBm) à une fréquence supérieure à 31,8 GHz et pouvant atteindre 37 GHz ;

e. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 1 W (30 dBm) à une fréquence supérieure à 37 GHz et pouvant atteindre 43,5 GHz, et ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 10 % ;

f. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 31,62 mW (15 dBm) à une fréquence supérieure à 43,5 GHz et pouvant atteindre 75 GHz, et ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 10 % ;

g. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 10 mW (10 dBm) à une fréquence supérieure à 75 GHz et pouvant atteindre 90 GHz, et ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 5 % ;

h. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 0,1 nW (– 70 dBm) à une fréquence supérieure à 90 GHz.

*Note 1 : Le statut des circuits intégrés monolithiques hyperfréquences dont la fréquence de fonctionnement prévue inclut des fréquences énumérées*

*dans plus d'une gamme de fréquences est déterminé par le seuil minimum de sortie de puissance de crête saturée.*

*Note 2 : Cette catégorie ne vise pas les circuits intégrés monolithiques hyperfréquences lorsque ceux-ci sont spécialement conçus pour d'autres applications, par exemple : télécommunications, radars, automobiles.*

3. Transistors hyperfréquences discrets présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz et pouvant atteindre 6,8 GHz, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 400 W (56 dBm) à une fréquence supérieure à 2,7 GHz et pouvant atteindre 2,9 GHz ;

2. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 205 W (53,12 dBm) à une fréquence supérieure à 2,9 GHz et pouvant atteindre 3,2 GHz ;

3. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 115 W (50,61 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 3,2 GHz et pouvant atteindre 3,7 GHz ;

4. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 60 W (47,78 dBm) à une fréquence supérieure à 3,7 GHz et pouvant atteindre 6,8 GHz ;

b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6,8 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 50 W (47 dBm) à une fréquence supérieure à 6,8 GHz et pouvant atteindre 8,5 GHz ;

2. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 15 W (41,76 dBm) à une fréquence supérieure à 8,5 GHz et pouvant atteindre 12 GHz ;

3. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 40 W (46 dBm) à une fréquence supérieure à 12 GHz et pouvant atteindre 16 GHz ;

4. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 7 W (38,45 dBm) à une fréquence supérieure à 16 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz ;

c. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 0,5 W (27 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 31,8 GHz et pouvant atteindre 37 GHz ;

d. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 1 W (30 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 37 GHz et pouvant atteindre 43,5 GHz ;

e. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 0,1 nW (-70 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 43,5 GHz.

*Note 1 : Le statut des transistors dont la fréquence de fonctionnement prévue inclut des fréquences énumérées dans plus d'une gamme de fréquences est déterminé par le seuil minimum de sortie de puissance de crête saturée.*

*Note 2 : Cette catégorie inclut les dés simples, les dés montés sur supports, ou les dés montés sur des ensembles. Certains transistors discrets sont également connus sous le nom d'amplificateurs de puissance.*

4. Amplificateurs à semi-conducteurs hyperfréquences et ensembles/modules comportant des amplificateurs à semi-conducteurs hyperfréquences, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz et pouvant atteindre 6,8 GHz, ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 15 %, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 500 W (57 dBm) à une fréquence supérieure à 2,7 GHz et pouvant atteindre 2,9 GHz ;

2. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 270 W (54,3 dBm) à une fréquence supérieure à 2,9 GHz et pouvant atteindre 3,2 GHz ;

3. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 200 W (53 dBm) à une fréquence supérieure à 3,2 GHz et pouvant atteindre 3,7 GHz ;

4. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 90 W (49,54 dBm) à une fréquence supérieure à 3,7 GHz et pouvant atteindre 6,8 GHz ;

b. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 6,8 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz, ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 10 %, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 70 W (48,54 dBm) à une fréquence supérieure à 6,8 GHz et pouvant atteindre 8,5 GHz ;

2. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 50 W (47 dBm) à une fréquence supérieure à 8,5 GHz et pouvant atteindre 12 GHz ;

3. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 30 W (44,77 dBm) à une fréquence supérieure à 12 GHz et pouvant atteindre 16 GHz ;

4. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 20 W (43 dBm) à une fréquence supérieure à 16 GHz et pouvant atteindre 31,8 GHz ;

c. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 0,5 W (27 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 31,8 GHz et pouvant atteindre 37 GHz ;

d. Prévus pour fonctionner avec une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 2 W (33 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 37 GHz et pouvant atteindre 43,5 GHz, et ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 10 % ;

e. Prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 43,5 GHz et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 0,2 W (23 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 43,5 GHz et

pouvant atteindre 75 GHz, et ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 10 % ;

2. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 20 mW (13 dBm) à une quelconque fréquence supérieure 75 GHz et pouvant atteindre 90 GHz, et ayant une « bande passante fractionnelle » supérieure à 5 % ;

3. Une sortie de puissance de crête saturée supérieure à 0,1 nW (- 70 dBm) à une quelconque fréquence supérieure à 90 GHz.

*Note : Le statut des dispositifs dont la fréquence de fonctionnement prévue inclut des fréquences énumérées dans plus d'une gamme de fréquences est déterminé par le seuil minimum de sortie de puissance de crête saturée.*

5. Filtres passe-bande ou coupe-bande accordables électroniquement ou magnétiquement, comportant plus de 5 résonateurs accordables capables de s'accorder sur une bande de fréquences de 1,5:1 ( $f_{\max}/f_{\min}$ ) en moins de 10  $\mu$ s et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Une bande passante de plus de 0,5 % de la fréquence centrale ;

b. Une bande de réjection de moins de 0,5 % de la fréquence centrale ;

6. Convertisseurs et mélangeurs harmoniques présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Conçus pour étendre la gamme de fréquences des « analyseurs de signaux » au-delà de 90 GHz ;

b. Conçus pour étendre la gamme de fonctionnement des générateurs de signaux comme suit :

1. Au-delà de 90 GHz ;

2. A une puissance de sortie supérieure à 100 mW (20 dBm) partout dans la gamme de fréquences comprise entre 43,5 GHz et 90 GHz ;

c. Conçus pour étendre la gamme de fonctionnement des analyseurs de réseaux comme suit :

1. Au-delà de 110 GHz ;

2. A une puissance de sortie supérieure à 31,62 mW (15 dBm) partout dans la gamme de fréquences comprise entre 43,5 GHz et 90 GHz ;

3. A une puissance de sortie supérieure à 1 mW (0 dBm) partout dans la gamme de fréquences comprise entre 90 GHz et 110 GHz ;

d. Conçus pour étendre la gamme de fréquences des récepteurs d'essai hyperfréquences au-delà de 110 GHz ;

7. Amplificateurs de puissance hyperfréquences contenant des « dispositifs électroniques à vide » mentionnés ci-dessus et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a. Fonctionnement à des fréquences supérieures à 3 GHz ;

b. Rapport de la puissance de sortie moyenne sur la masse supérieur à 80 W/kg ;

- c. Volume inférieur à  $400 \text{ cm}^3$  ;

*Note : Cette catégorie ne s'applique pas aux équipements conçus ou prévus pour fonctionner dans une bande de fréquences quelconque « allouée par l'Union internationale des télécommunications (UIT) » pour les services de radiocommunications, mais pas pour la radiolocalisation.*

8. Modules de puissance hyperfréquences comprenant au moins un « dispositif électronique à vide » à ondes progressives, un « circuit intégré monolithique hyperfréquence » (« MMIC ») et un conditionneur électronique de puissance intégré, et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a. « Temps de montée » inférieur à 10 secondes ;
- b. Volume inférieur à la puissance nominale maximum en watts multipliée par  $10 \text{ cm}^3/\text{W}$  ;
- c. «Bande passante instantanée» de plus d'une octave ( $f_{\text{max}} > 2f_{\text{min}}$ ) et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. Pour les fréquences égales ou inférieures à 18 GHz, une puissance de sortie RF supérieure à 100 W ;
  2. Une fréquence supérieure à 18 GHz ;

*Notes techniques :*

1. *Aux fins du calcul du volume visé au point b. ci-dessus, il est fourni l'exemple suivant : pour une puissance nominale maximum de 20 W, le volume serait de :  $20 \text{ W} \times 10 \text{ cm}^3/\text{W} = 200 \text{ cm}^3$ .*

2. *Le « temps de montée » visé au point a. ci-dessus désigne le temps compris entre l'arrêt complet et la disponibilité totale, c'est-à-dire qu'il comprend le temps de préchauffage du module.*

9. Oscillateurs ou ensembles d'oscillateurs prévus pour fonctionner avec un bruit de phase en bande latérale unique (BLU), exprimé en dBc/Hz, inférieur à (meilleur que) -  $(126 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$  à tout point de la plage de  $10 \text{ Hz} \leq F \leq 10 \text{ kHz}$  ;

*Note technique :*

*Dans la catégorie ci-dessus, F représente le décalage par rapport à la fréquence de fonctionnement exprimée en Hz et f la fréquence de fonctionnement exprimée en MHz.*

10. « Ensembles électroniques » « synthétiseurs de fréquences » ayant un « temps de commutation de fréquence » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Inférieur à 143 ps ;
- b. Inférieur à 100  $\mu\text{s}$  pour tout changement de fréquence supérieur à 2,2 GHz dans la gamme de fréquences synthétisées comprise entre 4,8 GHz et 31,8 GHz ;
- c. Inférieur à 500  $\mu\text{s}$  pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la gamme de fréquences synthétisées comprise entre 31,8 GHz et 37 GHz ;
- d. Inférieur à 100  $\mu\text{s}$  pour tout changement de fréquence supérieur à 2,2 GHz dans la gamme de fréquences synthétisées comprise entre 37 GHz et 90 GHz ;

e. Inférieur à 1 ms dans la gamme de fréquences synthétisées supérieure à 90 GHz ;

11. « Modules de transmission/réception », « circuits intégrés monolithiques hyperfréquence de transmission/réception », « modules de transmission » et « circuits intégrés monolithiques hyperfréquence de transmission » prévus pour fonctionner à des fréquences supérieures à 2,7 GHz et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a. Une sortie de puissance de crête saturée (en watts),  $P_{\text{sat}}$ , supérieure à 505,62 divisés par la fréquence de fonctionnement maximale (en GHz) au carré [ $P_{\text{sat}} > 505,62 \text{ W} \cdot \text{GHz}^2 / f_{\text{GHz}}^2$ ] pour chaque canal ;

b. Une « bande passante fractionnelle » supérieure ou égale à 5 % pour chaque canal ;

c. Tout côté plane d'une longueur  $d$  (en cm) égale ou inférieure à 15, divisée par la fréquence de fonctionnement minimale en GHz [ $d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} \cdot N / f_{\text{GHz}}$ ], où  $N$  est le nombre de canaux de transmission ou de transmission /réception ;

d. Un modulateur de phase électronique par canal ;

*Notes techniques :*

1. Un « module de transmission/réception » est un « dispositif électronique » multifonction permettant de contrôler simultanément l'amplitude et la phase lors de la transmission et de la réception de signaux.

2. Un « module de transmission » est un « dispositif électronique » permettant de contrôler l'amplitude et la phase lors de la transmission de signaux.

3. Un « circuit intégré monolithique hyperfréquence de transmission/réception » est un « circuit intégré monolithique hyperfréquence » multifonction permettant de contrôler simultanément l'amplitude et la phase lors de la transmission et de la réception de signaux.

4. Un « circuit intégré monolithique hyperfréquence de transmission » est un « circuit intégré monolithique hyperfréquence » permettant de contrôler l'amplitude et la phase lors de la transmission de signaux.

5. Il conviendrait d'utiliser 2,7 GHz comme fréquence de fonctionnement la plus basse ( $f_{\text{GHz}}$ ) dans la formule figurant au point 11.c. pour les modules de transmission/réception et les modules de transmission dont la gamme de fonctionnement descend jusqu'à 2,7 GHz et en deçà [ $d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} \cdot N / 2,7 \text{ GHz}$ ].

6. Le point 11 concerne les « modules de transmission/réception » et les « modules de transmission » équipés ou non d'un dissipateur de chaleur. La valeur de la composante  $d$ , mentionnée au point 11.c., ne comprend pas les parties des « modules de transmission/réception » et des « modules de transmission » qui jouent le rôle de dissipateurs thermiques.

7. Les « modules de transmission/réception », les « modules de transmission », les « circuits intégrés monolithiques hyperfréquence de transmission/ réception » et les « circuits intégrés monolithiques hyperfréquence de transmission » peuvent présenter ou non  $N$  sources de rayonnement intégrées, où  $N$  est le nombre de canaux de transmission ou de transmission /réception.

c) Dispositifs utilisant les ondes acoustiques, comme suit, et leurs composants spécialement conçus :

1. Dispositifs utilisant les ondes acoustiques de surface et les ondes acoustiques rasantes (peu profondes), présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Fréquence porteuse supérieure à 6 GHz ;

b. Fréquence porteuse supérieure à 1 GHz mais n'excédant pas 1 GHz et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. « Réjection de fréquence des lobes latéraux » supérieure à 65 dB ;

2. Produit du temps de propagation maximal (exprimé en  $\mu\text{s}$ ) par la bande passante (exprimée en MHz) supérieur à 100 ;

3. Largeur de bande supérieure à 250 MHz ;

4. Temps de propagation dispersif supérieur à 10  $\mu\text{s}$  ;

c. Fréquence porteuse de 1 GHz ou moins et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Produit du temps de propagation maximal (exprimé en  $\mu\text{s}$ ) par la bande passante (exprimée en MHz) supérieur à 100 ;

2. Temps de propagation dispersif supérieur à 10  $\mu\text{s}$  ;

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

2. Dispositifs utilisant les ondes acoustiques (de volume) qui permettent un traitement direct des signaux à des fréquences supérieures à 6 GHz ;

3. Dispositifs de « traitement de signal » acousto-optiques, faisant appel à une interaction entre ondes acoustiques (de volume ou de surface) et ondes lumineuses permettant le traitement direct de signaux ou d'images, y compris l'analyse spectrale, la corrélation ou la convolution ;

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

1. Commutation de courant pour circuits numériques utilisant des portes « supraconductrices » avec un produit du temps de propagation par porte (exprimé en secondes) par la puissance dissipée par porte (exprimée en watts) inférieur à 10–14 J ;

2. Sélection de fréquence à toutes les fréquences utilisant des circuits résonants ayant des facteurs de qualité (Q) dépassant 10 000 ;

e) Dispositifs à haute énergie, comme suit :

1. « Piles », comme suit :

a. « Piles primaires » ayant une « densité d'énergie » supérieure à 550 Wh/kg à 20 °C ;

b. « Piles secondaires » ayant une « densité d'énergie » supérieure à 350 Wh/kg à 20 °C ;

*Notes techniques :*

1. Concernant les dispositifs à haute énergie, la « densité d'énergie » (Wh/kg) est calculée à partir du voltage nominal, multiplié par la capacité nominale en ampères heures (Ah), divisé par la masse en kilogrammes. Si la capacité nominale n'est pas indiquée, la densité d'énergie est calculée à partir du voltage nominal au carré puis multiplié par la durée de décharge exprimée en heures et divisé par la résistance de décharge en Ohms et la masse en kilogrammes.

2. Concernant les dispositifs à haute énergie, on entend par « pile » un dispositif électrochimique, doté d'électrodes positives et négatives et d'un électrolyte, qui constitue une source d'énergie électrique. Il s'agit du composant de base d'une batterie.

3. Concernant les dispositifs à haute énergie, on entend par « pile primaire » une « pile » qui n'est pas conçue pour être chargée par une autre source.

4. Concernant les dispositifs à haute énergie, on entend par « pile secondaire » une « pile » conçue pour être chargée par une source électrique externe.

*Note : La rubrique relative aux dispositifs à haute énergie ne vise pas les batteries, y compris les batteries à une seule « pile ».*

2. Condensateurs à capacité de stockage d'énergie élevée, comme suit :

a. Condensateurs à décharge unique ayant une fréquence de répétition inférieure à 10 Hz et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Tension nominale égale ou supérieure à 5 kV ;
2. Densité d'énergie égale ou supérieure à 250 J/kg ;
3. Énergie totale égale ou supérieure à 25 kJ ;

b. Condensateurs ayant une fréquence de répétition de 10 Hz ou plus (à décharges successives) et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Tension nominale égale ou supérieure à 5 kV ;
2. Densité d'énergie égale ou supérieure à 50 J/kg ;
3. Énergie totale égale ou supérieure à 100 J ;
4. Durée de vie égale ou supérieure à 10 000 cycles charge/décharge ;

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

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les électroaimants ou solénoïdes « supraconducteurs » spécialement conçus pour les équipements médicaux d'imagerie par résonance magnétique (IRM).*

a. Énergie délivrée pendant la décharge supérieure à 10 kJ au cours de la première seconde ;

b. Diamètre intérieur des bobinages porteurs de courant supérieur à 250 mm ;

c. Prévus pour une induction magnétique supérieure à 8 T ou une « densité de courant globale » à l'intérieur des bobinages de plus de 300 A/mm<sup>2</sup> ;

4. Photopiles, ensembles de fenêtres d'interconnexion de cellules, panneaux solaires et générateurs photovoltaïques « qualifiés pour l'usage spatial » et dont l'efficacité moyenne minimum est supérieure à 20 % à une température de fonctionnement de 301 K (28 °C) sous flux lumineux « AM0 » simulé, avec un éclairage énergétique de 1 367 watts par mètre carré ( $\text{W/m}^2$ ) ;

*Note technique :*

« AM0 » ou « rayonnement solaire hors atmosphère » désigne la luminance spectrale énergétique du Soleil au-dessus de l'atmosphère lorsque la distance entre la Terre et le Soleil correspond à une unité astronomique (UA).

f) Codeurs de position absolue à arbre de type à entrée rotative ayant une « précision » égale ou inférieure à (meilleure que) 1,0 seconde d'arc et composants de codeurs spécialement conçus ;

g) Modules et dispositifs dotés de thyristors de commutation à alimentation pulsée et à commutation électrique, optique ou contrôlée par rayonnement électronique et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Un temps de montée maximum du courant de mise sous tension ( $di/dt$ ) supérieur à 30 000 A/ $\mu\text{s}$  et une tension à l'état bloqué supérieure à 1 100 V ;
2. Un temps de montée maximum du courant de mise sous tension ( $di/dt$ ) supérieur à 2 000 A/ $\mu\text{s}$  et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
  - a. Une tension de crête à l'état bloqué égale ou supérieure à 3 000 V ;
  - b. Un courant (de surcharge) crête égal ou supérieur à 3 000 A ;

*Note 1 : Le point g) ci-dessus comprend :*

- Les redresseurs commandés au silicium (SCR) ;
- Les thyristors à amorçage électrique (ETT) ;
- Les thyristors à amorçage par impulsion de lumière (LTT) ;
- Les thyristors commutés à gâchette intégrée (IGCT) ;
- Les thyristors blocables (GTO) ;
- Les thyristors commandés par MOS (MCT) ;
- Les solidtrons.

*Note 2 : Le point g) ci-dessus ne vise pas les dispositifs de thyristors et les « modules de thyristors » intégrés dans des équipements destinés aux chemins de fer civils ou aux « aéronefs civils ».*

*Note technique :*

*Aux fins du point g) ci-dessus, un « module de thyristors » contient un ou plusieurs dispositifs de thyristors.*

h) Commutateurs, diodes ou « modules » de puissance à semi-conducteur présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Prévus pour une température maximale de jonction en fonctionnement supérieure à 488 K (215 °C) ;
2. Tension de pointe répétitive à l'état bloqué (tension de blocage) supérieure à 300 V ;
3. Courant continu supérieur à 1 A ;

*Note : La tension de pointe répétitive à l'état bloqué visée ci-dessus inclut la tension drain-source, la tension collecteur-émetteur, la tension inverse de pointe répétitive et la tension de pointe répétitive à l'état bloqué.*

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

a) Matériels d'enregistrement et oscilloscopes, comme suit :

1. Systèmes d'enregistrement numériques présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a. « Débit continu » permanent de plus de 6,4 Gbits/s vers un disque dur ou un disque SSD ;

b. Processeur réalisant l'analyse des données relatives aux signaux radioélectriques pendant leur enregistrement ;

*Notes techniques :*

1. *Pour les systèmes d'enregistrement ayant une structure de bus parallèle, le « débit continu » est la vitesse de mots la plus élevée multipliée par le nombre de bits dans un mot.*

2. *Le « débit continu » est le débit de données le plus rapide que l'instrument peut enregistrer sur un disque dur ou un disque SSD sans aucune perte d'information tout en assurant le débit de données numériques en entrée ou le taux de conversion du numériseur.*

2. Oscilloscopes en temps réel ayant une tension de bruit verticale efficace (rms) inférieure à 2 % de la pleine échelle au réglage de l'échelle verticale qui produit la plus faible valeur de bruit pour toute bande passante de 60 GHz à 3 dB ou plus par canal d'entrée ;

b) « Analyseurs de signaux », comme suit :

1. « Analyseurs de signaux » ayant une résolution de bande passante à 3 dB supérieure à 10 MHz partout dans la gamme de fréquences comprise entre 31,8 GHz et 37 GHz ;

2. « Analyseurs de signaux » ayant un niveau de bruit moyen affiché (DANL) inférieur à (meilleur que) -150 dBm/Hz partout dans la gamme de fréquences supérieures comprise entre 43,5 GHz et 90 GHz ;

3. « Analyseurs de signaux » ayant une fréquence supérieure à 90 GHz ;

4. « Analyseurs de signaux » présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a. « Bande passante en temps réel » supérieure à 170 MHz ;

b. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Probabilité de découverte à 100 % avec une réduction inférieure à 3 dB par rapport à la pleine amplitude en raison des écarts ou des effets de fenêtrage des signaux d'une durée égale ou inférieure à 15  $\mu$ s ;

2. Fonction de « déclenchement sur masque de fréquence » avec une probabilité de déclenchement (ou capture) de 100 % pour les signaux d'une durée égale ou inférieure à 15  $\mu$ s ;

*Notes techniques :*

1. La probabilité de découverte visée au point 1. ci-dessus est également connue sous le nom de probabilité d'interception ou de probabilité de capture.

2. Aux fins du point 1. ci-dessus, la durée de la probabilité de découverte à 100 % correspond à la durée de signal minimale nécessaire pour l'incertitude indiquée de mesure du niveau.

*Note : La catégorie mentionnée ci-dessus ne vise pas les « analyseurs de signaux » utilisant uniquement des filtres de bande passante à pourcentage constant (également connus sous le nom de filtres d'octaves ou de filtres d'octave partiels).*

c) Générateurs de signaux présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Spécifié pour générer des signaux modulés par impulsions présentant toutes les caractéristiques suivantes, partout dans la gamme de fréquences comprise entre 31,8 GHz et 37 GHz :

- a. « Durée d'impulsion » inférieure à 25 ns ;
- b. Rapport marche/arrêt égal ou supérieur à 65 dB ;

2. Puissance de sortie supérieure à 100 mW (20 dBm) partout dans la gamme de fréquences comprise entre 43,5 GHz et 90 GHz ;

3. « Temps de commutation de fréquence » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Inférieur à 100 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 2,2 GHz dans la gamme de fréquences comprise entre 4,8 GHz et 31,8 GHz ;
- b. Inférieur à 500 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 550 MHz dans la gamme de fréquences comprise entre 31,8 GHz et 37 GHz ;
- c. Inférieur à 100 µs pour tout changement de fréquence supérieur à 2,2 GHz dans la gamme de fréquences comprise entre 37 GHz et 90 GHz ;

d) Analyseurs de réseaux présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- 1. Une puissance de sortie supérieure à 31,62 mW (15 dBm) partout dans la gamme de fréquences de fonctionnement comprise entre 43,5 GHz et 90 GHz ;
- 2. Une puissance de sortie supérieure à 1 mW (0 dBm) partout dans la gamme de fréquences de fonctionnement comprise entre 90 GHz et 110 GHz ;
- 3. La « fonctionnalité de mesure de vecteur non linéaire » à des fréquences comprises entre 50 GHz et 110 GHz ;

*Note technique :*

*La « fonctionnalité de mesure de vecteur non linéaire » correspond à la capacité d'un instrument d'analyser les résultats de dispositifs utilisés dans le domaine des grands signaux ou dans la plage de distorsion non linéaire.*

4. Fréquence maximale de fonctionnement supérieure à 110 GHz ;

e) Récepteurs d'essai hyperfréquences présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- 1. Fréquence maximale de fonctionnement supérieure à 110 GHz ;
- 2. Capacité de mesure simultanée de l'amplitude et de la phase ;

f) Étalons de fréquence atomiques présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. « Qualifiés pour l'usage spatial » ;
2. Sans rubidium et ayant une stabilité à long terme inférieure à (meilleure que)  $1 \times 10^{-11}$ /mois ;
3. Non « qualifiés pour l'usage spatial » et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
  - a. Étalon au rubidium ;
  - b. Stabilité à long terme inférieure à (meilleure que)  $1 \times 10^{-11}$ /mois ;
  - c. Consommation d'énergie totale inférieure à 1 watt.

### Équipements d'essai, d'inspection et de production

1. Équipements pour la fabrication de dispositifs ou de matériaux semi-conducteurs, comme suit, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :
  - a) Équipements conçus pour l'implantation ionique et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    1. Conçus et optimisés pour fonctionner à une énergie de faisceau égale ou supérieure à 20 keV, et un courant de faisceau égal ou supérieur à 10 mA pour les implantations d'hydrogène, de deutérium ou d'hélium ;
    2. Capacité d'écriture directe ;
    3. Énergie de faisceau d'au moins 65 keV et courant de faisceau d'au moins 45 mA pour une implantation à haute énergie d'oxygène dans un « substrat » de matériau semi-conducteur chauffé ;
    4. Conçus et optimisés pour fonctionner à une énergie de faisceau égale ou supérieure à 20 keV, et un courant de faisceau égal ou supérieur à 10 mA pour une implantation de silicone dans un « substrat » de matériau semi-conducteur chauffé à au moins 600 °C ;
  - b) Équipements de lithographie, comme suit, et équipements de lithographie par impression capables de produire des éléments égaux ou inférieurs à 45 nm :
    1. Photorépéteurs d'alignement et d'exposition (réduction directe sur la plaquette) ou photorépéteurs-balayeurs (scanners) pour le traitement de plaquettes utilisant des méthodes optiques ou à rayon X, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
      - a. Longueur d'onde de la source lumineuse inférieure à 193 nm ;
      - b. Capables de produire des figures dont la « dimension de l'élément résoluble minimal » (MRF) est égale ou inférieure à 45 nm ;

*Note technique :*

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

$$(une\ longueur\ d'onde\ de\ source\ lumineuse\ exprimée\ en\ nm) \times (facteur\ K)$$


---

*Ouverture numérique*

*Où le facteur  $K = 0,35$*

- c)
  - 1. Équipements spécialement conçus pour la production de masques à l'aide d'un faisceau électronique, d'un faisceau ionique ou d'un faisceau « laser » avec focalisation et balayage du faisceau ;
  - 2. Équipements conçus pour le traitement de dispositifs utilisant des méthodes d'écriture directe ;
- d) Masques ou réticules conçus pour les circuits intégrés ;
- 2. Équipements de test spécialement conçus pour le test de dispositifs semi-conducteurs ou hyperfréquences finis ou non finis comme suit, et leurs composants et accessoires spécialement conçus :
  - a) Pour le test des paramètres S de transistors à une fréquence supérieure à 31,8 GHz ;
  - b) Pour le test de circuits intégrés hyperfréquences visés ci-dessus.

## Matières

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

- a) Silicium (Si) ;
- b) Germanium (Ge) ;
- c) Carbure de silicium (SiC) ; ou
- d) « Composés III/V » de gallium ou d'indium.

*Note : N'entre pas dans cette catégorie tout « substrat » ayant une ou plusieurs couches épitaxiales de type P de GaN, InGaN, AlGaN, InAlN, InAlGaN, GaP, GaAs, AlGaAs, InP, InGaP, AlInP ou InGaAlP, indépendamment de l'ordre des éléments, excepté si la couche épitaxiale de type P se situe entre des couches de type N.*

2. Résines photosensibles (résists), comme suit, et « substrats » revêtus des résines photosensibles suivantes :

- a) Résines photosensibles (résists) pour lithographie des semi-conducteurs :
  1. Résines photosensibles (résists) positives adaptées (optimisées) pour l'emploi à des longueurs d'onde inférieures à 245 nm mais égales ou supérieures à 15 nm ;
  2. Résines photosensibles (résists) positives adaptées (optimisées) pour l'emploi à des longueurs d'onde inférieures à 15 nm mais supérieures à 1 nm ;
- b) Toutes résines photosensibles (résists) destinées à être utilisées sous l'effet de faisceaux électroniques ou ioniques, ayant une sensibilité de 0,01  $\mu\text{coulomb}/\text{mm}^2$  ou meilleure ;
- c) Toutes résines photosensibles (résists) optimisées pour des technologies de formation d'images de surface ;
- d) Toutes résines photosensibles (résists) conçues ou optimisées pour les équipements de lithographie par impression capables de produire des éléments égaux ou inférieurs à 45 nm qui utilisent un procédé soit thermique soit photoréticulable.

3. Composés organo-inorganiques :

- a) Composés organométalliques d'aluminium, de gallium et d'indium ayant une pureté (pureté du métal) supérieure à 99,999 % ;
- b) Composés organoarséniés, organoantimoniés et organophosphorés ayant une pureté (pureté de l'élément inorganique) supérieure à 99,999 %.

4. Hydrures de phosphore, d'arsenic ou d'antimoine, ayant une pureté supérieure à 99,999 %, même dilués dans des gaz inertes ou dans l'hydrogène.

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les hydrures contenant 20 % molaire ou plus de gaz inertes ou d'hydrogène.*

5. « Substrats » de semi-conducteurs de carbure de silicium (SiC), de nitrure de gallium (GaN), de nitrure d'aluminium (AlN) ou de nitrure de gallium d'aluminium (AlGaN), ou lingots, boules ou autres préformes de ces matières, ayant une résistivité supérieure à 10 000 ohm-cm à 20° C.

6. « Substrats » visés au paragraphe 5 ci-dessus comportant au moins une couche épitaxiale de carbure de silicium, de nitrure de gallium, de nitrure d'aluminium ou de nitrure de gallium d'aluminium.

**Logiciels**

1. « Logiciels » spécialement conçus pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements susvisés.
2. « Logiciels » spécialement conçus ou modifiés pour permettre à des équipements non énumérés d'exécuter les fonctions de tout équipement susvisé.

**Technologie**

« Technologie » pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements ou matières susvisés.

**Capteurs et « lasers »****Capteurs optiques**

1. Capteurs ou équipements optiques et leurs composants, comme suit :
  - a) Composants auxiliaires spéciaux pour capteurs optiques, comme suit :
    1. Systèmes de refroidissement cryogéniques « qualifiés pour l'usage spatial » ;
    2. Systèmes de refroidissement cryogéniques non « qualifiés pour l'usage spatial » dont la source de refroidissement a une température inférieure à 218 K (-55 °C), comme suit :
      - a. À cycle fermé et dont le temps moyen (observé) jusqu'à défaillance (MTTF) ou le temps moyen de bon fonctionnement (MTBF) a une valeur spécifiée dépassant 2 500 heures ;
      - b. Mini-refroidisseurs Joule-Thomson à autorégulation à diamètres extérieurs d'alésage de moins de 8 mm ;
    3. Fibres de détection optiques spécialement fabriquées en vue de présenter une composition ou une structure bien précise, ou modifiées par revêtement, de façon à être sensibles aux effets acoustiques, thermiques, inertiels ou électromagnétiques ou aux radiations nucléaires.

**Appareils de prises de vues**

1. Appareils, systèmes ou équipements de prises de vues et leurs composants, comme suit :
  - a) Appareils de prises de vues d'instrumentation et leurs composants spécialement conçus, comme suit :

*Note : Les appareils de prises de vues d'instrumentation visés ci-dessus et munis de structures modulaires doivent être évalués à leur capacité maximale en utilisant des fiches de connexion disponibles conformes aux spécifications fournies par le fabricant de l'appareil.*

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

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les caméras conçues à des fins civiles.*

2. Appareils de prises de vues mécaniques à vitesse élevée dans lesquels le film ne se déplace pas et qui sont capables d'enregistrer à des vitesses de plus

de 1 million d'images par seconde pour la hauteur totale de cadrage de film 35 mm ou à des vitesses proportionnellement plus élevées pour des hauteurs de cadrage inférieures ou à des vitesses proportionnellement plus basses pour des hauteurs de cadrage supérieures ;

3. Appareils de prises de vues à balayage, mécaniques ou électroniques, comme suit :

a. Appareils de prises de vues à balayage mécaniques ayant une vitesse d'enregistrement de plus de 10 mm/ $\mu$ s ;

b. Appareils de prises de vues à balayage électroniques ayant une résolution temporelle meilleure que 50 ns ;

4. Caméras électroniques à image intégrale ayant une vitesse de plus de 1 million d'images par seconde ;

5. Caméras électroniques présentant les deux caractéristiques suivantes :

a. Vitesse d'obturation électronique (capacité de suppression de faisceau) de moins de 1  $\mu$ s par image complète ;

b. Temps de lecture permettant une cadence de plus de 125 images complètes par seconde ;

6. Fiches de connexion présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a. Spécialement conçues pour des appareils de prises de vues d'instrumentation à structure modulaire qui sont visés dans la présente rubrique ;

b. Permettant à ces appareils de répondre aux caractéristiques susvisées, d'après les spécifications fournies par le fabricant ;

b) Caméras d'imagerie, comme suit :

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les caméras de télévision ni les caméras vidéo spécialement conçues pour être utilisées pour la télédiffusion.*

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

a. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Plus de  $4 \times 10^6$  « pixels actifs » par matrice sensible pour les caméras monochromes (noir et blanc) ;

2. Plus de  $4 \times 10^6$  « pixels actifs » par matrice sensible pour les caméras couleurs comportant trois éléments de surface sensible ;

3. Plus de  $12 \times 10^6$  « pixels actifs » pour les caméras couleurs comportant un élément de surface sensible ;

b. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Miroirs optiques décrits ci-dessous ;

2. Équipements de commande pour optiques décrits ci-dessous ;

3. Capacité d'annoter les « données de poursuite de caméras » générées en interne ;

*Notes techniques :*

1. Aux fins du présent alinéa, les caméras vidéo numériques doivent être évaluées d'après le nombre maximum de « pixels actifs » utilisés pour la capture d'images mobiles.

2. Aux fins du présent alinéa, on entend par « données de poursuite de la caméra » les informations nécessaires pour définir l'orientation de la ligne de visée de la caméra par rapport à la Terre. Cela inclut: 1) l'angle horizontal de la ligne de visée de la caméra par rapport à la direction du champ magnétique de la Terre ; 2) l'angle vertical entre la ligne de visée de la caméra et l'horizon de la Terre.

2. Caméras à balayage et systèmes de caméras à balayage ;
  - a. Réponse de crête dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 10 nm, mais non supérieure à 30 000 nm ;
  - b. Réseaux de détecteurs linéaires de plus de 8 192 éléments par réseau ;
  - c. Balayage mécanique dans une direction ;

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les caméras à balayage et systèmes de caméras à balayage spécialement conçus pour l'une des utilisations suivantes :*

- a) *Photocopieuses industrielles ou civiles ;*
  - b) *Scanners spécialement conçus pour des applications civiles, fixes, à faible distance (par exemple reproduction d'images ou de caractères figurant dans des documents, œuvres d'art ou photographies) ;*
  - c) *Équipements médicaux.*
3. Caméras utilisant des intensificateurs d'image présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    - a. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
      1. Réponse de crête dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 400 nm mais non supérieure à 1 050 nm ;
      2. Amplification électronique de l'image employant l'un des éléments suivants :
        - a. Plaque à microcanaux ayant un espacement des trous (espacement centre à centre) égal ou inférieur à 12  $\mu\text{m}$  ;
        - b. Dispositif de détection d'électrons présentant un pas de pixel non carré de 500  $\mu\text{m}$  ou moins, spécialement conçu ou modifié pour obtenir une « multiplication de charge » autrement que par une plaque à microcanaux ; et
    3. L'une des photocathodes suivantes :
      - a. Photocathodes multialcalines (par exemple S-20 et S-25) dont la sensibilité lumineuse dépasse 350  $\mu\text{A/lm}$  ;
      - b. Photocathodes à l'arséniure de gallium (GaAs) ou à l'arséniure de gallium-indium (GaInAs) ;
      - c. Autres photocathodes à semi-conducteur composite de type III/V dont la « sensibilité aux radiations » maximale dépasse 10 mA/W ;

- b. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Réponse de crête dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 050 nm mais non supérieure à 1 800 nm ;
  2. Amplification électronique de l'image employant l'un des éléments suivants :
    - a. Plaque à microcanaux ayant un espacement des trous (espacement centre à centre) égal ou inférieur à 12  $\mu\text{m}$  ;
    - b. Dispositif de détection d'électrons présentant un pas de pixel non carré de 500  $\mu\text{m}$  ou moins, spécialement conçu ou modifié pour obtenir une « multiplication de charge » autrement que par une plaque à microcanaux ;
  3. Photocathodes à semi-conducteurs composites de type III/V (par exemple, GaAs ou GaInAs) et photocathodes à électrons transférés, ayant une « sensibilité aux radiations » maximale supérieure à 15 mA/W ;
4. Caméras d'imagerie comportant des « matrices plan focal » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
- a. « Matrices plan focal » non « qualifiées pour l'usage spatial » présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    1. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
      - a. Éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 900 nm mais non supérieure à 1 050 nm ; et
      - b. L'une des caractéristiques suivantes :
        1. Une « constante de temps » de réponse de moins de 0,5 ns ;
        2. Spécialement conçues ou modifiées pour obtenir une « multiplication de charge » et ayant une « sensibilité aux radiations » maximale supérieure à 10 mA/W ;
    2. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
      - a. Éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 050 nm mais non supérieure à 1 200 nm ;
      - b. L'une des caractéristiques suivantes :
        1. « Constante de temps » de réponse de 95 ns ou moins ;
        2. Spécialement conçues ou modifiées pour obtenir une « multiplication de charge » et ayant une « sensibilité aux radiations » maximale supérieure à 10 mA/W ;
        3. « Matrices plan focal » non linéaires (bidimensionnelles) non « qualifiées pour l'usage spatial » comportant des éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 200 nm mais non supérieure à 30 000 nm ;

4. « Matrices plan focal » linéaires (unidimensionnelles) non « qualifiées pour l'usage spatial », présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a. Éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 1 200 nm mais non supérieure à 3 000 nm ;

b. L'une des caractéristiques suivantes :

1. Ratio entre la dimension du « sens de balayage » de l'élément détecteur et la dimension du « sens de balayage transversal » de l'élément détecteur inférieur à 3,8 ;

2. Traitement du signal dans les éléments détecteurs ;

5. « Matrices plan focal » linéaires (unidimensionnelles) non « qualifiées pour l'usage spatial » comportant des éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 3 000 nm mais non supérieure à 30 000 nm ;

b. « Matrices plan focal » à infrarouges non linéaires (bidimensionnelles) non « qualifiées pour l'usage spatial » à base d'un matériau à « microbolomètre » comportant des éléments individuels dont la réponse sans filtrage se situe dans la gamme de longueurs d'onde égale ou supérieure à 8 000 nm mais non supérieure à 14 000 nm ;

c. « Matrices plan focal » non « qualifiées pour l'usage spatial » présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Éléments individuels dont la réponse de crête se situe dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 400 nm mais non supérieure à 900 nm ;

2. Spécialement conçues ou modifiées pour obtenir une « multiplication de charge » et ayant une « sensibilité aux radiations » maximale supérieure à 10 mA/W pour les longueurs d'onde supérieures à 760 nm ;

3. Plus de 32 éléments.

*Note 1 : Les caméras d'imagerie visées au point 4 ci-dessus comprennent des « matrices plan focal » combinées avec suffisamment d'électronique de « traitement de signal », en plus du circuit intégré de lecture, pour permettre au minimum la sortie d'un signal analogique ou numérique une fois le dispositif sous tension.*

*Note 2 : Le point 4.a. ne vise pas les caméras de contrôle comportant des « matrices plan focal » linéaires à 12 éléments ou moins, n'utilisant pas le retard temporel et l'intégration à l'intérieur de l'élément, conçues pour l'un des usages suivants :*

a) Systèmes servant à détecter des présences indésirables et à donner l'alarme dans des locaux industriels ou civils, systèmes de contrôle ou de comptage de la circulation ou des déplacements dans l'industrie ;

b) Équipements industriels utilisés pour l'inspection ou le contrôle des flux de chaleur dans les constructions, les équipements et les procédés industriels ;

- c) *Équipements industriels utilisés pour l'examen, le tri ou l'analyse des propriétés des matériaux ;*
- d) *Équipements spécialement conçus pour l'usage en laboratoire ;*
- e) *Équipements médicaux.*

*Note 3 : Le point 4.b. ne vise pas les caméras d'imagerie présentant l'une des caractéristiques suivantes :*

- a) *Une cadence maximale égale ou inférieure à 9 Hz ;*
- b) *Présentant toutes les caractéristiques suivantes :*
  - 1. *Ayant un « champ de vision instantané » (IFOV) horizontal ou vertical minimum d'au moins 10 mrad/pixel (milliradians/pixel) ;*
  - 2. *Incorporant une lentille à longueur focale fixe non conçue pour être retirée ;*
  - 3. *N'incorporant pas d'affichage « vision directe » ;*

*Note technique :*

*La « vision directe » renvoie à une caméra d'imagerie fonctionnant dans le spectre infrarouge qui présente à un observateur humain une image visible à l'aide d'un micro-affichage près de l'œil incorporant un mécanisme de protection contre la lumière quel qu'il soit.*

- 4. *Présentant l'une des caractéristiques suivantes :*
  - a) *Pas de possibilité d'obtenir une image visionnable du champ de vision détecté ;*
  - b) *Conçues pour un seul type d'application et pour ne pas être modifiables par l'utilisateur ;*

*Note technique :*

*Le « champ de vision instantané (IFOV) » visé à la note 3.b. est le chiffre le plus bas de « l'IFOV horizontal » ou de « l'IFOV vertical ».*

*« IFOV horizontal » : champ de vision horizontal (FOV)/nombre d'éléments détecteurs horizontaux.*

*« IFOV vertical » : champ de vision vertical (FOV)/nombre d'éléments détecteurs verticaux.*

- c) *Spécialement conçues pour être installées dans un véhicule terrestre civil destiné au transport de voyageurs, comme suit :*

1. *L'installation et la configuration de la caméra dans le véhicule servent uniquement à aider le conducteur à utiliser le véhicule en toute sécurité.*

## **Optique**

- 1. *Équipement et composants optiques, comme suit :*
  - a) *Miroirs optiques (réflecteurs), comme suit :*
    - 1. *« Miroirs déformables » ayant une ouverture optique active supérieure à 10 mm et présentant l'une des caractéristiques suivantes, ainsi que leurs composants spécialement conçus :*
      - a. *Présentant toutes les caractéristiques suivantes :*

1. Une fréquence de résonance mécanique égale ou supérieure à 750 Hz ;

2. Plus de 200 actionneurs ;

b. L'un des seuils d'endommagement provoqué par laser suivants :

1. Supérieur à 1 kW/cm<sup>2</sup> si on utilise un « laser à onde entretenue » ;

2. Supérieur à 2 J/cm<sup>2</sup> si on utilise des impulsions « laser » de 20 ns à une fréquence de répétition de 20 Hz ;

2. Miroirs monolithiques légers, d'une « masse surfacique équivalente » moyenne de moins de 30 kg/m<sup>2</sup> et d'un poids total supérieur à 10 kg ;

3. Structures légères de miroirs « composites » ou cellulaires, d'une « masse surfacique équivalente » moyenne de moins de 30 kg/m<sup>2</sup> et d'un poids total supérieur à 2 kg ;

*Note : Les points 2 et 3 ci-dessus ne visent pas les miroirs conçus spécialement pour diriger le rayonnement solaire dans les installations terrestres comportant des héliostats.*

4. Miroirs spécialement conçus pour les montures de miroirs d'orientation du faisceau ayant une planéité de  $\lambda/10$  ou meilleure ( $\lambda$  est égal à 633 nm) et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. Diamètre (ou longueur de l'axe principal) supérieur ou égal à 100 mm ;

b. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Diamètre (ou longueur de l'axe principal) supérieur à 50 mm mais inférieur à 100 mm ;

2. L'un des seuils d'endommagement provoqué par laser suivants :

a. Supérieur à 10 kW/cm<sup>2</sup> si on utilise un « laser à onde entretenue » ;

b. Supérieur à 20 J/cm<sup>2</sup> si on utilise des impulsions « laser » de 20 ns à une fréquence de répétition de 20 Hz ;

b) Composants optiques composés de sélénure de zinc (ZnSe) ou de sulfure de zinc (ZnS) transmettant dans la gamme de longueurs d'onde supérieure à 3 000 nm mais non supérieure à 25 000 nm, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Volume supérieur à 100 cm<sup>3</sup> ;

2. Diamètre (ou longueur de l'axe principal) supérieur à 80 mm et épaisseur (profondeur) supérieure à 20 mm ;

c) Composants « qualifiés pour l'usage spatial » pour systèmes optiques, comme suit :

1. Composants allégés jusqu'à moins de 20 % de « masse surfacique équivalente » par rapport à une ébauche pleine ayant la même ouverture et la même épaisseur ;

2. Substrats bruts, substrats ayant un revêtement de surface (monocouches ou multicouches, métalliques ou diélectriques, conducteurs, semi-conducteurs, ou isolants), ou comportant des films protecteurs ;

3. Segments ou ensembles de miroirs conçus pour être assemblés dans l'espace en un système optique ayant une ouverture collectrice équivalente à ou plus grande que celle d'une optique unique de 1 mètre de diamètre ;
4. Composants fabriqués à partir de matériaux « composites » ayant un coefficient de dilatation thermique linéaire égal ou inférieur à  $5 \times 10^{-6}$  dans toute direction coordonnée.

### Lasers

1. « Lasers », composants et équipements optiques, comme suit :
  - a) « Lasers à ondes entretenues » (CW) non « accordables », présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    1. Longueur d'onde de sortie inférieure à 150 nm et puissance de sortie supérieure à 1 W ;
    2. Longueur d'onde de sortie de 150 nm ou plus mais non supérieure à 510 nm et puissance de sortie supérieure à 30 W ;

*Note : Le point 2 ci-dessus ne vise pas les « lasers » à argon ayant une puissance de sortie égale ou inférieure à 50 W.*

  - 3. Longueur d'onde de sortie supérieure à 510 nm mais non supérieure à 540 nm et l'une des caractéristiques suivantes :
    - a. Sortie monomode transverse et une puissance de sortie supérieure à 50 W ;
    - b. Sortie multimode transverse et une puissance de sortie supérieure à 150 W ;
  - 4. Longueur d'onde de sortie supérieure à 540 nm mais non supérieure à 800 nm et puissance de sortie supérieure à 30 W ;
  - 5. Longueur d'onde de sortie supérieure à 800 nm mais non supérieure à 975 nm et l'une des caractéristiques suivantes :
    - a. Sortie monomode transverse et une puissance de sortie supérieure à 50 W ;
    - b. Sortie multimode transverse et une puissance de sortie supérieure à 80 W ;
  - 6. Longueur d'onde de sortie supérieure à 975 nm mais non supérieure à 1 150 nm et l'une des caractéristiques suivantes :
    - a. Sortie monomode transverse et une puissance de sortie supérieure à 500 W ;
    - b. Sortie multimode transverse et l'une des caractéristiques suivantes :
      1. « Rendement à la prise » supérieur à 18 % et puissance de sortie supérieure à 500 W ;
      2. Puissance de sortie supérieure à 2 kW ;

*Note 1 : Le point b. ci-dessus ne vise pas les « lasers » multimodes transverses industriels ayant une puissance de sortie supérieure à 2 kW et non supérieure à 6 kW et une masse totale supérieure à 1 200 kg. Aux fins de la présente note, la masse totale inclut tous les composants nécessaires au fonctionnement du « laser », par exemple le « laser », l'alimentation électrique, l'échangeur*

thermique, mais exclut l'optique externe pour le conditionnement du faisceau et/ou son acheminement.

Note 2 : Le point b. ci-dessus ne vise pas les « lasers » multimodes transverses industriels présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a) Une puissance de sortie supérieure à 500 W mais inférieure à 1 kW, et l'une des caractéristiques suivantes :
1. Produit des paramètres du faisceau (BPP) supérieur à 0,7 mm•mrad ;
  2. « Luminosité » non supérieure à 1 024 W/(mm•mrad)<sup>2</sup> ;
- b) Une puissance de sortie supérieure à 1 kW mais inférieure à 1,6 kW, et dont le BPP est supérieur à 1,25 mm•mrad ;
- c) Une puissance de sortie supérieure à 1,6 kW mais inférieure à 2,5 kW, et dont le BPP est supérieur à 1,7 mm•mrad ;
- d) Une puissance de sortie supérieure à 2,5 kW mais inférieure à 3,3 kW, et dont le BPP est supérieur à 2,5 mm•mrad ;
- e) Une puissance de sortie supérieure à 3,3 kW mais inférieure à 4 kW, et dont le BPP est supérieur à 3,5 mm•mrad ;
- f) Une puissance de sortie supérieure à 4 kW mais inférieure à 5 kW, et dont le BPP est supérieur à 5 mm•mrad ;
- g) Une puissance de sortie supérieure à 5 kW mais inférieure à 6 kW, et dont le BPP est supérieur à 7,2 mm•mrad ;
- h) Une puissance de sortie supérieure à 6 kW mais inférieure à 8 kW, et dont le BPP est supérieur à 12 mm•mrad ;
- i) Une puissance de sortie supérieure à 8 kW mais inférieure à 10 kW, et dont le BPP est supérieur à 24 mm•mrad ;

Note technique :

Aux fins de la note 2.a), on entend par « luminosité » la puissance de sortie du « laser » divisée par le produit des paramètres du faisceau (BPP) carré, c'est-à-dire, (puissance de sortie)/BPP<sup>2</sup>.

Note technique :

Le « rendement à la prise » est défini comme le rapport entre la puissance de sortie du « laser » (ou « puissance de sortie moyenne ») et la puissance d'entrée électrique totale nécessaire au fonctionnement du « laser », y compris l'alimentation électrique/le conditionnement et le conditionnement thermique/l'échangeur de chaleur.

b) « Lasers » « accordables » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Longueur d'onde de sortie inférieure à 600 nm et l'une des caractéristiques suivantes :
  - a. Énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W ; ou
  - b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W ;

Note : Le point 1 ci-dessus ne vise pas les « lasers » à colorants et autres « lasers » à liquide caractérisés par une sortie multimode, une

longueur d'onde égale ou supérieure à 150 nm mais non supérieure à 600 nm, ainsi que par toutes les caractéristiques suivantes :

1. Énergie de sortie inférieure à 1,5 J par impulsion et « puissance de crête » inférieure à 20 W ;
2. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues inférieure à 20 W.

2. Longueur d'onde de sortie de 600 nm ou plus, mais ne dépassant pas 1 400 nm et l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Énergie de sortie supérieure à 1 J par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 20 W ;
- b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 20 W ;

3. Longueur d'onde de sortie supérieure à 1 400 nm et l'une des caractéristiques suivantes :

- a. Énergie de sortie supérieure à 50 mJ par impulsion et « puissance de crête » supérieure à 1 W ;
- b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W ;

c) Autres « lasers » à semi-conducteurs, comme suit :

*Note 1 : Comprend les « lasers » à semi-conducteurs ayant des connecteurs de sortie optiques (par exemple, fibres amorcées).*

*Note 2 : Le statut des « lasers » à semi-conducteurs spécialement conçus pour d'autres équipements est déterminé par le statut de ces équipements.*

1. a. « Lasers » à semi-conducteurs monomodes transverses individuels, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Longueur d'onde égale ou inférieure à 1 510 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1,5 W ;
2. Longueur d'onde supérieure à 1 510 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 500 mW ;

b. « Lasers » à semi-conducteurs multimodes transverses individuels, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Longueur d'onde inférieure à 1 400 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 15 W ;
2. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 400 nm et inférieure à 1 900 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 2,5 W ;
3. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 900 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 1 W ;

c. « Barres » « lasers » à semi-conducteurs individuels, présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Longueur d'onde inférieure à 1 400 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 100 W ;

2. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 400 nm et inférieure à 1 900 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 25 W ;

3. Longueur d'onde égale ou supérieure à 1 900 nm et puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 10 W ;

d. « Piles de réseaux » de « lasers » à semi-conducteurs (réseaux bidimensionnels) présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Longueur d'onde inférieure à 1 400 nm et l'une des caractéristiques suivantes :

a. Puissance de sortie totale moyenne ou en ondes entretenues inférieure à 3 kW avec une « densité de puissance » de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 500 W/cm<sup>2</sup> ;

b. Puissance de sortie totale moyenne ou en ondes entretenues égale ou supérieure à 3 kW, mais inférieure ou égale à 5 kW, avec une « densité de puissance » de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 350 W/cm<sup>2</sup> ;

c. Puissance de sortie totale moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 5 kW ;

d. « Densité de puissance » de crête émise en impulsions supérieure à 2 500 W/cm<sup>2</sup> ;

*Note : Le point d. ne vise pas les dispositifs monolithiques fabriqués par épitaxie.*

e. cohérence spatiale moyenne ou puissance de sortie totale en ondes entretenues supérieure à 150 W ;

2. Longueur d'onde supérieure ou égale à 1 400 nm, mais inférieure à 1 900 nm et l'une des caractéristiques suivantes :

a. Puissance de sortie totale moyenne ou en ondes entretenues inférieure à 250 W et « densité de puissance » de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 150 W/cm<sup>2</sup> ;

b. Puissance de sortie totale moyenne ou en ondes entretenues égale ou supérieure à 250 W, mais inférieure ou égale à 500 W avec une « densité de puissance » de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 50 W/cm<sup>2</sup> ;

c. Puissance de sortie totale moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 500 W ;

d. « Densité de puissance » de crête émise en impulsions supérieure à 500 W/cm<sup>2</sup> ;

*Note : Le point d. ne vise pas les dispositifs monolithiques fabriqués par épitaxie.*

e. Cohérence spatiale moyenne ou puissance de sortie totale en ondes entretenues supérieure à 15 W ;

3. Longueur d'onde supérieure ou égale à 1 900 nm et l'une des caractéristiques suivantes :

a. « Densité de puissance » de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 50 W/cm<sup>2</sup> ;

b. Puissance de sortie moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 10 W ;

c. Cohérence spatiale moyenne ou puissance de sortie totale en ondes entretenues supérieure à 1,5 W ;

4. Au moins une « barre » « laser » susvisée ;

*Note technique :*

*Aux fins de cette catégorie, on entend par « densité de puissance » la puissance de sortie « laser » totale divisée par la zone de surface de l'émetteur des piles de réseaux.*

2. « Lasers chimiques », comme suit :

a) « Lasers » à fluorure d'hydrogène (HF) ;

b) « Lasers » à fluorure de deutérium (DF) ;

c) « Lasers à transfert », comme suit :

1. « Lasers » à dioxyde d'iode (O<sub>2</sub>-I) ;

2. « Lasers » à fluorure de deutérium-gaz carbonique (DF-CO<sub>2</sub>) ;

3. « Lasers » Nd: verre à « impulsions non répétitives » présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. « Durée d'impulsion » ne dépassant pas 1 µs et énergie de sortie supérieure à 50 J par impulsion ;

b. « Durée d'impulsion » supérieure à 1 µs et énergie de sortie supérieure à 100 J par impulsion ;

d) Composants, comme suit :

1. Miroirs refroidis par « refroidissement actif » ou par refroidissement par caloducs ;

*Note technique :*

*Le « refroidissement actif » est une technique de refroidissement pour composants optiques, mettant en jeu des fluides en mouvement sous la surface des composants (spécifiquement à moins de 1 mm en dessous de la surface optique) afin d'évacuer la chaleur de l'optique.*

2. Miroirs optiques et composants optiques et électro-optiques à transmission optique totale ou partielle, autres que des combineurs fusionnés à fibre optique et des grilles diélectriques multicouches (GDM) spécialement conçus pour être utilisés avec des « lasers » visés ;

3. Composants de « lasers » à fibre optique :

a. Combineurs multimode-multimode à faisceau conique de fibres fondues présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Une perte par insertion meilleure que (inférieure à) ou égale à 0,3 dB, maintenue à une puissance de sortie nominale totale moyenne ou en ondes entretenues (à l'exclusion de la puissance de sortie transmise par le cœur monomode, s'il existe) supérieure à 1 000 W ;

2. Un nombre de fibres en entrée égal ou supérieur à 3 ;

- b. Combineurs monomode-multimode à faisceau conique de fibres fondues présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Une perte par insertion meilleure que (inférieure à) 0,5 dB, maintenue à une puissance de sortie nominale totale moyenne ou en ondes entretenues supérieure à 4 600 W ;
  2. Un nombre de fibres en entrée égal ou supérieur à 3 ;
  3. Présentant l'une des caractéristiques suivantes :
    - a. Un produit des paramètres du faisceau (BPP) mesuré à la sortie n'excédant pas 1,5 mm mrad pour un nombre de fibres en entrée inférieur ou égal à 5 ;
    - b. Un produit des paramètres du faisceau (BPP) mesuré à la sortie n'excédant pas 2,5 mm mrad pour un nombre de fibres en entrée supérieur à 5 ;
- c. Des réseaux multicouches diélectriques présentant toutes les caractéristiques suivantes :
1. Conçus pour assurer la combinaison spectrale ou cohérente des faisceaux de 5 « lasers » à fibres ou plus ;
  2. Seuil d'endommagement provoqué par « laser » à onde entretenue supérieur ou égal à 10 kW/cm<sup>2</sup>.

## Capteurs magnétiques et à champ électrique

### Gravimètres

1. Gravimètres et gradiomètres à gravité, comme suit :
  - a) Gravimètres conçus ou modifiés pour l'usage terrestre et ayant une « précision » statique de moins de (meilleure que) 10 µGal ;
 

*Note. Le point a) ne vise pas les gravimètres au sol à élément de quartz (Worden).*
  - b) Gravimètres conçus pour plateformes mobiles et présentant toutes les caractéristiques suivantes :
    1. « Précision » statique inférieure à (meilleure que) 0,7 mGal ;
    2. « Précision » en service (opérationnelle) de moins de (meilleure que) 0,7 mGal avec un « temps de montée à l'état stable » de moins de 2 minutes quelle que soit la combinaison des compensations et influences dynamiques en jeu ;
 

*Note technique :*

*Aux fins du point b), le « temps de montée à l'état stable » (également connu sous le nom de temps de réponse du gravimètre) correspond au temps nécessaire pour que les effets perturbateurs des accélérations dues à la plateforme (bruit à haute fréquence) diminuent.*
  - c) Gradiomètres à gravité.

### Radars

1. Systèmes, matériels et ensembles radars présentant l'une des caractéristiques ci-après, et leurs composants spécialement conçus :

*Note : Cette section ne vise pas les équipements suivants :*

- Radars secondaires de surveillance (SSR) ;
- Radars automobiles civils ;
- Affichages ou récepteurs utilisés pour le contrôle de la circulation aérienne (ATC) ;
- Radars météorologiques ;
- Matériels radar d'approche de précision (PAR) conformes aux normes de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et employant des réseaux linéaires électroniquement orientables (unidimensionnels) ou des antennes passives positionnées mécaniquement.

a) Fonctionnant sur des fréquences de 40 GHz à 230 GHz et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Puissance de sortie moyenne supérieure à 100 mW ;
2. « Précision » de localisation d'une portée de 1 m ou inférieure (meilleure) et azimuth de 0,2 degré ou inférieur (meilleur) ;

b) Fonctionnant sur une fréquence accordable supérieure à  $\pm 6,25$  % de la « fréquence de fonctionnement centrale » ;

*Note technique :*

*La « fréquence de fonctionnement centrale » correspond à la moitié de la somme de la fréquence de fonctionnement spécifiée la plus élevée et de la fréquence de fonctionnement spécifiée la plus faible.*

c) Capables de fonctionner en mode simultané sur plus de deux fréquences porteuses ;

d) Capables de fonctionner en mode d'ouverture synthétique (SAR), d'ouverture synthétique inverse (ISAR) ou en mode radar aéroporté à antenne latérale (RAAL) ;

e) Comprenant des antennes à réseaux électroniquement orientables ;

f) Capables de rechercher la hauteur de cibles non concourantes ;

g) Spécialement conçus pour fonctionner en mode embarqué (montés sur ballon ou cellule d'avion) et ayant une capacité de « traitement de signal » Doppler pour la détection de cibles mobiles ;

h) Dotés d'un système de traitement de signaux radar et faisant appel à :

1. Des techniques de « spectre étalé (radar) » ;
2. Des techniques d'« agilité de fréquence (radar) » ;

i) Assurant un fonctionnement au sol avec une « portée instrumentée » maximale supérieure à 185 km ;

*Note : Le point 1. ci-dessus ne vise pas les équipements suivants :*

a) Radars de surveillance des lieux de pêche ;

b) Matériels radar au sol spécialement conçus pour le contrôle de la circulation aérienne en cours de vol et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. « Portée instrumentée » maximale de 500 km ou moins ;

2. Configuration telle que les données relatives aux cibles radar puissent être transmises uniquement de l'installation radar à un ou plusieurs centres de contrôle de la circulation aérienne civile ;

3. Pas de capacités de télécommande de la vitesse de balayage du radar à partir du centre de contrôle de la circulation aérienne en cours de vol ;

4. Installation permanente.

c) Radars de poursuite de ballons météorologiques.

j) Consistant en matériels radar à « laser » ou LIDAR et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. « Qualifiés pour l'usage spatial » ;

2. Faisant appel à des techniques de détection hétérodynes ou homodynes cohérentes et ayant un pouvoir séparateur angulaire inférieur à (meilleur que) 20  $\mu$ rad (microradians) ;

3. Conçus pour effectuer des levés bathymétriques aériens du littoral correspondant au niveau 1a de la norme de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) (5<sup>e</sup> éd., février 2008) pour les levés hydrographiques et employant un ou plusieurs « lasers » ayant une longue d'onde supérieure à 400 nm mais ne dépassant pas 600 nm ;

*Note 1 : Les matériels LIDAR spécialement conçus pour les levés ne sont visés qu'au point 3.*

*Note 2 : Le point ci-dessus ne vise pas les matériels LIDAR spécialement conçus pour l'observation météorologique.*

*Note 3 : Les paramètres de la norme d'ordre 1a de l'OHI (5<sup>e</sup> édition, février 2008) sont résumés comme suit :*

*Précision horizontale (niveau de confiance = 95 %) = 5 m + 5 % de profondeur).*

*Précision de profondeur pour les profondeurs réduites (niveau de confiance = 95 %) =  $\pm \sqrt{a^2 + (b*d)^2}$ , où :*

*a = 0,5 m = erreur de profondeur constante, c'est-à-dire la somme de toutes les erreurs constantes*

*b = 0,013 = facteur de l'erreur dépendante de la profondeur*

*b\*d = erreur dépendante de la profondeur, c'est-à-dire la somme de toutes les erreurs dépendantes de la profondeur*

*d = profondeur*

*Détection des éléments ayant un volume cubique d'au moins 2 mètres de côté jusqu'à des profondeurs de 40 m, ou de 10 % de la profondeur au-delà de 40 m.*

k) Comportant des sous-systèmes pour le « traitement de signal » utilisant la « compression d'impulsions » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Rapport de « compression d'impulsions » supérieur à 150 ;

2. Largeur d'impulsion compressée inférieure à 200 ns ;

*Note : Le point 2. ci-dessus ne vise pas les « radars marins » bidimensionnels ni les radars de « service du trafic maritime » présentant toutes les caractéristiques suivantes :*

- a) *Un rapport de « compression d'impulsions » inférieur à 150 ;*
- b) *Une largeur d'impulsion compressée supérieure à 30 ns ;*
- c) *Une antenne simple et rotative à balayage mécanique ;*
- d) *Une puissance de sortie de crête inférieure à 250 W ;*
- e) *Sans « sauts de fréquence ».*

l) Comportant des sous-systèmes de traitement de données et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- 1. « Poursuite automatique de la cible » fournissant, à l'une quelconque des rotations de l'antenne, la position prévue de la cible au-delà du moment de passage suivant du faisceau d'antenne ;

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les moyens d'alerte de systèmes de contrôle de la circulation aérienne en cas de trajectoires incompatibles ni les « radars marins ».*

- 2. Configurés pour apporter superposition et corrélation, ou fusion de données de cible dans les six secondes, à partir de deux ou plus de deux capteurs radar « géographiquement dispersés », afin d'améliorer la performance cumulée au-delà de celle de tout capteur unique visé au point f) ou au point 1.

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les systèmes, équipements ou ensembles servant au « service du trafic maritime ».*

*Notes techniques :*

- 1. *Aux fins de cette section, un « radar marin » est un radar servant à naviguer en toute sécurité en mer, sur les voies navigables intérieures ou à proximité des côtes.*
- 2. *Aux fins de cette section, un « service du trafic maritime » est un service de surveillance et de contrôle des navires similaire au contrôle aérien pour les « aéronefs ».*

## **Équipements d'essai, d'inspection et de production**

### **Optique**

1. Équipements optiques, comme suit :

- a) Équipements destinés à mesurer le facteur de réflexion absolue avec une « précision » égale à ou meilleure que 0,1 % de la valeur de réflexion ;
- b) Équipements, autres que les équipements de mesure par dispersion des surfaces optiques, ayant une ouverture nette supérieure à 10 cm, spécialement conçus pour la mesure optique sans contact d'une forme (profil) de surface optique non plane avec une « précision » égale ou inférieure à (meilleure que) 2 nm par rapport au profil souhaité.

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les microscopes.*

### **Gravimètres**

Équipements de production, d'alignement et d'étalonnage de gravimètres au sol ayant une « précision » statique meilleure que 0,1 mGal.

### Radars

Systèmes de mesure de la surface équivalente vis-à-vis de radars à impulsions ayant une largeur d'impulsion de 100 ns ou moins, et leurs composants spécialement conçus.

## Matières

### Capteurs optiques

1. Matériaux pour capteurs optiques, comme suit :

a) Tellure (Te) élémentaire ayant des niveaux de pureté égaux ou supérieurs à 99,9995 % ;

b) Monocristaux (y compris les plaquettes épitaxiales) d'un des matériaux suivants :

1. Tellure de cadmium-zinc (CdZnTe), d'une teneur en zinc inférieure à 6 % en « titre molaire » ;

2. Tellure de cadmium (CdTe), quel que soit le niveau de pureté ;

3. Tellure de mercure-cadmium (HgCdTe), quel que soit le niveau de pureté.

*Note technique :*

*Le « titre molaire » est le rapport du nombre de moles de ZnTe au nombre total de moles de CdTe et de ZnTe présents dans le cristal.*

### Optique

1. Matériaux optiques, comme suit :

a) « Substrats bruts » en séléniure de zinc (ZnSe) et sulfure de zinc (ZnS) obtenus par dépôt en phase vapeur par procédé chimique, et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Un volume de plus de 100 cm<sup>3</sup> ;

2. Un diamètre de plus de 80 mm et une épaisseur égale ou supérieure à 20 mm ;

b) Matériaux électro-optiques et matériaux optiques non linéaires, comme suit :

1. Arséniate de potassium titanyl (KTA) (CAS 59400-80-5) ;

2. Séléniure de gallium-argent (AgGaSe<sub>2</sub>, aussi désigné par l'acronyme AGSE) (CAS 12002-67-4) ;

3. Séléniure de thallium-arsenic (Tl<sub>3</sub>AsSe<sub>3</sub>, également désigné par l'acronyme SAT) (CAS 16142-89-5) ;

4. Phosphure de zinc-germanium (ZnGeP<sub>2</sub>, également désigné par l'acronyme ZGP ou dénommé diphosphure de zinc-germanium) ;

5. Séléniure de gallium (GaSe) (CAS 12024-11-2).

c) « Substrats bruts » de carbure de silicium ou de dépôt béryllium/béryllium (Be/Be) d'un diamètre ou d'une dimension de l'axe principal supérieur à 300 mm ;

d) Verre, y compris la silice fondue, le verre phosphaté, le verre fluoro-phosphaté, le fluorure de zirconium (ZrF<sub>4</sub>) (CAS 7783-64-4) et le fluorure de hafnium (HfF<sub>4</sub>) (CAS 13709-52-9), et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Une concentration en ion hydroxyle (OH<sup>-</sup>) inférieure à 5 ppm ;
2. Moins de 1 ppm d'impuretés métalliques intégrées ;
3. Une homogénéité élevée (variation de l'indice de réfraction) inférieure à  $5 \times 10^{-6}$  ;

e) Matériaux de diamant synthétique, ayant des taux d'absorption inférieurs à 10<sup>-5</sup> cm<sup>-1</sup> pour des longueurs d'onde supérieures à 200 nm mais non supérieures à 14 000 nm.

### Lasers

1. Matériaux pour « lasers », comme suit :

a) Matériaux cristallins hôtes pour « lasers », sous forme brute, comme suit:

1. Saphir dopé au titane ;

b) Fibres à double revêtement dopées aux métaux de terres rares présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Une longueur d'onde de sortie nominale comprise entre 975 nm et 1 150 nm et toutes les caractéristiques suivantes :
  - a. Un diamètre moyen du cœur égal ou supérieur à 25 µm ;
  - b. Une « ouverture numérique » (« O. N. ») du cœur inférieure à 0,065 ;

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas les fibres à double revêtement ayant un revêtement interne en verre d'un diamètre supérieur à 150 µm mais ne dépassant pas 300 µm.*

2. Une longueur d'onde de sortie nominale supérieure à 1 530 nm et toutes les caractéristiques suivantes :

- a. Un diamètre moyen du cœur égal ou supérieur à 20 µm ;
- b. Une « O. N. » du cœur inférieure à 0,1.

*Notes techniques :*

1. *Aux fins du point ci-dessus, l'« ouverture numérique » (« O. N. ») du cœur est mesurée aux longueurs d'onde d'émission de la fibre.*

2. *Le point b. ci-dessus inclut les fibres assemblées à l'aide d'embouts.*

### Logiciels

1. « Logiciel » spécialement conçu pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements susvisés.

2. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour permettre à des équipements non énumérés d'exécuter les fonctions de tout équipement susvisé.

## Technologie

« Technologie » pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements, matériaux ou logiciels visés ci-avant.

## Navigation et avionique

### Systèmes, matériel et composants

1. « Suiveurs stellaires » et leurs composants, comme suit :

a) « Suiveurs stellaires » avec une « précision » d'azimut égale ou inférieure à (meilleure que) 20 secondes d'arc tout au long de la durée de vie prévue de l'équipement ;

b) Composants spécialement conçus pour les équipements visés au point a), comme suit :

1. Têtes optiques ou écrans acoustiques ;
2. Unités de traitement de données.

*Note technique :*

*Les « suiveurs stellaires » sont également connus sous le nom de capteurs d'attitude stellaire ou gyro-astro-compas.*

2. Équipements de réception de systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) présentant l'une des caractéristiques ci-après, et leurs composants spécialement conçus :

a) Employant un algorithme de décryptage spécialement conçu ou modifié en vue d'une utilisation gouvernementale pour accéder au code pour la position et l'heure ;

b) Employant des « systèmes d'antennes adaptatives ».

*Note : Le point b) ne vise pas l'équipement de réception GNSS qui utilise uniquement des composants visant à filtrer, commuter, ou combiner des signaux de multiples antennes omnidirectionnelles qui ne mettent pas en œuvre les techniques des antennes adaptatives.*

*Note technique :*

*Aux fins du point b), les « systèmes d'antennes adaptatives » génèrent dynamiquement un ou plusieurs zéros de rayonnement dans un réseau d'antennes par traitement du signal dans le domaine de temps ou le domaine de fréquence.*

3. Altimètres de bord fonctionnant sur des fréquences non comprises entre 4,2 et 4,4 GHz et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

- a) « Contrôle de puissance rayonnée » ;
- b) Utilisation de la modulation discrète de phase.

### Équipements d'essai, d'inspection et de production

1. Équipements d'essai, d'étalonnage ou d'alignement spécialement conçus pour les équipements visés dans la section ci-dessus.

2. Équipements spécialement conçus pour la qualification des miroirs pour gyro-« lasers » en anneaux, comme suit :

- a) Diffusiomètres ayant une « précision » de mesure égale ou inférieure à (meilleure que) 10 ppm ;
  - b) Profilomètres ayant une « précision » de mesure égale ou inférieure à (meilleure que) 0,5 nm (5 angströms).
3. Équipements spécialement conçus pour la « production » d'équipements visés ci-dessus.

*Note : Dont :*

- Postes d'essai pour le réglage des gyroscopes ;
- Postes d'équilibrage dynamique des gyroscopes ;
- Postes pour le rodage et le contrôle des moteurs d'entraînement des gyroscopes ;
- Postes de purge et de remplissage des gyroscopes ;
- Dispositifs de centrifugation pour paliers de gyroscope ;
- Postes d'alignement d'axe d'accéléromètre ;
- Bobineuses pour gyromètres à fibre optique.

### **Logiciels**

1. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements susvisés.
2. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour permettre à des équipements non énumérés d'exécuter les fonctions de tout équipement susvisé.
3. « Code source » pour le fonctionnement ou l'entretien des équipements susvisés.
4. « Logiciel » de conception assistée par ordinateur spécialement conçu pour le « développement » des « systèmes de commande active de vol », de commandes de vol électriques ou à fibres optiques à plusieurs axes ou de « systèmes anti-couple à commande par circulation ou systèmes de commande de direction à commande par circulation » pour hélicoptères.

### **Technologie**

« Technologie » pour le « développement », la « production » et l'« utilisation » des équipements ou « logiciels » susvisés.

### **Marine**

#### **Systèmes, matériel et composants**

1. Systèmes, matériel et composants marins, comme suit :
  - a) Systèmes, matériel et composants spécialement conçus ou modifiés pour des véhicules submersibles conçus pour fonctionner à des profondeurs supérieures à 1 000 m, comme suit :
    1. Enceintes ou coques pressurisées ayant un diamètre intérieur maximal de la chambre supérieur à 1,5 m ;
    2. Moteurs de propulsion ou systèmes de poussée à courant continu ;

3. Câbles ombilicaux et leurs connecteurs, utilisant des fibres optiques et comportant des éléments de force synthétiques ;

4. Composants fabriqués à partir des matériaux suivants :

« Mousse syntactique » pour l'usage sous-marin et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a. Une conception adaptée à des profondeurs sous-marines supérieures à 1 000 m ;

b. Une densité inférieure à  $561 \text{ kg/m}^3$  ;

*Note technique :*

*Il convient d'éviter que l'exportation de mousse syntactique pour usage sous-marin présentant toutes les caractéristiques énumérées ci-après ne contrevienne à l'objectif visé ci-dessus : mousse conçue pour des profondeurs sous-marines supérieures à 1 000 m et ayant une densité inférieure à  $561 \text{ kg/m}^3$ , dont la fabrication en est à un stade intermédiaire et qui ne se trouve pas encore sous sa forme finale.*

b) Systèmes spécialement conçus ou modifiés pour la commande automatisée des déplacements des véhicules submersibles visés ci-dessus, utilisant des informations de navigation, comportant des asservissements en boucle fermée et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Permettant au véhicule de rejoindre à 10 m près un point prédéterminé de la colonne d'eau ;

2. Maintenant la position du véhicule à 10 m près d'un point prédéterminé de la colonne d'eau ;

3. Maintenant la position du véhicule à 10 m près, en suivant un câble posé sur ou enfoui sous les fonds marins ;

c) Pénétrateurs de coque pressurisée à fibres optiques ;

d) « Robots » spécialement conçus pour l'usage sous-marin, commandés au moyen d'un ordinateur spécialisé et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Systèmes de commande de « robot » utilisant des informations provenant de capteurs qui mesurent la force ou le couple appliqués à un objet extérieur, la distance d'un objet extérieur ou une perception tactile d'un objet extérieur par le « robot » ;

2. Ayant la capacité d'exercer une force de 250 N ou plus ou un couple de 250 Nm ou plus et utilisant des alliages de titane ou des matériaux « fibreux ou filamenteux » « composites » dans leurs éléments de structure ;

e)

1. Systèmes d'alimentation indépendants de l'air à moteur à cycle Stirling, comportant tous les éléments suivants :

a. Dispositifs ou boîtiers spécialement conçus pour la réduction du bruit sous-marin à des fréquences de moins de 10 kHz, ou dispositifs de montage spéciaux pour l'amortissement des chocs ;

b. Systèmes d'échappement spécialement conçus, qui déchargent les produits de la réaction contre une pression de 100 kPa ou plus ;

f)

1. Systèmes de réduction du bruit destinés à être utilisés sur des navires d'un déplacement égal ou supérieur à 1 000 tonnes, comme suit :

a. Systèmes qui atténuent le bruit sous-marin à des fréquences inférieures à 500 Hz et consistent en montages acoustiques composés, destinés à l'isolation acoustique de moteurs diesel, de groupes électrogènes à diesel, de turbines à gaz, de groupes électrogènes à turbine à gaz, de moteurs de propulsion ou d'engrenages de réduction de la propulsion, spécialement conçus pour l'isolation du bruit ou des vibrations et ayant une masse intermédiaire supérieure à 30 % de l'équipement devant être monté ;

b. « Systèmes actifs de réduction ou d'annulation du bruit », ou paliers magnétiques, spécialement conçus pour systèmes de transmission de puissance.

*Note technique :*

*Les « systèmes actifs de réduction ou d'annulation du bruit » comportent des systèmes de commande électronique capables de réduire activement les vibrations des équipements en générant des signaux antibruit ou antivibration directement à la source.*

## **Aérospatiale et propulsion**

### **Systèmes, matériel et composants**

1. Moteurs à turbine à gaz aéronautiques :

a) Comportant l'une des « technologies » visées au paragraphe 2 de la section « Technologie » ci-dessous ;

*Note 1 : Les moteurs à turbine à gaz aéronautiques qui remplissent tous les critères ci-après ne sont pas concernés :*

a) *Certifiés par les autorités de l'aviation civile ;*

b) *Destinés à propulser des « aéronefs » avec équipages non militaires pour lesquels les autorités de l'aviation civile ont délivré l'un des documents ci-après concernant l'aéronef et le type de moteur en question :*

– 1. *Un certificat de type civil ;*

– 2. *Un document équivalent reconnu par l'OACI.*

*Note 2 : Les moteurs à turbine à gaz aéronautiques conçus pour des groupes auxiliaires de puissance approuvés par les autorités de l'aviation civile de l'État Membre ne sont pas concernés.*

b) Conçus pour propulser, pendant plus de 30 minutes, un « aéronef » dont la vitesse de croisière est égale ou supérieure à Mach 1.

2. « Moteurs à turbine à gaz marins » ayant une puissance continue ISO égale ou supérieure à 24 245 kW et une consommation spécifique de carburant inférieure à 0,219 kg/kWh dans la plage de puissance de 35 à 100 %, et leurs ensembles et composants spécialement conçus.

*Note : L'expression « moteur à turbine à gaz marin » comprend les moteurs à turbine à gaz industriels ou dérivés de l'aéronautique qui sont adaptés pour la génération de puissance électrique ou la propulsion d'un navire.*

3. Ensembles ou composants spécialement conçus comportant l'une des « technologies » visées au paragraphe 2 de la section « Technologie » ci-dessous, pour l'un des moteurs à turbines à gaz aéronautiques suivants :

a) Les moteurs visés au point 1. ci-dessus ;

b) Les moteurs dont le lieu de conception ou de production est inconnu du constructeur.

4. Lanceurs spatiaux, « véhicules spatiaux », « modules de service de véhicule spatial », « charges utiles de véhicule spatial », systèmes ou équipements embarqués de « véhicules spatiaux » et équipements terrestres, comme suit:

a) Lanceurs spatiaux ;

b) « Véhicules spatiaux » ;

c) « Modules de service de véhicule spatial » ;

d) « Charges utiles de véhicule spatial » comprenant les biens indiqués dans cette liste ;

e) Systèmes ou équipements embarqués spécialement conçus pour les « véhicules spatiaux » et remplissant l'une des fonctions suivantes :

1. « Traitement des données de commande et de télémétrie » ;

f) Équipements terrestres spécialement conçus pour des « véhicules spatiaux », comme suit :

1) Équipements de télémétrie et de télécommande ;

2. Simulateurs.

5. Systèmes de propulsion de fusées à propergol liquide.

6. Systèmes et composants, spécialement conçus pour les systèmes de propulsion de fusées à propergol liquide, comme suit :

a) Réfrigérants cryogéniques, vases de Dewar embarqués, conduites de chaleur cryogéniques ou systèmes cryogéniques spécialement conçus pour être utilisés dans des véhicules spatiaux et capables de limiter les pertes de fluide cryogénique à moins de 30 % par an ;

b) Réservoirs cryogéniques ou systèmes de réfrigération en cycle fermé capables d'assurer des températures égales ou inférieures à 100 K (-173 °C) pour des « aéronefs » capables d'un vol soutenu à des vitesses supérieures à Mach 3, des lanceurs ou des « véhicules spatiaux » ;

c) Systèmes de transfert ou de stockage de l'hydrogène pâteux ;

d) Turbopompes ou composants de pompe à haute pression (supérieure à 17,5 MPa) ou leurs systèmes connexes d'entraînement par turbine à génération de gaz ou à cycle d'expansion ;

e) Chambres de poussée à haute pression (supérieure à 10,6 MPa) et leurs tuyères connexes ;

f) Dispositifs de stockage de propergol fonctionnant selon le principe de la rétention capillaire ou de l'expulsion positive (c'est-à-dire à vessies effondrables) ;

g) Injecteurs de propergol liquide, dont les orifices individuels ont un diamètre égal ou inférieur à 0,381 mm (une surface égale ou inférieure à  $1,14 \times 10^{-3}$  cm<sup>2</sup> pour les orifices non circulaires) spécialement conçus pour les moteurs à propergol liquide ;

h) Chambres de poussée carbone-carbone monoblocs ou cônes d'éjection carbone-carbone monoblocs ayant une densité supérieure à  $1,4 \text{ g/cm}^3$  et une résistance à la traction supérieure à 48 MPa.

7. Systèmes de propulsion de fusées à propergol solide.

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

a) Systèmes de collage du propergol et d'isolation utilisant le principe de la liaison directe à l'enveloppe pour assurer une « liaison mécanique solide » ou constituer une barrière à la migration chimique entre le propergol solide et le matériau d'isolation de l'enveloppe ;

b) Enveloppes de moteurs en fibres « composites » bobinées ayant un diamètre supérieur à 0,61 m ou des « rapports de rendement structurel (PV/W) » supérieurs à 25 km ;

*Note technique :*

*Le « rapport de rendement structurel (PV/W) » est le produit de la pression d'éclatement (P) par le volume (V) de l'enveloppe, divisé par le poids total (W) de cette enveloppe.*

c) Tuyères ayant des niveaux de poussée dépassant 45 kN ou des taux d'érosion de cols inférieurs à 0,075 mm/s ;

d) Tuyères mobiles ou systèmes de commande du vecteur poussée par injection secondaire de fluide capables d'effectuer l'une des opérations suivantes :

1. Mouvement omni-axial supérieur à  $\pm 5^\circ$  ;
2. Rotations de vecteur angulaire de  $20^\circ/\text{s}$  ou plus ;
3. Accélérations de vecteur angulaire de  $40^\circ/\text{s}^2$  ou plus.

9. Systèmes de propulsion de fusées hybrides.

10. Composants, systèmes et structures, spécialement conçus pour des lanceurs, des systèmes de propulsion de lanceurs ou des « véhicules spatiaux », comme suit :

a) Composants et structures spécialement conçus pour des lanceurs fabriqués à partir de l'un des matériaux suivants :

1. « Matériaux fibreux ou filamenteux » ;
2. Matériaux « composite » à « matrice métallique » ;
3. Matériaux « composites » à « matrice » céramique.

11. « Drones », « dirigeables » sans équipage, équipements et composantes connexes, comme suit :

a) « Drones » ou « dirigeables » sans équipage conçus pour avoir un vol commandé en dehors du champ de « vision naturelle » direct de l'« opérateur » et présentant l'une des caractéristiques suivantes :

1. Présentant toutes les caractéristiques suivantes :
  - a. Une « autonomie » maximale supérieure ou égale à 30 minutes mais inférieure à 1 heure ;
  - b. La capacité de décoller et d'avoir un vol commandé stable avec des rafales de vent égales ou supérieures à 46,3 km/h (25 nœuds) ;
2. Une « autonomie » maximale égale ou supérieure à 1 heure ;

*Notes techniques :*

1. Aux fins du point ci-dessus, un « opérateur » est la personne qui entame ou dirige le vol du « drone » ou du « dirigeable » sans équipage.
2. Aux fins du point ci-dessus, l'« autonomie » est calculée en atmosphère type (ISO 2533:1975), au niveau de la mer et par vent nul.
3. Aux fins du point ci-dessus, on entend par « vision naturelle » la vision de l'œil humain, avec ou sans verres correcteurs.

## b) Équipements et composants connexes, comme suit :

1. Équipements ou composants spécialement conçus pour convertir un « aéronef » avec équipage ou un « dirigeable » avec équipage en un « drone » ou un « dirigeable » sans équipage et visés au point a) ;
2. Moteurs aérobies à mouvement alternatif ou rotatif et à combustion interne, spécialement conçus ou modifiés pour propulser des « drones » ou « dirigeables » sans équipage à des altitudes supérieures à 15 240 mètres (50 000 pieds).

**Équipements d'essai, d'inspection et de production**

1. Systèmes de commande en ligne (temps réel), instruments (y compris les capteurs) ou équipements automatisés d'acquisition et de traitement de données, spécialement conçus pour le « développement » de moteurs à turbines à gaz, de leurs ensembles ou composants, et reposant sur l'une des « technologies » visées aux alinéas b) et c) du paragraphe 2 de la section « Technologie » ci-dessous.
2. Équipements spécialement conçus pour la « production » ou l'essai de joints-balais de turbines à gaz conçus pour fonctionner à des vitesses à l'extrémité du joint supérieures à 335 m/s et à des températures supérieures à 773 K (500 °C), et leurs pièces ou accessoires spécialement conçus.
3. Outils, matrices ou montages pour l'assemblage à l'état solide de liaisons aubage-disque en « superalliage », en titane ou en matériaux intermétalliques visés au paragraphe 2 de la section « Technologie » ci-dessous, pour turbines à gaz.
4. Systèmes de commande en ligne (temps réel), instruments (y compris les capteurs) ou équipements automatisés d'acquisition et de traitement de données, spécialement conçus pour être utilisés dans des souffleries simulant vitesses égales ou supérieures à Mach 1,2 ;
5. Équipements d'essai aux vibrations acoustiques spécialement conçus, capables de produire une pression sonore à des niveaux égaux ou supérieurs à 160 dB (rapporté à 20 µPa), avec une puissance de sortie nominale égale ou supérieure à 4 kW, à une température de la cellule d'essai supérieure à 1 273 K (1 000 °C), et leurs dispositifs de chauffage à quartz spécialement conçus.
6. Équipements spécialement conçus pour le contrôle de l'intégrité des moteurs-fusées au moyen de techniques d'essai non destructif autres que l'analyse planaire aux rayons X ou l'analyse physique ou chimique de base.
7. Transducteurs de mesure directe du frottement sur le revêtement des parois spécialement conçus pour fonctionner à une température (de stagnation) totale de l'écoulement d'essai supérieure à 833 K (560 °C).
8. Outillage spécialement conçu pour la production de composants de rotor de moteur à turbine à gaz obtenus par métallurgie des poudres et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

a) Conçu pour fonctionner à des niveaux de contrainte égaux ou supérieurs à 60 % de la résistance maximale à la traction à une température de 873 K (600 °C) ;

b) Conçu pour fonctionner à des températures égales ou supérieures à 873 K (600 °C).

*Note : Le point ci-dessus ne vise pas l'outillage conçu pour la production de poudre.*

9. Équipements spécialement conçus pour la production de « drones », de « dirigeables » sans équipage, et composants connexes.

### **Logiciels**

1. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements.

2. « Logiciel » spécialement conçu ou modifié pour permettre à des équipements non énumérés d'exécuter les fonctions de tout équipement susvisé.

### **Technologie**

1. « Technologie » pour le « développement », la « production » ou l'« utilisation » des équipements ou logiciels susvisés.

2. Autres « technologies », comme suit :

a) « Technologie » « nécessaire » au « développement » ou à la « production » de l'un des composants ou systèmes de moteurs à turbine à gaz suivants :

1. Aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité » de turbine à gaz obtenus par solidification dirigée (SD) ou monocristaux d'alliages et ayant (dans l'orientation 001 de l'indice de Miller) une durée de vie excédant 400 heures à 1 273 K (1 000 °C) sous une contrainte de 200 MPa, fondée sur les valeurs moyennes de cette propriété ;

2. Chambres de combustion présentant l'une des caractéristiques suivantes :

a. « Chemises thermiquement découplées » conçues pour fonctionner à une « température de sortie de la chambre de combustion » supérieure à 1 883 K (1 610 °C) ;

b. Chemises non métalliques ;

c. Carters non métalliques ;

d. Chemises conçues pour fonctionner à une « température de sortie de la chambre de combustion » supérieure à 1 883 K (1 610 °C) et dotées d'orifices conformes aux paramètres indiqués à l'alinéa 9.E.3.c. ;

3. Composants suivants :

a. Fabriqués à partir de « composites » organiques conçus pour fonctionner à des températures supérieures à 588 K (315 °C) ;

b. Fabriqués à partir d'un des matériaux suivants :

1. « Composites » à « matrice » métallique ;

2. « Composites » à « matrice » céramique ;

c. Stators, aubes fixes, aubes mobiles, carénages d'extrémité, anneaux aubagés monoblocs, disques aubagés monoblocs ou « conduits séparateurs » présentant l'ensemble des caractéristiques suivantes :

1. Non susvisés ;
2. Conçus pour les compresseurs ou les soufflantes ;
3. Fabriqués à partir de « matériaux fibreux ou filamenteux » et de résines ;
4. Aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité », non refroidis, conçus pour fonctionner à une « température du flux du gaz » égale ou supérieure à 1 373 K (1 100 °C) ;
5. Aubes mobiles, aubes fixes ou « carénages d'extrémité », refroidis, conçus pour fonctionner à une « température du flux du gaz » égale ou supérieure à 1 693 K (1 420 °C) ;
6. Liaisons aubage-disque au moyen de l'assemblage à l'état solide ;
7. Composants de moteurs à turbine à gaz utilisant la « technologie » du « soudage par diffusion » ;
8. Composants de rotor de moteur à turbine à gaz à « tolérance de dommages » utilisant des matériaux obtenus par métallurgie des poudres ;
9. Pales de soufflantes creuses ;

b) « Technologie » pour les « systèmes de régulation numérique de moteur à pleine autorité (FADEC) » applicables aux moteurs à turbine à gaz, comme suit :

1. « Technologie » de « développement » visant à établir les exigences opérationnelles pour les composants nécessaires au « système FADEC » pour régler la poussée du moteur ou la puissance de sortie (par exemple précisions et constantes de temps des capteurs d'informations en retour, taux d'oscillation de la valve de carburant) ;
2. « Technologie » de « développement » ou de « production » pour les composants de contrôle et de diagnostic propres au « système FADEC » et utilisés pour régler la poussée du moteur ou la puissance de sortie ;
3. « Technologie » de « développement » pour les algorithmes de la loi de commande, y compris les « codes source » propres au « système FADEC » et utilisés pour régler la poussée du moteur ou la puissance de sortie ;

*Note : Le point b) ci-dessus ne vise pas les données techniques liées à l'intégration des « aéronefs » à moteurs requises par les services de l'aviation civile d'un ou de plusieurs États Membres en vue de leur publication et de leur utilisation générale par les compagnies aériennes (par exemple, manuels d'installation, modes d'emploi, instructions pour une navigabilité continue) ou des fonctions d'interface (par exemple traitement des entrées/sorties, poussée de la cellule ou demande de puissance de sortie).*

c) « Technologie » destinée aux systèmes de réglage de la veine conçus pour maintenir la stabilité du moteur dans le cas des turbines à génération de gaz, des turbines de soufflante ou de travail ou des tuyères d'éjection, comme suit :

1. « Technologie » de « développement » visant à établir les exigences opérationnelles pour les composants qui maintiennent la stabilité du moteur ;

2. « Technologie » de « développement » ou de « production » pour les composants qui sont propres au système de réglage de la veine et maintiennent la stabilité du moteur ;
  3. « Technologie » de « développement » pour les algorithmes de la loi de commande, y compris les « codes source », qui sont propres au système de réglage de la veine et maintiennent la stabilité du moteur.
-