C/2024/5880

27.9.2024

Établissement de listes de contrôle nationales au titre de l'article 9, paragraphe 4, du règlement (UE) 2021/821 du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2021 instituant un régime de l'Union de contrôle des exportations, du courtage, de l'assistance technique, du transit et des transferts en ce qui concerne les biens à double usage [1]

(C/2024/5880)

L'article 9, paragraphe 4, du règlement (UE) 2021/821 (ci-après le «règlement») prévoit la publication au *Journal officiel de l'Union européenne* d'une compilation des listes de contrôle nationales adoptées par les États membres et notifiées à la Commission et aux autres États membres conformément à l'article 9 du règlement.

L'article 10, paragraphe 1, du règlement permet aux autres États membres d'imposer une obligation d'autorisation pour l'exportation de biens sur la base d'une liste de contrôle nationale adoptée par un État membre et publiée par la Commission conformément à l'article 9, paragraphe 4 du règlement.

La présente note d'information regroupe les listes de contrôle nationales adoptées par l'Espagne le 31 mai 2023, les Pays-Bas le 23 juin 2023 et la France le 2 février 2024; et notifiées conformément à l'article 9, paragraphe 2, du règlement.

Sauf indication contraire dans les rubriques ci-dessous, les listes de contrôle nationales s'appliquent aux exportations vers toutes les destinations situées en dehors du territoire douanier de l'Union.

Sauf indication contraire dans les entrées ci-dessous, les définitions figurant à l'annexe I du règlement s'appliquent mutatis mutandis.

CATÉGORIE 1 – MATIÈRES SPÉCIALES ET ÉQUIPEMENTS APPARENTÉS

1B Équipements d'essai, d'inspection et de production

1B1901 [2]

Émise par l'Espagne [3]

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements de fabrication additive conçus ou modifiés pour produire, à partir de matières énergétiques, des engins ou formes d'engins explosifs, pyrotechniques ou de propulsion, et présentant l'une des caractéristiques suivantes:

a. Conçus ou modifiés pour satisfaire aux normes de sécurité nationales applicables aux environnements contenant des munitions explosibles; ou

b. un ou plusieurs extrudeurs ultrasoniques.

CATÉGORIE 3 - ÉLECTRONIQUE

3A Équipements, ensembles et composants

3A1901.a.15 [4]

Émise par la France [5]

(1) JO L 206 du 11.6.2021, p. 1.
(2) Code national équivalent: 1.B.901.
(3) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.
(4) Code national équivalent: 3A901.a.15.
(5) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Circuits intégrés en semi-conducteurs à oxyde de métal complémentaire (CMOS), non visés sous la rubrique 3A001.a.2. du règlement, conçus pour fonctionner à une température ambiante égale ou inférieure à (meilleure que) 4,5 K (– 268,65 °C).

Note technique

Aux fins de l'alinéa 3A1901.a.15, les circuits intégrés CMOS sont aussi connus sous les noms de CMOS cryogénique ou cryoCMOS.

3B Équipements d'essai, d'inspection et de production

3B1001.a.4 ([6])

Émise par les Pays-Bas ([7])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements conçus pour la croissance épitaxiale de silicium (Si), de silicium dopé au carbone, de silicium-germanium (SiGe), ou de SiGe dopé au carbone, avec chacune des caractéristiques suivantes:

1. Chambres multiples et maintien d'un vide élevé (égal ou inférieur à 0,01 Pa) ou un environnement inerte (pression partielle d'eau et d'oxygène inférieure à 0,01 Pa) entre les étapes du processus;
2. Au moins une chambre de prétraitement conçue pour une préparation de la surface, afin de nettoyer la surface des plaquettes; et
3. Une température de fonctionnement du dépôt épitaxial de 685 °C ou moins.

3B1001.d.12 ([8])

Émise par les Pays-Bas ([9])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements pour dépôt de couche atomique (ALD) de métaux à «travail d'extraction»

a. ayant chacune des caractéristiques suivantes:
    1. Plus d'une source de métal, dont l'une a été élaborée pour un matériau de départ d'aluminium (Al) («précurseur»); et
    2. Conteneur de précurseur conçu pour des températures dépassant 45 °C; et
b. Conçu pour déposer un métal «à travail d'extraction» ayant chacune des caractéristiques suivantes:
    1. Dépôt de carbure de titane-aluminium (TiAlC); et
    2. Permettant un «travail d'extraction» supérieur à 4.0 eV.

([6]) Code national équivalent: 3B001.a.4.

([7]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 n° MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.

([8]) Code national équivalent: 3B001.d.12.

([9]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 n° MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.

Note technique

1. Un «métal à travail d'extraction» est un matériau qui régule le seuil de tension d'un transistor

3B1001.d.19 ([10])

Émise par les Pays-Bas ([11])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements conçus pour un dépôt plasmatique amélioré sans espace vide d'une couche diélectrique à k faible dans des intervalles entre des lignes de métal d'une largeur inférieure à 25 nm et ayant un rapport d'aspect supérieur ou égal à 1:1, avec une constante diélectrique inférieure à 3.3.

3B1001.f.4 ([12])

Émise par les Pays-Bas ([13])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements de lithographie, comme suit:

a. 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:
   1. longueur d'onde de la source lumineuse inférieure à 193 nm; ou
   2. longueur d'onde de la source lumineuse égale ou supérieure à 193 nm:
      a. capables de produire des figures dont la dimension de l'«élément résoluble minimal» (MRF) est égale ou inférieure à 45 nm; et
      b. une valeur DCO («dedicated chuck overlay») inférieure ou égale à 1,50 nm.

Note technique:

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

$$\text{«MRF»} = \frac{\text{(longueur d'onde de la source lumineuse d'exposition en nm) x (facteur K)}}{\text{Ouverture numérique maximale}}$$

où le facteur K = 0,25

«MRF» est également connu sous le nom de résolution.

2. «DCO» est la précision d'alignement d'un nouveau motif par rapport à un motif existant imprimé sur une plaquette par le même système lithographique.

([10]) Code national équivalent: 3B001.d.19.

([11]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 n° MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.

([12]) Code national équivalent: 3B001.f.4.

([13]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 n° MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.

3B1001.l ([14])

Émise par les Pays-Bas ([15])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Pellicules EUV

3B1001.m ([16])

Émise par les Pays-Bas ([17])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements de production pour pellicules EUV

3B1901 ([18])

Émise par l'Espagne ([19])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements de microscope électronique à balayage conçus pour l'imagerie de dispositifs à semi-conducteurs ou de circuits intégrés, ayant chacune des caractéristiques suivantes:

a. précision de positionnement de la platine égale ou inférieure à 30 nm;

b. précision de positionnement de la platine obtenue par interférométrie laser;

c. étalonnage de position à l'intérieur d'un champ de vue basé sur la mesure de l'échelle de longueur de l'interféromètre laser;

d. capacité de collecter et de stocker des images ayant plus de 2 x 10^8 pixels;

e. recouvrement de champ de vue de moins de 5 % dans les directions verticale et horizontale;

f. recouvrement de couture de champ de vue de moins de 50 nm; et

g. tension d'accélération de plus de 21 kV;

Note:

3B1901 comprend les équipements de microscope électronique à balayage conçus pour la réparation de puces électroniques.

3B1902 ([20])

Émise par l'Espagne ([21])

([14]) Code national équivalent: 3B001.l.

([15]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 n° MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.

([16]) Code national équivalent: 3B001.m.

([17]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 n° MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.

([18]) Code national équivalent: 3.B.901.

([19]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.

([20]) Code national équivalent: 3.B.902.

([21]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Équipements conçus pour la gravure à sec ayant chacune des caractéristiques suivantes:

1. Équipements conçus ou modifiés pour la gravure à sec isotropique, ayant une sélectivité de gravure de silicium-germanium à silicium (SiGe:Si) supérieure ou égale à 100:1; ou
2. Équipements conçus ou modifiés pour la gravure à sec anisotropique, ayant chacune des caractéristiques suivantes:
   a. Sources d'énergie radiofréquence avec au moins une sortie radiofréquence pulsée;
   b. Vannes à commutation de gaz rapides ayant un temps de commutation de moins de 300 millisecondes; et
   c. Mandrin électrostatique avec au moins vingt éléments à température variable contrôlables.

Note 1:

3B1902 comprend la gravure par radicaux, ions, réactions séquentielles ou non séquentielles.

Note 2:

3B1902 comprend la gravure à l'aide de plasma excité par impulsions RF, de plasma excité par cycle pulsé, de plasma modifié avec tension pulsée sur les électrodes, d'injection et purge cyclique de gaz combinés avec un plasma, de gravure de couche atomique sur plasma ou de gravure de couche quasi-atomique sur plasma.

Note technique 1:

Aux fins de 3B1902, la sélectivité de la gravure de germanium-silicium à silicium (SiGe: Si) est mesurée pour une concentration de Ge supérieure ou égale à 30 % ($Si_{0,70}Ge_{0,30}$).

Note technique 2:

Aux fins de 3B1902, un radical est défini comme un atome, une molécule ou un ion qui possède un électron non apparié dans une configuration de couche d'électrons ouverte.

3B1903 ([22])

Émise par la France ([23])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Microscope électronique à balayage (MEB) conçu pour l'imagerie de dispositifs semi-conducteurs ou de circuits intégrés, présentant toutes les caractéristiques suivantes:

a. Précision de placement inférieure à (meilleure que) 30 nm;

b. Mesure du positionnement de la scène par interférométrie laser;

c. Étalonnage de la position dans un champ de vision (FOV) basé sur la mesure de l'échelle de longueur de l'interféromètre laser;

d. Collecte et stockage d'images ayant plus de 2×10^8 pixels;

e. Chevauchement FOV inférieur à 5 % dans les directions verticales et horizontales;

f. Chevauchement de FOV inférieur à 50 nm; et

g. Tension d'accélération supérieure à 21 kV.

([22]) Code national équivalent: 3B903.

([23]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

Note 1:

3B1903 inclut les équipements MEB conçus pour la récupération de la conception des puces.

Note 2:

3B1903 ne vise pas les équipements MEB conçus pour accueillir un support de plaquette respectant la norme SEMI, comme un pod unifié à ouverture frontale (FOUP) de 200 mm ou plus.

3B1904 ([24])

Émise par la France ([25])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Equipements conçus pour la gravure sèche ayant toutes les caractéristiques suivantes:

1. Equipements conçus ou modifiés pour la gravure sèche isotropique, ayant une «sélectivité de gravure de silicium-germanium à silicium (SiGe:Si)» supérieure ou égale à 100:1; ou
2. Equipements conçus ou modifiés pour la gravure sèche anisotropique, ayant toutes les caractéristiques suivantes:
   a. Sources d'énergie radiofréquence avec au moins une sortie radiofréquence pulsée;
   b. Une ou plusieurs vannes à commutation de gaz rapides ayant un temps de commutation de moins de 300 millisecondes; et
   c. Mandrin électrostatique avec au moins vingt éléments à température variable contrôlables.

Note 1:

3B1904 comprend la gravure par radicaux, ions, réactions séquentielles ou non séquentielles.

Note 2:

3B1904 comprend la gravure à l'aide de plasma excité par impulsions RF, de plasma excité par cycle pulsé, de plasma modifié avec tension pulsée sur les électrodes, d'injection et purge cyclique de gaz combinés avec un plasma, de gravure de couche atomique sur plasma ou de gravure de couche quasi-atomique sur plasma.

Note technique 1:

Aux fins de 3B1904, la «sélectivité de gravure de silicium-germanium à silicium (SiGe:Si)» est mesurée pour une concentration de Ge supérieure ou égale à 30 % (Si0,70Ge0,30).

Note technique 2:

Aux fins de 3B1904, un «radical» est défini comme un atome, une molécule ou un ion qui possède un électron non apparié dans une configuration de couche d'électrons ouverte.

3D Logiciels

3D1007 ([26])

Émise par les Pays-Bas ([27])

([24]) Code national équivalent: 3B901.k.

([25]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

([26]) Code national équivalent: 3D007.

([27]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 n° MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Logiciels spécialement conçus pour l'élaboration, la production ou l'utilisation des articles visés dans la présente liste sous les rubriques 3B1001.l, 3B1001.m, 3B1001.f.4, 3B1001.d.12, 3B1001.a.4 ou 3B1001.d.19.

3D1901 ([28])

Émise par l'Espagne ([29])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Logiciels conçus pour extraire des données GDSII ou données de configuration standard équivalentes et effectuer un alignement de couche à couche à partir d'images de microscope électronique à balayage, et générer des données GDSII multicouches ou une liste d'interconnexions de circuits.

Note technique:

GDSII (Graphic Design System II) désigne un format de fichier de base de données pour l'échange de données de dessin de circuit intégré ou de dessin de configuration de circuit intégré.

3D1902 ([30])

Émise par la France ([31])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

«Logiciels» spécialement conçus pour l'«utilisation» des équipements visés sous 3B1904.

3D1907 ([32])

Émise par la France ([33])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

«Logiciels» conçus pour extraire des données GDSII ou données de configuration standard équivalentes et effectuer un alignement de couche à couche à partir d'images de microscope électronique à balayage, et générer des données GDSII multicouches ou la liste d'interconnexions de circuits.

Note:

«GDSII» («Geometrical Database Standard II») est un format de fichier de base de données utilisé pour l'échange de données de circuits intégrés ou d'illustrations de circuit intégrés.

mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.

([28]) Code national équivalent: 3.D.901.

([29]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.

([30]) Code national équivalent: 3.D.902.

([31]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

([32]) Code national équivalent: 3D907.

([33]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

3E Technologie

3E1005 ([34])

Émise par les Pays-Bas ([35])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Technologie qui est requise pour l'élaboration, la production ou l'utilisation de articles visés dans la présente liste sous les rubriques 3B1001.l, 3B1001.m, 3B1001.f.4, 3B1001.d.12, 3B1001.a.4 ou 3B1001.d.19.

3E1901 ([36])

Émise par l'Espagne ([37])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Technologie pour l'élaboration ou la production des microscopes électroniques à balayage visés sous 3B1901.

3E1902 ([38])

Émise par l'Espagne ([39])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Technologie permettant l'élaboration ou la production de logiciels visés sous 3D1901.

3E1903 ([40])

Émise par l'Espagne ([41])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Technologie pour l'élaboration ou la production des matériels conçus pour la gravure à sec visés sous 3B1902.

3E1904 ([42])

Émise par l'Espagne ([43])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

([34]) Code national équivalent: 3E005.
([35]) Règlement du ministère du commerce extérieur et de la coopération au développement du 23 juin 2023 nº MinBuza.2023.15246-27 introduisant une obligation de licence pour l'exportation d'équipements de production avancés pour semi-conducteurs qui ne sont pas mentionnés dans l'annexe I du règlement 2021/821 (règlement sur les équipements de production avancés pour semi-conducteurs), avec entrée en vigueur le 1er septembre 2023.
([36]) Code national équivalent: 3.E.901.
([37]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.
([38]) Code national équivalent: 3.E.902.
([39]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.
([40]) Code national équivalent: 3.E.903.
([41]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.
([42]) Code national équivalent: 3.E.904.
([43]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.

Technologie pour l'élaboration ou la production de circuits intégrés ou de dispositifs, en utilisant des structures GAAFET (gate all-around field-effect transistor).

3E1905 ([44])

Émise par la France ([45])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

«Technologie», au sens de la note générale relative à la technologie figurant dans l'annexe I du règlement, pour le «développement» ou la «production» de circuits intégrés et dispositifs utilisant des structures de «transistors à effet de champ à grille enrobante» («GAAFET»).

Note 1:

3E1905 inclut les «recettes de procédés».

Note 2:

3E1905 ne s'applique pas à la qualification ou à la maintenance des outils.

Note 3:

3E1905 ne vise pas les «kits de conception et de simulation de modèles» («PDK»), sauf s'ils comprennent des bibliothèques exécutant des fonctions ou des technologies destinées aux biens visés à la rubrique 3A001 de l'annexe I du règlement ou sous 3A1901.a.15.

Notes techniques:

Aux fins de 3E1905, une «recette de procédé» est un ensemble de conditions et de paramètres destinés à une étape particulière de procédé. Un «kit de conception et de simulation de modèles» («PDK») est un outil logiciel fourni par un fabricant de semi- conducteurs afin de faire en sorte que les règles et pratiques de conception nécessaires soient prises en compte pour produire un type particulier de circuit intégré dans un processus spécifique lié à un semi-conducteur, dans le respect des contraintes technologiques et de fabrication (chaque processus de fabrication de semi-conducteurs a son propre «PDK»).

3E1906 ([46])

Émise par la France ([47])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

«Technologie», au sens de la note générale relative à la technologie figurant dans l'annexe I du règlement pour le «développement» ou la «production» des équipements ou matériaux visés sous 3A1901.a.15, 3B1904, 3B1903.

Note:

3E1906 ne vise pas les «kits de conception et de simulation de modèles» («PDK»), sauf s'ils comprennent des bibliothèques exécutant des fonctions ou des technologies destinées aux biens visés à la rubrique 3A001 de l'annexe I du règlement ou sous 3A1901.a.15.

([44]) Code national équivalent: 3E905.
([45]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.
([46]) Code national équivalent: 3E901.
([47]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

Note technique:

Un «kit de conception et de simulation de modèles» («PDK») est un outil logiciel fourni par un fabricant de semi- conducteurs afin de faire en sorte que les règles et pratiques de conception nécessaires soient prises en compte pour produire un type particulier de circuit intégré dans un processus spécifique lié à un semi-conducteur, dans le respect des contraintes technologiques et de fabrication (chaque processus de fabrication de semi-conducteurs a son propre «PDK»).

CATÉGORIE 4 - ORDINATEURS

4A Équipements, ensembles et composants

4A1901 ([48])

Émise par l'Espagne ([49])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Ordinateurs quantiques et assemblages et composants électroniques connexes qui leur sont destinés, comme suit:

a. Ordinateurs quantiques, conformément aux prescriptions suivantes:

   1. Ordinateurs quantiques supportant 34 ou plus, mais moins de 100, «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 10^{-4};

   2. Ordinateurs quantiques supportant 100 ou plus, mais moins de 200, «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 10^{-3};

   3. Ordinateurs quantiques supportant 200 ou plus mais moins de 350 qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 2×10^{-3};

   4. Ordinateurs quantiques supportant 350 ou plus mais moins de 500 qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 3×10^{-3};

   5. Ordinateurs quantiques supportant 500 ou plus mais moins de 700 qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 4×10^{-3};

   6. Ordinateurs quantiques supportant 700 ou plus mais moins de 1 100 qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 5×10^{-3};

   7. Ordinateurs quantiques supportant 1 100 ou plus mais moins de 2 000 qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels, et ayant une erreur C-NOT inférieure ou égale à 6×10^{-3};

   8. Ordinateurs quantiques supportant au moins 2 000 qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels;

b. Dispositifs qubit et circuits qubit contenant ou supportant des réseaux de qubits physiques, et spécialement conçus pour les articles visés sous 4A1901;

c. Composants de commande quantiques et dispositifs de mesure quantiques spécialement conçus pour les articles visés sous 4A1901;

Notes:

1. *4A1901 s'applique aux ordinateurs quantiques à modèle de circuit quantique (ou «à porte») ainsi qu'aux ordinateurs quantiques à voie unique (ou «à mesure» - MBQC)*

([48]) Code national équivalent: 4.A.901.
([49]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.

2. *Les articles visés sous 4A1901 ne doivent pas nécessairement contenir physiquement des qubits. Par exemple, les ordinateurs quantiques basés sur des procédés photoniques ne contiennent pas de manière permanente un article physique qui peut être identifié comme un qubit. Les qubits photoniques sont générés pendant que l'ordinateur fonctionne et sont ensuite éliminés.*

3. *Les articles visés sous 4A1901 comprennent des semi-conducteurs, des super-conducteurs ainsi que des puces et réseaux de puces qubit photoniques; des réseaux de pièges à ions; d'autres technologies de confinement de qubits; et des interconnexions cohérentes entre ces éléments.*

4. *4A1901 s'applique aux articles conçus pour étalonner, initialiser, manipuler ou mesurer les qubits résidents d'un ordinateur quantique.*

Notes techniques:

Pour les besoins de la rubrique 4A1901:

1. *Un qubit physique est un système quantique à deux niveaux utilisé pour représenter l'unité élémentaire de la logique quantique au moyen de manipulations et de mesures qui ne font pas l'objet d'une correction d'erreur. Les qubits physiques diffèrent des qubits logiques en ce que ces derniers sont des qubits ayant fait l'objet d'une correction d'erreur constitués d'un grand nombre de qubits physiques.*
2. *Entièrement commandé signifie que le qubit physique peut être étalonné, initialisé, isolé et lu, au besoin.*
3. *Connecté signifie que des opérations de porte à deux qubits peuvent être effectuées entre une paire arbitraire des qubits physiques opérationnels disponibles. Cela n'implique pas nécessairement une connectivité «de tous à tous».*
4. *Fonctionnel signifie que le qubit physique accomplit des fonctions de calcul quantique universelles selon les spécifications du système pour des mesures de volume et de capacité, conformément à la fidélité opérationnelle du qubit.*
5. *Supportant 34 ou plus qubits physiques entièrement commandés, connectés et fonctionnels fait référence à la capacité d'un ordinateur quantique de confiner, commander, mesurer et traiter les informations quantiques incorporées dans 34 qubits physiques ou plus.*
6. *L'erreur C-NOT est l'erreur de porte physique moyenne pour les portes commandées NOT (C-NOT) voisines les plus proches de deux qubits physiques.*

4A1906 ([50])

Émise par la France ([51])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Ordinateurs quantiques, «ensembles électroniques» et composants qui leur sont destinés, comme suit:

a. Ordinateurs quantiques, comme suit:

   1. Ordinateurs quantiques supportant 34 ou plus mais moins de 100 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 10^{-4};

   2. Ordinateurs quantiques supportant 100 ou plus mais moins de 200 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 10^{-3};

   3. Ordinateurs quantiques supportant 200 ou plus mais moins de 350 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 2×10^{-3};

   4. Ordinateurs quantiques supportant 350 ou plus mais moins de 500 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 3×10^{-3};

([50]) Code national équivalent: 4A906.

([51]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

5. Ordinateurs quantiques supportant 500 ou plus mais moins de 700 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 4×10^{-3};

6. Ordinateurs quantiques supportant 700 ou plus mais moins de 1 100 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 5×10^{-3};

7. Ordinateurs quantiques supportant 1 100 ou plus mais moins de 2 000 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels», et ayant une «erreur C-NOT» inférieure ou égale à 6×10^{-3};

8. Ordinateurs quantiques supportant au moins 2 000 «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels»;

b. Dispositifs qubits et circuits qubits contenant ou supportant des réseaux de «qubits physiques», et spécialement conçus pour les biens spécifiés sous 4A1906.a;

c. Composants de contrôle quantiques et dispositifs de mesure quantiques spécialement conçus pour les biens spécifiés sous 4A1906.a;

Notes:

1. *4A1906 s'applique aux ordinateurs quantiques à modèle de circuit quantique (ou circuit à portes) et unidirectionnel (ou basé sur des mesures). Cette rubrique ne s'applique pas aux ordinateurs quantiques adiabatiques (ou à recuit quantique).*

2. *Les articles visés sous 4A1906 ne doivent pas nécessairement contenir physiquement des qubits. Par exemple, les ordinateurs quantiques basés sur des procédés photoniques ne contiennent pas de manière permanente un article physique qui peut être identifié comme un qubit. Les qubits photoniques sont générés pendant que l'ordinateur fonctionne et sont ensuite éliminés.*

3. *Les articles visés sous 4A1906.b incluent les puces à qubits semi-conducteurs, supraconducteurs ainsi que photoniques et les réseaux de puces; des réseaux de pièges à ions; d'autres technologies de confinement de qubits; et les interconnexions cohérentes entre ces éléments.*

4. *4A1906.c s'applique aux articles conçus pour étalonner, initialiser, manipuler ou mesurer les qubits résidents d'un ordinateur quantique.*

Notes techniques:

1. *Un «qubit physique» est un système quantique à deux niveaux, utilisé pour représenter l'unité élémentaire de la logique quantique au moyen de manipulations et de mesures qui ne font pas l'objet d'une correction d'erreur. Les «qubits physiques» diffèrent des qubits logiques en ce que ces derniers sont des qubits ayant fait l'objet d'une correction d'erreur constitués d'un grand nombre de «qubits physiques»;*

2. *«Entièrement contrôlé» signifie que le «qubit physique» peut être étalonné, initialisé, transformé et lu, au besoin;*

3. *«Connecté» signifie que des opérations de porte à deux qubits peuvent être effectuées entre une paire arbitraire de «qubits physiques» «fonctionnels» disponibles. Cela n'implique pas nécessairement une connectivité de tous à tous.*

4. *«Fonctionnel» signifie que le «qubit physique» accomplit des tâches computationnelles quantiques universelles selon les spécifications du système, conformément à la fidélité opérationnelle du qubit;*

5. *Supportant 34 ou plus «qubits physiques» «entièrement contrôlés», «connectés» et «fonctionnels» fait référence à la capacité d'un ordinateur quantique de confiner, commander, mesurer et traiter les informations quantiques contenues dans 34 «qubits physiques» ou plus;*

6. *L'«erreur C-NOT» est l'erreur de porte physique moyenne pour les portes contrôlées NOT (C-NOT) à deux «qubits physiques» les plus proches voisines.*

4D Logiciels

4D1901.b.3 ([52])

Émise par la France ([53])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

«Logiciels» spécialement conçus ou modifiés pour le «développement» ou la «production» des articles visés sous 4A1906.b ou 4A1906.c.

4E Technologie

4E1901 ([54])

Émise par l'Espagne ([55])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

Technologie pour l'élaboration ou la production d'ordinateurs, dispositifs et circuits de qubits quantiques, ainsi que les composants de mesure et de commande quantiques visés sous 4A1901.

4E1902.b.3 ([56])

Émise par la France ([57])

Informations complémentaires:

Description des articles contrôlés:

«Technologie», au sens de la note générale relative à la technologie figurant dans l'annexe I du règlement, pour le «développement» ou la «production» des articles visés sous 4A1906.b ou 4A1906.c.

([52]) Code national équivalent: 4D901.b.3.

([53]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.

([54]) Code national équivalent: 4.E.901.

([55]) Annexe III.5 du décret royal 679/2014 du 1er août 2014, avec entrée en vigueur le 7 juin 2023.

([56]) Code national équivalent: 4E901.b.3.

([57]) Arrêté du 2 février 2024 relatif aux exportations vers les pays tiers de biens et technologies associés à l'ordinateur quantique et à ses technologies habilitantes et d'équipements de conception, développement, production, test et inspection de composants électroniques avancés.