



Agence internationale de l'énergie atomique
CIRCULAIRE D'INFORMATION

INF

INFCIRC/254/Rev.2/Part 2/Mod.1
29 mars 1996

Distr. GENERALE

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

**COMMUNICATIONS DU 30 NOVEMBRE 1995 REÇUES DE CERTAINS ETATS
MEMBRES CONCERNANT LES DIRECTIVES APPLICABLES
A L'EXPORTATION DE MATIERES, D'EQUIPEMENTS
ET DE TECHNOLOGIE NUCLEAIRES**

Transferts d'articles à double usage dans le domaine nucléaire

1. Le Directeur général a reçu des notes verbales datées du 30 novembre 1995 des représentants permanents auprès de l'Agence de l'Afrique du Sud, de l'Allemagne, de l'Argentine, de l'Australie, de l'Autriche, de la Belgique, de la Bulgarie, du Canada, de la Corée (République de), du Danemark, de l'Espagne, des Etats-Unis d'Amérique, de la Finlande, de la France, de la Grèce, de la Hongrie, de l'Irlande, de l'Italie, du Japon, du Luxembourg, de la Norvège, de la Nouvelle-Zélande, des Pays-Bas, de la Pologne, du Portugal, de la République slovaque, de la République tchèque, de la Roumanie, du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, de la Suède et de la Suisse au sujet de l'exportation de matières, d'équipements et de technologie nucléaires.
2. Ces notes verbales ont pour objet de communiquer des informations sur les directives des gouvernements relatives aux transferts d'équipements et de matières à double usage dans le domaine nucléaire, ainsi que de technologies s'y rapportant.
3. Conformément au souhait exprimé à la fin de chacune d'entre elles, le texte de ces notes verbales est joint en annexe.

NOTE VERBALE

La mission permanente de [Etat Membre] auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique présente ses compliments au Directeur général de l'Agence et a l'honneur de se référer à sa (ses) [communication(s) précédente(s)] concernant la décision du Gouvernement d'agir conformément aux Directives applicables aux transferts d'équipements et de matières à double usage dans le domaine nucléaire, ainsi que de technologies s'y rapportant, qui ont été publiées sous la cote INFCIRC/254/Rev.2/Part 2, y compris l'annexe à ce document.

Par suite de l'évolution des technologies dans le domaine nucléaire, il est devenu nécessaire de préciser davantage et de mettre à jour certaines parties de la liste d'équipements et de matières à double usage dans le domaine nucléaire, ainsi que de technologies s'y rapportant, qui figure dans l'annexe et dans l'appendice de l'annexe aux Directives. Plus précisément, le point 1.2 de l'annexe et l'appendice de l'annexe intitulé "Spécifications détaillées pour les machines-outils" ont été clarifiés et amendés.

Pour plus de clarté, le texte intégral de l'annexe, y compris son appendice, est reproduit ci-joint.

Le Gouvernement a décidé d'agir conformément aux Directives ainsi révisées.

En prenant cette décision, le Gouvernement est pleinement conscient de la nécessité de favoriser le développement économique tout en évitant de contribuer de quelque façon que ce soit aux risques de prolifération des armes nucléaires ou d'autres dispositifs explosifs nucléaires, et de la nécessité de tenir les assurances de non-prolifération en dehors du champ de la concurrence commerciale.

[Le Gouvernement, pour ce qui concerne les échanges à l'intérieur de l'Union européenne, appliquera ces dispositions à la lumière de ses engagements en tant qu'Etat membre de cette Union.]^{1/}

Le Gouvernement serait reconnaissant au Directeur général de l'Agence internationale de l'énergie atomique de bien vouloir communiquer le texte de la présente note et son annexe à tous les Etats Membres de l'AIEA pour leur information.

La mission permanente de [Etat Membre] saisit cette occasion pour renouveler au Directeur général de l'Agence internationale de l'énergie atomique les assurances de sa très haute considération.

^{1/} Ce paragraphe ne figurait que dans les notes verbales adressées par les membres de l'Union européenne.

**DIRECTIVES APPLICABLES AUX TRANSFERTS D'EQUIPEMENTS
ET DE MATIERES A DOUBLE USAGE DANS LE DOMAINE NUCLEAIRE,
AINSI QUE DE TECHNOLOGIES S'Y RAPPORTANT**

BUT

1. Dans le but de prévenir la prolifération des armes nucléaires, les fournisseurs ont étudié des procédures en ce qui concerne le transfert d'un certain nombre d'équipements, de matières et de technologies connexes susceptibles de contribuer grandement à une "activité explosive nucléaire" ou à une "activité du cycle du combustible nucléaire non soumise aux garanties". A cet égard, les fournisseurs sont convenus des principes, des définitions communes et de la liste pour le contrôle des exportations d'équipements, de matières et de technologies connexes, qui figurent ci-après. Les directives ne sont pas conçues pour entraver la coopération internationale tant que cette coopération ne contribue pas à une activité explosive nucléaire ou à une activité du cycle du combustible nucléaire non soumise aux garanties. Les fournisseurs entendent appliquer ces directives conformément à leur législation nationale et à leurs engagements internationaux pertinents.

PRINCIPE FONDAMENTAL

2. Les fournisseurs ne doivent pas autoriser les transferts d'équipements, de matières ou de technologies connexes énumérés dans l'annexe :

- Lorsqu'ils sont destinés à être utilisés dans un Etat non doté d'armes nucléaires pour une activité explosive nucléaire ou une activité du cycle du combustible nucléaire non soumise aux garanties, ou
- D'une manière générale, lorsqu'il existe un risque inacceptable de détournement vers une telle activité, ou lorsque les transferts sont contraires à l'objectif de la prévention de la prolifération des armes nucléaires.

EXPLICATION DE CERTAINES EXPRESSIONS

3. a) Par "activité explosive nucléaire", il convient d'entendre une activité de recherche ou de développement, de conception, de fabrication, de construction, d'essai ou d'entretien concernant tout dispositif explosif nucléaire ou les composants ou sous-systèmes d'un tel dispositif.
- b) Par "activité du cycle du combustible nucléaire non soumise aux garanties", il convient d'entendre une activité de recherche ou de développement, de conception, de fabrication, de construction, d'exploitation ou d'entretien concernant un réacteur, une installation critique, une usine de transformation, une usine de fabrication, une usine

de retraitement, une usine pour la séparation des isotopes de matières brutes ou de produits fissiles spéciaux ou une installation de stockage indépendante, quels qu'ils soient, en l'absence de toute obligation d'accepter les garanties de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) dans l'installation ou l'établissement considéré, existant ou futur, lorsqu'il contient une matière brute ou un produit fissile spécial quelconque; ou une usine de production d'eau lourde quelle qu'elle soit en l'absence de toute obligation d'accepter les garanties de l'AIEA sur une matière nucléaire quelconque obtenue grâce à ou utilisée en association avec de l'eau lourde produite dans cette usine; ou dans le cas où il n'est pas satisfait à une obligation quelconque de cette nature.

INSTAURATION DE PROCEDURES D'OCTROI DE LICENCES D'EXPORTATION

4. Les fournisseurs doivent établir des procédures d'octroi de licence d'exportation pour le transfert des équipements, des matières et des technologies connexes énumérés dans l'annexe. Ces procédures doivent comporter des mesures coercitives en cas de non-respect. Lorsqu'ils examinent s'il convient d'autoriser de tels transferts, les fournisseurs doivent faire preuve de prudence de manière à appliquer le Principe fondamental et doivent tenir compte des facteurs pertinents, et notamment s'assurer :

- a) Si l'Etat destinataire est partie au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) ou au Traité visant l'interdiction des armes nucléaires en Amérique latine (Traité de Tlatelolco) ou à un accord international similaire de non-prolifération nucléaire ayant force obligatoire et s'il a un accord de garanties AIEA en vigueur applicable à toutes ses activités nucléaires pacifiques;
- b) Si un Etat destinataire quelconque qui n'est pas partie au TNP, au Traité de Tlatelolco ou à un accord international similaire de non-prolifération nucléaire ayant force obligatoire possède des installations ou des établissements énumérés à l'alinéa b) du paragraphe 3 ci-dessus qui sont en service, en projet ou en construction et qui ne sont pas ou ne seront pas soumis aux garanties de l'AIEA;
- c) Si les équipements, les matières ou les technologies connexes à transférer sont adaptés à l'utilisation finale déclarée et si l'utilisation finale déclarée est adaptée à l'utilisateur final;
- d) Si les équipements, les matières ou les technologies connexes à transférer doivent être utilisés pour une activité de recherche ou de développement, de conception, de fabrication, de construction, d'exploitation ou de maintenance concernant une installation de retraitement ou d'enrichissement quelconque;
- e) Si les actions, les déclarations et les politiques du gouvernement de l'Etat destinataire favorisent la non-prolifération nucléaire et si l'Etat destinataire se conforme à ses obligations internationales en matière de non-prolifération;

- f) Si les destinataires se sont livrés à des activités d'approvisionnement clandestines ou illégales;
- g) Si un transfert à l'utilisateur final n'a pas été autorisé ou si l'utilisateur final a détourné à des fins incompatibles avec les Directives un transfert quelconque autorisé antérieurement.

CONDITIONS APPLICABLES AUX TRANSFERTS

5. Lorsqu'il s'agit de déterminer que le transfert ne posera pas un risque inacceptable de détournement, conformément au Principe fondamental et afin d'atteindre les objectifs des Directives, le fournisseur doit, avant d'autoriser le transfert et en se conformant à la législation et aux pratiques nationales, obtenir :

- a) Une déclaration de l'utilisateur final spécifiant les utilisations et les lieux d'utilisation finale des articles qu'il est proposé de transférer;
- b) L'assurance explicite que l'article qu'il est proposé de transférer ou toute réplique de celui-ci ne sera pas utilisé pour une activité explosive nucléaire ou pour une activité du cycle du combustible nucléaire non soumise aux garanties.

DROITS DE CONSENTEMENT POUR LES RETRANSFERTS

6. Avant d'autoriser le transfert d'équipements, de matières ou de technologies connexes énumérés dans l'annexe à un pays n'adhérant pas aux Directives, les fournisseurs doivent obtenir l'assurance qu'il leur sera demandé de donner leur consentement, en conformité avec leur législation et leurs pratiques nationales, avant tout retransfert à un pays tiers des équipements, des matières ou des technologies connexes ou de toute réplique de ceux-ci.

DISPOSITIONS FINALES

7. Le fournisseur se réserve le droit d'appliquer les Directives à d'autres articles importants venant s'ajouter à ceux qui sont énumérés dans l'annexe et d'appliquer les autres conditions de transfert qu'il peut juger nécessaires en plus de celles qui sont prévues au paragraphe 5 des Directives.

8. En vue de favoriser l'application effective des Directives, les fournisseurs devraient, lorsque cela est nécessaire et approprié, échanger des informations pertinentes et tenir des consultations avec d'autres Etats adhérent aux Directives.

9. Dans l'intérêt de la paix et de la sécurité internationales, il serait souhaitable que tous les Etats adhèrent aux Directives.

A N N E X E

**LISTE D'EQUIPEMENTS ET DE MATIERES A DOUBLE USAGE DANS LE DOMAINE
NUCLEAIRE, AINSI QUE DE TECHNOLOGIES S'Y RAPPORTANT**

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

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

A -	ampère(s)
Bq -	becquerel(s)
°C -	degré(s) Celsius
Ci -	curie(s)
cm ³ -	centimètre(s) cube(s)
dB -	décibel(s)
dBm -	décibel rapporté à 1 milliwatt
g -	gramme(s); également accélération de la pesanteur (9,81 m/s ²)
GBq -	gigabecquerel(s)
GHz -	gigahertz
Hz -	hertz
J -	joule(s)
K -	kelvin
keV -	millier(s) d'électronvolts
kg -	kilogramme(s)
kHz -	kilohertz
kN -	kilonewton(s)
kPa -	kilopascal(s)
kW -	kilowatt(s)
m -	mètre(s)
MeV -	million(s) d'électronvolts
MHz -	mégahertz
MPa -	mégapascal(s)
MW -	mégawatt(s)
μF -	microfarad(s)
μm -	micromètre(s)
μs -	microseconde(s)
mm -	millimètre(s)
N -	newton(s)
nm -	nanomètre(s)
ns -	nanoseconde(s)
nH -	nanohenry(ies)
ps -	picoseconde(s)
tr/mn -	tours par minute
W -	watt(s)

REMARQUE GENERALE

Les paragraphes ci-après se rapportent à la Liste des équipements et des matières à double usage dans le domaine nucléaire ainsi qu'aux technologies s'y rapportant.

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

Note :

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

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

LES CONTROLES DE TECHNOLOGIE

Le transfert d'une "technologie" directement associée à un article quelconque de la présente liste fera l'objet d'un examen et d'un contrôle aussi approfondis que l'article lui-même, dans les limites définies par la législation nationale.

Les contrôles relatifs au transfert de "technologie" ne s'appliquent pas à l'information qui est déjà "du domaine public" ou à "la recherche scientifique fondamentale".

DECLARATION

Il est entendu que l'autorisation d'exportation accordée pour tout article de la présente liste comprend également l'autorisation d'exporter vers le même utilisateur final la technologie minimale requise pour l'installation, la mise en oeuvre, l'entretien et la réparation de l'article.

DEFINITIONS

Par "technologie",

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

Par "recherche scientifique fondamentale",

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

Le "développement",

- se rapporte à toutes les phases précédant la "production", telles que :

- Etude
- Recherche relative à la conception
- Analyse fonctionnelle
- Concepts de l'avant-projet
- Assemblage et essais de prototypes
- Projets pilotes de production
- Définition des données techniques
- Processus de conversion des données techniques en produit
- Conception de la configuration
- Conception de l'intégration
- Plans d'exécution

Par "être du domaine public",

- il convient d'entendre ici le fait que la technologie a été rendue disponible sans restrictions quant à une diffusion plus vaste (les restrictions résultant d'un copyright n'empêchent pas la technologie d'être du domaine public).

Par "production",

- il convient d'entendre toutes les phases de la production, telles que :

- La construction
- La technique de la production
- La fabrication
- L'intégration

- L'assemblage (le montage)
- L'inspection
- Les essais
- L'assurance de qualité

Par "logiciel spécialement conçu",

- il convient d'entendre le minimum nécessaire de "systèmes d'exploitation", de "systèmes de diagnostic", de "systèmes d'entretien" et de "logiciel d'application" qui doivent être mis en oeuvre sur un équipement spécial afin de réaliser la fonction pour laquelle il a été conçu. Pour permettre à un autre équipement incompatible de remplir la même fonction il faut :

- a) Modifier ce "logiciel", ou
- b) Ajouter des "programmes".

L'"assistance technique",

- peut prendre des formes telles que : l'instruction, les qualifications, la formation, les connaissances pratiques, les services de consultation.

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

Les "données techniques"

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

Par "utilisation",

- il convient d'entendre la mise en oeuvre, l'installation (y compris l'installation sur le site même), l'entretien (le contrôle), les réparations, la révision et la remise en état.

TABLE DES MATIERES

1. EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

- 1.1. Machines à fluotourner et machines à repousser
- 1.2. Unités de "commande numérique"
- 1.3. Systèmes de contrôle des dimensions
- 1.4. Fours à induction à vide ou à atmosphère contrôlée (gaz inerte)
- 1.5. "Presses isostatiques"
- 1.6. "Robots" ou "effecteurs terminaux"
- 1.7. Equipements d'essai aux vibrations
- 1.8. Fours de refusion à arc, fours à faisceaux d'électrons et fours à plasma

2. MATIERES

- 2.1. Alliages d'aluminium
- 2.2. Béryllium métal, alliages, composés et produits manufacturés dans ces matières
- 2.3. Bismuth (de grande pureté)
- 2.4. Bore (*enrichi en bore 10*)
- 2.5. Calcium (de grande pureté)
- 2.6. Trifluorure de chlore
- 2.7. Creusets fabriqués en matières résistant aux métaux actinides liquides
- 2.8. Matières fibreuses et filamenteuses
- 2.9. Hafnium
- 2.10. Lithium enrichi en isotope 6
- 2.11. Magnésium (de grande pureté)
- 2.12. Acier maraging à haute résistance
- 2.13. Radium 226, composés du radium 226 ou mélanges, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces matières
- 2.14. Alliages de titane
- 2.15. Tungstène
- 2.16. Zirconium
- 2.17. Poudre de nickel et nickel métal poreux

3. EQUIPEMENTS DE SEPARATION ISOTOPIQUE POUR L'URANIUM ET COMPOSANTS

(Autres que les articles de la Liste de base)

- 3.1. Cellules électrolytiques pour la production de fluor
- 3.2. Equipements pour rotors et soufflets
- 3.3. Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage multiplans
- 3.4. Machines à enrouler les filaments
- 3.5. Changeurs de fréquence
- 3.6. Lasers, amplificateurs lasers et oscillateurs
- 3.7. Spectromètres de masse et sources d'ions pour spectromètres de masse
- 3.8. Transducteurs de pression
- 3.9. Vannes de 5 mm (0,2 in.) ou plus résistant à la corrosion

- 3.10. Electro-aimants solénoïdaux supraconducteurs
- 3.11. Pompes à vide
- 3.12. Alimentations en courant fort continu (100 V ou plus)
- 3.13. Alimentations en courant continu haute tension (20 000 V ou plus)
- 3.14. Séparateurs isotopiques électromagnétiques

4. EQUIPEMENTS LIES AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU LOURDE

(Autres que les articles de la Liste de base)

- 4.1. Charges spéciales pour la séparation de l'eau
- 4.2. Pompes pour amide de potassium/ammoniac liquide
- 4.3. Colonnes d'échange à plateaux eau-acide sulfhydrique
- 4.4. Colonnes de distillation cryogénique à hydrogène
- 4.5. Convertisseurs d'ammoniac ou unités à synthétiser l'ammoniac
- 4.6. Turbodétendeurs ou ensembles turbodétendeur-compresseur

5. EQUIPEMENTS DE DEVELOPPEMENT DE SYSTEMES D'IMPLOSION

- 5.1. Equipement de radiographie éclair
- 5.2. Canons à étages multiples à gaz léger et canons à grande vitesse
- 5.3. Caméras à miroir à rotation mécanique
- 5.4. Caméras et tubes électroniques à fente et à images
- 5.5. Instruments spécialisés pour expériences hydrodynamiques

6. EXPLOSIFS ET EQUIPEMENTS CONNEXES

- 6.1. Détonateurs et systèmes d'amorçage à points multiples
- 6.2. Composants électroniques pour appareils de mise à feu
 - 6.2.1. Dispositifs de commutation
 - 6.2.2. Condensateurs
- 6.3. Dispositifs de mise à feu et générateurs d'impulsions équivalents à haute intensité (pour détonateurs commandés)
- 6.4. Explosifs pour armes nucléaires

7. EQUIPEMENTS ET COMPOSANTS POUR ESSAIS NUCLEAIRES

- 7.1. Oscilloscopes
- 7.2. Tubes photomultiplicateurs
- 7.3. Générateurs d'impulsions rapides

8. DIVERS

- 8.1. Systèmes générateurs de neutrons
- 8.2. Equipement général se rapportant au nucléaire
 - 8.2.1. Télémanipulateurs

- 8.2.2. Fenêtres de protection contre les rayonnements haute densité (en verre au plomb ou autre matériau)
- 8.2.3. Caméras TV résistant aux effets des rayonnements
- 8.3. Tritium, composés et mélanges de tritium
- 8.4. Installations, usines et équipements pour le tritium
- 8.5. Catalyseurs platinés au carbone
- 8.6. Hélium 3 ou hélium enrichi en hélium 3
- 8.7. Radionucléides émetteurs alpha
- 8.8. Installations, usines et équipements pour la séparation isotopique du lithium

APPENDICE : SPECIFICATIONS DETAILLEES POUR LES MACHINES-OUTILS

A N N E X E

LISTE D'EQUIPEMENTS ET DE MATIERES A DOUBLE USAGE DANS LE DOMAINE NUCLEAIRE, AINSI QUE DE TECHNOLOGIES S'Y RAPPORTANT

1. EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

1.1. Machines à fluotourner et machines à repousser capables d'effectuer des opérations de fluotournage, ainsi que mandrins, comme suit, et logiciel spécialement conçu pour ces machines :

- a) i) Qui possèdent trois galets ou plus (actifs ou de guidage);
 - ii) Qui, conformément aux spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipées d'unités de "commande numérique" ou d'une unité de commande par ordinateur, et
- b) Mandrins pour former des rotors cylindriques d'un diamètre intérieur compris entre 75 mm (3 in.) et 400 mm (16 in.).

Note : Cette rubrique comprend les machines n'ayant qu'un seul galet conçu pour déformer le métal plus deux galets auxiliaires qui servent de support mais qui ne participent pas directement à l'opération de déformation.

1.2. Unités de "commande numérique", machines-outils à "commande numérique" et "logiciel" spécialement conçu, comme suit :

Les spécifications détaillées de ces équipements sont données dans l'appendice.

1.3. Machines, dispositifs ou systèmes de contrôle des dimensions, comme suit, logiciel spécialement conçu à cet effet :

- a) Machines de contrôle des dimensions commandées par ordinateur ou à commande numérique et possédant les deux caractéristiques suivantes :
 - 1) Deux axes ou plus; et
 - 2) Une "incertitude de mesure" unidimensionnelle de la longueur égale ou inférieure à (meilleure que) $(1,25 + L/1000) \mu\text{m}$ contrôlée à l'aide d'une sonde d'une "précision" inférieure à (meilleure que) $0,2 \mu\text{m}$ (L étant la longueur mesurée en millimètres) (Réf.: VDI/VDE 2617, parties 1 et 2);
- b) Dispositifs de mesure du déplacement angulaire et linéaire, comme suit :
 - 1) Instruments de mesure linéaire ayant l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

- i) Systèmes de mesure de type sans contact ayant une "résolution" égale ou inférieure à (meilleure que) $0,2 \mu\text{m}$ à l'intérieur d'une gamme de mesures pouvant atteindre $0,2 \text{ mm}$;
- ii) Systèmes à transformateur différentiel à variable linéaire (TDVL) ayant les deux caractéristiques suivantes :
 - A) Une "linéarité" égale ou inférieure à (meilleure que) $0,1 \%$ à l'intérieur d'une gamme de mesures pouvant atteindre 5 mm , et
 - B) Une dérive égale ou inférieure à (meilleure que) $0,1 \%$ par jour à une température ambiante de référence de la chambre d'essai égale à $\pm 1 \text{ K}$; ou
- iii) Systèmes de mesure ayant les deux caractéristiques suivantes :
 - A) Présence d'un "laser"; et
 - B) Maintien pendant au moins 12 heures avec une gamme de température variant de $\pm 1 \text{ K}$ autour d'une température de référence et une pression de référence
 - 1) D'une "résolution" sur leur déviation totale égale à $0,1 \mu\text{m}$ ou mieux, et
 - 2) Avec une "incertitude de mesure" égale ou inférieure à (meilleure que) $(0,2 + L/2000) \mu\text{m}$ (L étant la longueur mesurée en millimètres), à l'exception des systèmes de mesure à interférométrie, sans rétroaction à boucle ouverte ou fermée, comprenant un "laser" pour mesurer les erreurs de mouvements des chariots des machines-outils, des machines de contrôle dimensionnel ou équipements similaires;
- 2) Instruments de mesure angulaire ayant une "déviatoin de position angulaire" égale ou inférieure à (meilleure que) $0,00025^\circ$;

Note : Le point b) 2) du présent article ne s'applique pas aux instruments optiques tels que les autocollimateurs utilisant la collimation de la lumière pour détecter le déplacement angulaire d'un miroir.

- c) Systèmes permettant un contrôle simultané linéaire-angulaire de semi-coques et présentant les deux caractéristiques suivantes :
 - 1) Une "incertitude de mesure" sur tout axe linéaire égale ou inférieure à (meilleure que) $3,5 \mu\text{m}$ par 5 mm , et
 - 2) Une "déviatoin de position angulaire" égale ou inférieure à $0,02^\circ$.

Note : Le logiciel spécialement conçu pour les systèmes décrits au point c) du présent article comprend le logiciel permettant une mesure simultanée de l'épaisseur et du contour des parois.

Note technique 1 : Les machines-outils qui peuvent servir de machines de mesure sont à contrôler si elles répondent aux critères définis pour la fonction de la machine-outil ou la fonction de la machine de mesure ou si elles les surpassent.

Note technique 2 : Une machine décrite dans la présente section 1.3 doit faire l'objet d'un contrôle si elle dépasse le seuil de contrôle en n'importe quel point de sa plage de fonctionnement.

Note technique 3 : La sonde utilisée pour déterminer l'incertitude de mesure d'un système de contrôle dimensionnel sera telle que décrite dans VDI/VDE 2617, parties 2, 3 et 4.

Note technique 4 : Tous les paramètres des valeurs de mesure dans le présent article correspondent à des valeurs plus/moins, c'est-à-dire pas à la totalité de la bande.

"Incertainitude de mesure" :

- Paramètre caractéristique qui détermine dans quelle plage autour de la valeur de sortie se situe la valeur correcte de la variable mesurable avec un niveau de confiance égal à 95 %. Elle comprend les déviations systématiques non corrigées, l'effet réactif non corrigé et les écarts aléatoires (référence : VDI/VDE 2617).

"Résolution" :

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

"Linéarité" :

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

"Déviation de la position angulaire" :

- Ecart maximum entre la position angulaire et la position angulaire réelle mesurée avec une très grande précision après que la monture de travail de la table ait quitté sa position initiale (référence : VDI/VDE 2617. Projet : "Rotary table on coordinate measuring machines").

1.4. Fours à induction à vide ou à atmosphère contrôlée (gaz inerte) capables de fonctionner à des températures supérieures à 850 °C, possédant des bobines d'induction de 600 mm (24 in.) de diamètre, ou moins, et conçus pour des puissances absorbées égales ou supérieures à 5 kW; et alimentations électriques spécialement conçues pour ces fours qui ont une puissance aux bornes spécifiée de 5 kW ou plus.

Note technique : Cette rubrique ne s'applique pas aux fours conçus pour le traitement des tranches à semi-conducteurs.

- 1.5. "Presses isostatiques" capables d'atteindre une pression de régime maximale égale ou supérieure à 69 MPa et possédant une chambre dont le diamètre intérieur de la cavité est supérieur à 152 mm, et matrices, moules et commandes spécialement conçus pour ces presses, ainsi que le logiciel spécialement conçu pour elles.

Notes techniques :

- 1) La dimension intérieure de la chambre est celle de la chambre dans laquelle tant la température de régime que la pression de régime ont été atteintes et ne comprend pas l'appareillage. Cette dimension sera la plus petite des dimensions soit du diamètre intérieur de la chambre de compression, soit du diamètre intérieur de la chambre isolée du four selon celle des deux chambres qui se trouve à l'intérieur de l'autre.
- 2) "Presses isostatiques" :
 - Equipements capables de pressuriser une cavité fermée en recourant à divers moyens (gaz, liquide, particules solides, etc.) afin de créer une pression homogène dans toutes les directions à l'intérieur de la cavité sur une pièce ou un matériau.

- 1.6. "Robots" et "effecteurs terminaux" ayant l'une des deux caractéristiques suivantes, et "logiciel spécialement conçu" ou organes de commande spécialement conçus pour ces dispositifs :

- a) Spécialement conçus pour répondre aux normes nationales de sécurité applicables à la manipulation d'explosifs (par exemple répondant aux spécifications de la codification relative à l'électricité pour les explosifs), ou
- b) Spécialement conçus ou réglés pour résister aux rayonnements de manière à supporter plus de 5×10^4 Gy (silicium) (5×10^6 rads (silicium)) sans dégradation fonctionnelle.

Notes techniques :

- 1) "Robot" :

Mécanisme de manipulation qui peut être du type à trajectoire continue ou du type point à point, qui peut utiliser des "capteurs" et possède toutes les caractéristiques suivantes :

 - a) Est multifonctionnel;
 - b) Est capable de positionner ou d'orienter des matières, des pièces, des outils ou des dispositifs spéciaux grâce à des mouvements variables en trois dimensions;
 - c) Comprend trois servo-mécanismes ou plus à boucle ouverte ou fermée, qui peuvent comprendre des moteurs pas à pas; et
 - d) Possède une "programmabilité accessible à l'utilisateur" au moyen d'une méthode instruction/reproduction, ou au moyen d'un ordinateur qui peut être contrôlé par logique programmable, c'est-à-dire sans intervention mécanique.

N.B. :

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

- a) Les mécanismes de manipulation qui ne peuvent être commandés qu'à la main ou par dispositif de commande à distance;
- b) Les mécanismes de manipulation à séquence fixe qui sont des dispositifs à déplacement automatique fonctionnant conformément à des mouvements fixes programmés mécaniquement. Le programme est limité mécaniquement par des arrêts fixes tels que boulons d'arrêt ou cames de butée. La séquence des mouvements et la sélection des trajectoires ou des angles ne sont pas variables ou modifiables au moyen de dispositifs mécaniques, électroniques ou électriques;
- c) Les mécanismes de manipulation à séquence variable programmée mécaniquement qui sont des dispositifs à mouvements automatiques fonctionnant conformément à des mouvements fixes programmés mécaniquement. Le programme est limité mécaniquement par des arrêts fixes mais réglables, tels que boulons d'arrêt ou cames de butée. La séquence des mouvements et la sélection des trajectoires ou des angles sont variables à l'intérieur du schéma du programme fixe. Les variations ou modifications du schéma du programme (par exemple changements de boulons d'arrêt ou échanges de cames de butée) dans un ou plusieurs axes de déplacement sont accomplies uniquement au moyen d'opérations mécaniques;
- d) Les mécanismes de manipulation à séquence variable sans servo-commande, qui sont des dispositifs à mouvements automatiques fonctionnant conformément à des mouvements fixes programmés mécaniquement. Le programme est variable mais la séquence se déroule uniquement à partir d'un signal binaire émis par des dispositifs binaires électriques fixés mécaniquement ou des arrêts réglables;
- e) Les grues d'empilage définies comme étant des systèmes de manutention à coordonnées cartésiennes, fabriquées comme partie intégrante d'un système vertical de récipients de stockage et conçues pour avoir accès au contenu de ces récipients en vue du stockage ou de la récupération.

2) "Effecteurs terminaux" :

Les "effecteurs terminaux" comprennent les préhenseurs, les "unités d'outillage actives" et tout autre outillage rattaché à la plaque située à l'extrémité du bras de manipulation d'un "robot".

3) La définition donnée au point a) ci-dessus ne se rapporte pas au contrôle des robots spécialement conçus pour des applications industrielles non nucléaires telles que les cabines de pulvérisation de peinture dans l'industrie automobile.

1.7. Systèmes d'essai aux vibrations et équipements, composants et logiciel pour ces systèmes, comme suit :

- a) Systèmes d'essai aux vibrations électrodynamiques, faisant appel à des techniques de rétroaction ou de servo-commande à boucle fermée et comprenant un organe de commande numérique, capables de faire vibrer à 10 g de valeur efficace (moyenne quadratique) ou plus entre 20 et 2 000 Hz et transmettant des forces égales ou supérieures à 50 kN (11 250 lbs) mesurées "table nue";
- b) Organes de commande numériques, associés au "logiciel spécialement conçu" pour les essais aux vibrations, avec une bande passante en temps réel supérieure à 5 kHz et conçus pour être utilisés avec les systèmes faisant l'objet de l'alinéa a) ci-dessus;
- c) Générateurs de vibrations (secoueurs), avec ou sans amplificateurs associés, capables de transmettre une force égale ou supérieure à 50 kN (11 250 lbs), mesurée "table nue", qui peuvent être utilisés pour les systèmes contrôlés du point a) ci-dessus;
- d) Structures de support des pièces d'essai et dispositifs électroniques conçus pour associer des secoueurs multiples afin de constituer un système de secouage complet capable d'impartir une force combinée efficace égale ou supérieure à 50 kN, mesurée "table nue", qui peuvent être utilisés pour les systèmes contrôlés au point a) ci-dessus;
- e) "Logiciel spécialement conçu" pour être utilisé avec les systèmes contrôlés au point a) ci-dessus ou contrôlés pour les dispositifs électroniques contrôlés au point d) ci-dessus.

1.8. Fours de fusion et de coulée à vide et à atmosphère contrôlée pour métallurgie comme suit, ainsi que les systèmes de commande et de contrôle par ordinateur spécialement mis au point et le "logiciel spécialement conçu" à cette fin :

- a) Fours de coulée et de refusion à arc dont la capacité des électrodes consommables est comprise entre 1 000 cm³ et 20 000 cm³, et capables de fonctionner à des températures de fusion supérieures à 1 700 °C;
- b) Fours de fusion à faisceaux d'électrons et fours à atomisation et à fusion à plasma ayant une puissance égale ou supérieure à 50 kW et capables de fonctionner à des températures de fusion supérieures à 1 200 °C.

2. MATIERES

- 2.1. Alliages d'aluminium capables d'une résistance maximale à la traction de 460 MPa ($0,46 \times 10^9 \text{ N/m}^2$) ou plus à des températures de 293 K (20 °C) sous la forme de tubes ou de pièces cylindriques pleines (y compris les pièces forgées) ayant un diamètre extérieur supérieur à 75 mm (3 in.).

Note technique : L'expression "capable d'une ..." couvre les alliages d'aluminium avant ou après traitement thermique.

- 2.2. Béryllium métal, alliages comprenant plus de 50 % de béryllium en poids, composés du béryllium et produits manufacturés dans ces matières, à l'exception :

- a) Des fenêtres métalliques pour les machines à rayons X ou les dispositifs de diagraphie des sondages;
- b) Des pièces en oxyde fabriquées ou semi-fabriquées spécialement conçues pour des éléments de composants électroniques ou comme substrats pour des circuits électroniques;
- c) Du béryl (silicate de béryllium et d'aluminium) sous forme d'émeraudes ou d'aigues-marines.

Note technique : Cette rubrique englobe les déchets et les chutes contenant du béryllium tel que défini ci-dessus.

- 2.3. Bismuth de grande pureté (99,99 % ou plus) avec une teneur en argent très faible (moins de 10 ppm).

- 2.4. Bore et composés, mélanges et matières chargées au bore dans lesquels le bore 10 entre pour plus de 20 % en poids dans la teneur totale en bore.

- 2.5. Calcium (de grande pureté) contenant à la fois moins de 1 000 ppm en poids d'impuretés métalliques autres que le magnésium et moins de 10 ppm de bore.

- 2.6. Trifluorure de chlore (ClF_3).

- 2.7. Creusets fabriqués en matières résistant aux métaux actinides liquides, comme suit :

- a) Creusets dont le volume est compris entre 150 ml et 8 litres constitués ou revêtus de l'une quelconque des matières suivantes ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 98 % :

- i) Fluorure de calcium (CaF_2)
 - ii) Zirconate (métazirconate) de calcium (Ca_2ZrO_3)
 - iii) Sulfure de cérium (Ce_2S_3)
 - iv) Oxyde d'erbium (erbine) (Er_2O_3)
 - v) Oxyde de hafnium (HfO_2)
 - vi) Oxyde de magnésium (MgO)
 - vii) Alliage nitruré niobium-titane-tungstène (approximativement 50 % de Nb, 30 % de Ti et 20 % de W)
 - viii) Oxyde d'yttrium (yttria) (Y_2O_3)
 - ix) Oxyde de zirconium (zircon) (ZrO_2);
- b) Creusets dont le volume est compris entre 50 ml et 2 litres, constitués ou revêtus de tantale ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 99,9 %;
- c) Creusets dont le volume est compris entre 50 ml et 2 litres, constitués ou revêtus de tantale (ayant un degré de pureté égal ou supérieur à 98 %) recouverts de carbure, de nitrure ou de borure de tantale (ou toute combinaison de ces substances).

2.8. Matières fibreuses ou filamenteuses, préimprégnées et structures composites, comme suit :

- a) "Matières fibreuses ou filamenteuses" carbonées ou aramides ayant un "module spécifique" égal ou supérieur à $12,7 \times 10^6$ m ou une "résistance spécifique à la traction" égale ou supérieure à $23,5 \times 10^4$ m; à l'exception des "matières fibreuses ou filamenteuses" aramides contenant 0,25 % ou plus en poids d'un modificateur de surface des fibres à base d'ester;
- b) "Matières fibreuses ou filamenteuses" en verre ayant un "module spécifique" égal ou supérieur à $3,18 \times 10^6$ m et une "résistance spécifique à la traction" égale ou supérieure à $7,62 \times 10^4$ m;
- c) Fils continus, mèches, filasses ou rubans imprégnés de résine thermodurcie d'une largeur égale ou inférieure à 15 mm (préimprégnés), faits de "matières fibreuses ou filamenteuses" carbonées ou en verre spécifiés aux alinéas 2.8 a) et b);

Note : La résine forme la matrice du composite.

- d) Structures composites sous la forme de tubes ayant un diamètre intérieur de 75 mm (3 in.) à 400 mm (16 in.) fabriquées dans l'une quelconque des "matières fibreuses et filamenteuses" spécifiées à l'alinéa a) ci-dessus ou dans des matières préimprégnées au carbone spécifiées à l'alinéa a) ci-dessus.

Note technique :

- a) Aux fins de la présente rubrique, l'expression "matières fibreuses et filamenteuses" couvre les monofilaments continus, les fils continus, les mèches, les filasses ou les rubans;

Définitions :

Un filament ou monofilament est la plus petite fibre primaire et a généralement un diamètre de plusieurs μm .

Un brin est un faisceau de filaments (plus de 200 en général) disposés à peu près parallèlement.

Une mèche est un faisceau de brins (au nombre de 12 à 120 en général) qui sont disposés à peu près parallèlement.

Un fil est un faisceau de brins retors.

Une filasse est un faisceau de filaments généralement à peu près parallèles.

Un ruban est un produit constitué de filaments, de brins, de mèches, de filasses, de fils, etc., entrelacés ou unidirectionnels, qui sont généralement préimprégnés de résine.

- b) Le "module spécifique" est le module de Young exprimé en N/m^2 divisé par le poids spécifique exprimé en N/m^3 mesuré à une température de 23 ± 2 °C et à une humidité relative de 50 ± 5 %.
- c) La "résistance spécifique à la traction" est la résistance maximale à la traction exprimée en N/m^2 divisée par le poids spécifique exprimé en N/m^3 mesurée à une température de 23 ± 2 °C et à une humidité relative de 50 ± 5 %.

2.9. Hafnium correspondant aux descriptions suivantes : métal, alliages et composés de hafnium comprenant plus de 60 % de hafnium en poids, et produits fabriqués dans ces matières.

2.10. Lithium enrichi en isotope 6 (${}^6\text{Li}$) à une concentration supérieure à 7,5 % sur la base d'un pourcentage d'atomes, alliages, composés ou mélanges contenant du lithium enrichi en isotope 6, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces matières, à l'exception :
Des dosimètres thermoluminescents.

Note : La teneur naturelle du lithium en isotope 6 est de 7,5 % sur la base d'un pourcentage d'atomes.

2.11. Magnésium (de grande pureté) contenant en poids moins de 200 ppm d'impuretés métalliques autres que le calcium et moins de 10 ppm de bore.

- 2.12. Acier maraging capable d'une résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 2 050 MPa ($2\,050 \times 10^9 \text{ N/m}^2$) ($300\,000 \text{ lb/in.}^2$) à l'exception des formes dans lesquelles aucune dimension linéaire n'excède 75 mm.

Note technique : L'expression "capable d'une ..." couvre l'acier maraging avant et après traitement thermique.

- 2.13. Radium 226, composés du radium 226 ou mélanges contenant du radium 226, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces matières à l'exception :

- a) des applicateurs médicaux;
- b) d'un produit ou d'un dispositif ne contenant pas plus de 0,37 GBq (10 millicuries) de radium 226 sous quelque forme que ce soit.

- 2.14. Alliages de titane capables d'une résistance maximale à la traction égale ou supérieure à 900 MPa ($0,9 \times 10^9 \text{ N/m}^2$) ($130\,500 \text{ lb/in.}^2$) à une température de 293 K (20 °C) sous la forme de tubes ou de pièces cylindriques pleines (y compris les pièces forgées) ayant un diamètre extérieur supérieur à 75 mm (3 in.).

Note technique : L'expression "capables d'une ..." couvre les alliages de titane avant et après traitement thermique.

- 2.15. Tungstène comme suit : pièces fabriquées en tungstène, en carbure de tungstène ou en alliages de tungstène (plus de 90 % de tungstène) ayant une masse supérieure à 20 kg et une symétrie cylindrique creuse (y compris les segments cylindriques) d'un diamètre intérieur supérieur à 100 mm (4 in.) mais inférieur à 300 mm (12 in.), à l'exception des pièces spécialement conçues pour servir de poids ou de collimateurs à rayons gamma.

- 2.16. Zirconium ayant une teneur en hafnium inférieure à une partie de hafnium pour 500 parties de zirconium en poids, sous forme de métal, d'alliages contenant plus de 50 % de zirconium en poids et de composés et produits manufacturés entièrement dans ces matières; à l'exception du zirconium sous la forme de feuilles dont l'épaisseur ne dépasse pas 0,10 mm (0,004 in.).

Note technique : Le présent contrôle s'applique aux déchets et aux chutes contenant du zirconium tel que défini ci-dessus.

- 2.17. Poudre de nickel et nickel métal poreux, comme suit :

- a) Poudre ayant un titre en nickel égal ou supérieur à 99,0 % et une granulométrie moyenne inférieure à 10 μm mesurée conformément à la norme ASTM B 330; à l'exception :

Des poudres de nickel filamenteux;

Note : Les poudres de nickel spécialement préparées pour la fabrication de barrières de diffusion gazeuse sont contrôlées en vertu de la partie I des Directives du Groupe des fournisseurs d'articles nucléaires.

- b) Nickel métal poreux obtenu à partir des matières contrôlées conformément au point a), à l'exception :

Des feuilles simples de nickel métal poreux dont la surface n'excède pas 1 000 cm².

Note : Ceci vise le métal poreux obtenu par compactage et frittage des matières visées au point a), qui donnent une matière métallique contenant des pores fins reliés entre eux dans toute la structure.

3. EQUIPEMENTS DE SEPARATION ISOTOPIQUE POUR L'URANIUM ET COMPOSANTS

(Autres que les articles de la Liste de base)

3.1. Cellules électrolytiques pour la production de fluor ayant une capacité de production supérieure à 250 g de fluor par heure.

3.2. Equipements de fabrication et d'assemblage de rotors et mandrins et matrices pour la formation de soufflets, comme suit :

a) Equipement d'assemblage de rotors pour l'assemblage de sections, chicanes et bouchons de tubes de rotors de centrifugeuses à gaz. Ledit équipement comprend les mandrins de précision, les dispositifs de fixation et les machines d'ajustement fretté;

b) Equipement à dresser pour rotors en vue de l'alignement des sections de tubes de rotors de centrifugeuses à gaz par rapport à un axe commun. (Note : pareil équipement comprendra normalement des capteurs de mesure de précision reliés à un ordinateur qui commande ensuite l'action de dispositifs de serrage pneumatiques, par exemple en vue d'aligner les sections de tubes de rotor);

c) Mandrins et matrices pour la production de soufflets à circonvolution unique (soufflets fabriqués en alliages d'aluminium à résistance élevée, en acier maraging ou en matières filamenteuses ayant une résistance élevée). Les soufflets ont l'ensemble des dimensions suivantes :

1) Diamètre intérieur de 75 mm à 400 mm (3 in. à 16 in.);

2) Longueur égale ou supérieure à 12,7 mm (0,5 in.); et

3) Circonvolution unique ayant une profondeur supérieure à 2 mm (0,08 in.)

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

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

1) Diamètre utile ou diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;

2) Masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg (2 et 50 lb); et

3) Vitesse de révolution d'équilibrage pouvant atteindre plus de 5 000 tr/mn;

b) Machines centrifuges à vérifier l'équilibrage conçues pour équilibrer les composants cylindriques creux de rotors et présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- 1) Diamètre de tourillon égal ou supérieur à 75 mm;
- 2) Masse capable de varier entre 0,9 et 23 kg (2 et 50 lb);
- 3) Capacité d'équilibrer jusqu'à un déséquilibre résiduel de 0,010 kg mm/kg par plan, ou mieux; et
- 4) Etre du type actionné par courroie;

et le "logiciel spécialement conçu" à cette fin.

3.4. Machines à enrouler les filaments dans lesquelles les mouvements de positionnement, d'enveloppement et d'enroulement des fibres sont coordonnés et programmés en deux axes ou plus, spécialement conçues pour fabriquer des structures ou des feuilles composites avec des matières fibreuses et filamenteuses, et capables d'enrouler des rotors cylindriques d'un diamètre de 75 mm (3 in.) à 400 mm (16 in.) et d'une longueur égale ou supérieure à 600 mm (24 in.); commandes de coordination et de programmation à cette fin; mandrins de précision et "logiciel spécialement conçu" à cette fin.

3.5. Changeurs de fréquence (également connus sous le nom de convertisseurs ou d'inverseurs de fréquence) ou générateurs présentant toutes les caractéristiques suivantes :

- a) Sortie multiphase capable de fournir une puissance égale ou supérieure à 40 W;
- b) Capacité de fonctionner dans le régime des fréquences compris entre 600 et 2 000 Hz;
- c) Distorsion harmonique totale inférieure à 10 %; et
- d) Contrôle des fréquences supérieur à 0,1 %.

à l'exception des changeurs de fréquence spécialement conçus ou préparés pour alimenter les "stators de moteurs" (tels que définis ci-dessous) et possédant les caractéristiques indiquées aux points b) et d) ci-dessus ainsi qu'une distorsion harmonique totale inférieure à 2 % et un rendement supérieur à 80 %.

Définition :

"Stators de moteurs" :

- Stators annulaires spécialement conçus ou préparés pour des moteurs multiphases rapides à hystérésis (ou à réluctance), à courant alternatif et à fonctionnement synchrone sous vide dans le régime de fréquence 600-2 000 Hz avec une plage de puissance de 50 à 1 000 VA. Les stators sont composés d'enroulements multiphases sur un noyau feuilleté en fer à faibles pertes comprenant de fines couches d'une épaisseur type égale ou inférieure à 2,0 mm (0,08 in.).

3.6. Lasers, amplificateurs lasers et oscillateurs comme suit :

- a) Lasers à vapeur de cuivre possédant une puissance de sortie moyenne égale ou supérieure à 40 W, fonctionnant sur des longueurs d'ondes comprises entre 500 nm et 60 nm;
- b) Lasers à argon ionisé possédant une puissance de sortie moyenne supérieure à 40 W, fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 515 nm;
- c) Lasers dopés au néodyme (autres que les lasers à verre dopé) comme suit :
 - 1) Ayant une longueur d'onde de sortie comprise entre 1 000 nm et 1 100 nm, à excitation par impulsions et à modulation du facteur Q, avec une durée d'impulsion égale ou supérieure à 1 ns et possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 - a) Un fonctionnement monomode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 40 W;
 - b) Un fonctionnement multimode transverse avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 50 W;
 - 2) Fonctionnant à une longueur d'onde comprise entre 1 000 nm et 1 100 nm et comportant un doubleur de fréquence produisant une longueur d'onde de sortie comprise entre 500 nm et 550 nm avec une puissance moyenne à la fréquence double (nouvelle longueur d'onde) supérieure à 40 W.
- d) Oscillateurs à colorants organiques accordables fonctionnant en mode pulsé unique capables d'une puissance moyenne de sortie supérieure à 1 W, une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz, une durée d'impulsion inférieure à 100 ns et une longueur d'onde comprise entre 300 nm et 800 nm;
- e) Amplificateurs lasers et oscillateurs à colorants organiques accordables fonctionnant en mode pulsé, à l'exception des oscillateurs fonctionnant en mode unique, avec une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W, une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 1 kHz, une durée d'impulsions inférieure à 100 ns et une longueur d'onde comprise entre 300 nm et 800 nm;
- f) Lasers à alexandrite ayant une largeur de bande égale ou inférieure à 0,005 nm, une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 125 Hz et une puissance moyenne de sortie supérieure à 30 W, fonctionnant sur des longueurs d'onde comprises entre 720 nm et 800 nm;
- g) Lasers à dioxyde de carbone à régime pulsé avec une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz, une puissance moyenne de sortie supérieure à 500 W et une durée d'impulsion inférieure à 200 ns, fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 9 000 nm et 11 000 nm;

N.B. : Ces spécifications ne se rapportent pas au contrôle des lasers industriels à dioxyde de carbone de puissance plus élevée (typiquement de 1 à 5 kW) utilisés dans des applications telles que la découpe et le soudage puisque lesdits lasers fonctionnent soit en régime continu soit en régime pulsé avec une largeur d'impulsion supérieure à 200 ns.

- h) Lasers à excitation par impulsions (XeF, XeCl, KrF) avec une fréquence de récurrence d'impulsions supérieure à 250 Hz et une puissance moyenne de sortie supérieure à 500 W, fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 240 et 360 nm;
- i) Appareils de déplacement Raman à parahydrogène conçus pour fonctionner à une longueur d'onde de sortie de 16 μm avec une fréquence de récurrence supérieure à 250 Hz.

Note technique : Les machines-outils, les dispositifs de mesure ainsi que la technologie associée qui peuvent être utilisés dans l'industrie nucléaire sont contrôlés dans les articles 1.2 et 1.3. de la présente liste.

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

- a) Spectromètres de masse à plasma à couplage inductif (SM/PCI)
- b) Spectromètres de masse à décharge lumineuse (SMDL)
- c) Spectromètres de masse à ionisation thermique (SMIT)
- d) Spectromètres de masse à bombardement d'électrons ayant une chambre de source constituée, revêtue ou recouverte de plaques de matériaux résistant à l' UF_6
- e) Spectromètres de masse à faisceau moléculaire comme suit :
 - 1) Ayant une chambre de source constituée, revêtue ou recouverte de plaques en acier inoxydable ou en molybdène et ayant un piège à froid capable de refroidir jusqu'à 193 K (- 80 °C) ou moins, ou
 - 2) Ayant une chambre de source constituée, revêtue ou recouverte de plaques en matériaux résistant à l' UF_6 , ou
- f) Spectromètres de masse équipés d'une source ionique à microfluoration conçus pour être utilisés avec des actinides ou des fluorures actinides,

à l'exception

des spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever "en continu" des échantillons d'alimentation, de produit ou de rejets des flux de gaz UF_6 et possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- 1) Résolution unitaire pour une masse supérieure à 320;
- 2) Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou plaquées au nickel;
- 3) Sources d'ionisation à bombardement par électrons;
- 4) Possédant un système collecteur permettant l'analyse isotopique.

3.8. Transducteurs de pression capables de mesurer la pression absolue en tout point de l'intervalle 0-13 kPa, équipés de capteurs de pression constitués ou protégés par du nickel, des alliages de nickel contenant plus de 60 % de nickel en poids, d'aluminium ou d'alliages d'aluminium, comme suit :

- 1) Transducteurs ayant une déviation totale inférieure à 13 kPa et une précision supérieure à ± 1 % de la déviation totale;
- 2) Transducteurs ayant une déviation totale égale ou supérieure à 13 kPa et une précision supérieure à ± 130 Pa.

Notes techniques :

1. Les transducteurs de pression sont des dispositifs qui convertissent les mesures de pression en un signal électrique.
2. Aux fins de la présente rubrique, la "précision" englobe la non-linéarité, l'hystérésis et la répétabilité.

3.9. Vannes à soufflet d'une dimension nominale égale ou supérieure à 5 mm (0,2 in.), entièrement constituées ou revêtues d'aluminium, d'alliages d'aluminium, de nickel ou d'un alliage contenant 60 % ou plus de nickel, à fonctionnement manuel ou automatique.

Note : Dans le cas des vannes ayant des diamètres d'entrée et de sortie différents, le paramètre "dimension nominale" ci-dessus renvoie au diamètre le plus petit.

3.10. Electro-aimants solénoïdaux supraconducteurs possédant toutes les caractéristiques suivantes :

- a) Capables de créer des champs magnétiques de plus de 2 teslas (20 kilogauss);
- b) Avec un rapport L/D (longueur divisée par le diamètre intérieur) supérieur à 2;
- c) Avec un diamètre intérieur supérieur à 300 mm; et
- d) Avec un champ magnétique uniforme (mieux que 1 %) sur les 50 % centraux du volume intérieur.

Note : Cet article ne comprend pas les aimants spécialement conçus et exportés comme parties de systèmes médicaux d'imagerie à résonance magnétique nucléaire (RMN). Il est entendu que les termes "comme parties de" ne signifient pas nécessairement faisant matériellement partie du même envoi. Des envois séparés provenant de sources différentes sont autorisés à condition que les documents d'exportation s'y rapportant précisent clairement le rapport "partie de".

- 3.11. Pompes à vide avec un col d'entrée de 38 cm (15 in.) ou plus, une capacité de pompage égale ou supérieure à 15 000 litres/seconde et capables de produire un vide final meilleur que 10^{-4} torrs ($1,33 \times 10^{-4}$ mbars).

Note technique :

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

- 3.12. Alimentations en courant fort continu capables de produire en permanence, pendant une période de 8 heures, 100 V ou plus, avec une intensité de courant égale ou supérieure à 500 ampères et une régulation du courant ou de la tension meilleure que 0,1 %.

- 3.13. Alimentations en courant continu haute tension capables de produire en permanence, pendant une période de 8 heures, 20 000 V ou plus, avec une intensité de courant égale ou supérieure à 1 ampère et une régulation du courant ou de la tension meilleure que 0,1 %.

- 3.14. Séparateurs isotopiques électromagnétiques conçus pour ou munis de sources d'ions uniques ou multiples capables de fournir un flux ionique total égal ou supérieur à 50 mA.

Notes :

1. Le présent article s'applique aux séparateurs capables d'enrichir les isotopes stables ainsi que ceux utilisés pour l'uranium. Un séparateur capable de séparer les isotopes de plomb avec une différence d'une unité de masse est intrinsèquement capable d'enrichir les isotopes d'uranium avec une différence de masse de trois unités.
2. Le présent article comprend les séparateurs dont les sources et collecteurs d'ions se trouvent tous deux dans le champ magnétique ainsi que les configurations dans lesquelles ils sont extérieurs au champ.
3. Une source unique d'ions de 50 mA produira moins de 3 g d'uranium hautement enrichi séparé par an à partir d'uranium naturel.

4. EQUIPEMENTS LIES AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU LOURDE

(Autres que les articles de la Liste de base)

- 4.1. Charges spéciales à utiliser lors de la séparation de l'eau lourde de l'eau ordinaire et constituées d'un tamis en bronze phosphoreux (traité chimiquement de manière à améliorer sa mouillabilité) et conçues pour être utilisées dans des colonnes de distillation à vide.
- 4.2. Pompes faisant circuler des solutions d'un catalyseur amide de potassium dilué ou concentré dans de l'ammoniac liquide (KNH_2/NH_3) et possédant l'ensemble des caractéristiques suivantes :
- a) Etanchéité totale à l'air (c'est-à-dire hermétiquement scellées);
 - b) Pour les solutions amides de potassium concentrées (1 % ou plus), pression de régime de 1,5-60 MPa (15-600 atmosphères (atm)); pour les solutions amides de potassium diluées (moins de 1 %), pression de régime de 20-60 MPa (200-600 atm); et
 - c) Capacité supérieure à 8,5 m³/h (5 cu. ft. par minute).
- 4.3. Colonnes d'échange à plateaux eau-acide sulfhydrique fabriquées en acier fin au carbone d'un diamètre égal ou supérieur à 1,8 m qui peut fonctionner à une pression nominale égale ou supérieure à 2 MPa (300 psi), et contacteurs internes pour ces colonnes.

Notes :

1. Pour les colonnes spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde, voir INFCIRC/254/Part.1.
2. Les contacteurs internes des colonnes sont des plateaux segmentés ayant un diamètre assemblé effectif égal ou supérieur à 1,8 m, sont conçus pour faciliter le contact à contre-courant et sont fabriqués en matériaux résistant à l'action corrosive de mélanges eau/acide sulfhydrique. Il peut s'agir de plateaux perforés, de plateaux à soupapes, de plateaux à cloches ou de plateaux à grille.
3. Dans cette rubrique, on entend par "acier fin au carbone" un acier dont l'austénite a un numéro granulométrique ASTM (ou norme équivalente) égal ou supérieur à 5.
4. Dans cette rubrique, on entend par "matériaux résistant à l'action corrosive de mélanges eau/acide sulfhydrique" un acier inoxydable dont la teneur en carbone est égale ou inférieure à 0,03 %.

- 4.4. Colonnes de distillation cryogénique à hydrogène possédant toutes les propriétés suivantes :
- a) Conçues pour fonctionner à des températures intérieures égales ou inférieures à - 238 °C (35 K);
 - b) Conçues pour fonctionner à une pression intérieure de 0,5 à 5 MPa (5 à 50 atm);
 - c) Fabriquées en aciers inoxydables à grain fin appartenant à la série 300 avec une faible teneur en soufre, ou des matériaux équivalents cryogéniques et compatibles avec H₂; et
 - d) Avec un diamètre intérieur égal ou supérieur à 1 m et une longueur effective égale ou supérieure à 5 m.

Note technique : Pour cet article, on entend par "aciers inoxydables à grain fin" des aciers austénitiques inoxydables ayant un numéro granulométrique ASTM (ou norme équivalente) égal ou supérieur à 5.

- 4.5. Convertisseurs ou unités à synthétiser l'ammoniac dans lesquels le gaz de synthèse (azote et hydrogène) est enlevé d'une colonne d'échange ammoniac/hydrogène à haute pression et l'ammoniac synthétique est renvoyé à la colonne en question.
- 4.6. Turbodétendeurs ou ensembles turbodétendeur-compresseur conçus pour fonctionner au-dessous de 35 K et pour un débit d'hydrogène égal ou supérieur à 1 000 kg/h.

5. EQUIPEMENTS DE DEVELOPPEMENT DE SYSTEMES D'IMPLOSION

5.1. Générateurs de radiographie éclair ou accélérateurs pulsés d'électrons ayant une énergie maximale égale ou supérieure à 500 keV comme suit, à l'exception des accélérateurs qui constituent des composants de dispositifs destinés à d'autres fins que le rayonnement de faisceaux électroniques ou de rayons X (microscopie électronique par exemple) et ceux destinés à des fins médicales :

- a) Ayant une énergie électronique de pointe de l'accélérateur égale ou supérieure à 500 keV mais inférieure à 25 MeV et un facteur de mérite (K) égal ou supérieur à 0,25, K étant défini comme suit :

$$K = 1,7 \times 10^3 V^2,65 Q$$

où V est l'énergie électronique de pointe en millions d'électronvolts et Q la charge totale accélérée en coulombs lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est inférieure ou égale à $1 \mu s$; lorsque la durée d'impulsion du faisceau d'accélération est supérieure à $1 \mu s$, Q est la charge maximale accélérée en $1 \mu s$ [Q est égale à l'intégrale de i par rapport à t , divisée par $1 ms$ ou la durée de l'impulsion du faisceau selon la valeur la moins élevée ($Q = \int idt$), i étant le courant du faisceau en ampères et t le temps en secondes], ou

- b) Ayant une énergie électronique de pointe de l'accélérateur égale ou supérieure à 25 MeV et une puissance de pointe supérieure à 50 MW [puissance de pointe = (potentiel de pointe en volts) x (courant de pointe du faisceau en ampères)].

Note technique :

Durée de l'impulsion du faisceau. Dans les machines basées sur des cavités d'accélération à micro-ondes, la durée de l'impulsion du faisceau est égale soit à 1 ms soit à la durée du groupe de faisceaux résultant d'une impulsion de modulation des micro-ondes, selon la valeur la plus petite.

Courant de pointe des faisceaux. Dans les machines basées sur des cavités d'accélération à micro-ondes, le courant de pointe des faisceaux est le courant moyen pendant la durée du groupe de faisceaux.

5.2. Canons à étages multiples à gaz léger ou autres systèmes à canons à grande vitesse (systèmes à bobine, systèmes électromagnétiques ou électrothermiques, ou autres systèmes avancés) capables d'accélérer des projectiles jusqu'à 2 km par seconde ou plus.

5.3. Caméras à miroir à rotation mécanique, comme suit, et composants spécialement conçus pour ces caméras :

- a) Caméras à images ayant une cadence d'enregistrement supérieure à 225 000 images par seconde;

- b) Caméras à fente ayant une vitesse d'inscription supérieure à 0,5 mm par microseconde;

Note technique : Les composants de ces caméras comprennent leurs dispositifs électroniques de synchronisation et leurs assemblages de rotors constitués par les turbines, les miroirs et les supports.

5.4. Caméras et tubes électroniques à fente et à images comme suit :

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

5.5. Instruments spécialisés pour expériences hydrodynamiques comme suit :

- a) Interféromètres de vitesse pour mesurer les vitesses supérieures à 1 km par seconde pendant des intervalles inférieurs à 10 μ s. (VISAR, interféromètres Doppler-laser, DLI, etc.);
- b) Jauges au manganin pour des pressions supérieures à 100 kilobars; ou
- c) Transducteurs de pression à quartz pour des pressions supérieures à 100 kilobars.

6. EXPLOSIFS ET EQUIPEMENTS CONNEXES

6.1. Détonateurs et systèmes d'amorçage à points multiples (fil à exploser, percuteur, etc.)

- a) Détonateurs d'explosifs à commande électrique comme suit :
 - 1) amorce à pont (AP)
 - 2) fil à exploser (FE)
 - 3) percuteur, et
 - 4) initiateurs à feuille explosive (IFE)
- b) Systèmes utilisant un détonateur unique ou plusieurs détonateurs conçus pour amorcer pratiquement simultanément une surface explosive (de plus de 5 000 mm²) à partir d'un signal unique de mise à feu (avec un temps de propagation de l'amorçage sur la surface en question inférieur à 2,5 µs).

Description plus précise :

Les détonateurs en question utilisent tous un petit conducteur électrique (amorce à pont, fil à exploser ou feuille) qui se vaporise avec un effet explosif lorsqu'une impulsion électrique rapide à haute intensité passe par ledit conducteur. Dans les détonateurs de type "non percuteur", le conducteur à explosion amorce une détonation chimique dans un matériau de contact fortement explosif comme le PETN (tétranitrate de pentaérythritol). Dans les détonateurs à percuteur, la vaporisation à action explosive du conducteur électrique amène un "percuteur" à passer au-dessus d'un écartement et l'impact du percuteur sur un explosif amorce une détonation chimique. Dans certains cas, le percuteur est actionné par une force magnétique. L'expression détonateur "à feuille explosive" peut se référer à un détonateur AP ou à un détonateur à percuteur. De même, le terme "initiateur" est parfois employé au lieu du terme "détonateur".

Les détonateurs qui n'utilisent que des explosifs primaires, comme l'azoture de plomb, ne doivent pas être soumis à un contrôle.

6.2. Composants électroniques pour les appareils de mise à feu (dispositifs de commutation et condensateurs à décharge d'impulsions).

6.2.1. Dispositifs de commutation

- a) Tubes à cathode froide (y compris les tubes au krytron à gaz et les tubes au spraytron à vide), qu'ils soient ou non remplis de gaz, fonctionnant de manière similaire à un éclateur à étincelle, comprenant trois électrodes ou plus et possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1) Tension anodique nominale de pointe égale ou supérieure à 2 500 V,
 - 2) Courant de plaque nominal de pointe égal ou supérieur à 100 A,
 - 3) Temporisation de l'anode égale ou inférieure à 10 µs, et

- b) Eclateurs à étincelle déclenchés avec une temporisation de l'anode égale ou inférieure à 15 μ s et prévus pour un courant de pointe égal ou supérieur à 500 A;
- c) Modules ou assemblages à commutation rapide possédant toutes les caractéristiques suivantes :
 - 1) Tension anodique nominale de pointe supérieure à 2 000 V,
 - 2) Courant de plaque nominal de pointe égal ou supérieur à 500 A, et
 - 3) Temps de commutation égal ou inférieur à 1 μ s.

6.2.2. Condensateurs possédant les caractéristiques suivantes :

- a) Tension nominale supérieure à 1,4 kV, accumulation d'énergie supérieure à 10 J, capacité supérieure à 0,5 μ F et inductance série inférieure à 50 nH, *ou*
- b) Tension nominale supérieure à 750 V, capacité supérieure à 0,25 μ F et inductance série inférieure à 10 nH.

6.3. Dispositifs de mise à feu et générateurs d'impulsions équivalents à haute intensité (pour détonateurs commandés), comme suit :

- a) Dispositifs de mise à feu de détonateurs d'explosions conçus pour actionner les détonateurs à commande multiple indiqués à l'article 6.1 ci-dessus;
- b) Générateurs d'impulsions électriques modulaires (contacteurs à impulsions) conçus pour une utilisation portative, mobile, ou exigeant une robustesse élevée (y compris les dispositifs de commande à lampe à xénon), possédant l'ensemble des caractéristiques suivantes :
 - 1) Capables de fournir leur énergie en moins de 15 μ s;
 - 2) Ayant une intensité supérieure à 100 A;
 - 3) Ayant un temps de montée inférieur à 10 μ s dans des charges inférieures à 40 ohms. (Le temps de montée est défini comme étant l'intervalle entre des amplitudes de courant de 10 % à 90 % lors de l'actionnement d'une charge ohmique.);
 - 4) Enfermés dans un boîtier étanche aux poussières;
 - 5) N'ayant aucune dimension supérieure à 25,4 cm (10 in.);
 - 6) Pesant moins de 25 kg (55 lbs); et
 - 7) Conçus pour être utilisés à l'intérieur d'une vaste gamme de températures (- 50 °C à 100 °C) ou conçus pour une utilisation aérospatiale.

6.4. Explosifs ou substances ou mélanges contenant plus de 2 % des produits suivants :

- a) Cyclotétraméthylènetétranitramine (HMX);
- b) Cyclotriméthylènetrinitramine (RDX);
- c) Triaminotrinitrobenzène (TATB);
- d) Tout explosif ayant une densité cristalline supérieure à $1,8 \text{ g/cm}^3$ et une vitesse de détonation supérieure à 8 000 m/s; ou
- e) Hexanitrostilbène (HNS).

7. EQUIPEMENTS ET COMPOSANTS POUR ESSAIS NUCLEAIRES

- 7.1. Oscilloscopes et enregistreurs de signaux transitoires et composants spécialement conçus comme suit : plaques embrochables, amplificateurs extérieurs, préamplificateurs, dispositifs d'échantillonnage et tubes à rayons cathodiques pour oscilloscopes analogiques.
- a) Oscilloscopes analogiques non modulaires ayant une "largeur de bande" égale ou supérieure à 1 GHz
 - b) Systèmes à oscilloscope analogique modulaire possédant une des deux caractéristiques suivantes :
 - i) Une unité centrale ayant une "largeur de bande" égale ou supérieure à 1 GHz, ou
 - ii) Des modules embrochables à "largeur de bande" individuelle égale ou supérieure à 4 GHz
 - c) Oscilloscopes analogiques d'échantillonnage pour l'analyse de phénomènes récurrents avec une "largeur de bande" effective supérieure à 4 GHz
 - d) Oscilloscopes numériques et enregistreurs de signaux transitoires employant des techniques de conversion analogique-numérique, capables de stocker des phénomènes transitoires en prélevant suivant un programme séquentiel des échantillons uniques à des intervalles successifs inférieurs à 1 ns (supérieurs à 1 giga-échantillon par seconde), convertissant en numérique jusqu'à une résolution de 8 bits ou plus et mettant en mémoire 256 échantillons ou plus.

Note technique : Par "largeur de bande", il convient d'entendre la bande des fréquences dans laquelle la déflexion sur le tube à rayons cathodiques ne descend pas en dessous de 70,7 % de celle enregistrée au point maximal et mesurée avec une tension constante à l'entrée de l'amplificateur de l'oscilloscope.

- 7.2. Tubes photomultiplicateurs ayant une surface photocathodique supérieure à 20 cm² et possédant un temps de montée de l'impulsion anodique inférieure à 1 ns.
- 7.3. Générateurs d'impulsions rapides avec une tension de sortie supérieure à 6 V dans une charge ohmique de moins de 55 ohms et un temps de transition des impulsions inférieur à 500 ps (défini comme étant l'intervalle entre une amplitude de tension de 10 % et de 90 %).

8. DIVERS

- 8.1. Systèmes générateurs de neutrons, y compris les tubes, conçus pour fonctionner sans installation de vide extérieure et utilisant l'accélération électrostatique pour déclencher une réaction nucléaire tritium-deutérium.
- 8.2. Equipement se rapportant à la manipulation et au traitement de matières nucléaires ainsi qu'aux réacteurs nucléaires comme suit :
- 8.2.1. Télémanipulateurs utilisables pour accomplir des actions lors d'opérations de séparation radiochimiques et dans des cellules de haute activité comme suit :
- a) Capables de traverser une paroi de cellule de 0,6 m ou plus ("passage par le mur");
 - b) Capables de passer par-dessus le sommet d'une paroi de cellule ayant une épaisseur égale ou supérieure à 0,6 m ("passage par-dessus le mur").
- Note : Les télémanipulateurs transmettent les actions des opérateurs humains à un bras manipulateur et à un dispositif terminal à distance. Ils peuvent être du type "maître-esclave" ou être commandés par un manche à balai ou un clavier.
- 8.2.2. Fenêtres de protection contre les rayonnements à haute densité (verre au plomb ou autre matière), ayant plus de 0,09 m² du côté froid, une densité supérieure à 3 g/cm³ et une épaisseur égale ou supérieure à 100 mm ainsi que les cadres spécialement conçus à cet effet.
- 8.2.3. Caméras TV résistant aux effets des rayonnements, ou objectifs pour ces caméras, spécialement conçues ou réglées pour résister aux effets des rayonnements, capables de supporter plus de 5 x 10⁴ Gy (silicium) (5 x 10⁶ rads (silicium)) sans dégradation fonctionnelle.
- 8.3. Tritium, composés de tritium et mélanges contenant du tritium dans lesquels le rapport du tritium à l'hydrogène en atomes est supérieur à 1 partie par millier, et produits ou dispositifs qui contiennent l'une quelconque de ces substances, à l'exception :
D'un produit ou d'un dispositif ne contenant pas plus de 1,48 GBq (40 Ci) de tritium sous quelque forme que ce soit.
- 8.4. Installations, usines et équipements pour le tritium, comme suit :
- 1. Installations ou usines de production, régénération, extraction, concentration ou manipulation de tritium;

2. Equipements pour ces installations ou ces usines, comme suit :
 - a) Unités de réfrigération de l'hydrogène ou de l'hélium capables de refroidir jusqu'à - 250 °C (23 K) ou moins, avec une capacité d'enlèvement de la chaleur supérieure à 150 watts, ou
 - b) Systèmes de stockage et de purification des isotopes d'hydrogène utilisant des hydrures métalliques comme support de stockage ou de purification.

- 8.5. Catalyseurs au platine spécialement conçus ou préparés pour favoriser la réaction d'échange d'isotopes d'hydrogène entre l'hydrogène et l'eau en vue de la régénération du tritium de l'eau lourde ou pour la production d'eau lourde.

- 8.6. Hélium 3 ou hélium enrichi en hélium 3, mélanges contenant de l'hélium 3, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces substances, à l'exception :
D'un produit ou d'un dispositif qui contient moins de 1 g d'hélium 3.

- 8.7. Radionucléides émetteurs alpha ayant une période alpha de dix jours ou plus mais de moins de 200 ans, composés et mélanges contenant l'une quelconque de ces radionucléides avec une activité alpha totale de 1 Ci par kg (37 GBq/kg) ou plus, et produits ou dispositifs contenant l'une quelconque de ces substances, à l'exception :
D'un produit ou d'un dispositif contenant moins de 3,7 GBq (100 millicuries) d'activité alpha.

- 8.8. Installations, usines et équipements pour la séparation des isotopes du lithium, comme suit :
 1. Installations ou usines de séparation des isotopes du lithium;
 2. Equipements pour la séparation des isotopes du lithium, comme suit :
 - a) Colonnes garnies pour les échanges liquide-liquide, spécialement conçues pour les amalgames de lithium;
 - b) Pompes pour les amalgames de mercure et/ou de lithium;
 - c) Cellules électrolytiques pour les amalgames de lithium;
 - d) Evaporateurs pour solution concentrée de lithine.

APPENDICE A L'ANNEXE

Spécifications détaillées pour les machines-outils (Article 1.2 de la Liste des articles à double usage dans le domaine nucléaire soumis à un contrôle à l'exportation)

1.2. Unité de "commande numérique", machines-outils à "commande numérique" et "logiciel" spécialement conçu, comme suit :

- a) Note : Pour les unités de "commande numérique" contrôlées par le logiciel associé, voir la section c) 2).
- b) Machines-outils, comme suit, pour enlever ou couper des métaux, des céramiques ou des matières composites qui, conformément aux spécifications techniques du fabricant, peuvent être équipées de dispositifs électroniques pour une "commande de contournage" simultanée selon deux axes ou plus :

- 1) Tours dont la "précision de positionnement", lorsque toutes les compensations sont disponibles, est inférieure à (meilleure que) 0,006 mm le long de tout axe linéaire (positionnement global) pour les machines capables d'usiner des diamètres supérieurs à 35 mm.

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

- 2) Machine-outils à fraiser possédant l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

- a) "Précision de positionnement", lorsque toutes les compensations sont disponibles, inférieure à (meilleure que) 0,006 mm le long de tout axe linéaire (positionnement global);

- b) Deux axes rotatifs de contournage ou plus.

Note : Ce point ne s'applique pas aux machines à fraiser ayant les caractéristiques suivantes :

- a) Course sur l'axe X supérieure à 2 m;

- b) "Précision de positionnement" globale sur l'axe X supérieure à (moins bonne que) 0,030 mm.

3) Machine-outil à rectifier possédant l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

- a) "Précision de positionnement", lorsque toutes les compensations sont disponibles, inférieure à (meilleure que) 0,004 mm le long de tout axe linéaire (positionnement global);
- b) Deux axes rotatifs de contournage ou plus.

Note : Les machines à rectifier ci-après sont exclues :

- a) Machines à rectifier les surfaces de révolution extérieures, intérieures et extérieures-intérieures possédant l'ensemble des caractéristiques suivantes :
 - 1) Limitées à la rectification cylindrique;
 - 2) Pièce à travailler d'un diamètre extérieur de 150 mm au maximum;
 - 3) Pas plus de deux axes pouvant être coordonnés simultanément pour une "commande de contournage";
 - 4) Pas d'axe c de contournage.
 - b) Machines à rectifier en coordonnées ayant des axes limités à x, y, c et a, l'axe c étant utilisé pour maintenir la meule perpendiculaire à la surface de travail, alors que l'axe a a été conçu pour rectifier les cames périphériques;
 - c) Affûteuse avec "logiciel" spécialement conçu pour la production d'outils ou de lames; ou
 - d) Machines à rectifier les vilebrequins ou les arbres à came.
- 4) Machines d'usinage par étincelage (EDM) du type sans fil ayant deux axes rotatifs de contournage, ou plus, pouvant être coordonnés simultanément pour une "commande de contournage".

Note : Les degrés de "précision de positionnement" garantis peuvent être utilisés à la place des différents protocoles d'essai pour chaque modèle de machine-outil pour lequel on recourt à la procédure d'essai ISO convenue.

Notes techniques :

1. La nomenclature des axes doit être conforme à la Norme internationale ISO 841, "Commande numérique des machines - Nomenclature des axes et des mouvements".

2. Ne sont pas compris dans le nombre total d'axes rotatifs de contournage les axes rotatifs parallèles secondaires de contournage dont la ligne centrale est parallèle à l'axe rotatif primaire.
3. Les axes rotatifs ne doivent pas nécessairement effectuer une rotation de 360°. Un axe rotatif peut être actionné par un dispositif linéaire comme, par exemple, une vis ou un dispositif à crémaillère.

c) "Logiciel"

- 1) "Logiciel" spécialement conçu ou modifié pour le "développement", la "production" ou l'"utilisation" d'équipements des sous-catégories a) ou b) ci-dessus qui sont soumis à un contrôle.
- 2) "Logiciel" pour toute combinaison de dispositifs électroniques ou pour tout système permettant à ces dispositifs de fonctionner comme une unité de "commande numérique" capable de commander cinq axes à interpolation ou plus qui peuvent être coordonnés simultanément pour une "commande de contournage".

Note 1 : Le "logiciel" est contrôlé, qu'il soit exporté séparément ou qu'il réside dans une unité de "commande numérique" ou tout dispositif ou système électronique.

Note 2 : Le "logiciel" spécialement conçu ou modifié par les fabricants de l'unité de commande ou de la machine-outil pour faire fonctionner une machine-outil non soumise à un contrôle n'est pas contrôlé.

Note technique : Définition des termes

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

"Commande de contournage" - deux mouvements ou plus exécutés suivant des instructions qui désignent à la fois la position assignée suivante et la vitesse d'avance vers cette position. Ces vitesses d'avance varient suivant une relation qui les lie les unes aux autres de façon à produire le contour désiré (réf. : ISO/DIS 2806-1980).

"Commande numérique" - commande automatique d'un processus réalisée par un dispositif qui interprète des données numériques introduites en général au fur et à mesure du déroulement du processus (réf. ISO 2382).

"Laser" - assemblage de composants qui produisent une lumière cohérente amplifiée par une émission stimulée de rayonnements.

"Logiciel" - ensemble d'un ou de plusieurs "programmes" ou "microprogrammes" fixé sur tout support matériel d'expression.

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

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

"Précision de positionnement"

La "précision de positionnement" de machines-outils à "commande numérique" doit être déterminée et présentée conformément au paragraphe 2.13, en association avec les exigences ci-dessous :

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

- 1) Pendant 12 heures avant et durant les mesures, la machine-outil et l'équipement de mesure de précision seront conservés à la même température ambiante. Pendant la période qui précède les mesures, les chariots de la machine seront continuellement soumis aux phases de travail de la même manière qu'ils seront soumis aux phases de travail pendant les mesures de précision;
- 2) La machine sera équipée de tout dispositif de compensation mécanique, électronique ou logiciel qui doit être exporté avec la machine;
- 3) La précision des instruments de mesure utilisés pour les mesures sera au moins quatre fois plus précise que la précision attendue de la machine-outil;
- 4) L'alimentation en énergie pour l'actionnement des chariots sera comme suit :
 - i) La variation de la tension du réseau ne sera pas supérieure à ± 10 % de la tension de régime nominale;
 - ii) La variation de la fréquence ne sera pas supérieure à ± 2 Hz de la fréquence normale;
 - iii) Les pertes en ligne et les interruptions de courant ne sont pas autorisées;

b) Programme d'essai (paragraphe 4) :

- 1) La vitesse d'avance (vitesse des chariots) pendant les mesures sera la vitesse d'avance rapide;

N.B. : Dans le cas de machines-outils qui produisent des surfaces de qualité optique, la vitesse d'avance sera égale ou inférieure à 50 mm par minute.

- 2) Les mesures seront effectuées conformément au système de mesure incrémentielle d'une limite de déplacement de l'axe jusqu'à l'autre limite sans retourner à la position de départ pour chaque mouvement jusqu'au point visé;
 - 3) Les axes qui ne sont pas en train d'être mesurés seront maintenus à mi-trajet pendant le contrôle d'un axe.
- c) Présentation des résultats des essais (paragraphe 2) :

Les résultats des mesures doivent comprendre :

- 1) La "précision de positionnement" (A) *et*
- 2) L'erreur moyenne de réversibilité (B).

"Programmabilité accessible à l'utilisateur" :

La possibilité pour l'utilisateur d'introduire, de modifier ou de remplacer des "programmes" à l'aide de moyens autres

- a) Qu'un changement matériel au niveau des câbles ou des inter-connexions; ou
- b) Que l'introduction de commandes de fonctions, y compris l'entrée de paramètres. *peuple français estime que la politique est erronée. Nous vivons dans un monde interdépendant. Nul ne saurait expliquer pourquoi le Gouvernement français se considère comme étant quelque peu à l'écart.*

"Programme" - suite d'instructions permettant d'accomplir un processus ou convertible en une forme pouvant être exécutée par un ordinateur.