

1. calcul et modification automatiques des données de programmes pièces pour l'usinage, selon deux axes ou plus, au moyen de cycles de mesure et de l'accès à des données de base ; *ou par*
 2. «commande adaptative» avec plus d'une variable physique mesurée et traitement au moyen d'un modèle de calcul (stratégie) pour modifier une ou plusieurs instructions relatives à l'usinage afin d'optimiser le processus ;
1022. 1. a. 2. b. capables de recevoir en direct (en ligne) et de traiter des données de conception assistée par ordinateur (CAO), en vue de la préparation interne des instructions machine ; *ou*
1022. 1. a. 2. c. capables, conformément aux spécifications techniques du fabricant, sans modification, de recevoir des cartes supplémentaires qui permettraient d'augmenter au-delà des niveaux d'embargo prévus au paragraphe 1022.1. le nombre d'axes d'interpolation pouvant être coordonnés simultanément pour la «commande de contournage», même si elles ne contiennent pas lesdites cartes ;
1022. 1. b. «cartes de commande de mouvement» spécialement conçues pour des machines-outils et présentant l'une des caractéristiques suivantes :
1. interpolation de plus de quatre axes ;
 2. capacité de «traitement en temps réel» décrite à l'alinéa 1022.1.a.2.a. ; *ou*
 3. capacité de réception et de traitement de données de conception assistée par ordinateur (CAO) décrite à l'alinéa 1022.1.a.2.b. ;
1022. 1. c. machines-outils, comme suit, pour l'enlèvement ou la découpe des métaux, céramiques ou matériaux «composites», pouvant, conformément aux spécifications techniques du fabricant, être équipées de dispositifs électroniques pour la «commande de contournage» simultanée sur deux axes ou plus :
1022. 1. c. 1. machines-outils de tournage, de rectification, de fraisage, ou toute combinaison de celles-ci :
- a. ayant deux axes ou plus pouvant être coordonnés simultanément pour la «commande de contournage» ; *et*
 - b. présentant l'une des caractéristiques suivantes :
 1. deux axes de rotation de contournage ou plus ;
- Note technique :**
L'axe c sur les rectifieuses en coordonnées utilisées pour assurer la perpendicularité de la meule par rapport au plan de travail n'est pas considéré comme constituant un axe de rotation de contournage.
2. une ou plusieurs «broches basculantes» de contournage ;
- NOTE :**
L'alinéa 1022.1.c.1.b.2. s'applique uniquement aux machines-outils de rectification ou de fraisage.
3. «voile» (déplacement axial) en un tour de la broche inférieur à (meilleur que) 0,0006 mm lecture complète de l'aiguille (TIR) ;
- NOTE :**
L'alinéa 1022.1.c.1.b.3. s'applique uniquement aux machines-outils de tournage.
4. «faux-rond de rotation» en un tour de la broche inférieur à (meilleur que) 0,0006 mm lecture complète de l'aiguille (TIR) ;
 5. précisions de positionnement, avec toutes les corrections disponibles, inférieures à (meilleures que) :
 - a. 0,001° sur l'un quelconque des axes de rotation ; *ou*
 - b. 1. 0,004 mm le long de l'un quelconque des axes linéaires (positionnement global) pour les machines de rectification ;
 2. 0,006 mm le long de l'un quelconque des axes linéaires (positionnement global) pour les machines de tournage ou de fraisage ; *ou*

NOTE :

L'alinéa 1022.1.c.1.b.5. ne vise pas les machines-outils de fraisage ou de tournage avec une précision de positionnement le long d'un seul axe, avec toutes les corrections disponibles, égale ou supérieure à (moins bonne que) 0,005 mm.

Note technique :

La précision de positionnement de machines-outils à «commande numérique» doit être déterminée et présentée selon la norme ISO/DIS 230/2, paragraphe 2.13, et conformément aux conditions suivantes :

a. conditions d'essai (paragraphe 3) :

1. au cours des 12 heures précédant les mesures et pendant ces dernières, la machine-outil et les équipements de mesure de la précision doivent être maintenus à la même température ambiante. Au cours de la période qui précède les mesures, les chariots de la machine seront cyclés de façon continue, de la même manière que seront prises les mesures de précision ;
2. la machine devra être équipée de toute compensation (mécanique, électronique ou par logiciel) devant être exportée avec elle ;
3. la précision des équipements de mesure devra être au moins quatre fois plus fine que la précision prévue de la machine-outil ;
4. l'alimentation en énergie des systèmes d'entraînement de chariots devra être la suivante :
 - a. la variation de la tension du secteur ne devra pas dépasser $\pm 10\%$ de la tension nominale ;
 - b. la variation de la fréquence ne devra pas dépasser de ± 2 Hz la fréquence normale ;
 - c. les mises hors secteur ou interruptions de service ne sont pas autorisées ;

b. programme d'essai (paragraphe 4) :

1. la vitesse d'avance (vitesse des chariots) au cours des mesures devra être la vitesse transversale rapide ;

N.B. :

Dans le cas de machines-outils produisant des surfaces de qualité optique, la vitesse d'avance sera égale ou inférieure à 50 mm/mn ;

2. les mesures devront être effectuées de façon incrémentielle, d'une limite du déplacement de l'axe à l'autre, sans retour à la position de départ pour chaque mouvement vers la position souhaitée ;
3. les axes ne faisant pas l'objet de mesures devront être retenus à mi-course au cours de l'essai d'un axe ;

c. présentation des résultats des essais (paragraphe 2) :

les résultats des mesures devront inclure :

1. la précision de positionnement (A) ; *et*
2. l'erreur d'inversion moyenne (B).

1022. 1. c. 1. b. 6. a. précision de positionnement de la machine inférieure à (meilleure que) 0,007 mm ; *et*
- b. mouvement du chariot pour tous les chariots sur une commande inférieure à 0,5 micromètre à partir de l'arrêt tel qu'il se positionne dans les limites de $\pm 20\%$ de la valeur commandée ;

Note technique :

Essai de mouvement pour un incrément de commande minimal (mouvement du chariot à partir de l'arrêt) :

Il n'est procédé à cet essai que si la machine-outil est équipée d'une unité de commande et si l'incrément minimal de cette dernière est inférieur à (meilleur que) 0,5 micromètre. La machine sera préparée pour l'essai conformément