

---

---

## Outils diamant CVD — Catégorisation

*CVD diamond tools — Categorization*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 22180:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f90059e3-8d21-4ea2-afd3-cc54c407bffa/iso-22180-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f90059e3-8d21-4ea2-afd3-cc54c407bffa/iso-22180-2019>



## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 22180:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f90059e3-8d21-4ea2-afd3-cc54c407bffa/iso-22180-2019>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

	Page
<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Classification des outils diamant CVD</b> .....	<b>2</b>
4.1 Outils à revêtement en diamant CVD.....	2
4.2 Outils à couche épaisse en diamant CVD.....	3
4.3 Classification des outils diamant CVD.....	4
<b>Annexe A (informative) Procédés de fabrication – Synthèse du diamant CVD</b> .....	<b>6</b>
<b>Annexe B (informative) Modifications du revêtement en diamant CVD</b> .....	<b>7</b>
<b>Annexe C (informative) Structure et caractéristiques des outils MCD et PCD</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe D (informative) Fabrication d'outils à revêtement en diamant CVD</b> .....	<b>12</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>16</b>

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 22180:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f90059e3-8d21-4ea2-afd3-cc54c407bffa/iso-22180-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f90059e3-8d21-4ea2-afd3-cc54c407bffa/iso-22180-2019>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

(standards.iteh.ai)

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 29, *Petit outillage*, sous-comité SC 9, *Outils à arêtes de coupe définies, éléments coupants, porte-outils, éléments relatifs aux attachements et interfaces*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# Outils diamant CVD — Catégorisation

## 1 Domaine d'application

Le présent document traite des outils diamant dont les tranchants sont fabriqués en diamant CVD, soit comme une seule pièce, soit comme revêtement. Les spécifications de l'outil sont différenciées entre les outils revêtus de diamant CVD (revêtements à couche mince en diamant CVD) et les outils avec plaquette de coupe en diamant CVD.

Selon l'ISO 513, les outils en diamant CVD peuvent être classés sous les catégories "revêtements durs en métaux durs et céramiques" et "diamant polycristallin sans liant". Afin de différencier les outils en diamant CVD des outils en diamant monocristallin synthétique ou naturel (MCD ou diamant monocristallin) ou en diamant fritté à phase liante (PCD ou diamant polycristallin), la structure et les caractéristiques des outils MCD et PCD à phase liante sont également brièvement décrites.

## 2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### **brasage actif**

procédé d'assemblage du diamant à un substrat métallique au moyen d'un alliage de brasage

Note 1 à l'article: L'alliage de brasage contient des éléments dits actifs (par exemple, le titane) qui forment des carbures insaturés avec les atomes de carbone du diamant et lient ainsi le diamant au matériau de brasage. Le brasage de ce type s'effectue sous vide ou en atmosphère gazeuse.

### 3.2

#### **dépôt chimique en phase vapeur CVD**

procédé de fabrication du diamant dans la plupart des cas à basse pression et à des températures de dépôt de 600 °C à 1000 °C

Note 1 à l'article: Des revêtements en diamant polycristallin sans liant et même des monocristaux peuvent être produits.

### 3.3

#### **synthèse haute pression haute température synthèse HPHT**

procédé de fabrication du diamant à une pression d'environ 6 GPa et des températures  $T$  comprises entre 1 400 °C et 1 800 °C

Note 1 à l'article: Il n'est possible de fabriquer des monocristaux que par synthèse HPHT.

**3.4**  
**diamant monocristallin**  
**MCD**

diamant modifié de manière naturelle ou synthétique [à partir d'une *synthèse HPHT* (3.3)] utilisé comme matériau de coupe

**3.5**  
**diamant polycristallin**  
**PCD**

matériau de coupe en diamant fabriqué par un procédé de frittage à haute pression et haute température en deux étapes [*synthèse HPHT* (3.3)]

Note 1 à l'article: Les cristallites de diamant qui sont produites dans différentes tailles de cristallite à la première étape (par *synthèse HPHT*) sont frittées dans une matrice de cobalt lors de la deuxième étape.

**3.6**  
**pièce**

cristallites de diamant produites dans différentes tailles de cristallite à la première étape frittées dans une matrice de cobalt lors de la deuxième étape.

Note 1 à l'article: En raison des conditions de synthèse, la pièce est un disque cylindrique d'une épaisseur  $s_D$  de 300  $\mu\text{m}$  à 2 000  $\mu\text{m}$ .

**3.7**  
**plaquette de coupe**

plaquette en matériau de coupe ultra-dur, brasée sur un *porte-outil* (3.9) et utilisée comme partie coupante

**3.8**  
**carbure cimenté**

matériau de substrat qui se compose d'une phase de métal dur et d'une phase liante pour l'utilisation comme outils coupants en couche mince recouverts de diamant CVD (3.2)

Note 1 à l'article: Le carbure de monotungstène (WC) comme métal dur combiné avec du cobalt (Co) comme phase liante sont communément appelés WC-Co. Les carbures cimentés peuvent également se composer de trois phases: la phase carbure de monotungstène (WC) comme phase alpha, la phase liante (Co, Ni, etc.) comme phase bêta et tout autre carbure individuel ou combiné (TiC, Ta, NbC, etc.) comme phase gamma.

**3.9**  
**porte-outils**

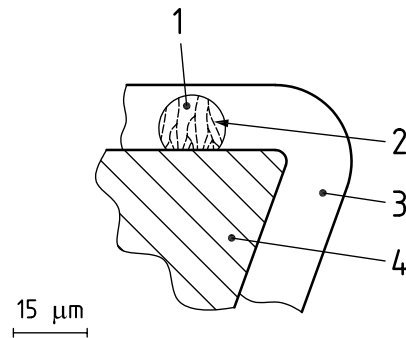
plaquette jetable ou queue d'outil dont un coin a été rectifié et une *plaquette de coupe* (3.7) ultra-dure a été brasée

## 4 Classification des outils diamant CVD

### 4.1 Outils à revêtement en diamant CVD

Les outils fabriqués en diamant CVD peuvent être subdivisés en deux types: les outils à revêtement en diamant CVD (outils à couche mince en diamant CVD) dans lesquels un revêtement avec une épaisseur  $s_D$  normalement comprise entre 1  $\mu\text{m}$  et 40  $\mu\text{m}$  est déposé directement sur le corps de l'outil, reproduisant sa forme, et les outils avec une plaquette de coupe en diamant CVD. La [Figure 1](#) illustre la structure d'un revêtement en diamant CVD. Un exemple d'outil à revêtement en diamant CVD est illustré à la [Figure 2](#).

Le procédé de fabrication du diamant de synthèse CVD est représenté à l'[Annexe A](#).



### Légende

- 1 grain de diamant
- 2 joint de grain
- 3 couche de diamant CVD
- 4 substrat de l'outil

**Figure 1 — Structure du revêtement en diamant CVD**



**Figure 2 — Exemple d'un outil à revêtement en diamant CVD**

Des exemples de modifications du revêtement en diamant CVD sont présentés à l'[Annexe B](#).

## 4.2 Outils à couche épaisse en diamant CVD

Les outils à couche épaisse en diamant CVD sont constitués d'une couche de diamant polycristallin autoportante normalement comprise entre 20  $\mu\text{m}$  et 2 000  $\mu\text{m}$  qui est déposée puis découpée en sections géométriques, comme indiqué à la [Figure 3](#). Comme le PCD, ils sont ensuite brasés en tant que plaquettes de coupe sur un porte-outil ([Figure 4](#)). La principale différence par rapport aux pièces PCD est qu'aucun liant n'est nécessaire.

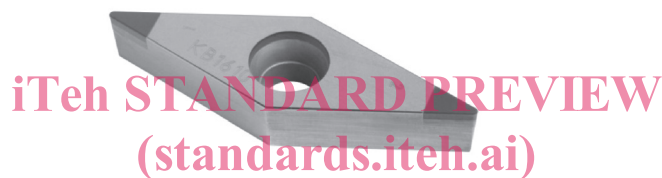


**Légende**

- 1 grain de diamant
- 2 joints de grain
- a Côté poli du substrat

**Figure 3 — Structure d'une couche épaisse en diamant CVD**

La structure et les caractéristiques des outils MCD et PCD sont données à l'[Annexe C](#).



**Figure 4 — Exemple d'outil à couche épaisse en diamant CVD**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f90059e3-8d21-4ea2-afd3-5f546718ff00/iso-22180-2019>

Depuis 2005, la synthèse basse pression (procédé CVD) est également utilisée pour la synthèse de diamant monocristallin CVD (CVD-MCD). Cette modification du diamant a des applications dans l'électronique et l'optique ainsi que dans la technologie d'usinage, comme le montre la [Figure 3](#).

**4.3 Classification des outils diamant CVD**

Le [Tableau 1](#) montre un exemple courant de classification des outils diamant CVD.

NOTE L'utilisation des outils diamant CVD n'est pas limitée aux exemples donnés au [Tableau 1](#).



Tableau 1 — Classification des outils diamantés CVD

	Classification des outils diamant CVD	
	Outils diamant CVD	Outils à couche épaisse en diamant CVD
Épaisseur, $s_D$ ( $\mu\text{m}$ )	1 à 40	20 à 2 000
Matériau du substrat	Carbure cémenté WC-Co avec du cobalt ayant une fraction massique maximale de 12 %. Parmi les substrats céramiques, la céramique à base de silicium	Le silicium s'est imposé comme substrat jetable et le molybdène comme substrat réutilisable. En outre, le titane ou les alliages de cuivre sont des matériaux de substrat possibles.
Matériau de support		Matériau à braser en diamant CVD
Outils applicables	Forets, outils de taraudage et fraises, micro-outils, outils de grand diamètre, plaquettes amovibles pour tournage et fraisage, sinusoïdales.	Plaquettes jetables pour tournage, perçage et fraisage ainsi que dans les outils à arbre tournant.
Post-traitement (Traitement final)	Le but du post-traitement est de donner à l'outil le rayon de l'arête de coupe requis pour la coupe ou l'enlèvement des copeaux ou de créer une surface minimisée par frottement sur le côté de la croissance brut du film du diamant.	En règle générale, les exigences de qualité élevées ne peuvent être satisfaites que par les procédés mécaniques de rectification, de rodage et de polissage comme étape finale de l'usinage <sup>a</sup>
<p><sup>a</sup> Pendant longtemps, ces outils diamants se caractérisaient par une production avec seulement des géométries de pointe bidimensionnelles. Aujourd'hui, ils peuvent également être réalisés avec des géométries complexes ou tridimensionnelles de pointe. Une modification géométrique supplémentaire des parties coupantes en diamant peut être obtenue par découpe au laser ou, dans le cas d'un diamant en CVD électriquement conducteur, par électroérosion (EDM) afin de créer des contours ou des rainures de pointe. L'EDM est rendu possible par le dopage au bore lors du dépôt.</p>		

La fabrication d'outils à revêtement en diamant CVD est donnée à l'[Annexe D](#).

ISO 22180:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f90059e3-8d21-4ea2-afd3-cc54c407bffa/iso-22180-2019>

## Annexe A (informative)

### Procédés de fabrication – Synthèse du diamant CVD

Les techniques CVD permettent de déposer le diamant directement sur une série de matériaux et de géométries de base. En particulier dans le domaine de l'usinage, où des performances plus élevées et un meilleur rapport coût-efficacité dans le traitement de nouveaux matériaux difficiles à usiner sont toujours exigés, une série d'outils en diamant CVD a été développée et est disponible sur le marché.

Le diamant CVD polycristallin provenant de phases gazeuses est généralement fabriqué dans la plage de basse pression comprise entre 1 hPa et 100 hPa. Un plasma ou une activation thermique de la phase gazeuse est nécessaire. Les procédés utilisés dans l'industrie pour le dépôt de couches minces de diamant CVD sont le procédé CVD à filament chaud et le procédé CVD par plasma à courant élevé. Pour les films de diamant CVD, on utilise généralement des procédés plasma avec excitation par micro-ondes ou par courant continu.

Pour le dépôt de diamant CVD à filament chaud (HFCVD), la phase gazeuse est activée par des filaments de tungstène, de tantale ou d'un autre métal réfractaire à des températures de filaments d'environ 2 000 °C à 2 800 °C. Pour les méthodes CVD assistées par plasma (PACVD), les plasmas hyperfréquences (MW PACVD) ou les plasmas à courant continu (DC PACVD) sont généralement utilisés pour l'activation en phase gazeuse. La phase gazeuse à activer comprend généralement de l'hydrogène plus un mélange de méthane ou d'un autre hydrocarbure comme source de carbone. Cet adjuvant se situe dans la plage de fraction volumique de 0,5 à 5 %.

Les taux de dépôt de diamant dépendent d'une part du procédé d'activation des paramètres de procédé CVD associés et d'autre part des matériaux et géométries à revêtir. Dans le domaine des outils en diamant CVD, les taux de dépôt varient entre 0,3 µm/h et 10 µm/h environ pour la fabrication de couches épaisses de diamant CVD par des méthodes activées par plasma.

La conductivité électrique - et donc l'usinage par électroérosion des diamants CVD - peut être obtenue par dopage: le bore est incorporé lors du dépôt du diamant. Le dopage peut cependant avoir divers effets sur le comportement des diamants CVD utilisés comme matériau de coupe.

## Annexe B (informative)

### Modifications du revêtement en diamant CVD

Afin d'améliorer les performances des revêtements en diamant CVD, la technologie de revêtement CVD conforme au VDI 2840 offre la possibilité d'effectuer diverses modifications du revêtement de diamant. Les différentes modifications ont des propriétés de matériau différentes et peuvent à ce titre déterminer les propriétés de l'outil coupant. La couche épaisse de diamant CVD autonome a une morphologie de film microcristallin alors que les systèmes de couche mince de diamant CVD sont classés en systèmes microcristallins, nanocristallins et multicouches.

Les films microcristallins ont des grains à structure en colonnes, avec moins de joints de grain, ce qui signifie que la plus haute qualité de couche mince diamant CVD et la résistance à l'usure abrasive peut être obtenue. En raison de la taille plus petite des cristallites, les films en diamant nanocristallins ont un plus grand nombre de joints de grains (voir la [Figure B.1](#)). La [Figure B.2](#) indique la surface de rupture d'un film de diamant nanocristallin. Ces revêtements se caractérisent par une faible rugosité superficielle, de bonnes propriétés de frottement et une grande résistance à l'usure des adhésifs, et conviennent parfaitement au traitement après le dépôt. La résistance à la fissuration est également améliorée, car le nombre élevé de joints de grain rend plus difficile la propagation des fissures.

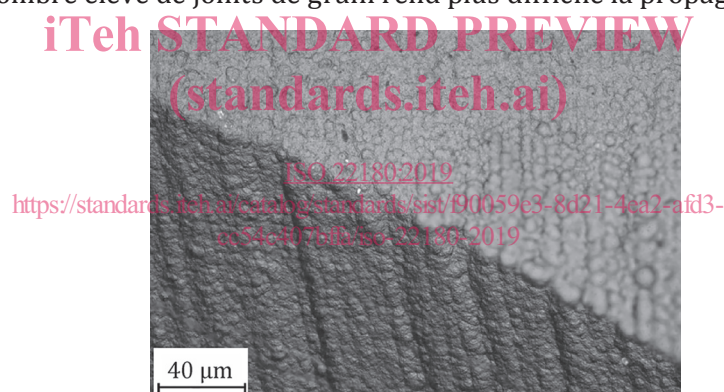


Figure B.1 — Arête de coupe avec revêtement en diamant CVD (exemple)

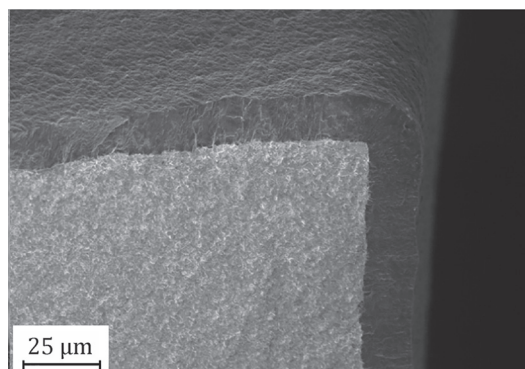


Figure B.2 — Substrat de carbure et revêtement de diamant (exemple)

Si les conditions du procédé de dépôt des films de diamant microcristallin et nanocristallin sont alternées pendant le procédé de revêtement, on obtient un revêtement multicouche de diamant avec une qualité de surface presque identique à celle obtenue avec des films de diamant nanocristallin pur