

Première édition  
2021-12

---

---

---

**Spécification géométrique des  
produits (GPS) — État de surface:  
Méthode du profil —**

**Partie 3:  
Opérateurs de spécification**

iT Standards  
Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture:  
Profile —  
(<https://specificationoperators.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 21920-3:2021](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/378ad936-6cdd-4cfb-9560-5eb1cf2298ac/iso-21920-3-2021>



Numéro de référence  
ISO 21920-3:2021(F)

© ISO 2021

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.iteh.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 21920-3:2021](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/378ad936-6cdd-4cfb-9560-5eb1cf2298ac/iso-21920-3-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

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  
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>Introduction .....</b>	<b>v</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 Opération de spécification complète .....</b>	<b>2</b>
4.1 Introduction .....	2
4.2 Généralités .....	2
4.3 Réglages par défaut généraux .....	2
4.4 Réglages par défaut basés sur la spécification .....	3
4.4.1 Règles générales .....	3
4.4.2 Réglages par défaut basés sur $N_{ic}$ ou $Scn$ .....	4
4.4.3 Réglages par défaut pour Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx et Rt basés sur la limite supérieure de tolérance .....	5
4.4.4 Réglages par défaut pour Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx et Rt basés sur les limites de tolérance bilatérales .....	6
4.4.5 Réglages par défaut pour Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx et Rt basés sur la limite inférieure de tolérance .....	6
4.4.6 Réglages par défaut pour Pt .....	7
<b>5 Valeurs d'attribut par défaut des paramètres de ISO 21920-2 .....</b>	<b>8</b>
5.1 Généralités .....	8
5.2 Valeurs d'attribut par défaut des paramètres hauteur et des paramètres d'espacement .....	8
5.3 Valeurs d'attribut par défaut des fonctions du taux de longueur portante et des paramètres associés .....	8
5.4 Valeurs d'attribut par défaut des paramètres de volume .....	8
5.5 Valeurs d'attribut par défaut des paramètres de motifs .....	9
<b>6 Unités par défaut des paramètres de l'ISO 21920-2 .....</b>	<b>9</b>
6.1 Généralités .....	9
6.2 Paramètres de hauteur .....	9
6.3 Paramètres d'espacement .....	10
6.4 Paramètres hybrides .....	10
6.5 Fonctions du taux de longueur portante et paramètres associés .....	10
6.6 Paramètres de volume .....	11
6.7 Paramètres de motifs .....	12
<b>Annexe A (informative) Comment déterminer des opérateurs de spécification .....</b>	<b>13</b>
<b>Annexe B (informative) Exemples pour la détermination de réglages par défaut .....</b>	<b>15</b>
<b>Annexe C (informative) Modifications majeures par rapport à l'ISO 4288 .....</b>	<b>23</b>
<b>Annexe D (informative) Réglages pour l'évaluation d'un état de surface de profil en l'absence de spécification .....</b>	<b>24</b>
<b>Annexe E (informative) Vue d'ensemble des normes de profil et de surface dans le modèle de matrice GPS .....</b>	<b>27</b>
<b>Annexe F (informative) Relation avec le modèle de matrice GPS .....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>29</b>

## 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 reçus 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.

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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 290, *Spécification dimensionnelle et géométrique des produits, et vérification correspondante*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette première édition annule et remplace l'ISO 4288:1996, qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 4288:1996/Cor. 1:1998.

Les principales modifications par rapport à l'ISO 4288:1996 sont les suivantes

- pas de distinction entre les profils périodiques et non périodiques;
- la base des valeurs par défaut est l'indication du dessin;
- la règle d'acceptation de la tolérance maximale est la règle d'acceptation de tolérance par défaut;
- pour la détermination de la position de profil, les défauts de surface sont considérés comme faisant partie de la surface spécifiée dans le cas par défaut.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 21920 se trouve sur le site web de l'ISO.

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).

## Introduction

Le présent document est une norme de spécification géométrique des produits (GPS) qui doit être considérée comme une norme GPS générale (voir l'ISO 14638). Elle influence le maillon C des chaînes de normes concernant le profil et l'état de surface de profil.

Le modèle de matrice ISO/GPS de l'ISO 14638 donne une vue d'ensemble du système ISO/GPS, dont le présent document fait partie. Les règles fondamentales du système ISO/GPS fournies dans l'ISO 8015 s'appliquent au présent document et les règles de décision par défaut indiquées dans l'ISO 14253-1 s'appliquent aux spécifications élaborées conformément au présent document, sauf indication contraire.

Pour de plus amples informations sur les relations de la présente partie de l'ISO 21920 avec les autres normes et la matrice GPS, voir l'[Annexe F](#).

Le présent document spécifie les opérateurs de spécification conformément à l'ISO 17450-2.

Dans le présent document, les paramètres sont écrits en termes abrégés avec des suffixes en minuscules (comme dans Rq) qui sont utilisés dans la documentation du produit, les dessins et les fiches techniques.

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 21920-3:2021](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/378ad936-6cdd-4cfb-9560-5eb1cf2298ac/iso-21920-3-2021>



# Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil —

## Partie 3: Opérateurs de spécification

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie l'opérateur de spécification complet pour l'état de surface par les méthodes de profil.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 21920-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Partie 1: Indication des états de surface*

ISO 21920-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Partie 2: Termes, définitions et paramètres d'états de surface*

ISO 16610-21, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 21: Filtres de profil linéaires: Filtres gaussiens*

[ISO 21920-3:2021](https://standards.iteh.ai/ISO%2021920-3:2021)

<https://standards.iteh.ai/ISO%2016610-31>, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 31: Filtres de profil robustes: Filtres de régression gaussiens*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de ISO 21920-1 et ISO 21920-2 ainsi que les 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 <https://www.electropedia.org/>

#### 3.1

#### classe de réglage

*Scn*

identifiant permettant de définir les réglages par défaut

Note 1 à l'article: Les classes de réglage spécifiques sont Sc1, Sc2, Sc3, Sc4 et Sc5.

Note 2 à l'article: La classe de réglage spécifie la colonne correspondante des [Tableaux 2 à 6](#).

## 4 Opération de spécification complète

### 4.1 Introduction

Pour les éléments de spécification non explicitement spécifiés (voir l'ISO 21920-1) et les opérateurs de spécification souvent utilisés, les réglages par défaut sont utilisés. Les réglages par défaut ne garantissent pas que la spécification sera en corrélation avec la fonctionnalité d'une surface.

L'avantage des opérateurs de spécification par défaut donnés en [4.3](#) et [4.4](#) est de simplifier les indications du dessin.

### 4.2 Généralités

L'opération de spécification complète (voir l'ISO 17450-2) comprend tous les opérateurs requis pour une spécification non ambiguë. Elle comprend un ensemble complet ordonné d'opérations de spécification non ambiguës dans un ordre non ambigu. Pour les états de surface de profil, l'opération de spécification complète définit tous les critères de réglage.

La base des réglages par défaut est l'indication du dessin selon l'ISO 21920-1. Pour les paramètres R il faut spécifier soit la classe de réglage, soit l'indice d'imbrication du filtre L de profil. Pour les paramètres W il faut spécifier soit la classe de réglage, soit l'indice d'imbrication du filtre S de profil.

Pour les paramètres R de rugosité Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx, Rt et pour Pt, tous les réglages par défaut peuvent être spécifiés par la spécification de la limite de tolérance, voir [4.4.3](#) à [4.4.6](#).

Un organigramme illustrant la manière générale de déterminer les opérateurs de spécification est donné à l'[Annexe A](#). Des exemples pour la détermination des réglages par défaut sont donnés à l'[Annexe B](#). L'[Annexe C](#) donne une vue d'ensemble des changements les plus importants dans la détermination des réglages par défaut selon le présent document par rapport à l'ISO 4288. Une recommandation pour le choix des réglages en l'absence de spécification est donnée à l'[Annexe D](#). L'[Annexe E](#) donne une vue d'ensemble des normes de profil et de surface dans le modèle de matrice GPS.

**NOTE 1** Il n'y a pas de distinction entre les profils périodiques et les profils non périodiques.

**NOTE 2** Le présent document décrit des opérateurs de spécification; pour la vérification, la règle suivante s'applique: "l'opérateur de vérification est la mise en œuvre physique de l'opérateur de spécification. Il peut comporter exactement les mêmes opérations dans le même ordre, auquel cas l'incertitude de méthode est nulle, ou comporter différentes opérations ou les réaliser dans un ordre différent, auquel cas l'incertitude de méthode n'est pas nulle" [SOURCE: ISO 8015:2011, 5.10.1].

**NOTE 3** Il n'existe pas de valeurs par défaut pour les profils électromagnétiques.

### 4.3 Réglages par défaut généraux

Lors de la spécification d'un état de surface par la méthode du profil, la surface est l'élément tolérancé. Par conséquent, la direction et la position de profil font partie intégrante de la spécification. Les imperfections et les défauts de surface font partie de la surface spécifiée et doivent être pris en compte lors de la détermination des emplacements du profil, sauf indication contraire.

Le [Tableau 1](#) présente les réglages par défaut généraux, indépendants du type de paramètre spécifié.

**NOTE** Considérer les imperfections et les défauts de surface comme faisant partie de la surface spécifiée constitue un changement par rapport à l'ISO 4288.

**Tableau 1 — Réglages par défaut généraux**

Critère	Réglage par défaut
Procédure d'extraction de profil	Profil mécanique
Direction de profil	La direction donnant les valeurs maximales des paramètres de hauteur (perpendiculaire à la direction dominante des stries).
Position de profil	<p>La position de profile dépend de la règle d'acceptation de la tolérance selon l'ISO 21920-1.</p> <p>Pour la règle d'acceptation de la tolérance maximale: Mesure sur la partie de la surface sur laquelle les valeurs critiques peuvent être attendues. Si cet emplacement ne peut être clairement identifié, des profils distincts doivent être répartis également sur la surface.</p> <p>Pour la règle d'acceptation de tolérance de 16 % et pour la règle d'acceptation de tolérance médiane: Les traces uniformément réparties doivent être considérées comme représentant la totalité de la surface, voir NOTE 1.</p>
Type de tolérance	Limite supérieure de tolérance
Règle d'acceptation de tolérance	La règle d'acceptation de la tolérance maximale selon l'ISO 21920-1
Type de filtre S de profil	Filtre gaussien selon l'ISO 16610-21
Type de filtre L de profil (pour les paramètres R)	<p>Filtre gaussien selon ISO 16610-21</p> <p>Exception: le filtre L par défaut pour Rk, Rpk, Rvk, Rpkx, Rvkx, Rmrk1, Rmrk2, Rak1, Rak2, Rpq, Rmq et Rvq est le filtre gaussien robuste du second ordre selon l'ISO 16610-31, voir NOTE 2.</p>
Méthode d'association de l'opérateur F de profil et élément associé	Association suppression de la forme spécifiée avec la méthode des moindres carrés totaux, voir NOTES 3 et 4.

NOTE 1 Pour la vérification, cette partie de la surface peut être évaluée, par exemple, par contrôle visuel.

NOTE 2 Le changement de type de filtre par défaut pour Rk, Rpk, Rvk, Rpkx, Rvkx, Rmrk1, Rmrk2, Rak1, Rak2, Rpq, Rmq et Rvq conduit à une meilleure élimination des composantes à grande échelle et peut générer des valeurs légèrement différentes de ces paramètres par rapport aux valeurs obtenues sur la base de l'ancienne norme (ISO 13565-1).

NOTE 3 Pour la définition d'"Association", voir l'ISO 17450-1

NOTE 4 Pour un cercle, le rayon doit également être inclus dans l'optimisation par les moindres carrés et est considéré, par défaut, comme variable par rapport à la valeur nominale. L'opérateur F est appliqué à la longueur d'évaluation.

## 4.4 Réglages par défaut basés sur la spécification

### 4.4.1 Règles générales

Le présent paragraphe définit les réglages par défaut basés sur la spécification en plus des réglages par défaut généraux.

Si plusieurs paramètres sont spécifiés à l'intérieur d'un symbole graphique, le paramètre de la première ligne est utilisé pour sélectionner les réglages par défaut.

Si plus d'un élément de spécification est spécifié, l'élément de spécification qui est dans la ligne située le plus haut dans le tableau doit être utilisé pour définir la colonne pour tous les réglages par défaut non explicitement spécifiés dans les [Tableaux 2 à 6](#).

Si un indice d'imbrication  $N_{ic}$  non répertorié dans les [Tableaux 2 à 6](#) est spécifié, un deuxième élément de spécification doit être spécifié, par exemple, la classe de réglageScn, afin de définir la colonne pour tous les autres réglages non explicitement spécifiés.

Si un indice d'imbrication  $N_{is}$  non répertorié dans les [Tableaux 2 à 6](#) est spécifié, la distance maximale d'échantillonnage  $d_x$  doit être  $N_{is}/5$ , par exemple, si  $N_{is} = 5 \mu\text{m}$  la distance maximale d'échantillonnage  $d_x = 1 \mu\text{m}$ .

S'il y a une contradiction entre la direction de profil par défaut et la longueur de mesure par défaut, la direction de profil doit être respectée en premier.

NOTE Voir des exemples dans [B.1](#) à [B.8](#).

#### 4.4.2 Réglages par défaut basés sur $N_{ic}$ ou $Scn$

Pour tous les paramètres R de rugosité, à l'exception de Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx et Rt, l'une des spécifications suivantes doit figurer dans l'indication du dessin:

- l'indice d'imbrication  $N_{ic}$  du filtre L de profil ou
- la classe de réglage  $Scn$ .

Pour tous les paramètres W d'ondulation l'une des spécifications suivantes doit figurer dans l'indication du dessin:

- l'indice d'imbrication  $N_{ic}$  du filtre S de profil ou
- la classe de réglage  $Scn$ .

Pour tous les paramètres P, à l'exception de Pt, l'une des spécifications suivantes doit figurer dans l'indication du dessin:

- l'indice d'imbrication  $N_{is}$  du filtre S de profil ou
- la classe de réglage  $Scn$ .

Ceci définit les réglages par défaut dans la colonne correspondante dans le [Tableau 2](#), qui définit les réglages non explicitement spécifiés.

[ISO 21920-3:2021](#)

<https://standards.iteh.ai> Tableau 2 — Réglages par défaut basés sur  $N_{ic}$  ou  $Scn$  cf2298ac/iso-21920-3-2021

	Classe de réglage				
	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5
<b>Indice d'imbrication <math>N_{ic}</math> du filtre L de profil (coupure <math>\lambda_c</math>, pour les paramètres R) ou Indice d'imbrication <math>N_{ic}</math> du filtre S de profil (coupure <math>\lambda_c</math>, pour les paramètres W) mm</b>	0,08	0,25	0,8	2,5	8
<b>Longueur d'évaluation <math>l_e</math> mm</b>	0,4	1,25	4	12,5	40
	Exception: La longueur d'évaluation par défaut $l_e$ pour les paramètres P est la longueur de l'élément spécifié				
<b>Indice d'imbrication <math>N_{is}</math> du filtre S de profil (coupure <math>\lambda_s</math>) <math>\mu\text{m}</math></b>	2,5	2,5	2,5	8	25
<b>Distance d'échantillonnage maximale <math>d_x</math> <math>\mu\text{m}</math></b>	0,5	0,5	0,5	1,5	5

NOTE Pour les paramètres P, il n'y a pas de différence entre Sc1, Sc2 et Sc3 mais ces colonnes sont conservées pour garder la même structure que dans les [Tableaux 3 à 6](#).

**Tableau 2 (suite)**

	Classe de réglage				
	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5
<b>Rayon de pointe nominal maximal <math>r_{tip}</math> <math>\mu\text{m}</math></b>	2	2	2	5	10
Seulement pour les paramètres de longueur de section					
<b>Longueur de section <math>l_{sc}</math> mm</b>	0,08	0,25	0,8	2,5	8
	Exception: La longueur de section par défaut $l_{sc}$ pour les paramètres P de longueur de section est $l_e / 5$				
<b>Nombre de sections <math>n_{sc}</math></b>	5	5	5	5	5
NOTE Pour les paramètres P, il n'y a pas de différence entre Sc1, Sc2 et Sc3 mais ces colonnes sont conservées pour garder la même structure que dans les <a href="#">Tableaux 3 à 6</a> .					

#### 4.4.3 Réglages par défaut pour Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx et Rt basés sur la limite supérieure de tolérance

Les réglages par défaut pour Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx et Rt basés sur la limite supérieure de tolérance spécifiée U ou la classe de réglage spécifiée, Scn, sont donnés dans le [Tableau 3](#).

Si la classe de réglage est spécifiée, elle définit les réglages par défaut pour tous les éléments de spécification non spécifiés, même si d'autres éléments de spécification sont spécifiés.

**Tableau 3 — Réglages par défaut pour Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx et Rt basés sur la limite supérieure de tolérance**

	Classe de réglage				
	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5
<b>Paramètre spécifié</b>	<b>Limite supérieure de tolérance (U)</b>				
<b>Rz, <math>\mu\text{m}</math></b>	$U \leq 0,16$	$0,16 < U \leq 0,8$	$0,8 < U \leq 16$	$16 < U \leq 80$	$U > 80$
<b>Ra, <math>\mu\text{m}</math></b>	$U \leq 0,02$	$0,02 < U \leq 0,1$	$0,1 < U \leq 2$	$2 < U \leq 10$	$U > 10$
<b>Rp, <math>\mu\text{m}</math></b>	$U \leq 0,06$	$0,06 < U \leq 0,3$	$0,3 < U \leq 6$	$6 < U \leq 30$	$U > 30$
<b>Rv, <math>\mu\text{m}</math></b>	$U \leq 0,1$	$0,1 < U \leq 0,5$	$0,5 < U \leq 10$	$10 < U \leq 50$	$U > 50$
<b>Rq, <math>\mu\text{m}</math></b>	$U \leq 0,032$	$0,032 < U \leq 0,16$	$0,16 < U \leq 3,2$	$3,2 < U \leq 16$	$U > 16$
<b>Rzx, <math>\mu\text{m}</math></b>	$U \leq 0,23$	$0,23 < U \leq 1,15$	$1,15 < U \leq 23$	$23 < U \leq 115$	$U > 115$
<b>Rt, <math>\mu\text{m}</math></b>	$U \leq 0,26$	$0,26 < U \leq 1,3$	$1,3 < U \leq 26$	$26 < U \leq 130$	$U > 130$
<b>Indice d'imbrication <math>N_{ic}</math> du filtre L de profil (coupure <math>\lambda_c</math>) <math>\text{mm}</math></b>	0,08	0,25	0,8	2,5	8
<b>Longueur d'évaluation <math>l_e</math>, <math>\text{mm}</math></b>	0,4	1,25	4	12,5	40
<b>Indice d'imbrication <math>N_{is}</math> du filtre S de profil (coupure <math>\lambda_s</math>) <math>\mu\text{m}</math></b>	2,5	2,5	2,5	8	25
<b>Distance d'échantillonnage maximale <math>d_x</math> <math>\mu\text{m}</math></b>	0,5	0,5	0,5	1,5	5
<b>Rayon de pointe nominal maximal <math>r_{tip}</math> <math>\mu\text{m}</math></b>	2	2	2	5	10