



**Norme
internationale**

ISO 16610-21

**Spécification géométrique des
produits (GPS) — Filtrage —**

Partie 21:

**Filtres de profil linéaires: Filtres
gaussiens**

Geometrical product specifications (GPS) — Filtration —

Part 21: Linear profile filters: Gaussian filters

**Deuxième édition
2025-01**

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

[ISO 16610-21:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c0b9dacc-9a8e-4bd9-b652-d1f76dfd8930/iso-16610-21-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c0b9dacc-9a8e-4bd9-b652-d1f76dfd8930/iso-16610-21-2025>

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

[ISO 16610-21:2025](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/c0b9dacc-9a8e-4bd9-b652-d1f76dfd8930/iso-16610-21-2025)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/c0b9dacc-9a8e-4bd9-b652-d1f76dfd8930/iso-16610-21-2025>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2025

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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Caractéristiques du filtre gaussien pour les profils ouverts illimités	3
4.1 Généralités	3
4.2 Fonction de pondération gaussienne	3
4.3 Équations des filtres	4
4.3.1 Détermination de la composante latérale à grande échelle	4
4.3.2 Détermination de la composante latérale à petite échelle	5
4.4 Caractéristiques de transmission	5
4.4.1 Caractéristique de transmission de la composante latérale à grande échelle	5
4.4.2 Caractéristique de transmission de la composante latérale à petite échelle	6
5 Caractéristiques du filtre gaussien pour les profils fermés	7
5.1 Généralités	7
5.2 Fonction de pondération gaussienne	7
5.3 Équations des filtres	8
5.3.1 Détermination de la composante latérale à grande échelle	8
5.3.2 Détermination de la composante latérale à petite échelle	9
5.4 Caractéristiques de transmission	9
5.4.1 Caractéristique de transmission de la composante latérale à grande échelle	9
5.4.2 Caractéristique de transmission de la composante latérale à petite échelle	10
6 Séries de valeurs d'indice d'imbrication	11
7 Désignation des filtres	11
Annexe A (informative) Détails de mise en œuvre du filtre gaussien pour les profils ouverts	12
Annexe B (informative) Détails de mise en œuvre du filtre gaussien pour les profils fermés	24
Annexe C (informative) Relation avec le modèle de matrice de filtrage	29
Annexe D (informative) Relation avec le modèle de matrice GPS	30
Bibliographie	31

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).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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.

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 deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 16610-21:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- fournir des détails de la mise en œuvre des profils ouverts et fermés;
- fournir le traitement des effets de bord.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 16610 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.

Introduction

Le présent document est une norme de spécification géométrique des produits (GPS) et est à considérer comme une norme GPS générale (voir l'ISO 14638). Il influence les maillons C et E dans la structure de la matrice GPS.

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 principes fondamentaux du système ISO GPS donnés dans l'ISO 8015 s'appliquent au présent document et les règles de décision par défaut données dans l'ISO 14253-1 s'appliquent aux spécifications faites conformément au présent document, sauf indication contraire.

Pour plus d'informations sur la relation du présent document avec le modèle de matrice de filtrage, voir l'[Annexe C](#).

Pour de plus amples informations sur la relation du présent document avec les autres normes et le modèle de matrice GPS, voir l'[Annexe D](#).

Le présent document développe la terminologie et les concepts de filtres gaussiens linéaires pour les profils de surface. Les filtres gaussiens linéaires pour les profils de surface ont une transmission de 50 % pour les profils de surface sinusoïdaux de longueurs d'onde égales à la longueur d'onde de coupure. Il sépare les composantes latérales à grande échelle et à petite échelle des profils de surface de manière à ce que les profils de surface puissent être reconstruits sans altération.

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

[ISO 16610-21:2025](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c0b9dacc-9a8e-4bd9-b652-d1f76dfd8930/iso-16610-21-2025>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage —

Partie 21: Filtres de profil linéaires: Filtres gaussiens

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des filtres gaussiens linéaires pour le filtrage des profils de surface. Il définit, en particulier, la manière de séparer les composantes latérales à grande échelle et à petite échelle des profils de surface.

Les concepts présentés pour les profils fermés sont applicables au cas du filtrage de circularité. Le cas échéant, ces concepts peuvent être étendus aux profils fermés généralisés, en particulier pour les profils de surface présentant des éléments réentrants.

Les détails de la mise en œuvre sont donnés dans l'[Annexe A](#) pour les profils ouverts et dans l'[Annexe B](#) pour les profils fermés.

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 16610-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 1: Vue d'ensemble et concepts de base*

ISO 16610-20, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 20: Filtres de profil linéaires: Concepts de base*

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 16610-1, l'ISO 16610-20, l'ISO/IEC Guide 99, 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 profil de surface

ligne d'intersection entre la portion de surface et un plan idéal

Note 1 à l'article: L'orientation du plan idéal est en général perpendiculaire au plan tangent de la portion de surface.

Note 2 à l'article: Voir l'ISO 17450-1:2011, 3.3 et 3.3.1 pour la définition d'un plan idéal.

[SOURCE: ISO 16610-1:2015, 3.1.2, modifié — Note 2 à l'article remplacée.]

3.1.1

profil ouvert

profil de surface (3.1) de longueur finie comportant deux extrémités

Note 1 à l'article: Un profil ouvert a un support compact, c'est-à-dire qu'à l'intérieur d'un certain intervalle, les valeurs de hauteur d'un profil ouvert peuvent être égales à n'importe quel nombre réel. En dehors de l'intervalle, les valeurs de hauteur d'un profil ouvert sont fixées à zéro.

[SOURCE: ISO 16610-1:2015, 3.7, modifié — Note 1 à l'article remplacée.]

3.1.2

profil ouvert illimité

profil de surface (3.1) de longueur infinie sans extrémités

Note 1 à l'article: Dans le présent document, le terme «illimité» fait référence à l'axe X.

Note 2 à l'article: Le concept de profil ouvert illimité est idéal et ne s'applique pas à des profils de surface réels.

3.1.3

profil fermé

profil de surface (3.1) raccordé de longueur finie sans extrémités

Note 1 à l'article: Un profil fermé est une courbe fermée qui est périodique avec la longueur de période finie L .

Note 2 à l'article: Un exemple typique de profil fermé est celui d'une mesure de circularité.

[SOURCE: ISO 16610-1:2015, 3.8, modifié — Note 1 à l'article remplacée et Note 2 à l'article ajoutée.]

3.2

filtre de profil linéaire

filtre de profil qui sépare les *profils de surface* (3.1) en composantes latérales à grande échelle et à petite échelle et qui est aussi une fonction linéaire

Note 1 à l'article: Si F est une fonction et que X et Y sont des profils de surface, et si a et b sont indépendants de X et Y , alors dire que F est une fonction linéaire implique $F(aX + bY) = aF(X) + bF(Y)$.

[SOURCE: ISO 16610-20:2015, 3.1, modifié — Dans la définition «profils» a été remplacé par «profils de surface», «de longueur d'onde longue» par «latérales à grande échelle» et «de longueur d'onde courte» par «latérales à courte échelle»; Note 1 à l'article remplacée.]

3.3

fonction de pondération

fonction de calcul des composantes latérales à grande échelle par convolution des hauteurs des profils de surface avec cette fonction

Note 1 à l'article: La convolution (voir l'ISO 16610-20:2015, 4.1) effectue une moyenne mobile pondérée des hauteurs des profils de surface. La fonction de pondération, réfléchi sur l'axe X, définit les coefficients de pondération pour le processus de moyennage.

3.4

caractéristique de transmission d'un filtre

caractéristique qui indique la proportion suivant laquelle l'amplitude d'un profil de surface sinusoïdal est atténuée en fonction de sa longueur d'onde

Note 1 à l'article: La caractéristique de transmission est la transformée de Fourier de la *fonction de pondération* (3.3).

[SOURCE: ISO 16610-1:2015, 3.4, modifié — ajout de «de surface» après «profil».]

3.5

longueur d'onde de coupure

λ_c

longueur d'onde d'un profil de surface sinusoïdal dont 50 % de l'amplitude est transmise par le profil

Note 1 à l'article: Les filtres de profil linéaires sont identifiés par le type de filtre et la valeur de la longueur d'onde de coupure.

Note 2 à l'article: La longueur d'onde de coupure est l'indice d'imbrication pour les filtres de profil linéaires.

[SOURCE: ISO 16610-20:2015, 3.5, modifié — «surface» a été ajouté après «profil», «filtre de profil» a été remplacé par «profil» et dans la Note 2 à l'article, «recommandé» a été supprimé.]

3.6

ondulations par révolution

UPR

nombre entier d'ondulations sinusoïdales contenues dans un *profil fermé* (3.1.3)

Note 1 à l'article: Dans le présent document, l'UPR est une fréquence et est désignée par f .

3.7

fréquence de coupure en ondulations par révolution

f_c

fréquence en UPR d'un *profil fermé* (3.1.3) sinusoïdal dont 50 % de l'amplitude est transmise par le filtre de profil

4 Caractéristiques du filtre gaussien pour les profils ouverts illimités

4.1 Généralités

Dans cet article, le filtrage idéal des profils ouverts illimités est considéré. À cette fin, les profils ouverts illimités sont convolués avec la fonction de pondération gaussienne idéale de longueur infinie. Le traitement des profils ouverts est considéré dans l'[Annexe A](#).

4.2 Fonction de pondération gaussienne

La fonction de pondération gaussienne avec la longueur d'onde de coupure λ_c (voir la [Figure 1](#)) pour les profils ouverts illimités est définie conformément à la [Formule \(1\)](#):

$$s(v) = \frac{1}{\alpha \lambda_c} e^{-\pi \left(\frac{v}{\alpha \lambda_c} \right)^2} \quad (1)$$

où

v est la distance à partir du centre (maximum) de la fonction de pondération gaussienne;

$s(v)$ est la fonction de pondération gaussienne dépendant de v ;

λ_c est la longueur d'onde de coupure;

α est la constante permettant d'obtenir la caractéristique de transmission de 50 % à la longueur d'onde de coupure λ_c .

La constante α est donnée par la [Formule \(2\)](#):

$$\alpha = \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}} \approx 0,469 \ 7 \approx \frac{318}{677} \approx \frac{31}{66} \quad (2)$$

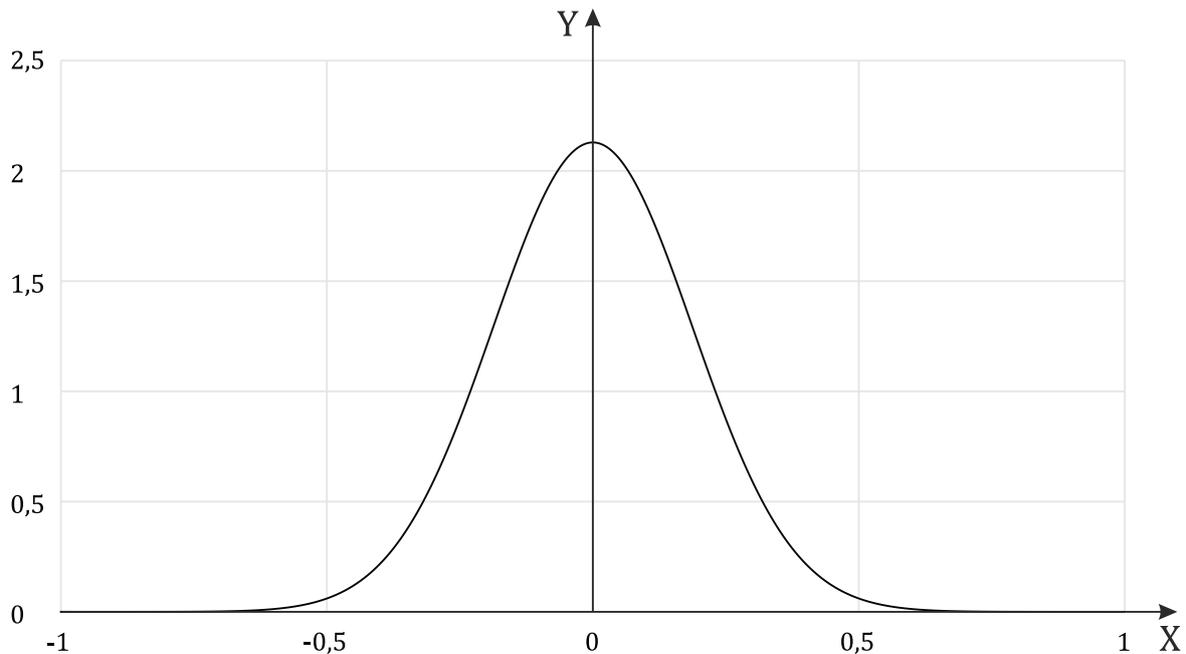
**Légende**X v/λ_c Y $s(v)\lambda_c$

Figure 1 — Fonction de pondération du filtre gaussien pour les profils ouverts illimités

4.3 Équations des filtres**4.3.1 Détermination de la composante latérale à grande échelle**

La composante latérale à grande échelle d'un profil ouvert illimité est déterminée par la convolution des hauteurs de ce profil ouvert illimité avec la fonction de pondération gaussienne conformément à la [Formule \(3\)](#):

$$w(x) = \int_{-\infty}^{\infty} z(u) s(x-u) du \quad (3)$$

où

x est la coordonnée x donnée;

u est la variable d'intégration le long de l'axe X du profil ouvert illimité;

$z(u)$ est le profil ouvert illimité dépendant de u ;

$s(x-u)$ est la fonction de pondération gaussienne réfléchie sur l'axe des ordonnées à la coordonnée x donnée et dépendant de u ;

$w(x)$ est la composante latérale à grande échelle du profil ouvert illimité dépendant de x .

4.3.2 Détermination de la composante latérale à petite échelle

La composante latérale à petite échelle d'un profil ouvert illimité est déterminée en soustrayant la composante latérale à grande échelle de ce profil ouvert illimité, [Formule \(3\)](#), de ce profil ouvert illimité conformément à la [Formule \(4\)](#):

$$r(x) = z(x) - w(x) \quad (4)$$

où

x est la coordonnée x donnée;

$z(x)$ est le profil ouvert illimité dépendant de x ;

$w(x)$ est la composante latérale à grande échelle du profil ouvert illimité dépendant de x ;

$r(x)$ est la composante latérale à petite échelle du profil ouvert illimité dépendant de x .

4.4 Caractéristiques de transmission

4.4.1 Caractéristique de transmission de la composante latérale à grande échelle

La caractéristique de transmission de la composante latérale à grande échelle d'un profil ouvert illimité (voir la [Figure 2](#)) est déterminée à partir de la fonction de pondération gaussienne au moyen de la transformée de Fourier et est donnée par la [Formule \(5\)](#):

$$\frac{a_1}{a_0} = e^{-\pi \left(\frac{\alpha \lambda_c}{\lambda} \right)^2} = 2^{-\left(\frac{\lambda_c}{\lambda} \right)^2} \quad (5)$$

où

a_0 est l'amplitude d'un profil ouvert illimité sinusoïdal avant filtrage;

a_1 est l'amplitude de ce profil ouvert illimité sinusoïdal après filtrage;

λ est la longueur d'onde de ce profil ouvert illimité sinusoïdal;

λ_c est la longueur d'onde de coupure;

α est la constante permettant d'obtenir la caractéristique de transmission de 50 % à la longueur d'onde de coupure λ_c et qui est définie conformément à la [Formule \(2\)](#).