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

**Partie 20:
Filtres de profil linéaires: Concepts de
base**

iTeh STANDARD PREVIEW

Geometrical product specifications (GPS) — Filtration —

(standards.iteh.ai)
Part 20: Linear profile filters: Basic concepts

[ISO/TS 16610-20:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/088fc4e6-1015-4118-8fdf-0005f68ac440/iso-ts-16610-20-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/088fc4e6-1015-4118-8fdf-0005f68ac440/iso-ts-16610-20-2006>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 16610-20:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/088fc4e6-1015-4118-8fdf-0005f68acfd0/iso-ts-16610-20-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/088fc4e6-1015-4118-8fdf-0005f68acfd0/iso-ts-16610-20-2006>

© ISO 2006

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Concepts de base	2
4.1 Généralités	2
4.2 Représentation discrète des données	3
4.3 Représentation discrète du filtre de profil linéaire	3
4.4 Représentation discrète de la fonction de pondération	4
5 Filtres de profil linéaires	5
5.1 Équations de filtres	5
5.2 Convolution discrète	6
5.3 Fonction de transfert	7
5.4 Bancs de filtres	9
Annex A (informative) Vue d'ensemble des concepts	11
Annex B (informative) Relations avec la matrice de filtrage	12
Annex C (informative) Relations avec la matrice GPS	13
Bibliographie	14

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

Dans d'autres circonstances, en particulier lorsqu'il existe une demande urgente du marché, un comité technique peut décider de publier d'autres types de documents normatifs:

- une Spécification publiquement disponible ISO (ISO/PAS) représente un accord entre les experts dans un groupe de travail ISO et est acceptée pour publication si elle est approuvée par plus de 50 % des membres votants du comité dont relève le groupe de travail;
- une Spécification technique ISO (ISO/TS) représente un accord entre les membres d'un comité technique et est acceptée pour publication si elle est approuvée par 2/3 des membres votants du comité.

Une ISO/PAS ou ISO/TS fait l'objet d'un examen après trois ans afin de décider si elle est confirmée pour trois nouvelles années, révisée pour devenir une Norme internationale, ou annulée. Lorsqu'une ISO/PAS ou ISO/TS a été confirmée, elle fait l'objet d'un nouvel examen après trois ans qui décidera soit de sa transformation en Norme internationale soit de son annulation.

L'attention est appelée 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.

L'ISO/TS 16610-20 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 213, *Spécification et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

L'ISO/TS 16610 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage*:

- *Partie 1: Vue d'ensemble et concepts de base*
- *Partie 20: Filtrage de profil linéaires: Concepts de base*
- *Partie 22: Filtrage de profil linéaires: Filtrage des splines*
- *Partie 29: Filtrage de profil linéaires: Ondes de splines*
- *Partie 31: Filtrage de profil robuste: Filtrage de régression gaussienne*
- *Partie 32: Filtrage de profil robuste: Filtrage des splines*

- *Partie 40: Filtres de profil morphologiques: Concepts de base*
- *Partie 41: Filtres de profil morphologiques: Filtre disque et filtre segment de droite horizontal*
- *Partie 49: Filtres de profil morphologiques: Techniques d'analyse par espace d'échelle*

Les parties suivantes sont en cours d'élaboration:

- *Partie 21: Filtres de profil linéaires: Filtres gaussiens*
- *Partie 26: Filtres de profil linéaires: Filtrage selon une grille nominale orthogonale de données planes*
- *Partie 27: Filtres de profil linéaires: Filtrage selon une grille nominale orthogonale de données cylindriques*
- *Partie 30: Filtres de profil robustes: Concepts de base*
- *Partie 42: Filtres de profil morphologiques: Filtres des motifs*
- *Partie 60: Filtres de surface linéaires: Concepts de base*
- *Partie 61: Filtres de surface linéaires: Filtres gaussiens*
- *Partie 62: Filtres de surface linéaires: Filtres splines*
- *Partie 69: Filtres de surface linéaires: Ondelettes splines*
- *Partie 70: Filtres de surface robustes: Concepts de base*
- *Partie 71: Filtres de surface robustes: Filtres de régression gaussiens*
- *Partie 72: Filtres de surface robustes: Filtres splines*
- *Partie 80: Filtres de surface morphologiques: Concepts de base*
- *Partie 81: Filtres de surface morphologiques: Filtres à sphères et segments horizontaux plans*
- *Partie 82: Filtres de surface morphologiques: Filtres des motifs*
- *Partie 89: Filtres de surface morphologiques: Techniques d'échelle d'analyse*

Introduction

La présente partie de l'ISO/TS 16610, qui traite de la spécification géométrique des produits (GPS), est une Spécification technique GPS globale (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence les maillons 3 et 6 de toutes les chaînes de normes.

Pour de plus amples informations sur les relations entre la présente partie de l'ISO/TS 16610 et la matrice GPS, voir l'Annexe C.

La présente partie de l'ISO/TS 16610 expose les concepts de base des filtres linéaires qui incluent les filtres splines, les ondelettes splines ainsi que le filtre gaussien normalisé (voir l'ISO 11562:1996).

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/TS 16610-20:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/088fc4e6-1015-4118-8fdf-0005f68acfd0/iso-ts-16610-20-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/088fc4e6-1015-4118-8fdf-0005f68acfd0/iso-ts-16610-20-2006>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage —

Partie 20:

Filtres de profil linéaires: Concepts de base

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO/TS 16610 expose les concepts de base des filtres de profil linéaires.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 11562:1996¹⁾, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Caractéristiques métrologiques des filtres à phase correcte*

ISO/TS 16610-1:2006, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 1: Vue d'ensemble et concepts de base*

Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM). BIPM, CEI, FICC, ISO, UICPA, UIPPA, OIML, 2^{ème} édition, 1993

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans le VIM, l'ISO/TS 16610-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

filtre de profil linéaire

filtre qui sépare les profils en composantes de longueur d'onde longue et composantes de longueur d'onde courte

3.2

filtre de profil (linéaire) à phase correcte

filtre de profil linéaire (3.1) qui ne crée pas de déphasages qui conduisent à des distorsions dissymétriques du profil

NOTE Les filtres à phase correcte sont un type particulier de ce que l'on appelle des filtres linéaires à phase, car tout filtre linéaire à phase peut être transformé (en décalant simplement sa fonction de pondération) en filtre à phase nulle qui est un filtre à phase correcte.

1) Sera remplacée par l'ISO 16610-21.

3.3 fonction de pondération
fonction utilisée pour le calcul de la ligne moyenne, qui indique, pour chaque point, le poids des autres points du profil situés au voisinage de celui-ci

NOTE La caractéristique de transmission de la ligne moyenne est la transformée de Fourier de la fonction de pondération.

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

NOTE La caractéristique de transmission est la transformée de Fourier de la fonction de pondération.

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

NOTE 1 Les filtres de profil linéaires sont identifiés par le type de filtre et la valeur de leur longueur d'onde de coupure.

NOTE 2 La longueur d'onde de coupure est l'indice d'imbrication recommandé pour les filtres de profil linéaires.

3.6 banc de filtres
série de filtres passe-haut et passe-bas classés dans une structure spécifiée

3.7 analyse multirésolution
décomposition d'un profil en portions à différentes échelles au moyen d'un **banc de filtres** (3.6)

NOTE Les portions à différentes échelles sont aussi appelées résolutions.

4 Concepts de base

4.1 Généralités

Un filtre revendiquant la conformité à la présente partie de l'ISO/TS 16610 doit présenter les caractéristiques décrites en 5.1, 5.2, 5.3 et 5.4.

NOTE Une vue d'ensemble des concepts pour les filtres de profil linéaires est donnée dans l'Annexe A. Les relations avec la matrice de filtrage sont données dans l'Annexe B.

Le filtre de profil linéaire le plus général est défini par l'équation:

$$y(x) = \int K(x, \xi) z(\xi) d\xi \tag{1}$$

où

$z(\xi)$ est le profil non filtré;

$y(x)$ est le profil filtré;

$K(x, \xi)$ est un noyau invariant spatial et symétrique réel.

4.4 Représentation discrète de la fonction de pondération

Comme chaque ligne de la représentation matricielle du filtre est identique après décalage approprié, les éléments matriciels peuvent être représentés par une seule ligne. On obtient donc:

$$a_{ij} = s_k \text{ avec } k = i - j \tag{7}$$

Les valeurs s_k forment un vecteur s dont la dimension est respectivement égale à la longueur du vecteur de données d'entrée ou de sortie. Ce vecteur est la représentation discrète de la fonction de pondération du filtre.

NOTE 1 Normalement, la longueur de la fonction de pondération est très inférieure à celle de l'ensemble de données. Dans ce cas, s contient des zéros à chaque extrémité.

EXEMPLE 1 Le filtre à moyenne mobile est souvent utilisé pour faciliter le lissage d'un ensemble de données, ce qui n'est pas nécessairement une méthode optimale. L'exemple suivant concerne un filtre ayant une fonction de pondération discrète (une longueur égale à 3 a été choisie) donnée par:

$$\left(\dots, 0, 0, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, 0, \dots \right) \tag{8}$$

NOTE 2 La fonction de pondération est souvent appelée «fonction de réponse impulsionnelle» car elle correspond à l'ensemble de données de sortie du filtre si l'ensemble de données d'entrée est une simple impulsion unitaire (...0,0,0,1,0,0,...).

Si la fonction de pondération est exprimée sous forme de fonction continue, elle doit être échantillonnée afin d'obtenir un ensemble de données discrètes. L'intervalle d'échantillonnage utilisé doit être égal à celui des données extraites. Il est ensuite impératif de renormaliser les valeurs échantillonnées de la fonction de pondération afin que leur somme soit égale à l'unité, en évitant ainsi les effets d'erreur systématique (pour plus de détails sur les effets d'erreur systématique, voir [2]).

EXEMPLE 2 Le filtre gaussien conforme à l'ISO 11562:1996 est un exemple de fonction de pondération continue $s(x)$ définie par l'équation:

$$s(x) = \frac{1}{\alpha \lambda_c} \exp \left[-\pi \left(\frac{x}{\alpha \lambda_c} \right)^2 \right] \tag{9}$$

où

- x est la distance à partir du centre (maximum) de la fonction de pondération;
- λ_c est la longueur d'onde de coupure;
- α est une constante donnée par:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\log 2}{\pi}} = 0,469 7... \tag{10}$$

La Figure 1 est une représentation graphique de cette fonction de pondération.

Les valeurs échantillonnées, s_k , de la fonction de pondération après renormalisation sont données par l'équation:

$$s_k = \frac{1}{C} \exp \left[-\pi \left(\frac{\Delta x}{\alpha \lambda_c} \right)^2 k^2 \right] \tag{11}$$

avec l'intervalle d'échantillonnage, Δx , et la constante de normalisation:

$$C = \sum_k \exp \left[-\pi \left(\frac{\Delta x}{\alpha \lambda_c} \right)^2 k^2 \right] \tag{12}$$

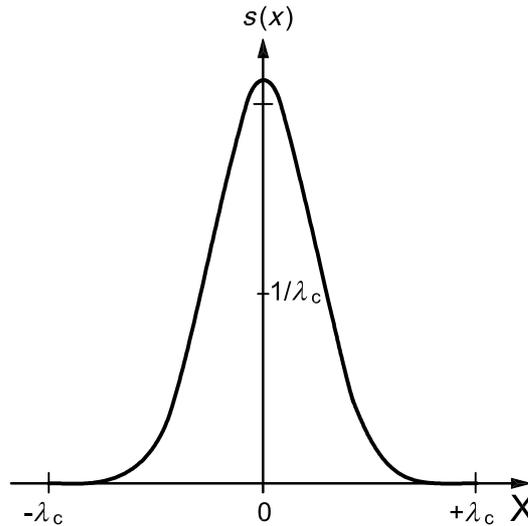


Figure 1 — Exemple d'une fonction de pondération continue (filtre gaussien)

5 Filtres de profil linéaires

5.1 Équations des filtres

Si le filtre est représenté par la matrice S , les données d'entrée par le vecteur z et les données de sortie par le vecteur w , le processus de filtrage est alors décrit par l'équation linéaire:

$$w = Sz \quad (13)$$

Cette équation est l'équation du filtre. Si S^{-1} est la matrice inverse de la matrice S ,

$$z = S^{-1}w \quad (14)$$

est également une équation valide du filtre.

NOTE 1 Le filtre peut être défini par la matrice S ou par la matrice inverse S^{-1} , selon celle qui aboutit à la définition la plus simple. Cependant, la fonction de pondération est uniquement donnée par les lignes de la matrice S .

NOTE 2 La matrice inverse peut ne pas toujours exister, auquel cas le processus de filtrage n'est pas réversible, c'est-à-dire que la reconstruction des données est impossible. Ce type de filtre est dit instable. La stabilité d'un filtre peut être évaluée à partir de sa fonction de transfert (voir 5.3). Un filtre instable a une fonction de transfert, $H(\omega)$, qui est nulle pour au moins une fréquence ω .

EXEMPLE La matrice du filtre à moyenne mobile mentionné ci-dessus

$$\frac{1}{3} \begin{pmatrix} \ddots & \ddots & \ddots & & & & \\ & 1 & 1 & 1 & & & \\ & & 1 & 1 & 1 & & \\ & & & 1 & 1 & 1 & \\ & & & & 1 & 1 & 1 \\ & & & & & \ddots & \ddots \end{pmatrix} \quad (15)$$

n'est pas réversible et, de ce fait, le filtre est instable. Si le filtre est transformé en filtre à moyenne mobile ($\alpha < 1/2$)