

NORME ISO
INTERNATIONALE 16610-49

Première édition
2015-06-01

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

Partie 49:

**Filtres de profil morphologiques:
Techniques d'analyse par espace
d'échelle**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Geometrical product specifications (GPS) — Filtration —

Part 49: Morphological profile filters: Scale space techniques

ISO 16610-49:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b37335-4181-45f4-887c-a58b948d57eb/iso-16610-49-2015>



Numéro de référence
ISO 16610-49:2015(F)

© ISO 2015

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16610-49:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b37335-4181-45f4-887c-a58b948d57eb/iso-16610-49-2015>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Généralités sur l'espace d'échelle	2
4.1 Généralités.....	2
4.2 Granulométrie et antigranulométrie.....	2
4.3 Filtre symétrique alterné.....	3
4.4 Modèles mathématiques imbriqués.....	4
5 Recommandations	4
5.1 Élément structurant de type disque circulaire.....	4
5.2 Élément structurant de type segment horizontal.....	5
5.3 Technique d'analyse par espace d'échelle par défaut.....	5
6 Désignation des filtres	5
Annexe A (informative) Illustrations d'exemples d'espace d'échelle	6
Annexe B (informative) Vue d'ensemble des concepts	14
Annexe C (informative) Relation avec le modèle de matrice de filtrage	15
Annexe D (informative) Relation avec le modèle de matrice GPS	16
Bibliographie	18

[ISO 16610-49:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b37335-4181-45f4-887c-a58b948d57eb/iso-16610-49-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b37335-4181-45f4-887c-a58b948d57eb/iso-16610-49-2015>

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 suivies pour élaborer le présent document et celles visant à assurer son maintien sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Les différents critères d'approbation nécessaires aux différents types de documents ISO doivent particulièrement être notés. Le présent document a été élaboré conformément aux règles éditoriales des directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Des détails portant sur tout droit de propriété intellectuelle identifiés durant l'élaboration du présent document figureront à l'Introduction et/ou à la liste de déclarations de détention de brevet soumises à l'ISO (voir www.iso.org/patents).

Pour des raisons de commodités, toute référence à un nom commercial dans le présent document est faite à titre informatif pour les utilisateurs et ne saurait constituer une promotion de celui-ci.

Pour obtenir une explication sur la signification des termes spécifiques de l'ISO et les expressions relatives à l'évaluation de la conformité, ainsi que des informations sur l'adhérence de l'ISO aux principes de l'OMC dans les Obstacles techniques au commerce (OTC), aller à l'adresse URL suivante: [Foreword - Supplementary information](#)

Le comité technique responsable de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

Cette première édition annule et remplace l'ISO/TS 16610-49:2006 qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 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: Filtres de profil linéaires: Concepts de base*
- *Partie 21: Filtres de profil linéaires: Filtres gaussiens*
- *Partie 22: Filtres de profil linéaires: Filtres splines*
- *Partie 28: Filtres de profil: Effets de bords*
- *Partie 29: Filtres de profil linéaires: Ondelettes splines*
- *Partie 30: Filtres de profil robustes: Concepts de base*
- *Partie 31: Filtres de profil robustes: Filtres de régression gaussiens*
- *Partie 32: Filtres de profil robustes: Filtres 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*

- *Partie 60: Filtres surfaciques linéaires: Concepts de base*
- *Partie 61: Filtres surfaciques linéaires: Filtres Gaussien*
- *Partie 71: Filtres surfaciques robustes: Filtres de régressions gaussiens*
- *Partie 85: Filtres surfaciques morphologiques: Segmentation*

Les parties suivantes sont prévues:

- *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 45: Filtres de profil morphologiques: Segmentation*
- *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 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 89: Filtres de surface morphologiques: Techniques d'analyse par espace d'échelle*

ISO 16610-49:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b37335-4181-45f4-887c-a58b948d57eb/iso-16610-49-2015>

Introduction

La présente partie de l'ISO 16610 est une norme traitant de la spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considérée comme une norme GPS générale (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence les maillons 3 et 5 dans la structure de la matrice GPS.

Le schéma directeur ISO/GPS de l'ISO 14638 donne une vue d'ensemble du système ISO/GPS, dont cette partie de l'ISO 16610 fait partie. Les principes fondamentaux du système ISO/GPS donnés dans l'ISO 8015 s'appliquent à cette partie de l'ISO 16610 et les règles de décision par défaut données dans l'ISO 14253-1 s'appliquent aux spécifications faites conformément à cette partie de l'ISO 16610, sauf indication contraire.

Pour de plus amples informations sur les relations entre la présente partie de l'ISO 16610 et le modèle de matrice GPS, voir l'[Annexe D](#).

La présente partie de l'ISO 16610 précise la terminologie et les concepts s'appliquant aux techniques d'analyse par espace d'échelle basées sur les filtres morphologiques.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 16610-49:2015](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b37335-4181-45f4-887c-a58b948d57eb/iso-16610-49-2015>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage —

Partie 49:

Filtres de profil morphologiques: Techniques d'analyse par espace d'échelle

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16610 spécifie les techniques d'analyse par espace d'échelle basées sur les filtres morphologiques. La terminologie élémentaire des techniques d'analyse par espace d'échelle est donnée ainsi que leur utilisation

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 16610-1:2015, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 1: Vue d'ensemble et concepts de base*

ISO 16610-40:2015, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 40: Filtres de profil morphologiques: Concepts de base*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans le l'ISO 16610-1, ISO 16610-40 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

granulométrie

famille d'*ouvertures* (3.1.1) classées par indice, qui satisfait au *critère de tamisage* (3.3)

3.1.1

ouverture

<filtres morphologiques> opération morphologique obtenue en appliquant l'érosion puis la dilatation

Note 1 à l'article: Une ouverture est à la fois un filtre morphologique et l'un des deux blocs d'assemblage de base pour construire d'autres filtres morphologiques.

[SOURCE: ISO 16610-40:2015]

3.2

antigranulométrie

famille de *fermetures* (3.2.1) classées par indice, qui satisfait au *critère de tamisage* (3.3)

3.2.1

fermeture

<filtres morphologiques> opération morphologique obtenue en appliquant la dilatation, suivie par l'érosion

Note 1 à l'article: Une fermeture est à la fois un filtre morphologique et l'un des deux blocs d'assemblage de base pour construire d'autres filtres morphologiques.

[SOURCE: ISO 16610-40:2015]

3.3

critère de tamisage

critère définissant le cas où l'application successive de deux applications primaires sur une portion de surface revient exactement à appliquer l'une de ces deux applications à la portion de surface, à savoir l'application primaire ayant l'indice d'imbrication le plus élevé

[SOURCE: ISO 16610-1:2015]

3.4

échelle

paramètre d'indexation dans une *granulométrie* (3.1) ou une *antigranulométrie* (3.2)

Note 1 à l'article: La granulométrie et l'antigranulométrie sont souvent combinées pour créer une échelle réelle continue où l'échelle positive utilise la granulométrie et l'échelle négative utilise l'antigranulométrie avec des valeurs négatives.

Note 2 à l'article: L'échelle est un indice d'imbrication.

3.5

espace d'échelle

granulométrie (3.1) ou *antigranulométrie* (3.2) ayant la *propriété de monotonie* (3.5.1)

3.5.1

propriété de monotonie

propriété selon laquelle une fois qu'un objet est présent dans un signal (profil/surface) à une certaine échelle (3.4), il doit persister dans tout l'espace d'échelle (3.5) jusqu'à l'échelle zéro

3.6

filtre symétrique alterné

filtre morphologique conforme au *critère de tamisage* (3.3), capable d'éliminer les pics et les creux au-dessous d'une échelle (3.4) donnée

4 Généralités sur l'espace d'échelle

4.1 Généralités

Une technique d'analyse par espace d'échelle revendiquant la conformité à la présente partie de l'ISO 16610 doit présenter les caractéristiques décrites en 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2, et 5.3.

L'espace d'échelle est une technique qui permet de décomposer un signal (profil/surface) en objets de différentes échelles. Une caractéristique de l'espace d'échelle est la propriété selon laquelle un objet, une fois présent à une certaine échelle dans un signal, doit persister dans tout l'espace jusqu'à l'échelle zéro. Cette caractéristique est souvent appelée «propriété de monotonie» car le nombre d'objets doit nécessairement être une fonction d'échelle décroissante monotone.

Pour définir un espace d'échelle, il est nécessaire de définir préalablement la taille des objets présents dans un signal (profil/surface). Le concept de granulométrie et d'antigranulométrie est une approche mathématique générique pour définir la taille des objets dans un signal (profil/surface).

Note Des exemples d'espace d'échelle sont donnés dans l'Annexe A. Une vue d'ensemble des techniques d'analyse par espace d'échelle à base de filtres de profil morphologiques est donnée dans l'Annexe B. Les relations avec le modèle de matrice de filtrage sont données dans l'Annexe C.

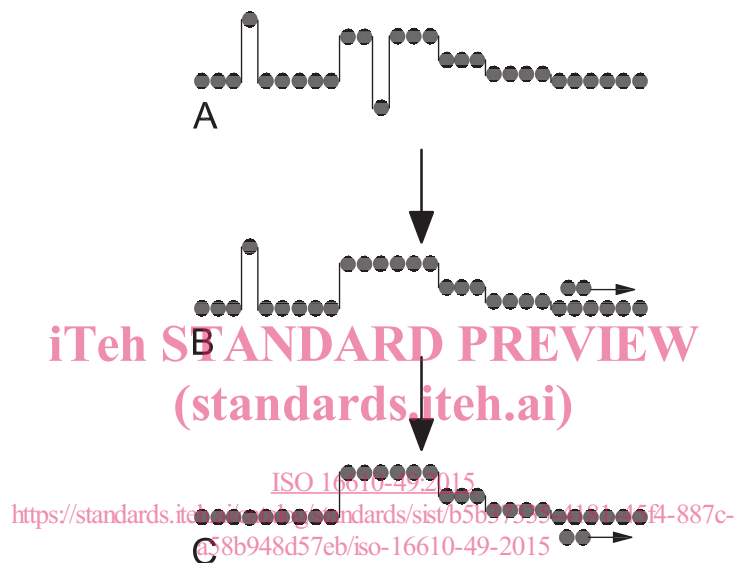
4.2 Granulométrie et antigranulométrie

Le tamisage est une technique de calibrage courante qui consiste à classer physiquement de petites particules solides en fonction d'une série de tamis à ouverture de maille décroissante. Pour classer une population de grains de différentes tailles, on laisse tout d'abord ces grains suivre leur chemin à travers

les tamis (transformation). Le contenu de chaque tamis est ensuite compté ou pesé afin d'établir un histogramme de la granulométrie de la population de particules initiale.

Matheron^[4] fut le premier à définir le concept de taille sous une forme mathématique. Il démontra qu'une famille d'ouvertures morphologiques, qui satisfait au critère de tamisage, indexée par un nombre positif appelé «échelle», pouvait servir à définir le concept de taille et de granulométrie, de manière analogue au tamisage physique d'une population de particules décrit ci-dessus.

La granulométrie étant basée sur une famille de filtres d'ouvertures, elle mesure la largeur des pics sur le signal/image. L'application d'un filtre d'ouverture représentant une échelle spécifique éliminera les pics dont la largeur est inférieure à cette échelle (voir [Figure 1](#)). Le concept dual d'antigranulométrie basé sur une famille de filtres de fermeture mesure la largeur des creux sur le signal/image. L'application d'un filtre de fermeture représentant une échelle spécifique éliminera les creux dont la largeur est inférieure à cette échelle (voir [Figure 1](#)).



Légende

- A profil d'origine
- B profile après fermeture avec une ligne horizontale
- C profile après ouverture avec une ligne horizontale

Note La méthode illustrée à la [Figure 1](#) élimine les éléments dont la largeur est inférieure à la taille de l'élément structurant (c'est-à-dire la taille 2).

Figure 1 — Fermeture et ouverture avec un élément structurant ligne horizontale de taille 2

4.3 Filtre symétrique alterné

Un filtre d'ouverture représentant une échelle particulière dans une granulométrie supprimera les pics dont la largeur est inférieure à cette échelle, tandis qu'un filtre de fermeture à la même échelle dans une antigranulométrie éliminera les creux dont la largeur est inférieure à cette échelle. Les filtres symétriques alternés sont nécessaires afin d'éliminer à la fois les pics et les creux dont la largeur est inférieure à cette échelle donnée.

Pour éliminer à la fois les pics et les creux simultanément, il est nécessaire de combiner respectivement les ouvertures et les fermetures d'une granulométrie et d'une antigranulométrie. On peut montrer qu'il n'existe que quatre possibilités pour composer une ouverture, $O_j()$, et une fermeture, $C_j()$, à une échelle donnée, j :

a) $m_j = O_j [C_j ()]$;

- b) $n_j = C_j [O_j ()]$;
- c) $r_j = C_j \{O_j [C_j ()]\}$;
- d) $s_j = O_j \{C_j [O_j ()]\}$.

Les quatre filtres symétriques alternés suivants peuvent être définis à une échelle donnée i

- M-critère de tamisage: $M_i = m_1 m_2 m_3 \dots m_{i-1} m_i m_{i-1} \dots m_3 m_2 m_1$
- N-critère de tamisage: $N_i = n_1 n_2 n_3 \dots n_{i-1} n_i n_{i-1} \dots n_3 n_2 n_1$
- R-critère de tamisage: $R_i = r_1 r_2 r_3 \dots r_{i-1} r_i r_{i-1} \dots r_3 r_2 r_1$
- S-critère de tamisage: $S_i = s_1 s_2 s_3 \dots s_{i-1} s_i s_{i-1} \dots s_3 s_2 s_1$

où le nombre croissant des indices représente une échelle croissante (par exemple si $u < v$, alors l'échelle de m_u est inférieure à l'échelle de m_v).

On peut montrer[5][6][7][8] que ces filtres symétriques alternés sont des filtres morphologiques qui satisfont au critère de tamisage et élimineront les pics et les creux dont la largeur est inférieure à l'échelle i .

Les filtres symétriques alternés permettent de construire une structure échelonnée pour des représentations d'espace d'échelle d'ordre supérieur du signal/de l'image d'origine (voir Figure 2). Le premier échelon est le signal d'origine (profil/surface). À chaque échelon de l'échelle, le signal S^i est filtré par un filtre symétrique alterné d'ordre $i+1$, soit M_{i+1} , afin d'obtenir la représentation de l'espace d'échelle d'ordre immédiatement supérieur du signal/image S^{i+1} qui devient l'échelon suivant, ainsi qu'une composante qui correspond à la différence entre les deux échelons d^{i+1} . Le signal d'origine peut être reconstruit à partir de $(d^1, d^2, d^3, \dots, d^n, S^n)$ en inversant la structure échelonnée.

4.4 Modèles mathématiques imbriqués
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b37335-4181-45f4-887c-a58b948d57eb/iso-16610-49-2015>

La structure échelonnée se prête naturellement à une série de modèles mathématiques imbriqués de la surface, l' i ème modèle, soit le modèle i étant reconstruit à partir de $(d^i, d^{i+1}, \dots, d^n, S^n)$. L'échelle du modèle est équivalente à une valeur de coupure λ_s .

Une «largeur de bande de transmission» peut être définie à l'aide des modèles mathématiques imbriqués, en calculant la différence de hauteur entre deux modèles spécifiés: modèle $^{ij} = \text{modèle}^i - \text{modèle}^j$ avec $i < j$. Ainsi, dans cet exemple particulier, l'échelle i équivaut à la valeur de coupure λ_s et l'échelle j à la valeur de coupure λ_c .

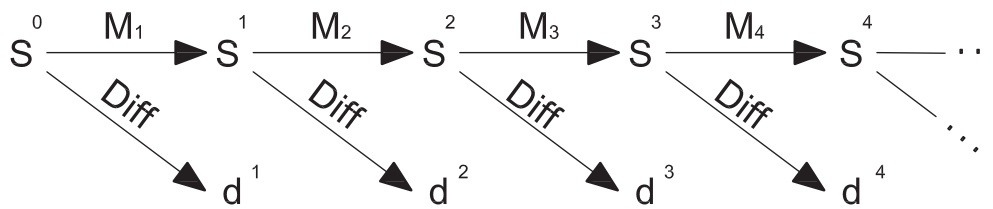


Figure 2 — Représentation schématique de la structure échelonnée de l'espace d'échelle

5 Recommandations

5.1 Élément structurant de type disque circulaire

L'ISO 16610-41 définit les ouvertures et les fermetures à l'aide d'un élément structurant de type disque circulaire. Pour mettre en œuvre les filtres symétriques alternés, il est recommandé d'utiliser le tamis M avec une série logarithmique (rapport constant) de valeurs d'échelle (le rayon du disque circulaire de l'élément structurant). L'expérience montre qu'un rapport constant d'environ égal à 2 entre les valeurs

d'échelle successives est optimal. Cette valeur suffit pour distinguer et interpréter les détails de la structure échelonnée et permet encore d'utiliser la partition de l'espace d'échelle à des fins de diagnostic. Pour débiter la série de filtres alternés, il convient de choisir une valeur d'échelle supérieure ou égale au rayon de la pointe du palpeur afin que chaque niveau successif de l'échelle ait approximativement le même rapport de valeurs d'échelle.

La série de valeurs d'échelle suivante a un rapport voisin de 2:

...1 µm, 2 µm, 5 µm, 10 µm, 20 µm, 50 µm, 100 µm, 200 µm, 500 µm, 1 mm, 2 mm, 5 mm, 10 mm, ...

Cette série présente également l'avantage d'être cohérente avec les rayons de pointe de palpeur recommandés pour la texture de surface (voir l'ISO 3274). Ainsi, les surfaces mesurées avec différents palpeurs engendreront un chevauchement des valeurs d'échelle et seront donc directement comparables.

5.2 Élément structurant de type segment horizontal

L'ISO 16610-41 définit les ouvertures et les fermetures à l'aide d'un élément structurant de type ligne horizontale. Pour mettre en œuvre les filtres symétriques alternés, il est recommandé d'utiliser le tamis M avec une série logarithmique (rapport constant) de valeurs d'échelle (la longueur de la ligne horizontale de l'élément structurant). L'expérience montre qu'un rapport constant environ égal à 2 entre les valeurs d'échelle successives est optimal. Cette valeur est suffisamment grande pour distinguer et interpréter les détails de la structure échelonnée et reste suffisamment faible pour que la partition de l'espace d'échelle puisse servir à des fins de diagnostic. Pour débiter la série de filtres alternés, il convient de choisir une valeur d'échelle supérieure ou égale au diamètre de la pointe du palpeur afin que chaque niveau successif de l'échelle ait approximativement le même rapport de valeurs d'échelle.

La série de valeurs d'échelle suivante a un rapport voisin de 2:

...1 µm, 2 µm, 5 µm, 10 µm, 20 µm, 50 µm, 100 µm, 200 µm, 500 µm, 1 mm, 2 mm, 5 mm, 10 mm, ...

Cette série présente également l'avantage d'être cohérente avec les rayons de pointe de palpeur recommandés pour la texture de surface (voir l'ISO 3274). Ainsi, les surfaces mesurées avec différents palpeurs engendreront un chevauchement des valeurs d'échelle et seront donc directement comparables.

5.3 Technique d'analyse par espace d'échelle par défaut

Sauf spécification contraire, la technique d'analyse par espace d'échelle par défaut doit être un tamis M avec un élément structurant de type disque circulaire.

6 Désignation des filtres

Les filtres morphologiques de profil conformes à la présente partie de l'ISO 16610 sont désignés comme suit:

	Désignation des filtres
Série de disques alternés	FPMAD
Série de segments horizontaux alternés	FPMAH

Voir également l'ISO 16610-1:2015, Article 5.