

---

---

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

*Geometrical product specifications (GPS) — Extraction*

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

[ISO 14406:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010>



**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 14406:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2010

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Échantillonnage et reconstruction pour l'extraction</b> .....	5
4.1 <b>Généralités</b> .....	5
4.2 <b>Ondelettes: reconstruction exacte</b> .....	5
4.3 <b>Filtres morphologiques: zone de reconstruction possible</b> .....	5
4.3.1 <b>Généralités</b> .....	5
4.3.2 <b>Élément structurant en forme de disque circulaire</b> .....	6
4.3.3 <b>Élément structurant en forme de segment linéaire</b> .....	7
5 <b>Stratégies d'échantillonnage</b> .....	8
5.1 <b>Généralités</b> .....	8
5.2 <b>Grille orthogonale</b> .....	8
5.3 <b>Grille orthogonale [cage]</b> .....	9
5.4 <b>Grille orthogonale [grille polaire]</b> .....	9
5.5 <b>Grille spécifiée</b> .....	10
5.6 <b>Stratifié</b> .....	10
5.7 <b>Hélicoïdal</b> .....	11
5.8 <b>Spirale</b> .....	11
5.9 <b>Toile d'araignée</b> .....	12
5.10 <b>Méthode par points</b> .....	12
<b>Annexe A (informative) Vue d'ensemble des concepts</b> .....	14
<b>Annexe B (informative) Relation avec la matrice GPS</b> .....	15
<b>Bibliographie</b> .....	17

## 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.

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 14406 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

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

ISO 14406:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010>

## Introduction

La présente Norme internationale, qui traite de la spécification géométrique des produits (GPS), est à considérer comme une norme GPS générale (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence les maillons 3 et 5 de toutes les chaînes de normes.

Pour de plus amples informations sur la relation entre la présente Norme internationale et la matrice GPS, voir l'Annexe B.

La présente Norme internationale présente la terminologie et les concepts d'extraction GPS. Elle introduit les concepts d'échantillonnage et de reconstruction pour l'extraction (voir l'ISO 17450-1).

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

[ISO 14406:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010>

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

ISO 14406:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010>

# Spécification géométrique des produits (GPS) — Extraction

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la terminologie de base concernant l'extraction GPS. Elle définit un cadre pour les opérations fondamentales utilisées dans l'extraction GPS et introduit les concepts d'échantillonnage et de reconstruction pour l'extraction ainsi que les principales stratégies d'échantillonnage en fonction de plusieurs géométries de base.

## 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 14660-1:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 1: Termes généraux et définitions*

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

ISO/TS 16610-40:2006, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 40: Filtres de profil morphologiques: Concepts de base*

ISO 17450-1:—<sup>1)</sup>, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 1: Modèle pour la spécification et la vérification géométriques*

ISO 17450-2:—<sup>2)</sup>, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 2: Principes de base, spécifications, opérateurs et incertitudes*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14660-1, l'ISO/TS 16610-1, l'ISO/TS 16610-40, l'ISO/TS 17450-1, l'ISO/TS 17450-2 ainsi que les suivants s'appliquent.

### 3.1

**modèle de la surface non idéale (d'une pièce)**

**skin modèle (d'une pièce)**

modèle de l'interface physique de la pièce avec son environnement

[ISO 17450-1:—, 3.27]

1) À publier. (Révision de l'ISO/TS 17450-1:2005)

2) À publier. (Révision de l'ISO/TS 17450-2:2002)

### 3.1.1

#### surface mécanique

limite de l'érosion, par une sphère de rayon  $r$ , de l'emplacement du centre d'une sphère tactile idéale, également de rayon  $r$ , ayant roulé sur le **skin modèle d'une pièce** (3.1)

NOTE 1 L'érosion est une opération morphologique (voir ISO/TS 16610-40).

NOTE 2 La surface mécanique est une caractéristique essentielle d'un skin modèle d'une pièce.

### 3.1.2

#### surface électromagnétique

surface obtenue par l'interaction électromagnétique avec le **skin modèle d'une pièce** (3.1)

NOTE 1 Différentes longueurs d'ondes donnent différentes surfaces.

NOTE 2 La surface électromagnétique est une caractéristique essentielle d'un skin modèle d'une pièce.

NOTE 3 Des exemples de surfaces électromagnétiques comprennent des surfaces optiques obtenues à partir de l'interférométrie de cohérence de phase, des instruments à stylets optiques et des microscopes à balayage confocal.

### 3.2

#### surface réelle d'une pièce

ensemble des éléments qui existent physiquement et séparent la totalité de la pièce de son environnement

[ISO 14660-1:1999, 2.4]

NOTE La surface réelle d'une pièce peut avoir plusieurs fonctions, allant des surfaces portantes de roulements à l'aspect visuel de pièces de carrosserie. Au niveau atomique, ces différentes fonctions définissent différentes surfaces réelles, selon la nature de l'interaction fonctionnelle avec la surface. Étant donné que les mesurages à l'échelle nanométrique prennent de plus en plus d'importance sur le plan économique, il faut établir une distinction entre ces différentes surfaces fonctionnelles. La surface mécanique et la surface électromagnétique, définies ci-après, sont deux surfaces fonctionnelles couramment utilisées, mais ce ne sont pas les seules.

iTeh STANDARD PREVIEW  
standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d-1d18dcbefc52/iso-14406-2010

### 3.2.1

#### surface mécanique réelle

limite de l'érosion, par une sphère de rayon  $r$ , de l'emplacement du centre d'une sphère tactile idéale, également de rayon  $r$ , ayant roulé sur la **surface réelle d'une pièce** (3.2)

NOTE 1 L'érosion est une opération morphologique (voir l'ISO/TS 16610-40).

NOTE 2 La surface mécanique réelle est un type spécifique de surface réelle d'une pièce.

### 3.2.2

#### surface électromagnétique réelle

surface obtenue par l'interaction électromagnétique avec la **surface réelle d'une pièce** (3.2)

NOTE 1 L'emplacement du point de réflexion idéal effectif peut être affecté à la fois par la surface topographique et par les propriétés des matériaux de la pièce.

NOTE 2 Différentes longueurs d'ondes donnent différentes surfaces.

NOTE 3 La surface électromagnétique réelle est un type spécifique de surface réelle d'une pièce.



**3.3****élément intégral**

surface ou ligne d'une surface

NOTE Un élément intégral est intrinsèquement défini.

[ISO 14660-1:1999, 2.1.1]

**3.3.1****élément réel (intégral)**

**élément intégral** (3.3) constitutif de la **surface réelle d'une pièce** (3.2) limité par les éléments réels (intégraux) adjacents

[ISO 14660-1:1999, 2.4.1]

**3.3.2****portion de surface**

partie d'une surface intégrale partitionnée

[ISO/TS 16610-1:2006, 3.1.1]

NOTE Dans la pratique, la surface intégrale est soit un **élément intégral** (3.3), soit un **élément réel (intégral)** (3.3.1).

**3.4****modèle mathématique primaire**

ensemble de représentations mathématiques imbriquées de la **portion de surface** (3.3.2), chaque représentation dans cet ensemble pouvant être décrite par un nombre fini de paramètres

[ISO/TS 16610-1:2006, 3.2]

**3.4.1****indice d'imbrication**

NI

nombre ou ensemble de nombres indiquant le niveau relatif d'imbrication pour un **modèle mathématique primaire** (3.4) particulier

NOTE 1 Pour un indice d'imbrication donné, les modèles avec un indice bas contiennent plus d'information sur la surface, et les modèles avec des indices d'imbrication plus élevés contiennent moins d'information sur la surface.

NOTE 2 Par convention, lorsque l'indice d'imbrication tend vers zéro (ou vers une série complète de zéros), il existe un modèle mathématique primaire qui approxime la surface réelle d'une pièce avec autant d'exactitude que l'on veut.

[ISO/TS 16610-1:2006, 3.2.1]

**3.4.2****degrés de liberté**

⟨modèle mathématique primaire⟩ nombre de paramètres indépendants requis pour décrire entièrement un **modèle mathématique primaire** (3.4) donné

[ISO/TS 16610-1:2006, 3.2.2]

**3.5****surface primaire**

PS

**portion de surface** (3.3.2) obtenue lorsqu'elle est représentée sous la forme d'un **modèle mathématique primaire** (3.4) spécifié avec un **indice d'imbrication** (3.4.1) spécifié

[ISO/TS 16610-1:2006, 3.3]

### 3.6 application primaire

PM( | NI)

application, ayant pour indice l'**indice d'imbrication** (3.4.1), servant à sélectionner une **surface primaire** (3.5) particulière ayant l'indice spécifié, afin de représenter une **portion de surface** (3.3.2) qui satisfasse aux critères de tamisage et de projection

NOTE L'application primaire est donnée par l'équation mathématique

$$PS = PM(SP | NI)$$

où

PS est la surface primaire;

SP est la portion de surface.

[ISO/TS 16610-1:2006, 3.4]

### 3.7 surface primaire extraite

série finie de points de données échantillonnés sur la **surface primaire** (3.5)

NOTE 1 La surface primaire extraite représente la base du traitement numérique au moyen de filtres de surface et du calcul des paramètres de caractérisation.

NOTE 2 Le terme "extrait" est ici réservé aux objets contenant un nombre fini de points de données. Ainsi, la surface primaire demeure une surface continue, et la surface primaire extraite contient un nombre fini de points de données échantillonnés sur la surface primaire.

#### 3.7.1

##### reconstruction

ISO 14406:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76842f7-148a-4afa-929d->

méthode consistant à choisir un **modèle mathématique primaire** (3.4) particulier, ayant un **indice d'imbrication** (3.4.1) fixe, qui passe exactement par la **surface primaire extraite** (3.7)

NOTE 1 Le concept de «reconstruction exacte» est décrit en 4.2.

NOTE 2 Avec de nombreux modèles mathématiques primaires, si le nombre de points échantillonnés est supérieur ou égal au nombre de degrés de liberté, il existe une stratégie d'échantillonnage telle que la surface primaire peut être reconstruite sans aucune perte d'information à partir de la surface primaire extraite (généralisation du critère de Nyquist).

#### 3.7.2

##### distorsion de l'échantillonnage

deux **modèles mathématiques primaires** (3.4) ou plus, ayant un **indice d'imbrication** (3.4.1) fixe, passant exactement par la **surface primaire extraite** (3.7)

NOTE 1 Cela peut poser de réels problèmes si les modèles mathématiques primaires sont très différents les uns des autres.

NOTE 2 La distorsion résulte de la reconstruction incorrecte d'un signal en raison du chevauchement des fonctions de transfert du filtre dans une batterie de filtres.

### 3.8

#### extraction

opération de spécification permettant d'obtenir une **surface primaire extraite** (3.7) comme représentation approximative du **skin modèle d'une pièce** (3.1)

### 3.9

#### extraction physique

opération de vérification permettant d'obtenir une **surface primaire extraite** (3.7) comme représentation approximative de la **surface réelle d'une pièce** (3.2)

## 4 Échantillonnage et reconstruction pour l'extraction

### 4.1 Généralités

La surface primaire doit, si possible, être reconstruite sans perte d'information depuis la surface primaire extraite, la raison étant que cela permet d'essayer et de généraliser le théorème de Nyquist<sup>[4]</sup> selon lequel:

*Si l'on sait qu'un signal infiniment long ne contient pas de longueurs d'ondes plus courtes qu'une valeur spécifiée, le signal peut être reconstruit d'après les valeurs du signal à intervalles réguliers, à condition que l'intervalle soit inférieur à la moitié de la longueur d'onde spécifiée.*

Il existe des théorèmes exacts de reconstruction équivalents au théorème de Nyquist pour les mappings linéaires primaires (par exemple les ondelettes, etc.). Il existe pour les autres types de mapping linéaire primaire (par exemple les filtres morphologiques) des théorèmes de reconstruction qui ne sont pas exacts mais qui limitent le volume de perte d'information (par exemple à travers une zone de reconstructions possibles). Des exemples des deux types de théorèmes de reconstruction sont donnés dans les paragraphes suivants: un pour les ondelettes et l'autre pour les filtres morphologiques. Les deux exemples concernent les filtres de profil afin d'en faciliter l'explication; des théorèmes de reconstruction de surface surfacique existent mais sont bien plus complexes et demandent des explications plus amples qui ne peuvent être donnés dans une Norme internationale.

### 4.2 Ondelettes: reconstruction exacte

Les ondelettes pour lesquelles l'algorithme multirésolution s'applique (voir l'ISO/TS 16610-29) relèvent d'un théorème équivalent au théorème de Nyquist<sup>[4]</sup> et le nombre de points d'échantillonnage doit être supérieur ou égal au nombre de degrés de liberté dans l'ordre particulier du modèle mathématique imbriqué.

Ce théorème doit être utilisé pour déterminer l'intervalle d'échantillonnage équidistant maximal théorique du profil primaire extrait sans perte d'information. Cela signifie que le profil primaire ne peut être entièrement reconstruit à partir du profil primaire extrait que si, et seulement si, l'intervalle d'échantillonnage équidistant est inférieur au maximum théorique (voir également la Référence [5]).

NOTE 1 Si l'intervalle d'échantillonnage utilisé est plus important, il se produira une perte d'information et la reconstruction exacte du profil primaire ne sera pas possible (par exemple problèmes de distorsion, etc.).

NOTE 2 Les ondelettes de deuxième génération permettent d'appliquer plusieurs stratégies d'échantillonnage, notamment: équidistant, non équidistant et aléatoire<sup>[6][7]</sup>.

### 4.3 Filtres morphologiques: zone de reconstruction possible

#### 4.3.1 Généralités

Il n'y a pas de théorème pour les filtres morphologiques (voir l'ISO/TS 16610-40), équivalent au théorème de Nyquist, qui permette d'élaborer un échantillonnage équidistant universel ne présentant pas de perte d'information. En revanche, il y a un certain nombre de théorèmes d'échantillonnage morphologique<sup>[8]</sup> qui limitent la quantité d'information qui est perdue. Le théorème ci-après est un théorème d'échantillonnage et de reconstruction pour filtres à séquence alternée (voir l'ISO/TS 16610-49).

**Hypothèse:**  $Z(x)$  est un profil qui demeure inchangé après ouverture et fermeture de ce profil par un élément structurant particulier de taille donnée.

$$C[Z(x), SE] = Z(x) = O[Z(x), SE]$$