

---

---

## Information géographique — Schéma spatial

*Geographic information — Spatial schema*

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

[ISO 19107:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-946ef1b4f7d4/iso-19107-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-946ef1b4f7d4/iso-19107-2019>



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

ISO 19107:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-946efdb4f7d4/iso-19107-2019>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

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  
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.....	viii
Introduction.....	ix
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles, unités et abréviations</b> .....	<b>18</b>
4.1    Présentation et notation.....	18
4.1.1    Unified Modeling Language (UML), langage de modélisation unifié.....	18
4.1.2    Conventions de dénomination.....	18
4.2    Organisation.....	19
4.3    Abréviations et symboles.....	19
<b>5</b> <b>Conformité</b> .....	<b>21</b>
5.1    Objectifs de conformité aux classes d'exigences.....	21
5.1.1    Objectifs de conformité.....	21
5.1.2    Métrique géométrique (géodésie).....	23
5.1.3    Dimensionnalité topologique.....	24
5.1.4    Schémas d'interpolation.....	24
5.1.5    Complexité structurelle.....	25
5.1.6    Complexité fonctionnelle.....	26
5.2    Classes de conformité.....	26
5.3    Classes d'exigences.....	27
<b>6</b> <b>Coordonnées et géométrie minimale</b> .....	<b>28</b>
6.1    Sémantique.....	28
6.2    Classe d'exigences Coordinate.....	29
6.2.1    Listes de codes pour spécifier les fonctionnalités.....	29
6.2.2    Systèmes de coordonnées pour Geometry — Sémantique.....	29
6.2.3    GeometricReferenceSurface.....	34
6.2.4    Interface ReferenceSystem.....	37
6.2.5    Liste de codes ReferenceSystemTypes.....	39
6.2.6    Interface CompoundReferenceSystem.....	39
6.2.7    Interface HomogeneousCoordinateSystem.....	39
6.2.8    Interface GeometricCoordinateSystem.....	40
6.2.9    Type de données DirectPosition.....	44
6.2.10    Union de type de données RSID.....	46
6.2.11    Liste de codes Axis.....	47
6.2.12    Rôle metadata: AxisDescription.....	47
6.2.13    Type de données Axis Description.....	47
6.2.14    Liste de codes SpatialAxis.....	47
6.2.15    Liste de codes SphericalAxis.....	47
6.2.16    Liste de codes TemporalAxis.....	47
6.2.17    Liste de codes ParametricAxis.....	48
6.2.18    Liste de codes Datum.....	48
6.2.19    Type de données Parameter.....	49
6.2.20    Type de données Permutation, Projection.....	49
6.2.21    Interface ReferenceDirection.....	50
6.2.22    Type de données Bearing.....	50
6.2.23    Liste de codes Rotation.....	52
6.2.24    Liste de codes RelativeDirection.....	52
6.2.25    Liste de codes FixedDirection.....	52
6.2.26    Liste de codes CurveRelativeDirection.....	52
6.2.27    Type de données Vector.....	53
6.2.28    Interface Envelope.....	54

6.2.29	Systèmes de coordonnées d'ingénierie, espaces tangents et interpolations locales.....	55
6.3	Classe d'exigences Coordinate Data.....	56
6.4	Classe d'exigences Geometry.....	56
6.4.1	Sémantique.....	56
6.4.2	Interface TransfiniteSetOfDirectPositions (ensemble transfini de positions directes).....	57
6.4.3	Liste de codes: BoundaryType (type de frontière).....	58
6.4.4	Interface Geometry.....	58
6.4.5	Type de données GeometryData.....	74
6.4.6	Liste de codes: GeometryType.....	74
6.4.7	Interface Encoding.....	74
6.4.8	Interface Query2D.....	75
6.4.9	Interface Query3D (requête 3D).....	78
6.4.10	Interface Empty.....	79
6.4.11	Interface Primitive.....	80
6.4.12	Type de données PrimitiveData.....	82
6.4.13	Interface Point.....	82
6.4.14	Type de données PointData.....	84
6.4.15	Interface Orientable.....	84
6.4.16	Type de données OrientableData.....	86
6.4.17	Type de données Knot.....	86
6.4.18	Interface Curve.....	87
6.4.19	Type de données CurveData.....	97
6.4.20	Interface OffsetCurve.....	97
6.4.21	Type de données OffsetCurveData.....	98
6.4.22	Interface ProductCurve.....	99
6.4.23	ProductCurveData.....	100
6.4.24	Liste de codes: CurveInterpolation.....	100
6.4.25	Interface Surface.....	102
6.4.26	Type de données SurfaceData.....	105
6.4.27	Liste de codes: SurfaceInterpolation.....	106
6.4.28	Interface Solid.....	106
6.4.29	Type de données SolidData.....	109
6.4.30	Liste de codes: SolidInterpolation.....	109
6.4.31	Interface Collection.....	110
6.4.32	Rôle element: Geometry.....	111
6.4.33	Type de données CollectionData.....	112
6.4.34	Interface Complex.....	112
6.4.35	Rôle Complex: generator: Primitive.....	115
6.4.36	Rôle Complex: superComplex et subComplex.....	115
6.5	Classe d'exigences Geometry Data.....	116
<b>7</b>	<b>Interpolations pour Curves.....</b>	<b>116</b>
7.1	Classe d'exigences Line Curve.....	116
7.1.1	Sémantique.....	116
7.1.2	Interface Line.....	117
7.1.3	Type de données LineData.....	118
7.2	Classe d'exigences Line Data.....	119
7.3	Classe d'exigences Geodesic Curve.....	119
7.3.1	Sémantique.....	119
7.3.2	Interface Geodesic.....	120
7.3.3	Type de données GeodesicData.....	120
7.4	Classe d'exigences Geodesic Curve Data.....	121
7.5	Classe d'exigences Rhumb.....	121
7.5.1	Interface Rhumb.....	121
7.5.2	Sémantique.....	121
7.5.3	Type de données RhumbData.....	121
7.6	Classe d'exigences Rhumb Curve Data.....	122

7.7	Classe d'exigences Polynomial Curves .....	122
7.7.1	Sémantique .....	122
7.7.2	Interface RealFunction .....	123
7.7.3	Interface FunctionArc .....	123
7.7.4	Rôle d'association fonction .....	124
7.7.5	Interface FunctionCurve .....	124
7.7.6	Interface RealPolynomial .....	124
7.7.7	Interface PolynomialArc .....	125
7.7.8	Type de données PolynomialArcData .....	126
7.7.9	Interface PolynomialCurve .....	126
7.7.10	Type de données PolynomialCurveData .....	126
7.8	Classe d'exigences Polynomial Curve Data .....	127
7.9	Classe d'exigences Conic Curves .....	127
7.9.1	Sémantique .....	127
7.9.2	Interface Arc .....	128
7.9.3	Type de données ArcData .....	129
7.9.4	Interface Circle .....	130
7.9.5	Interface Conic .....	131
7.9.6	Interface EllipticArc, type de données EllipticArcData .....	133
7.10	Classe d'exigences Conic Curve Data .....	133
7.11	Classe d'exigences Spiral Curve .....	133
7.11.1	Sémantique, base mathématique: courbes et courbure .....	133
7.11.2	Interface Spiral Curves .....	139
7.11.3	Interface Clothoid Curve .....	141
7.11.4	Type de données SpiralData .....	141
7.12	Classe d'exigences Spiral Curve Data .....	141
7.13	Classe d'exigences Spline Curve .....	142
7.13.1	Sémantique .....	142
7.13.2	Liste de codes: KnotType .....	143
7.13.3	Liste de codes: SplineCurveForm .....	143
7.13.4	Interface SplineCurve .....	144
7.13.5	Interface PolynomialSpline .....	146
7.13.6	Interface CubicSpline .....	148
7.13.7	Interface Bezier .....	148
7.13.8	Interface BSplineCurve (et NURBS) .....	150
7.13.9	Type de données BsplineData .....	151
7.14	Classe d'exigences Spline Curve Data .....	151
<b>8</b>	<b>Interpolations pour Surfaces .....</b>	<b>151</b>
8.1	Classe d'exigences Polygon Surface .....	151
8.1.1	Sémantique .....	151
8.1.2	Interface Polygon .....	151
8.1.3	Type de données PolygonData .....	153
8.1.4	Interface PolyhedralSurface .....	153
8.1.5	Type de données PolyhedralSurfaceData .....	153
8.1.6	Interface Triangle .....	153
8.1.7	Type de données TriangleData .....	154
8.1.8	Interface TriangulatedSurface .....	154
8.1.9	Type de données TriangulatedSurfaceData .....	154
8.2	Classe d'exigences Polygon Surface Data .....	154
8.3	Classe d'exigences Parametric Curve Surface .....	154
8.3.1	Sémantique .....	154
8.3.2	Interface ParametricCurveSurface .....	155
8.3.3	Type de données ParametricCurveSurfaceData .....	158
8.3.4	Interface BilinearGrid .....	159
8.3.5	Extensions de ParametricCurveSurface .....	160
8.4	Classe d'exigences Parametric Curve Surface Data .....	160
8.5	Classe d'exigences Conic Surface .....	160
8.5.1	Sémantique .....	160

8.5.2	Interface Sphere .....	160
8.5.3	Interface Cone .....	161
8.5.4	Interface Cylinder .....	162
8.6	Classe d'exigences Conic Surface Data .....	162
8.7	Classe d'exigences Spline Surface .....	162
8.7.1	Sémantique .....	162
8.7.2	Interface BSplineSurface (et NURBS) .....	163
8.7.3	Liste de codes BSplineSurfaceForm .....	164
8.8	Classe d'exigences Spline Surface Data .....	164
<b>9</b>	<b>Interpolations pour Solids .....</b>	<b>165</b>
9.1	Classe d'exigences Boundary Representation Solid .....	165
9.2	Classe d'exigences Boundary Representation Solid Data .....	165
9.3	Classe d'exigences Parametric Curve Solid .....	165
9.3.1	Interface ParametricCurveSolid .....	165
9.3.2	Interface BSolidSpline .....	167
9.3.3	Autres interpolations .....	167
9.4	Classe d'exigences Parametric Curve Solid Data .....	167
<b>10</b>	<b>Topologie .....</b>	<b>168</b>
10.1	Classe d'exigences Topology root .....	168
10.1.1	Sémantique .....	168
10.1.2	Interface Topology .....	169
10.1.3	Interface Primitive .....	173
10.1.4	Interface DirectedTopo .....	175
10.1.5	Type de données TopologyData .....	177
10.1.6	Type de données PrimitiveData .....	178
10.1.7	Type de données ComplexData .....	178
10.1.8	Type de données Expression .....	178
10.1.9	Type de données ExpressionTerm .....	181
10.2	Classe d'exigences Topology Root Data .....	181
10.3	Classe d'exigences Node .....	181
10.3.1	Sémantique .....	181
10.3.2	Interface Node .....	181
10.3.3	Interface DirectedNode .....	182
10.4	Classe d'exigences Edge .....	182
10.4.1	Interface Edge .....	182
10.4.2	Interface DirectedEdge .....	184
10.5	Classe d'exigences Face .....	184
10.5.1	Sémantique .....	184
10.5.2	Interface Face .....	184
10.5.3	Interface DirectedFace .....	185
10.6	Classe d'exigences Topology Solid .....	185
10.6.1	Interface Solid .....	185
10.6.2	Interface DirectedSolid .....	186
10.7	Classe d'exigences Topological Complex .....	186
10.7.1	Sémantique .....	186
10.7.2	Interface Complex .....	186
10.8	Classe d'exigences Derived Topological Relations .....	189
10.8.1	Introduction .....	189
10.8.2	Forme canonique pour Geometry .....	190
10.8.3	Opérateurs boundary pour objets agrégés .....	191
10.8.4	Opérateurs booléens ou de la théorie des ensembles .....	192
10.8.5	Opérateurs d'Egenhofer .....	194
10.8.6	Opérateurs topologiques complets .....	195
10.8.7	Combinaisons .....	198
<b>11</b>	<b>Classes d'exigences spéciales .....</b>	<b>198</b>
11.1	Classe d'exigences Simplicial geometry .....	198
11.1.1	Sémantique .....	198

11.1.2	Type de données Simplex.....	199
11.1.3	Type de données SimplicialTerm.....	201
11.1.4	Type de données SimplicialPolynomial.....	201
11.1.5	Type de données SimplicialComplex.....	201
11.2	Classe d'exigences Point Clouds.....	201
11.2.1	Sémantique.....	201
11.2.2	Interface PointCloud.....	202
<b>Annexe A (normative) Suite de tests abstraits.....</b>		<b>204</b>
<b>Annexe B (informative) Exemples de schémas d'application.....</b>		<b>219</b>
<b>Annexe C (informative) MiniTopo.....</b>		<b>223</b>
<b>Annexe D (informative) Correspondance entre l'ISO 19107:2003 et la version actuelle.....</b>		<b>228</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>231</b>

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

[ISO 19107:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-946efdb4f7d4/iso-19107-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-946efdb4f7d4/iso-19107-2019>

## 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 documents 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 reçues 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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 211, *Information géographique/Géomatique*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 19107:2003), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Elle constitue désormais un sous-ensemble logique de cette deuxième édition. En d'autres termes, le présent document est à 100 % rétro-compatible avec sa précédente version, l'ISO 19107:2003, à l'exception de quelques points (dans le domaine des NURBS) pour lesquels la précédente version comportait des erreurs techniques, corrigées dans la présente révision.

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 fournit des schémas conceptuels de description, de représentation et de manipulation des caractéristiques spatiales des entités géographiques. La normalisation dans ce domaine est la pierre angulaire pour la conception, la spécification et la normalisation d'autres informations géographiques.

Les données « vecteur » sont constituées de primitives géométriques servant à construire des expressions des caractéristiques spatiales d'entités géographiques. Les données « raster » sont basées sur le découpage des sujets traités en petites unités selon un pavage de l'espace. Le présent document ne traite que des données vectorielles.

La « géométrie » de l'objet sous-jacent utilisé dans divers systèmes de coordonnées comprend une certaine hiérarchie de complexité. Ces systèmes peuvent utiliser des plans de référence (géométrie cartographique – euclidienne), des sphères de référence (géométrie sphérique, faisant appel à la trigonométrie sphérique), des ellipsoïdes de référence (géométrie ellipsoïdale utilisant des métriques gaussiennes ou riemanniennes) ou des surfaces plus complexes (utilisant généralement des approximations pour le calcul). Les coordonnées d'un point le placent sur la géométrie de référence, ou en lien avec elle. À l'exception de la « géométrie cartographique », les formules euclidiennes habituelles pour la distance et la surface ne s'appliquent pas directement dans le système de coordonnées.

Les expressions topologiques donnent des descriptions qualitatives des relations spatiales entre objets géométriques. La topologie traite des caractéristiques des figures géométriques qui restent invariantes si l'espace subit une déformation élastique. Les propriétés topologiques ne changent pas lorsqu'une information est transformée d'un système de coordonnées à un autre, faisant généralement appel à la fonction de coordonnées passant de R2 ou R3 à la géométrie de référence. Les propriétés topologiques dans le domaine du système de coordonnées sont identiques à celles de la surface géographique, mais les propriétés métriques peuvent changer de façon significative (par exemple: distance, superficie, direction).

ISO 19107:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-940c1d341d44/iso-19107-2019>

Les opérateurs spatiaux sont des fonctions et des procédures qui utilisent, interrogent, créent, modifient ou suppriment des objets spatiaux. Le présent document décrit la taxonomie de certains des opérateurs les plus importants, leurs définitions et leurs implémentations. Les objectifs sont les suivants:

- Définir des opérateurs spatiaux d'une manière non ambiguë, de façon que des implémentations différentes produisent des résultats comparables, dans les limites de la précision et de la résolution.
- Utiliser ces définitions en vue d'obtenir un ensemble d'opérations normalisées qui formeront le point de départ de systèmes conformes et serviront ainsi de banc d'essai pour les concepteurs et de base de référence pour la validation de la conformité.
- Définir une algèbre d'opérateurs qui permettra d'utiliser des combinaisons des opérateurs de base de manière prévisible dans l'interrogation et la manipulation de données d'entités géographiques.

Des schémas conceptuels normalisés pour les caractéristiques spatiales augmenteront l'aptitude au partage d'informations géographiques entre applications. Ces schémas serviront au système d'information géographique, aux concepteurs de logiciels et aux utilisateurs d'informations géographiques pour obtenir des structures et des fonctions de données spatiales compréhensibles et cohérentes.

Le présent document est un document technique car la géométrie est une matière technique. Euclide parlait d'une forme de la géométrie plus simple au roi le plus puissant de son époque en ces termes:

*En géométrie, il n'y a point de voie royale (μή είναι βασιλικήν ἀτραπόν ἐπί γεωμετρίας).*

*Réponse d'Euclide à Ptolémée I Soter (Général d'Alexandre le Grand devenu Pharaon d'Égypte) — attribuée par Proclus (412–485 av. J.-C.) dans son Commentaire du premier Livre des Éléments d'Euclide*

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

ISO 19107:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-946efdb4f7d4/iso-19107-2019>

# Information géographique — Schéma spatial

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les schémas conceptuels de description des caractéristiques spatiales des entités géographiques, ainsi qu'un jeu d'opérations spatiales cohérent avec ces schémas. Il traite de géométrie et de topologie vectorielle. Il définit des opérations spatiales normalisées destinées à être utilisées pour accéder aux informations géométriques sur des objets spatiaux (géométriques et topologiques), pour les interroger, les gérer, les traiter et les échanger. Du fait de la nature des informations géographiques, ces espaces de coordonnées géométriques ont normalement jusqu'à trois dimensions spatiales, une dimension temporelle et n'importe quel nombre d'autres paramètres de l'espace, selon les besoins des applications. En général, la dimension topologique des projections spatiales des objets géométriques sera de trois au maximum.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 19103, *Information géographique — Langage de schéma conceptuel*

ISO 19108, *Information géographique — Schéma temporel*

ISO 19109, *Information géographique — Règles de schéma d'application*

ISO 19111, *Information géographique — Système de références par coordonnées*

ISO/IEC 11404:2007, *Technologies de l'information — Types de données à but général (GPD)*

ISO/IEC 19505-2:2012, *Technologies de l'information — Langage de modélisation unifié OMG (OMG UML) — Partie 2: Superstructure*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO/IEC 11404, dans l'ISO 19103 et dans l'ISO/IEC 19505-2, 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 <http://www.electropedia.org/>

NOTE Les mots communs venant de la géométrie, tels que point, courbe, ligne, surface, solide, etc., ont leur sens courant sauf lorsqu'ils sont utilisés comme noms de classifieur (généralement des interfaces), auquel cas ils sont une représentation numérique du concept géométrique. Les termes mathématiques communs qui ne sont pas définis ici prennent la signification commune qui est la leur en mathématiques (voir, [15], [10] ISO/IEC 11404 ou un texte de norme sur le sujet, tel que la série « N. Bourbaki »<sup>1)</sup> actuellement publiée par Springer Verlag en français, en anglais et en allemand). Il convient d'être prudent car les termes mathématiques peuvent varier en fonction du contexte et peuvent être facilement confondus avec des mots communs. Par exemple, un ensemble « ouvert », une courbe « fermée », un ensemble « fermé », une fonction « rationnelle », une « frontière », un « intérieur », une « fermeture », un « extérieur », une « fonction » et d'autres termes venant de la langue commune ont des sens très spécifiques en mathématiques et dans le présent document. Lorsque cela est nécessaire, et pour éviter toute confusion, les définitions existantes ont été complétées pour expliciter le sens voulu dans le présent document. Les termes mathématiques comprennent le vocabulaire commun de la géométrie, de la topologie, du calcul, de la géodésie et de la géométrie différentielle. Bon nombre de ces termes peuvent être suffisamment communs pour que leur inclusion ne soit pas nécessaire. Ils sont inclus ici pour éviter toute confusion, spécialement en ce qui concerne les termes tels que ceux qui sont énumérés ci-dessus et qui ont un sens différent dans un autre contexte.

**3.1**  
**racine abstraite**  
<programmation> classifieur de racine commune d'une catégorie qui est une superclasse d'un autre classifieur dans la catégorie

Note 1 à l'article: La classe Any dans certains langages de programmation est la racine abstraite de toutes les classes. C'est donc la réunion *de facto* de toutes les classes. Dans le présent document, Geometry est la racine abstraite (nommée et explicite) pour tous les objets de géométrie. Dans le paquetage Geometry et dans n'importe lequel de ses sous-paquetages (y compris ceux qui font partie de ses classes d'exigences), toute interface sera un sous-type de Geometry, directement ou de façon transitive.

**3.2**  
**arc**  
<géométrie> *segment* (3.83) de courbe

**3.3**  
**coordonnées barycentriques**  
<géométrie des coordonnées> point dans un système de coordonnées de dimension **n** utilisant  $n+1$  nombres,  $[u_0, u_1, u_2, u_3, \dots, u_n]$   $\ni [0 \leq u_i \leq 1] \wedge \sum u_i = 1, 0$ , dans lequel l'emplacement d'un point d'un **n-simplexe** (de n'importe quelle dimension) est spécifié par un centre pondéré de masse équivalente placée à ses sommets en utilisant l'algèbre vectorielle du  $\mathbb{R}^n$  utilisée dans le **système de coordonnées de référence**

Note 1 à l'article: Bien qu'il y ait  $n+1$  coordonnées dans un système de coordonnées barycentrique, la dimension topologique est  $n$ , la restriction (somme à 1,0) faisant perdre 1 degré de liberté (si l'on a  $n$  ordonnées, l'ordonnée

restante est déterminée par:  $u_n = 1, 0 - \sum_{i=0}^{n-1} u_i$ ). Les coordonnées du simplexe sont toutes non négatives, mais le

système peut s'étendre à l'extérieur du simplexe en utilisant des nombres négatifs. Si les ordonnées sont toutes positives, le point est alors à l'intérieur du (interne au) **n-simplexe**. Si l'une d'entre elles est égale à 1,0 et l'autre à 0, il s'agit d'un angle du simplexe. Si l'une d'entre elles est égale à zéro et les autres supérieures ou égales à zéro, le point est alors situé sur le  $n-1$ -simplexe opposé au sommet mis à zéro. Si toutes sont négatives, le point est à l'extérieur du simplexe. Les coordonnées dépendent du système de coordonnées de référence sous-jacent des données source.

1) N. Bourbaki est le nom d'auteur de l'« Association des collaborateurs de Nicolas Bourbaki » regroupant des mathématiciens ayant publié la première fois en 1935 et ayant pour finalité la « formalisation des mathématiques ». Ce groupe a un bureau à l'« École Normale Supérieure » de Paris. Voir [https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicolas\\_Bourbaki](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Bourbaki). Leurs ouvrages bénéficient d'une grande notoriété dans le monde des mathématiques.

**3.4****azimut**

angle horizontal, tangent ou direction en un point

Note 1 à l'article: Cette définition (par opposition à celle de l'ISO 19162:2015) est nécessaire pour le présent document car le concept est utilisé dans d'autres définitions, telles que le premier problème géodésique et le deuxième problème géodésique. Les deux définitions sont quasiment équivalentes car la tangente à une courbe sur une surface est une tangente à la surface et ne spécifie pas une direction. La mesure 2D habituelle de l'azimut peut être un angle mesuré de façon équivalente à partir du Nord dans le sens des aiguilles d'une montre, ou un vecteur unitaire tangent. Si le système de coordonnées est en 3D dans l'espace, l'azimut horizontal peut aussi avoir besoin d'un angle d'altitude vertical pour être complet. Si une courbe de référence (telle qu'utilisée dans l'ISO 19162) est paramétrée par une longueur d'arc, alors la « dérivée » est un vecteur unitaire. Si une autre paramétrisation «  $t$  » est utilisée, il convient alors que la dérivée soit normalisée,  $(\bar{\tau} / \|\bar{\tau}\|; \dot{c}(t) = \bar{\tau};)$ . Cela est utile car la paramétrisation par longueur d'arc peut occasionner des difficultés de calcul. La représentation numérique d'un vecteur dépend du système de coordonnées. L'azimut ne dépend pas d'un système de coordonnées, mais il peut être représenté dans tout système raisonnable. L'azimut ne dépend pas de ses diverses représentations.

**3.5****bicontinu**

<mathématiques> inversible, continu et avec un inverse continu

**3.6****frontière**

ensemble représentant la limite d'une entité

Note 1 à l'article: La frontière est très communément utilisée dans le contexte de la géométrie, lorsque l'ensemble est une collection de points ou une collection d'objets représentant ces points. Dans d'autres domaines, ce terme est utilisé de manière métaphorique pour décrire la transition entre une entité et le reste de son domaine de discours.

**3.7****tampon**

ISO 19107:2019  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f->  
 objet géométrique contenant tous les points et seulement les points dont la distance à un objet ayant une géométrie spécifiée est inférieure ou égale à une distance donnée utilisée dans sa construction

**3.8****fermeture**

union de l'intérieur et de la frontière d'un objet topologique ou géométrique

**3.9****co-frontière**

ensemble de primitives topologiques de dimension topologique supérieure associé à un objet topologique particulier, tel que cet objet topologique se retrouve dans chacune de leurs frontières

Note 1 à l'article: Si un nœud se trouve sur la frontière d'une arête, celle-ci est sur la co-frontière de ce nœud. Tout paramètre d'orientation associé à l'une de ces relations est également associé à l'autre. La co-frontière d'un nœud peut être appelée « étoile de nœud ».

**3.10****conforme**

qui conserve les angles

Note 1 à l'article: Certaines projections sont conformes. Par exemple, une projection de Mercator préserve l'angle entre les courbes de sorte que, si deux courbes dans un plan soumis à une projection de Mercator se croisent à 90°, les courbes de pré-image sur l'ellipsoïde se croisent également à 90°, comme des lignes de latitude constante et des lignes de longitude constante.

**3.11  
connexe**

propriété d'un espace topologique selon laquelle l'espace entier ou l'ensemble vide représentent les seuls et uniques sous-ensembles à la fois ouverts et fermés

Note 1 à l'article: La définition formelle du terme « connexe » est la suivante: tout couple d'ensembles localement ouverts dont l'union est l'espace entier doit avoir une intersection non vide.

un espace topologique T est connexe si et seulement si (1)

$$[\forall X, Y \subset T \ni X \cup Y = T] \Rightarrow [X \cap Y \neq \emptyset]$$

Cette définition formelle est difficile à utiliser. Le terme *connexe par arc* (3.75) défini ci-après est équivalent pour les besoins du présent document. L'utilisation de coordonnées à « précision finie » fait que des ensembles connexes mais non connexes par arc sont impossibles à représenter. Dans tous les cas où le terme « connexe » est utilisé, le terme « connexe par arc » est plus facile à soumettre à essai et à visualiser.

**3.12  
nœud connexe**

<topologie> nœud qui commence ou qui finit une ou plusieurs arêtes

**3.13  
point de contrôle**

<géométrie de coordonnées> point utilisé dans la construction d'une géométrie qui contrôle partiellement sa forme mais qui ne repose pas nécessairement sur la géométrie

Note 1 à l'article: Le centre d'un arc est un point de contrôle. Les pôles de courbes b-splines sont des points de contrôle.

**3.14  
convexe**

<géométrie> contenant tous les points sur une « ligne » joignant deux points intérieurs

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac19b8d3-c7f8-4839-aa4f-946c1b748645/iso-19107-2019>

Note 1 à l'article: La définition du terme « convexe » exige une définition du terme « ligne ». Pour les systèmes de coordonnées, il s'agit de l'arc linéairement interpolé habituel mais, dans le contexte, la « ligne » sur une surface de référence géométrique, désigne un « arc géodésique ». La signification par défaut dans le présent document est celle de l'interpolation linéaire.

**3.15  
enveloppe convexe**

<géométrie> plus petit ensemble convexe contenant un objet géométrique donné

Note 1 à l'article: Le terme « plus petit » désigne la plus petite grandeur théorique de l'ensemble et non une indication de mesure. Cette définition peut être reformulée comme « l'intersection de tous les ensembles convexe contenant l'objet géométrique ». Une autre définition dans un espace euclidien  $\mathbb{E}^n$  est l'union de toutes les lignes dont les deux points extrêmes appartiennent à l'objet géométrique donné.

$C = A.convexHull \Leftrightarrow$  (2)

$[C.convex = TRUE] \wedge [A \subset C] \wedge [[B.convex = true, A \subset B] \Rightarrow [A \subseteq C \subseteq B]]$

**3.16  
coordonnée**

l'une des séquences de nombres désignant la position d'un point

Note 1 à l'article: Dans un système de coordonnées de référence, les nombres sont qualifiés par des unités. Le nombre de décalages (généralement appelé « ordonnées ») d'une coordonnée n'est pas la dimension. En présence d'une contrainte, la dimension peut être plus petite. Voir *dimension des coordonnées* (3.17).

**3.17****dimension des coordonnées**

<géométrie des coordonnées> nombre de décisions séparées nécessaire pour décrire une position dans un système de coordonnées

Note 1 à l'article: La dimension des coordonnées représente le nombre de choix effectués, des contraintes pouvant restreindre ces choix. Une coordonnée barycentrique ayant  $(n+1)$  décalages alors que l'espace sous-jacent est de dimension  $n$ . Les coordonnées homogènes  $(wx, wy, wz, w)$  sont effectivement à 3 dimensions car le choix de «  $w$  » n'affecte pas la position, c'est-à-dire que  $(wx, wy, wz, w) = (x, y, z, 1) \rightarrow (x, y, z)$ , ce qui n'est pas affecté par  $w$ . La dimension sera au plus égale au comptage des nombres dans la coordonnée. Elle peut cependant être plus faible si les coordonnées sont contraintes d'une manière ou d'une autre.

**3.18****système de coordonnées de référence**

<géométrie différentielles, géodésie> système de coordonnées associé à un objet par un datum

[SOURCE: ISO 19111:2019, 4.8, modifiée — Les Notes 1 et 2 à l'article ont été ajoutées]

Note 1 à l'article: La définition d'origine du système de coordonnées de référence (CRS) utilise un objet géométrique (un datum géodésique) référencé dans le monde réel par un Datum. L'ISO 19111 peut étendre cela à tout « paramètre » pouvant essentiellement être représenté en tant que graphe de la relation du paramètre. Ce graphe est dans le produit croisé du Datum, de l'espace de domaine de la fonction du paramètre et de l'espace du paramètre (lequel à son tour peut être multidimensionnel). De la sorte, tout système de coordonnées utilisé dans le présent document est, au plan logique, un CRS. Comme ce n'était pas l'intention de l'ISO 19111, le présent document utilisera le terme CRS pour les systèmes de coordonnées associés à un datum géodésique, et le terme plus général « système de coordonnées » pour désigner toute autre chose, en plus ou en moins. Ici, CRS désigne les coordonnées spatiales. Partout où le datum sous-jacent (surface) n'est pas plat, le système de coordonnées n'est pas euclidien et la métrique n'est pas pythagoricienne.

Note 2 à l'article: Si les dernières versions de la norme ISO 19111 devaient modifier la définition copiée ci-dessus, il convient que cela n'ait pas d'incidence sur le présent document. Si des datums dynamiques sont utilisés, les mesures effectuées par les opérations de géométrie des objets dans le présent document ne seraient valides qu'au moment utilisé pour le datum et pour les coordonnées associées. Si le datum varie, la mesure peut varier elle aussi, mais les définitions des mesures restent les mêmes, les valeurs réelles pouvant être fonction du temps.

**3.19****vecteur de courbure**

<géométrie différentielle> dérivée seconde d'une courbe paramétrée par la longueur d'arc en un point

Note 1 à l'article: Si  $c(s) = (x(s), y(s), z(s))$  est une courbe dans un espace cartésien 3D ( $\mathbb{E}^3$ ), et si  $s$  est la longueur d'arc le long de  $c(s)$ , alors le vecteur tangent unitaire est  $\dot{c}(s) = (\dot{x}(s), \dot{y}(s), \dot{z}(s))$ , c'est-à-dire la dérivée des valeurs de coordonnées de «  $c$  » par rapport à «  $s$  ». Le vecteur de courbure est  $\ddot{c}(s) = (\ddot{x}(s), \ddot{y}(s), \ddot{z}(s))$ . Le vecteur de courbure peut être approché par l'inverse du rayon d'un cercle passant par 3 points quelconques proches sur la courbe (pointés de la courbe vers le centre du cercle).

**3.20****cycle**

<géométrie, topologie> objet spatial délimité avec une frontière vide

Note 1 à l'article: Il est fait appel à des cycles pour décrire les composants des frontières. Un cycle n'a généralement pas de frontière car il se referme sur lui-même, mais il est délimité (c'est-à-dire qu'il n'a pas une extension infinie). Un cercle ou une sphère, par exemple, n'a pas de frontière (c'est-à-dire que sa frontière est vide) mais est délimité(e).

**3.21****point de données**

<géométrie des coordonnées> point reposant sur la géométrie

Note 1 à l'article: Les sommets sur une polygone sont des points de données. Les points servant à construire une spline polynomiale sont des points de données. Les points de données peuvent servir de points de contrôle mais ils sont souvent déduits une fois que la géométrie est construite.