NORME INTERNATIONALE

ISO 19107

Deuxième édition
2019-12

Information géographique — Schéma spatial

Geographic information — Spatial schema

Numéro de référence
ISO 19107:2019(F)

© ISO 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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **viii**
Introduction ..... **ix**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **1**
4 Symboles, unités et abréviations **18**
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
5 Conformité **21**
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
6 Coordonnées et géométrie minimale **28**
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

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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

7 Interpolations pour Curves ... 116
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

 © ISO 2019 – Tous droits réservés

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 function 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

8 Interpolations pour Surfaces 151
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

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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

9 Interpolations pour Solids ... 165
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

10 Topologie ... 168
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

11 Classes d'exigences spéciales ... 198
11.1 Classe d'exigences Simplicial geometry ... 198
11.1.1 Sémantique ... 198

 © ISO 2019 – Tous droits réservés

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

Annexe A (normative) **Suite de tests abstraits** **204**

Annexe B (informative) **Exemples de schémas d'application** **219**

Annexe C (informative) **MiniTopo** **223**

Annexe D (informative) **Correspondance entre l'ISO 19107:2003 et la version actuelle** **228**

Bibliographie **231**

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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).

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).

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.

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.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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).

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 εἶναι βασιλικήν ἀτραπόν ἐπί γεωμετρίαν).

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

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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/

© ISO 2019 – Tous droits réservés