Cadastre des surfaces de limitation  
d’obstacles

**Guide de l’interface d’échange de données   
OGC GeoPackage (GPKG)**

Version 1.0

|  |  |
| --- | --- |
| **Auteur** | Bächtold & Moor AG Silvan Wermelinger |
| **Date** | 19.01.2024 |

**Création et modifications**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Date** | **Version** | **Qui ?** | **Quoi ?** |
| 08.12.2022 | 1.0 | WS (B&M) | Version initiale pour la nouvelle MGDM 2.0 |
| 19.01.2024 | 2.0 | SMD | Ajout l’attribut « Document » dans « OlsCadastre » |

Le paragraphe suivant est en texte masqué. Il peut être utilisé au besoin pour l'historique des documents et des versions.

|  |  |
| --- | --- |
| Création : | 08.12.2022 |
| Dernière modification en date : | 13.04.2023 |

**Création et modifications**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Date** | **Version** | **Qui ?** | **Quoi ?** |
| 08.12.2022 | 0.1 | WS (B&M) | Structure du document |
| 25.01.2023 | 0.9 | WS (B&M) | Création du contenu selon la nouvelle version MGDM 2.0 |
| 31.03.2023 | 1 | WS (B&M) | Version initiale pour la nouvelle MGDM 2.0 |
| 19.01.2024 | 2.0 | SMD | Ajout l’attribut « Document » dans « OlsCadastre » |

**Vérification, approbation**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Date** | **Version** | **Qui ?** | **Décision** |
| 31.03.2023 | 3.0 | OFAC | Validation de la version MGDM V2 |

Référence du dossier : BAZL-155.43-6/8 **﻿﻿**

**Table des matières**

Table des matières

[1 Contexte et but 3](#_Toc135210765)

[1.1 Bases 3](#_Toc135210766)

[1.2 Contexte 3](#_Toc135210767)

[1.3 But 3](#_Toc135210768)

[1.4 Objectifs 4](#_Toc135210769)

[2 Définitions générales 5](#_Toc135210770)

[2.1 Format GeoPackage 5](#_Toc135210771)

[2.2 Système de coordonnées 5](#_Toc135210772)

[2.3 Base de données et tables 5](#_Toc135210773)

[2.4 Domaines de valeurs 5](#_Toc135210774)

[2.5 Contrôle de l’intégrité 5](#_Toc135210775)

[2.5.1 Intégrité des attributs 5](#_Toc135210776)

[2.5.2 Conditions 5](#_Toc135210777)

[2.5.3 Intégrité topologique 6](#_Toc135210778)

[3 L’interface GeoPackage 7](#_Toc135210779)

[3.1 Généralités 7](#_Toc135210780)

[3.2 Domaines de valeurs 7](#_Toc135210781)

[3.3 Spécification des entités vectorielles et des tables 9](#_Toc135210782)

[3.3.1 OlsCadastre 9](#_Toc135210783)

[3.3.2 Ols 10](#_Toc135210784)

[3.3.3 OlsLine 11](#_Toc135210785)

[3.3.4 DeterminingArea 12](#_Toc135210786)

[3.3.5 ReferencePoint 14](#_Toc135210787)

[4 Règles relatives aux lignes de construction 15](#_Toc135210788)

[4.1 Types de géométries admis 15](#_Toc135210789)

[4.2 Approximation des arcs de cercle 15](#_Toc135210790)

[4.3 Snapping (accrochage) 16](#_Toc135210791)

[4.4 Cohérence entre entités 16](#_Toc135210792)

[4.5 Intégrité topologique 16](#_Toc135210793)

[4.6 Couches sécantes ou superposées 19](#_Toc135210794)

[5 Transmission 20](#_Toc135210795)

# Contexte et but

## Bases

[1] Office fédéral de l’aviation civile (2024) : modèle Interlis 2.3 (.ili) CadastreOfObstacle-LimitationSurfaces\_V2, version 2 du 19.01.2024

[2] Office fédéral de l’aviation civile (2024) : Documentation « modèle de géodonnées minimal » Cadastres des surfaces de limitation d’obstacles, version 2.0 du 19.01.2024

## Contexte

Les exploitants d’aérodromes établissent et mettent à jour un cadastre des surfaces de limitation d’obstacles (CSLO) conformément à l’Annexe 14 OACI (cf. art. 62 de l’ordonnance sur l’infrastructure aéronautique [OSIA ; 748.131.1]). Les CSLO sont transmis à l’Office fédéral de l’aviation civile (OFAC) sous forme de cartes/de plans numérisés.

L’OFAC possède le statut de service spécialisé compétent de la Confédération au sens de l’art. 9 de l’ordonnance sur la géoinformation (OGéo ; RS 510.620) et il lui incombe à ce titre de prescrire un modèle de géodonnées minimal pour les CSLO (ID 106, annexe 1 OGéo) dans lequel il fixe la structure et le degré de spécification du contenu. La version 2.0 du MGDM [1] a été approuvée le 29 mars 2022 (référence du dossier : BAZL-155.43-6/3/2).

## But

Le présent document définit et décrit ***l’interface d’échange de données*** au moyen duquel l’OFAC reçoit les données géométriques et attributaires relatives aux CSLO prévues par le MGDM [1]. L’OFAC convertit ensuite ces données au format Interlis[[1]](#footnote-1). De cette façon, les géodonnées provenant des exploitants d’aérodromes (ou des bureaux d’ingénieur mandatés par leurs soins) peuvent ensuite être traitées, analysées et publiées dans une chaîne de processus numérique.

Trois ***formats d’interface et d’échange*** ont été retenus afin qu’un maximum de fournisseurs et de prestataires soient en mesure d’établir des CSLO numériques :

1. le format *File Geodatabase* (GDB) d’ESRI
2. le format *Drawing Interchange File* (DXF) d’Autodesk
3. le format non-propriétaire et non lié à un système d’exploitation *GeoPackage* (GPKG) de l’Open Geospatial Consortium (OGC)

Le présent document décrit les règles applicables à la ***saisie et aux attributs*** pour le format *GeoPackage* (GPKG) afin d’automatiser la transformation dans la structure cible du CSLO. On renverra à la documentation du modèle [2] pour les définitions de base et de plus amples explications.

## Objectifs

Le présent document spécifie les exigences auxquelles sont soumises les donnée géométriques et les données attributaires des fichiers d’entrée. Il est structuré comme suit :  
Partie 2 : définitions d’ordre général  
Partie 3 : spécificités de l’interface GeoPackage.  
Partie 4 : résumé des principales règles relatives aux lignes de construction  
Partie 5 : indications concernant l’envoi des données.

L’aérodrome de Wangen-Lachen (LSPV) a été choisi afin d’illustrer notre propos. Le GeoPackage peut être téléchargé dans son intégralité via le lien suivant et être utilisé comme modèle.

# Définitions générales

## Format GeoPackage

GeoPackage (.gpkg) est un format ouvert, non-propriétaire, non lié à un système d’exploitation qui a été développé par l’Open Geospatial Consortium (OGC). L’interface est compatible avec GeoPackages version 1.0 et ultérieures. Le format GeoPackage est pris en charge par la plupart des systèmes d’information géographique courants. La liste, non exhaustive, des programmes pris en charge figure dans la documentation relative au format GPKG[[2]](#footnote-2). Les indications documentées ici sont testées à l’aide d’ArcGIS Pro 3.0.3.

## Système de coordonnées

Le modèle de géodonnées minimal relatif aux cadastres des surfaces de limitation d’obstacles [1] se base sur le système suisse de coordonnées nationales établi par référence à la nouvelle mensuration nationale (1995). Les CSLO doivent être établis à partir du cadre de référence MN95 (système de référence CH1903+). Le cadre de référence altimétrique doit s’appuyer sur le réseau du nivellement fédéral suisse NF02.

## Base de données et tables

L’interface GeoPackage se base sur une bibliothèque SQLite qui renseigne sur le cadastre et les classes thématiques d’un CSLO sous forme de « feature tables » (tables). Ces tables peuvent aussi servir à sauvegarder des informations de géométrie sous forme de données vectorielles.

## Domaines de valeurs

Le domaine de valeur (en anglais : domain) d’une base de données décrit l’ensemblede valeurs valables qui peut être attribué à un attribut spécifique. Ces valeurs sont mentionnées au chap. 4.2 de la documentation du modèle [2] ou dans le présent document à la *Table 1*.

## Contrôle de l’intégrité

### Intégrité des attributs

L’intégrité des attributs décrit l’état de la base de données pour laquelle tous les attributs proviennent du domaine de valeurs correspondant. Si des domaines de valeurs sont définis dans GeoPackage, ils ne sont pas imposés. Le contrôle de l’intégrité est assuré en aval par l’OFAC dans le cadre de la validation Interlis.

### Conditions

Certaines valeurs sont subordonnées à des conditions (en anglais : *constraints*). Ces conditions impliquent par exemple que HeightAccordingVIL affiche la valeur ‘false’ lorsque HeightAboveGround n’est pas une valeur nulle. L’OFAC vérifie le bon respect de ces conditions dans le cadre de la validation Interlis.

### Intégrité topologique

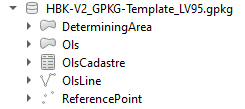
L’intégrité des géométries est appelée intégrité topologique. Le contrôle de l’intégrité est ici aussi assuré par l’OFAC. Les détails à ce sujet figurent au chap. 4.5.

# L’interface GeoPackage

## Généralités

Dans un GeoPackage, l’information est essentiellement structurée à l’aide de tables d’entités (*feature tables*). Le modèle de données comprend quatre entités vectorielles (*vector features*: Typ: gpkg\_geometry\_columns) et une entité de données génériques (*data feature* : (Typ: gpkg\_data\_columns). Le nombre et le nom des entités sont fixes et ne peuvent être modifiés (*Illustration 1*).

Les spécifications ci-après reposent sur les exigences du modèle de géodonnées minimal [1]. Les noms des attributs (*Tables 2 et 10*, colonne Attribut) et les domaines de valeurs (*Tables 2 et 10*, colonne Domaine de valeur) ont été reprise des chap. 4.2, 4.3 et 5 de la documentation du modèle [2]. Des domaines de valeurs supplémentaires ont été définis selon les besoins (par exemple : valeurs de domaines numériques ou expressions booléennes).

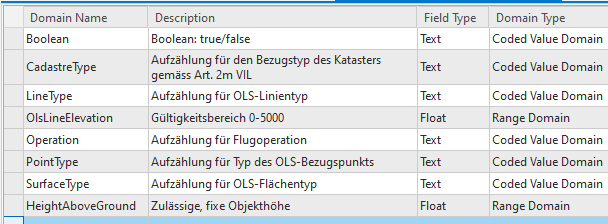


*Illustration 1: table et entités vectorielles de l’interface GeoPackage*

## Domaines de valeurs

Les domaines de valeurs CadastreType, SurfaceType, Operation, LineType et PointType ont été repris de la documentation du modèle [2, chap. 4.2] et figurent à la *Table 1*. Des domaines de valeurs ont été ajoutés. Il s’agit de domaines qui ne figurent pas comme tels dans la documentation du modèle et y sont mentionnés en tant que restrictions. Sont visés ici le domaine de valeurs Boolean associés aux valeurs de vérité booléennes *true / false* (vrai / faux) pour l’entité vectorielle DeterminingArea et le domaine de valeurs associé à l’attribut Elevation de l’entité vectorielle OlsLine.

Les valeurs de domaines sont enregistrées dans le modèle de fichier GeoPackage mis à disposition (Illustration 2), ce qui permet de contrôler la validité d’un domaine de valeurs.



*Illustration 2 : domaines de valeurs GeoPackage*

*Table 1 : domaines de valeurs du modèle de géodonnées minimal*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Domaine de valeurs** | **Valeur** | **Description** |
| CadastreType | AerodromeHeliport | Aérodrome ou héliport |
|  | AirNavigationFacility | Installation de navigation aérienne |
|  | FlightPath | Trajectoire de vol |
| LineType | Auxiliary\_line | Trait de rappel graphique, p. ex. trait d’une surface non déterminante |
|  | Boundary\_line | Frontière d’une OLS ou de ses parties |
|  | Center\_line | Axe des pistes et des trajectoires d’approche et de départ |
|  | Contour\_line | Courbe de niveau |
|  | HzBoundary\_line | Contour horizontal (partiel) d’une OLS |
|  | Intersection\_line | Intersection de deux surfaces |
| Operation | Circuit | Circuit d’aérodrome |
|  | Non\_instrument\_approach | Approche à vue |
|  | Non\_precision\_approach | Approche classique |
|  | Precision\_approach | Approche de précision |
|  | Take\_off\_climb | Montée au décollage |
| PointType | ARP | Point de référence d’aérodrome |
|  | CLP | Point d’axe de piste |
|  | DER | Extrémité départ de la piste |
|  | FATO | Centre de la FATO (*Final Approach and Take-off Area*) |
|  | Thr | Point de seuil de piste |
| SurfaceType | Approach\_surface | Surface d’approche |
|  | Approach\_surface\_heli | Surface d’approche pour hélicoptères |
|  | Balked\_landing\_surface | Surface d’atterrissage interrompu |
|  | Calotte\_area | Surface partielle hémisphérique en cas d’anomalie (calotte) |
|  | Conical\_surface | Surface conique |
|  | Critical\_sensitive\_area | Surface de protection des installations de navigation aérienne |
|  | FATO\_area\_heli | Aire d’approche finale et de décollage pour hélicoptères |
|  | Inner\_approach\_surface | Surface intérieure d’approche |
|  | Inner\_horizontal\_surface | Surface horizontale intérieure |
|  | Inner\_transitional\_surface | Surface intérieure de transition |
|  | Obstacle\_protection\_surface | Surface de protection du dispositif VASIS |
|  | One\_engine\_out\_surface | Surface OEI (One Engine Inoperative) |
|  | PANS\_OPS\_surface | Surface PANS-OPS |
|  | Protected\_side\_slope\_heli | Pente latérale protégée pour hélicoptères |
|  | Runway\_strip | Bande de piste |
|  | Safety\_area\_heli | Aire de sécurité pour hélicoptères |
|  | Takeoff\_climb\_surface | Surface de montée au décollage |
|  | Takeoff\_climb\_surface\_heli | Surface de montée au décollage pour hélicoptères |
|  | Takeoff\_flightpath\_area | Surface AOC |
|  | Transitional\_surface | Surface de transition |
| Boolean | true | Valeur de vérité booléenne : vrai |
|  | false | Valeur de vérité booléenne : faux |
| OlsLineElevation | [0,…,5000] | Valeurs admises exprimées en mètres |
| HeightAboveGround | [0,…,100] | Valeurs admises exprimées en mètres |
| HeightAccordingVIL | NULL  true  false | Aucune information disponible quant à l’applicabilité de l’OSIA  Percement conforme à l’OSIA  Percement non conforme à l’OSIA |

## Spécification des entités vectorielles et des tables

Les spécifications des cinq éléments à fournir (*Illustration 1*) sont abordées ci-après. Les lignes grisées renvoient à l’identifiant d’objet par défaut des tables GPGK. Elles apparaissent ici par souci d’exhaustivité.

Les attributs coïncident avec les attributs qui figurent dans la documentation du modèle de géodonnées minimal [2, chap. 4.3 et 5]. L’indication relative à l’admissibilité de valeurs nulles a été déduite des données de cardinalité. Par exemple, lorsque la cardinalité minimum est équivalente à 1, la valeur nulle n’est pas admise.

À noter que l’attribut SurfaceName référence de manière unique les inscriptions entre les entités vectorielles ou les tables.

### OlsCadastre

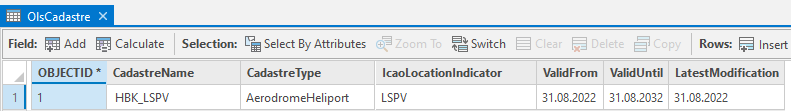
La table OlsCadastre contient des données sur le cadastre. Cette partie présente les spécifications (*Table 2 : spécifications de la table OlsCadastre*), explique les attributs (*Table 3*) et reproduit une capture d’écran du résultat final (*Illustration*  *3*) en guise d’illustration.

*Table 2 : spécifications de la table OlsCadastre*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Attribut** | **Type de données** | **Valeur nulle** | **Longueur** | | **Domaine de valeurs** |
| OBJECTID | Object ID |  |  |  | |
| CadastreName | Text | Non admise | 30 |  | |
| CadastreType | Text | Non admise | 255 | CadastreType | |
| IcaoLocationIndicator  Document | Text  Text | Admise  Admise | 4  1023 |  | |
| ValidFrom | Date | Admise |  |  | |
| ValidUntil | Date | Admise |  |  | |
| LatestModification | Date | Non admise |  |  | |

*Table 3 : OlsCadastre : description des attributs*

|  |  |
| --- | --- |
| **Attribut** | **Description** |
| CadastreName | Désignation unique du CSLO |
| CadastreType | Type de cadastre au sens de l’art. 2, let. m OSIA |
| IcaoLocationIndicator  Document | Code OACI de l’aérodrome ou de l’héliport  Lien vers le plan PDF, est rempli par l'OFAC |
| Validity | Durée de validité et dernière modification (date de l’approbation / décision d’entrée en vigueur du cadastre par l’OFAC) |



*Illustration* *3 : OlsCadastre pour LSPV*

### Ols

Les surfaces de limitation d’obstacles (OLS) sont établies par maillage triangulaire irrégulier (TIN). Un TIN ne peut être directement sauvegardé dans une entité vectorielle. Les TIN doivent dès lors être convertis en polygones 3D. La *Table 4* résume les exigences applicables aux attributs de l’entité vectorielle OLS. Les attributs sont décrits à la *Table 5*. *L’Illustration 4* montre le résultat final.

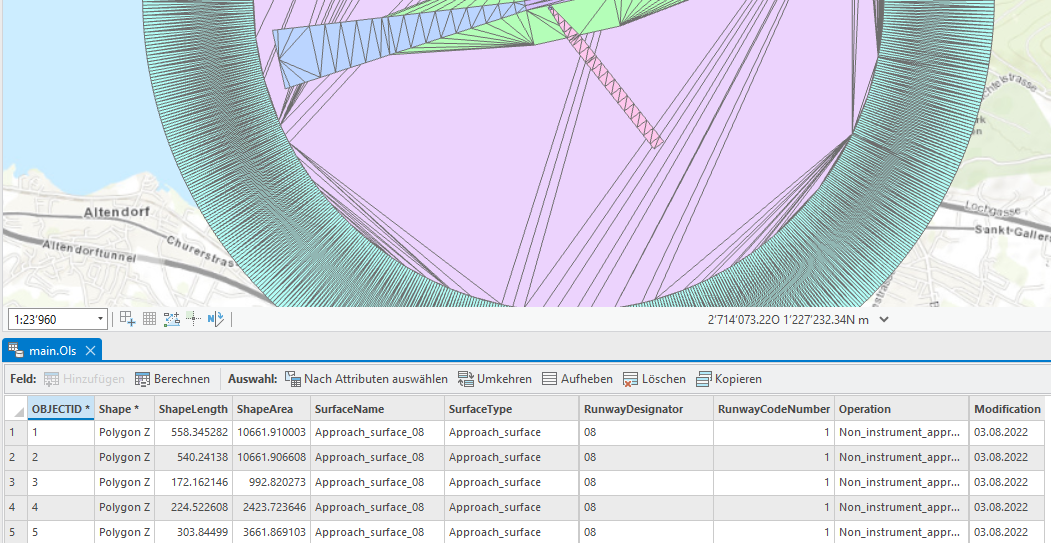
Remarque : la valeur de l’attribut RunwayCodeNumber associé aux OLS qui ont rapport avec l’exploitation d’hélicoptères ne doit pas être nulle (NULL).

*Table 4:* *spécification des attributs de l’entité vectorielle Ols*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Attribut** | | **Type de données** | **Valeur nulle** | | **Longueur** | | **Domaine de valeurs** | |
| OBJECTID | Object ID | |  |  | |  | |
| SHAPE | Geometry | |  |  | |  | |
| ShapeLength | Double | |  |  | |  | |
| ShapeArea | Double | |  |  | |  | |
| SurfaceName | Text | | Non admise | 60 | |  | |
| SurfaceType | Text | | Non admise | 255 | | SurfaceType | |
| RunwayDesignator | Text | | Admise | 20 | |  | |
| RunwayCodeNumber | Short | | Admise |  | | [1,…,4] | |
| Operation | Text | | Admise | 255 | | Operation | |
| Modification | Date | | Admise |  | |  | |

*Table 5 : Ols : description des attributs*

|  |  |
| --- | --- |
| **Attribut** | **Description** |
| SurfaceName | Désignation unique de l’OLS, par exemple :   * surface d’approche 07 : *Approach\_surface\_07* * surface d’approche 07 (vol à voile) : *Approach\_surface\_07* |
| SurfaceType | Type d’OLS |
| RunwayDesignator | Indication de la catégorie de piste |
| RunwayCodeNumber | Classification OACI de la piste (information pertinente en relation avec «Operation» et «SurfaceType») |
| Operation | Opération aérienne (information pertinente en relation avec «RunwayCodeNumber» et «SurfaceType») |
| Modification | Date de la dernière modification de l’OLS |



*Illustration 4 : capture d’écran : entité vectorielle main.Ols*

### OlsLine

Les éléments linéaires des objets OLS sont représentés sous forme de lignes 2D (*line string*) dans l’entité vectorielle OlsLine. Outre les attributs usuels sous ESRI ArcGIS Pro, l’entité de vecteurs OlsLine comprend les attributs LineType et Elevation (*Table 6*).

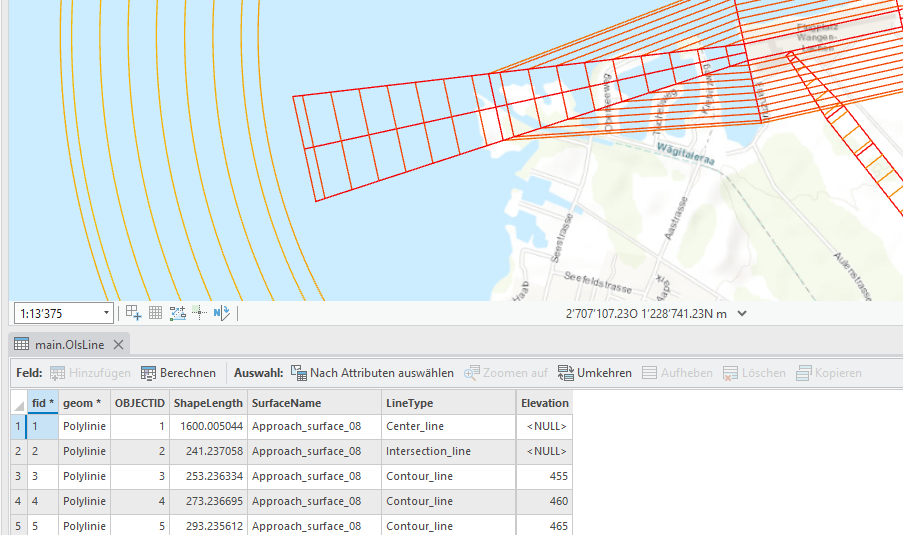
La condition suivante s’applique en outre : si «LineType» est défini comme «HzBoundary\_line» ou «Contour\_line», alors une indication de hauteur («Elevation») est obligatoire [2, p. 23, note 3].

*Table 6 : spécification des attributs de l’entité vectorielle OlsLine*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Attribut** | | **Type de données** | | **Valeur nulle** | | **Longueur** | | **Domaine de valeurs** | |
| OBJECTID | Object ID | |  | |  | |  | |
| SHAPE | Geometry | |  | |  | |  | |
| Shape\_Length | Double | |  | |  | |  | |
| SurfaceName | Text | | Non admise | | 60 | |  | |
| LineType | Text | | Non admise | | 255 | | LineType | |
| Elevation | Float | | Admise | |  | | OlsLineElevation | |

*Table 7 : OlsLine : description des attributs*

|  |  |
| --- | --- |
| **Attribut** | **Description** |
| SurfaceName | Désignation unique des OLS |
| LineType | Désignation unique du CSLO |
| Elevation | Altitude en mètres (impératif pour les courbes de niveau et les lignes de contour horizontales) |



*Illustration 5 : capture d’écran : entité vectorielle main.OlsLine*

### DeterminingArea

Jusqu’à présent, les surfaces les plus restrictives étaient représentées sous la classe RestrictiveArea. Cette classe a depuis été rebaptisée DeterminingArea. Les surfaces déterminantes OLS forment un ensemble de polygones 2D d’un seul tenant et ne se chevauchant pas.

Les percements de surfaces par le relief sont représentés dorénavant sous l’entité vectorielle DeterminingArea. Ces mentions sont identifiées sous l’attribut SurfaceName accompagnée du nom de la surface percée correspondante (*Illustration 6*).

Le modèle de géodonnées minimal prévoit deux conditions afin de garantir l’intégrité des attributs associés au percement des surfaces par le relief et aux calottes [2, p. 23 et 24, notes 4 et 5] :

1. Si HeightAboveGround est défini, alors HeightAccordingVIL doit être égal à false.
2. Si HeightAccordingVIL est égal à true, alors HeightAboveGround ne doit pas être défini.

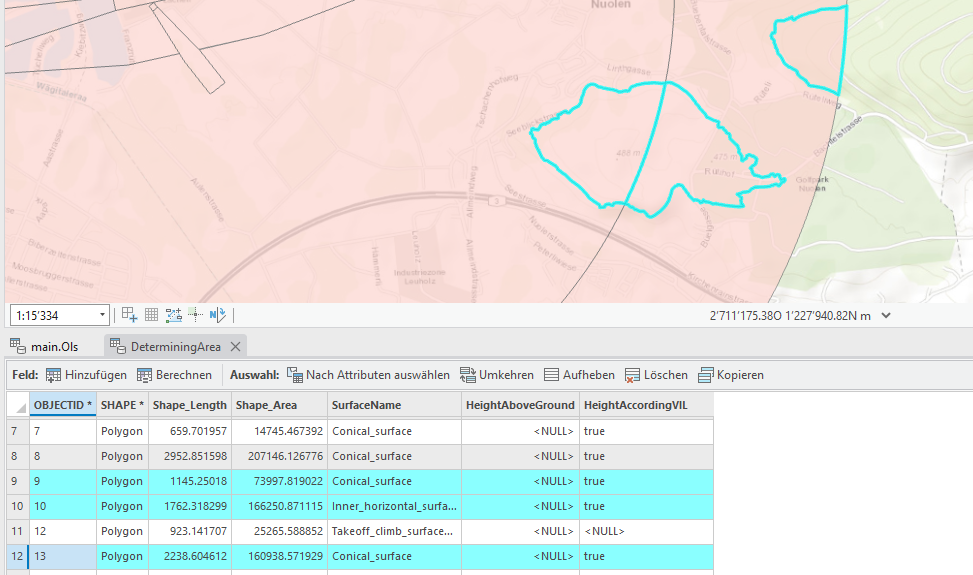
Pour toutes les autres surfaces OLS, HeightAboveGround ne doit pas être défini et HeightAccordingVIL doit avoir une valeur nulle (NULL) (*Illustration 6*).

*Table 8 : spécification des attributs de l’entité vectorielle DeterminingArea*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Attribut** | **Type de données** | **Valeur nulle** | **Longueur** | | **Domaine de valeurs** |
| OBJECTID | Object ID |  |  |  | |
| SHAPE | Geometry |  |  |  | |
| ShapeLength | Double |  |  |  | |
| ShapeArea | Double |  |  |  | |
| SurfaceName | Text | Non admise | 60 |  | |
| HeightAboveGround | Integer | Admise |  | HeightAboveGround | |
| HeightAccordingVIL | Text | Admise | 255 | Boolean | |

*Table 9 : DeterminingArea : description des attributs*

|  |  |
| --- | --- |
| **Attribut** | **Description** |
| SurfaceName | Désignation unique des OLS |
| HeightAboveGround | Hauteur, constante, en mètres au-dessus du sol, que les objets situés dans les aires avec percement par le relief ne peuvent dépasser (comme alternative à la calotte) |
| HeightAccordingVIL | Indication selon laquelle dans une aire avec percement par le relief, les hauteurs d’objet visées par l’OSIA s’appliquent (alternative à la calotte et à la hauteur constante) |

****

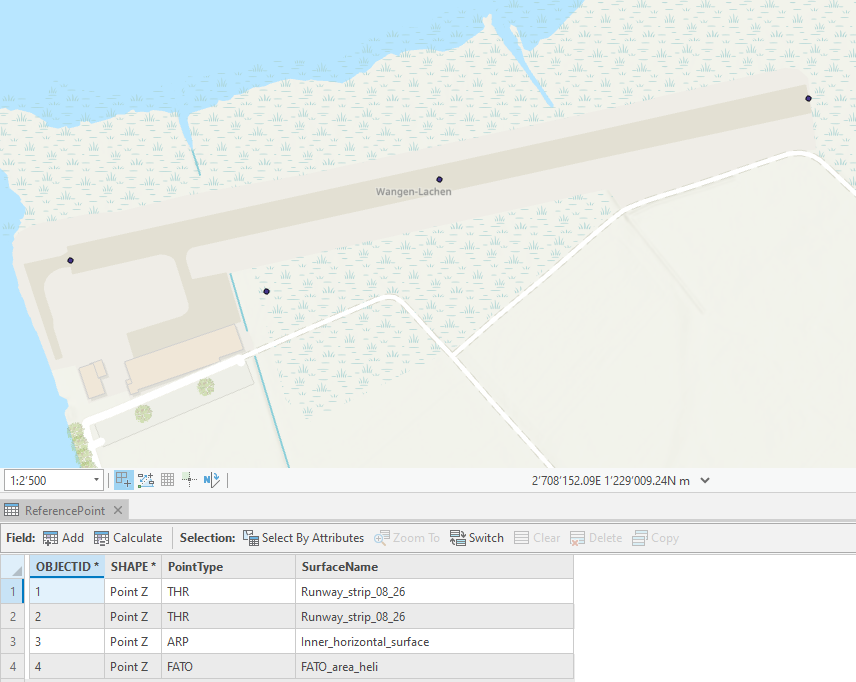
*Illustration 6 : percement de surfaces par le relief (contour bleu) et table des attributs de l’entité vectorielle DeterminingArea*

### ReferencePoint

Dans l’entité vectorielle ReferencePoint, les points de référence spatiale des OLS sont représentés sous forme de points 3D. L’attribut SurfaceName liste les points de chaque OLS (*Illustration 7*). L’attribut PointType renvoie au type de point de référence.

*Table 10 : spécification des attributs de l’entité vectorielle ReferencePoint*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Attribut** | **Type de données** | **Valeur nulle** | **Longueur** | **Domaine de valeurs** |
| OBJECTID | Object ID |  |  |  |
| SHAPE | Geometry |  |  |  |
| SurfaceName | Text | Non admise | 255 |  |
| PointType | Text | Non admise | 255 | PointType |



*Illustration 7 : capture d’écran : entité ReferencePoint et table des attributs*

# Règles relatives aux lignes de construction

## Types de géométries admis

Les types de géométries des classes sont récapitulés à la *Table 11*. Ils sont utilisés pour la construction. Les géométries composites sont proscrites et il convient de respecter les règles 2D/3D.

*Table 11 : types de géométries des entités vectorielles dans GeoPackage*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Entité vectorielle** | **Type de géométrie** | **3D ?** |
| Ols | PolygonZ | Oui |
| OlsLine | LineString | Non |
| DeterminingArea | Polygon | Non |
| ReferencePoint | PointZ | Oui |

## Approximation des arcs de cercle

Les arcs de cercle n’étant pas admis, même pas pour les segments courbes des OLS (p. ex. surface conique), il faut procéder par approximation en utilisant des segments rectilignes. L’écart maximal admis (flèche) de l’approximation par rapport à l’original équivaut à 1 ‰ du rayon. Exemple : rayon de 100 m => fmax = 0,1 m ou rayon de 2700 m => fmax = 2,7m.

Ein Bild, das Text enthält.  Automatisch generierte Beschreibung

*Illustration 8 : écart f et segments rectilignes (ligne pointillée)*

Pour le pourtour extérieur d’une surface conique d’un rayon de 2700 m, les segments rectilignes ne peuvent pas dépasser 241 m de long tandis que pour le pourtour intérieur (r = 2000 m), les segments rectilignes ne peuvent dépasser 178 m de long. Les mêmes règles s’appliquent aux trajectoires d’approche et de départ incurvées.

La longueur maximale approximative des segments rectilignes se calcule au moyen de la formule suivante[[3]](#footnote-3) :

## Snapping (accrochage)

Les points d’extrémité ou d’appui d’éléments géométriques contigus doivent impérativement présenter les mêmes coordonnées 3D (snap 3D en X, Y et Z). Par exemple, les lignes de bordure d’une OLS (attribut LineType, valeur Boundary\_line) doivent former un pourtour ininterrompu.

## Cohérence entre entités

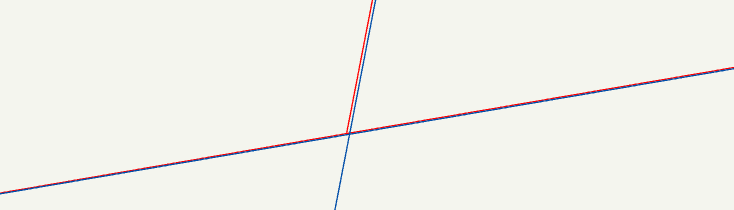
Les conditions décrites au chap. 4.3 s’appliquent aussi lorsque plusieurs entités sont concernées. Par exemple, les lignes de bordure extérieures de la surface horizontale intérieure doivent être identiques aux lignes de bordure intérieures de la surface conique.

De même pour la cohérence entre les triangles d’une surface et ses lignes de bordure ou les arêtes adjacentes. Dans l’entité vectorielle Ols, les triangles appartenant à différents types de surface peuvent se chevaucher.

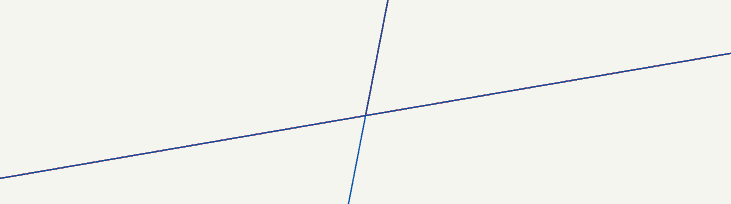
## Intégrité topologique

Les points d’appui et les lignes d’un élément doivent posséder des coordonnées identiques. Cela signifie par exemple que les lignes qui représentent le contour d’une surface d’approche dans l’entité vectorielle OlsLine doivent avoir les mêmes coordonnées x et y que les lignes du polygone 3D correspondant qui délimite la même surface d’approche. Dans l’entité vectorielle DeterminingArea, les chevauchements ou les vides ne sont pas admis.

L’intégrité topologique est enfreinte lorsque le nombre et la disposition des points d’appui sont modifiés. C’est par exemple le cas pour l’entité vectorielle DeterminingArea lorsqu’une surface percée par le relief est modélisée (*Illustration 6*). Il en résulte des points d’appui supplémentaires sur la surface horizontale intérieure, si bien que les polygones des entités vectorielles Ols et DeterminingArea peuvent différer pour une même surface (*Illustration 9*). Ce problème peut être réglé en ajoutant des points d’appui de sorte que le point d’appui des géométries soit localisé au même endroit, par exemple à l’intersection de deux lignes (*Illustration 9*, milieu de la page). L’intégrité topologique est ainsi rétablie.



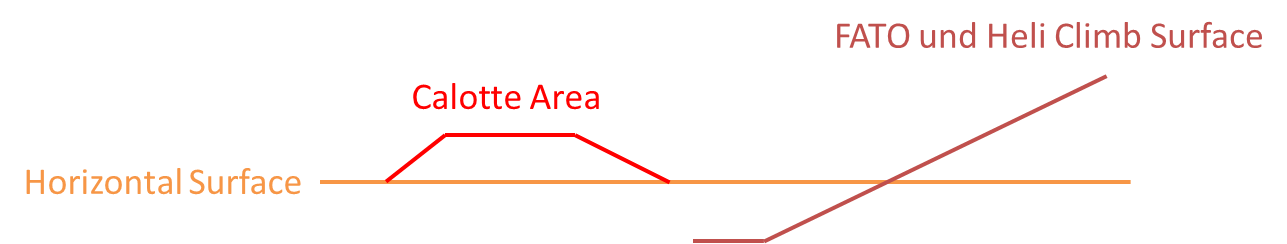
 



*Illustration 9 : intégrité topologique. En haut : les lignes (en bleu) ne coïncident pas avec les lignes du polygone correspondant (en rouge). Au milieu : ajout de points d’appui. En bas : l’intégrité topologique est rétablie (la ligne rouge est invisible car cachée par la ligne bleue).*

## Couches sécantes ou superposées

Les surfaces de limitation d’obstacles doivent toujours être construites et sauvegardées indépendamment les unes des autres. Les parties de surface non déterminantes doivent également être intégrées.



*Illustration10 : les OLS sécantes ou superposées doivent toujours être construites et sauvegardées indépendamment les unes des autres (vue de côté).*

Il n’est pas nécessaire de diviser le maillage triangulaire TIN le long de lignes de coupe 3D entre les couches. Cependant, les lignes d’intersection pour la détermination des DeterminingAreas doivent être construites afin que la couche inférieure (partie la plus basse d’une OLS) puisse être exactement représentée en tous points.

# Transmission

Le document à transmettre sera nommé selon la convention suivante :

HBK\_ICAO-NAME\_DD-MM-YYYY.gpkg (date = date de la dernière modification)

Exemple pour l’aérodrome de Wangen-Lachen :

HBK\_LSPV\_31-08-2022.gpkg

Le GeoPackage définitif peut être soumis à l’OFAC pour vérification et validation.

1. Site Internet INTERLIS : https://www.interlis.ch/ [↑](#footnote-ref-1)
2. GeoPackage Encoding Standard (OGC, V1.3.1): <https://www.geopackage.org/spec131/> [↑](#footnote-ref-2)
3. La formule de calcul de la corde d'un arc de cercle a été simplifiée puisque le second terme est insignifiant (*f2 = 0,000001\*r*). Formule : corde d'arc de cercle (*s*), écart (*f*) et rayon (*r*).   
    [↑](#footnote-ref-3)