



Cadastre des surfaces de limitation d'obstacles

Guide de l'interface d'échange de données – Drawing Interchange File Format (DXF)

Version 3.0

Auteurs BSF Swissphoto AG
 Stephan Landtwing

 Geocloud AG
 Simon Hofer

 Bächtold & Moor AG
 Silvan Wermelinger

Date 19.01.2024

Création et modifications

Date	Version	Qui ?	Quoi ?
06.02.2013	1.0	LAN	Première version
06.03.2015	2.0	LAN	Version pour le MGDM V1.0
30.03.2023	3.0	WS (B&M)	Version révisée pour le MGDM V2.0
19.01.2024	3.0	SMD	Ajout l'attribut « Document » dans « OlsCadastre »



Table des matières

Table des matières

1	Contexte et but	3
1.1	Bases	3
1.2	Contexte	3
1.3	But	3
1.4	Objectifs	4
2	Définitions générales.....	5
2.1	Drawing Interchange File Format.....	5
2.2	Programmes supportés.....	5
2.3	Système de coordonnées	5
2.4	Chiffres significatifs	5
3	L'interface DXF : structure des couches	6
3.1	Généralités	6
3.2	Couche OLS	6
3.3	Couche Attributs.....	7
3.4	Couche TIN	7
3.5	Couche DeterminingArea	8
3.6	Couche ReferencePoints	8
3.7	Exemple	9
4	Interface DXF : contenu et codage.....	10
4.1	Généralités	10
4.2	Couche OLS	10
4.2.1	Lignes de délimitation, de niveau, de coupe et traits de rappel.....	10
4.2.2	Lien avec le point de référence	13
4.3	Couche Attributs.....	14
4.4	Couche TIN	14
4.5	Couche DeterminingArea	16
4.6	Couche ReferencePoints	17
5	Règles relatives aux lignes de construction.....	18
5.1	Types de géométries admis	18
5.2	Approximation des arcs de cercle.....	18
5.3	Snapping (accrochage).....	19
5.4	Cohérence entre couches	19
5.5	Intégrité topologique.....	19
5.6	Couches sécantes ou superposées	21
6	Transmission	22

1 Contexte et but

1.1 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

1.2 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).

1.3 But

Le présent document définit et décrit **l'interface d'échange de données** servant à transmettre à l'OFAC les données géométriques et attributives relatives aux CSLO prévues par le MGDM [1]. L'OFAC convertit ces données au format Interlis¹. 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 Drawing Interchange File (DXF) 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.

¹ Site Internet INTERLIS : <https://www.interlis.ch/>

1.4 Objectifs

Le présent document spécifie les exigences auxquelles sont soumises les données géométriques et les données attributaires des fichiers d'entrée. Il est structuré comme suit :

Partie 2 : définitions d'ordre général

Parties 3 et 4 : spécificités de l'interface Drawing Interchange File.

Partie 5 : règles relatives aux lignes de construction.

Partie 6 : indications concernant l'envoi des données.

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

2 Définitions générales

2.1 Drawing Interchange File Format

Le Drawing Interchange File Format est un format de fichier spécifié par Autodesk pour l'échange de données CAD. Il est en documentation libre² et est supporté par de nombreux programmes CAD et SIG. Le présent guide se réfère à la définition de format R2018.

2.2 Programmes supportés

Comme la définition du format DXF laisse une certaine marge de manœuvre au programme qui le crée lors de la mise en œuvre, une lisibilité correcte par l'interface de données de l'OFAC n'est garantie et testée que pour les deux progiciels suivants :

Autodesk AutoCAD :	DXF étant un format Autodesk natif, la sauvegarde sous AutoCAD ne pose en général pas de problème.
Allplan et autres :	même si Allplan a été utilisé pour créer l'interface DXF, les définitions mentionnées ici sont valables pour tous les systèmes CAD pour lesquels le format DXF n'est pas un format natif.

Pour permettre une interprétation correcte par l'interface de données de l'OFAC, il faut s'assurer que les épaisseurs de trait et les valeurs de couleur propres à Allplan soient converties correctement pour le format DXF. Les définitions des chap. 4.2.1, 4.5 et 4.6 se rapportent au codage dans le fichier DXF définitif.

2.3 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.

2.4 Chiffres significatifs

Les coordonnées contenues dans les fichiers DXF doivent comprendre exactement trois chiffres après la virgule. Cette préférence peut être définie dans les options d'exportation DXF de la plupart des programmes CAD.

² Documentation DXF (en anglais) : <https://documentation.help/AutoCAD-DXF/WSfacf1429558a55de185c428100849a0ab7-5e1a.htm>

3 L'interface DXF : structure des couches

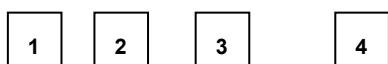
3.1 Généralités

Dans le format DXF, l'information est essentiellement structurée par attribution d'objets CSLO à des niveaux ou couches différents, lesquels représentent les couches d'objets selon le modèle de géodonnées minimal [1].

Les couches principales mentionnées aux chap. 3.2 à 3.5 sont des éléments indispensables pour constituer un jeu de données Interlis entièrement conforme au modèle.

La **nomenclature des couches** permet de lier des objets faisant partie d'un même ensemble à plusieurs couches (p. ex. relation des attributs avec les lignes et le maillage triangulaire d'une surface de limitation). Les règles de nomenclature doivent être scrupuleusement respectées.

La nomenclature se compose de quatre termes :



Type_{nom}_surface[_identifiant]

Les termes 1 et 3 sont invariables :

Les termes **invariables** sont donnés dans le cadre du processus de traitement et sont déterminés par recherche joker (*) dans les noms de couche. Le terme 1 représente la variable «type» (OLS_, ATT_, TIN_, DET,). Le terme 3 est une valeur invariable (_surface), qui doit apparaître dans chaque nom de couche. Le schéma suivant Type_*_surface* est utilisé pour identifier les couches du chap. 3.2.

Le terme 2 est variable :

Le terme **{variable}** peut être choisi librement. Toutefois, un même objet doit conserver le même nom d'une couche à l'autre (couches OLS, ATT, TIN et DET) puisque dans les relations s'étendant sur plusieurs couches, les termes **{nom}** sont comparés entre eux. On choisira de préférence un nom calqué sur les types d'OLS mentionnés dans le modèle de géodonnées minimal [2, chap. 4.2]. On privilégiera une graphie compacte en évitant si possible l'usage d'espaces et de traits de soulignement («_»).

Le terme 4 est facultatif :

Le terme **[facultatif]** sert à différencier et à mettre en relation les couches pour des types d'objets identiques (cf. désignation des pistes). Là aussi, par souci de lisibilité, on évitera si possible l'usage d'espaces et de traits de soulignement («_»). Les traits d'union («-») peuvent être utilisés si nécessaire.

3.2 Couche OLS

Chaque surface de limitation d'obstacles possède sa propre couche qui est nommée comme suit par convention :

OLS_{nom}_surface[_identifiant]

Exemples :

[OLS_Approach_surface_08](#)

[OLS_Conical_surface](#)

[OLS_FATO_surface_Heli](#)

Les couches OLS comprennent des lignes 3D (cf. chap. 4.2).

Les objets OLS sont formés de lignes de type «Boundary_line». Ces lignes doivent être fermées pour créer une surface. Il est admis de tracer plusieurs lignes à condition que l'extrémité de la dernière ligne coïncide avec le point de départ. La surface obtenue permet de déterminer les triangles et les lignes correspondantes.

3.3 Couche Attributs

Chaque surface de limitation d'obstacles (OLS) possède sa propre couche Attribut qui est nommée comme suit par convention :

ATT_{nom}_surface[_identifiant]

Exemples :

[ATT_Approach_surface_08](#)

[ATT_Conical_surface](#)

[ATT_FATO_surface_Heli](#)

Exception pour le métaobjet «OlsCadastre» [2, chap. 4.3] :

[ATT_Cadastre](#)

Cette couche comprend un champ de texte où figurent toutes les informations relatives aux attributs (cf. chap. 4.3).

3.4 Couche TIN

Chaque surface de limitation d'obstacles (OLS) possède sa propre couche TIN qui est nommée comme suit par convention :

TIN_{nom}_surface[_identifiant]

Exemples :

[TIN_Approach_surface_08](#)

[TIN_Conical_surface](#)

[TIN_FATO_surface_Heli](#)

Cette couche comprend des surfaces triangulaires 3D (cf. chap. 4.4). Ces dernières sont associées à la classe «Ols» [2, chap. 4.3] via la relation géométrique avec cette dernière (cf. chap. 3.2).

3.5 Couche DeterminingArea

Pour les surfaces de limitation d'obstacles (OLS), qui constituent à au moins un endroit le niveau le plus bas (et qui sont dès lors déterminantes pour les obstacles) et pour les surfaces percées par le relief, une couche supplémentaire est créée qui est nommée comme suit par convention :

DET_{nom}_surface[_identifiant]

Exemples :

DET_Approach_surface_08

DET_Conical_surface

DET_FATO_surface_Heli

Cette couche comprend des polygones 3D avec une topologie AREA, c'est-à-dire sans vides, ni chevauchements (cf. chap. 4.5). À chaque endroit, un niveau OLS et un seul est déterminant.

3.6 Couche ReferencePoints

Chaque CSLO comporte une couche nommée **REF_ReferencePoints** . Elle comprend l'ensemble des points de référence spatiaux des OLS.

3.7 Exemple

TIN_Transitional_surface_08-26
TIN_TakeoffSE_surface_Heli
TIN_RunwayStrip_surface_08-26
TIN_InnerHorizontal_surface
TIN_FATO_surface_Heli
TIN_Conical_surface
TIN_Approach_surface_26
TIN_Approach_surface_08
REF_ReferencePoints
OLS_Transitional_surface_08-26
OLS_TakeoffSE_surface_Heli
OLS_RunwayStrip_surface_08-26
OLS_InnerHorizontal_surface
OLS_FATO_surface_Heli
OLS_Conical_surface
OLS_Approach_surface_26
OLS_Approach_surface_08
LAB_ReferencePoints
Info_Flugweg Motorflug ausserhalb OLS
DET_Transitional_surface_08-26
DET_TakeoffSE_surface_Heli
DET_RunwayStrip_surface_08-26
DET_InnerHorizontal_surface
DET_FATO_surface_Heli
DET_Conical_surface
DET_Approach_surface_26
DET_Approach_surface_08
Bemassung
ATT_Transitional_surface_08-26
ATT_TakeoffSE_surface_Heli
ATT_RunwayStrip_surface_08-26
ATT_InnerHorizontal_surface
ATT_FATO_surface_Heli
ATT_Conical_surface
ATT_Cadaastre
ATT_Approach_surface_26
ATT_Approach_surface_08

Illustration 1 : liste des fichiers modèles pour les différentes couches (Wangen-Lachen)

Remarque :

Des couches supplémentaires comme les couches «cotes» ou «Info_trajectoire vol à moteur» ne sont pas prises en charge et ne sont pas requises par l'interface.

4 Interface DXF : contenu et codage

4.1 Généralités

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.

Chaque OLS comprend au moins trois parties qui sont attribuées à des couches distinctes sous DXF :

- Lignes de délimitation (couche OLS, chap. 4.2)
- Informations attributives (couche des attributs, chap. 4.3)
- Réseau triangulé irrégulier (couche TIN, chap. 4.4)

4.2 Couche OLS

Chaque couche OLS comprend des lignes 3D ³ d'une OLS et des liens vers les points de référence. Elle correspond essentiellement à la classe «OlsLine» [2, chap. 4.3]. Les lignes de type «Boundary_line» (attribut «LineType» [2, chap. 4.2]) doivent envelopper correctement toutes les parties.

Attention : la géométrie linéaire de la couche OLS ne définit pas la surface 3D de l'OLS de manière univoque. Le modèle de données exige en sus un réseau triangulé irrégulier (TIN) qu'il s'agit de créer et de sauvegarder sur la couche TIN appropriée (cf. chap. 4.4).

4.2.1 Lignes de délimitation, de niveau, de coupe et traits de rappel

Toutes les lignes doivent être construites au moyen du type de géométrie DXF «Line» ou «LineString». Il doit au moins y avoir des lignes de délimitation (attribut «LineType» de valeur «Boundary_line» [2, chap. 4.2]), formant obligatoirement un polygone fermé (contrôle des surfaces pour OLS : des surfaces sont créées à partir de «Boundary_line», l'appartenance des lignes et des triangles étant déterminées de manière géométrique). Les autres types de lignes [2, chap. 4.2] sont facultatifs et améliorent uniquement la lisibilité du CSLO.

³ Une fois le traitement des données effectué par l'OFAC, les données Interlis 2.3 sont sauvegardées sous forme de lignes 2D conformément au modèle de géodonnées minimal MGDM V2. La géométrie linéaire 3D est utilisée uniquement pour les besoins de la transmission de l'attribut «Elevation».

Les types de lignes sont différenciés au moyen de l’attribut LineStyle dans le fichier DXF.

<i>LineType</i>		DXF LineStyle	Facultatif
Énumération pour le type de ligne OLS			
Valeur	Description		
Auxiliary_line	Trait de rappel graphique, p. ex. trait d'une surface non déterminante	Divide (discontinu)	x
Boundary_line	Contour d'une OLS ou de ses parties	Continuous (continu)	
Center_line	Axe des pistes et des trajectoires d'approche et de départ	Center (centre)	x
Contour_line	Ligne/courbe de niveau	Dashed (hachuré)	
HzBoundary_line	Contour horizontal (partiel) d'une OLS (cas particulier de Boundary_line)	Dot (point)	
Intersection_line	Intersection de deux surfaces	Border (bordure)	x

Table 1 : définitions de LineStyle pour les types de lignes OLS

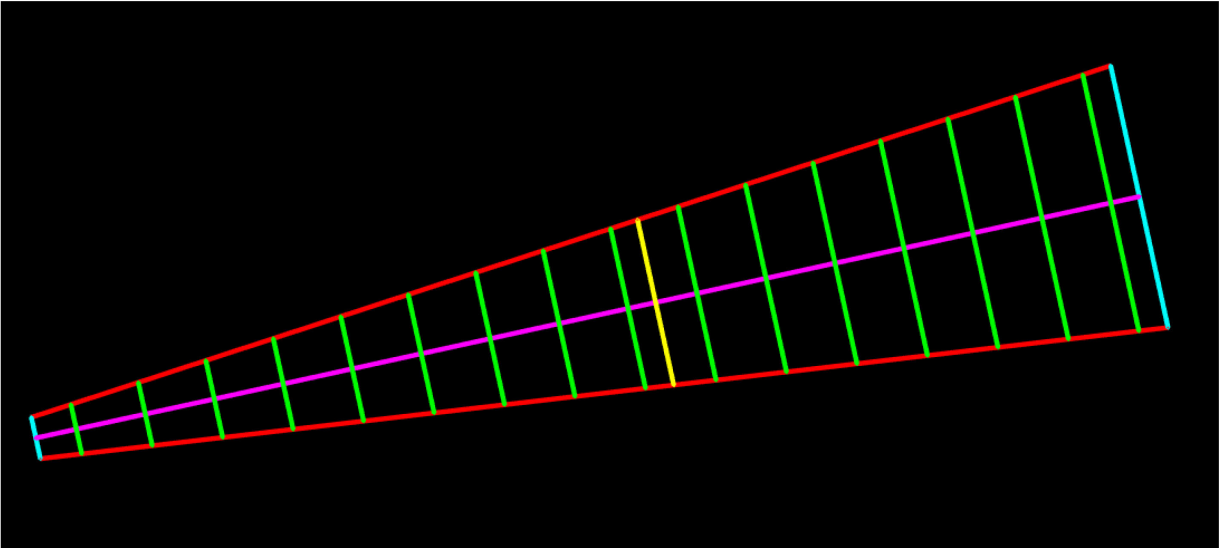


Illustration 2 : exemple de surface d’approche : rouge = Boundary_line, bleu clair = HzBoundary_line, rose = Center_line, vert = Contour_line, jaune = Intersection_line ; les couleurs servent ici uniquement à illustrer le propos, dans le fichier DXF, la distinction s’opère toujours au moyen de LineStyle.

Chaque surface OLS (classe «Ols» [2, chap. 4.3]) correspond à un type de surface (attribut «SurfaceType» [2, chap. 4.2]). Celui-ci est codé à l’aide de valeurs de couleur sous DXF [2, chap. 6.1] :

SurfaceType	Description	Code de couleur DXF
Approach_surface	Surface d’approche	141
Approach_surface_heli	Surface d’approche pour hélicoptères	6
Balked_landing_surface	Surface d’atterrissage interrompu	194
Calotte_area	Surface partielle hémisphérique en cas d’anomalie (calotte)	211
Conical_surface	Surface conique	40
Critical_sensitive_area	Surface de protection des installations de navigation aérienne	232

One_engine_out_surface	Surface OEI (One Engine Inoperative)	44
FATO_area_heli	Aire d'approche finale et de décollage pour hélicoptères	6
Inner_approach_surface	Surface intérieure d'approche	194
Inner_horizontal_surface	Surface horizontale intérieure	40
Inner_transitional_surface	Surface intérieure de transition	194
Obstacle_protection_surface	Surface de protection du dispositif VASIS	5
PANS OPS_surface	Surface PANS-OPS	124
Protected_side_slope_heli	Pente latérale protégée pour hélicoptères	6
Runway_strip	Bande de piste	3
Safety_area_heli	Aire de sécurité pour hélicoptères	6
Takeoff_climb_surface	Surface de montée au décollage	2
Takeoff_climb_surface_heli	Surface de montée au décollage pour hélicoptères	6
Takeoff_flightpath_area	Surfaces AOC	52
Transitional_surface	Surface de transition	141

Table 2 : codes de couleur pour les types de surface d'une OLS

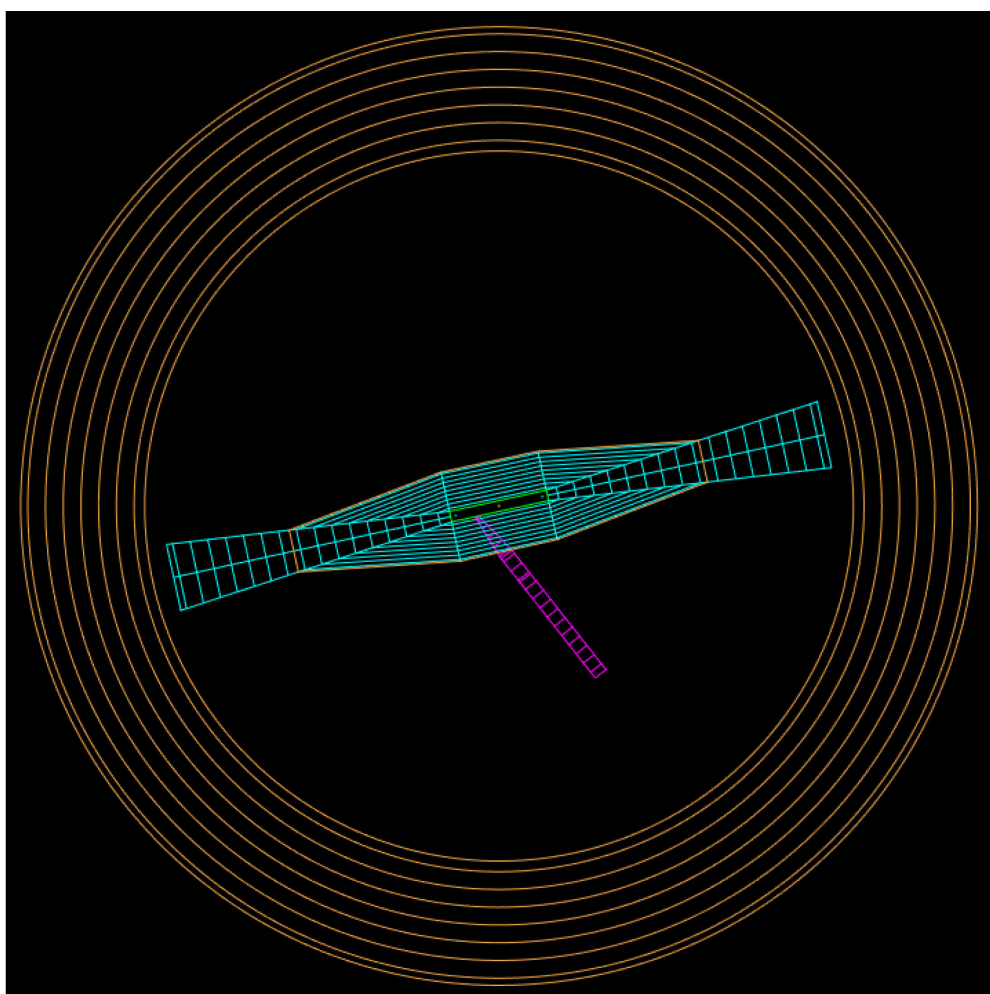


Illustration 3 : exemple de code de couleur pour des surfaces d'OLS : vert = Runway_strip, bleu = Approach_surface et Transitional_surface, orange = Inner_horizontal_surface et Conical_surface, rose = Takeoff_climb_surface_Heli

4.2.2 Lien avec le point de référence

Une construction auxiliaire est nécessaire pour créer le lien entre les niveaux de limitation d'obstacles et le point de référence (cf. chap. 4.6) : pour chaque couche OLS, il convient de construire un cercle centré sur le point de référence associé (surface < 2.0 m², point de référence compris). Ce cercle permettra ensuite de procéder à une sélection géométrique par découpe de surfaces.

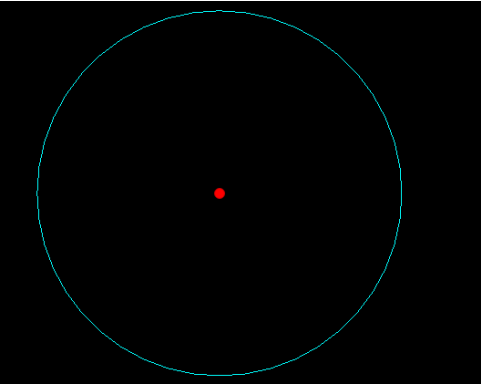


Illustration 4 : point de référence (rouge, couche «ReferencePoints») et cercle de référence (bleu, couche «OLS_{nom}_surface[_identifiant]») ; rayon du cercle = 0,5 m

Les liens suivants doivent être créés :

Surface Type	Point Type
Approach_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)
Approach_surface_heli	FATO (centre de la FATO)
Balked_landing_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)
Conical_surface	ARP (Aerodrome Reference Point, point de référence d'aérodrome)
Critical_sensitive_area	CLP (Centre Line Point, coordonnées de l'installation NAV qui doit être protégée)
One_engine_out_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)
FATO_area_heli	FATO (centre de la FATO)
Inner_approach_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)
Inner_horizontal_surface	ARP (Aerodrome Reference Point, point de référence d'aérodrome)
Inner_transitional_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)
Obstacle_protection_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)
PANS OPS_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée) ou DER (Departure End of Runway, extrémité départ d'une piste aux instruments)
Protected_side_slope_heli	FATO (centre de la FATO)
Runway_strip	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)
Safety_area_heli	FATO (centre de la FATO)
Takeoff_climb_surface	THR (Threshold, seuil de la piste à vue considérée) ou DER (Departure End of Runway, extrémité départ d'une piste aux instruments)
Takeoff_climb_surface_heli	FATO (centre de la FATO)
Takeoff_flightpath_area	DER (Departure End of Runway, extrémité départ d'une piste aux instruments)
Transitional_surface	THR (Threshold, seuil de la piste considérée)

Table 3 : liens entre types d'OLS et types de point de référence

4.3 Couche Attributs

Une couche Attributs accompagnée d'un champ texte est requise pour chaque cadastre (classe «OlsCadastre» [2, chap. 4.3]) et chaque surface de limitation (classe «Ols» [2, chap. 4.3]). Le champ texte peut être positionné et formaté (taille de caractère, couleur, etc.) librement dans le fichier DXF, pour autant que le contenu respecte les contraintes suivantes :

- 1 attribut par ligne
- Désignation des attributs conforme à la classe «OlsCadastre» ou «Ols» du modèle de géodonnées minimal [1]
- Désignation et valeur des attributs séparés par le signe « = » (mettre un espace avant et après le signe)
- Valeurs d'attribut du type conformes au modèle de géodonnées minimal [1] (chaîne de caractères, énumération, numérique)
- Les données «Modification» doivent présenter le format XMLDateTime (cf. exemple ci-dessous)

Exemple pour «OlsCadastre»

CadastreName = HBK_LSPV

CadastreType = AerodromeHeliport

IcaoLocationIndicator = LSPV

Document = (peut être laissé vide, est rempli par l'OFAC)

CadastreModification_ValidFrom = 2022-08-31T00:00:00.0

CadastreModification_ValidUntil = 31-08-2032T00:00:00.0

CadastreModification_LatestModification = 2022-08-31T00:00:00.0

Exemple pour «Ols»

SurfaceName = Approach_surface_08

SurfaceType = Approach_surface

RunwayDesignator = 08

RunwayCodeNumber = 1

Operation =

Modification = 2022-08-31T00:00:00.0

4.4 Couche TIN

La couche TIN de chaque OLS comprend la représentation surfacique en maillage triangulaire sous forme de polygones 3D. À cet effet, il faut obligatoirement utiliser le type de géométrie DXF «Shape». La réalisation concrète du maillage triangulaire n'est pas abordée dans le présent document.

La géométrie 3D doit être identique (accrochage) aux endroits où les arêtes des triangles rejoignent les lignes de délimitation (chap. 4.2.1) de l'OLS. Tous les triangles d'une OLS doivent couvrir la surface de l'OLS d'un seul tenant.

Le codage couleur obéit aux règles de la Table 2.

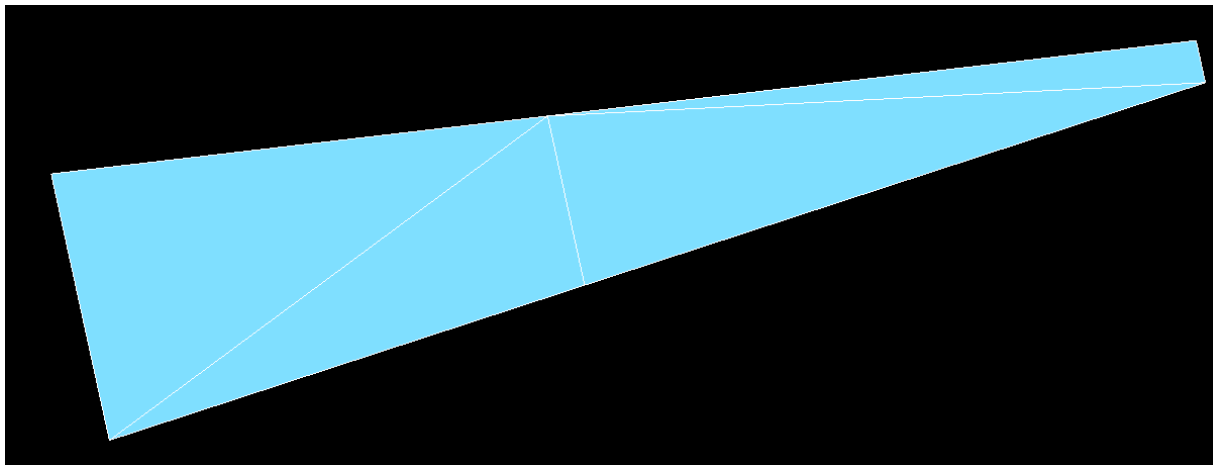


Illustration 5 : exemple de maillage triangulaire d'une surface d'approche

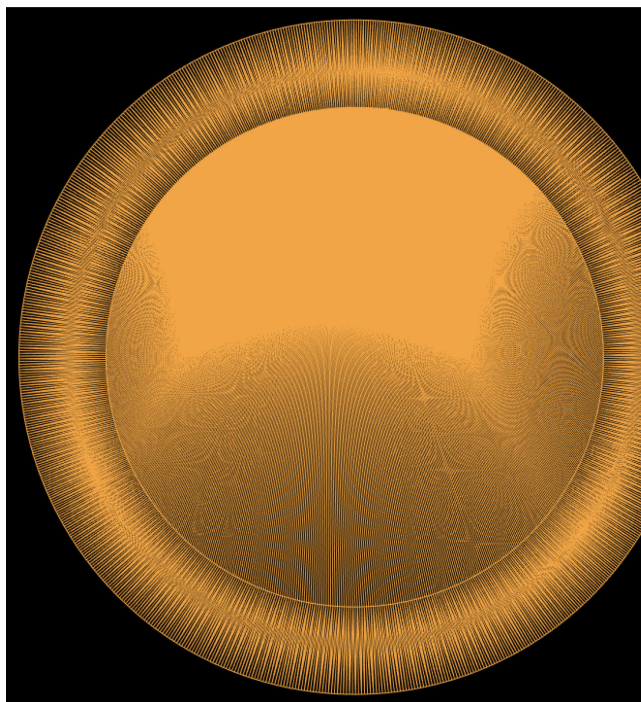


Illustration 6 : exemple de maillage triangulaire d'une surface intérieure horizontale et d'une surface conique

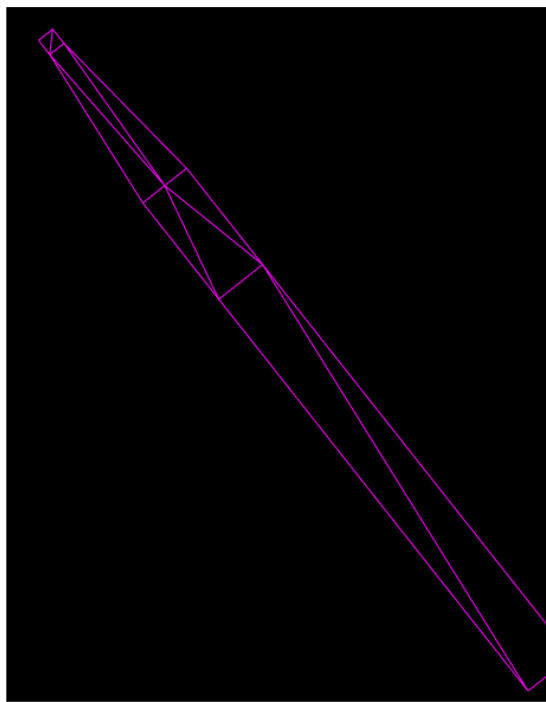


Illustration 7 : exemple de maillage triangulaire d'une surface de montée au décollage pour hélicoptères (FATO comprise)

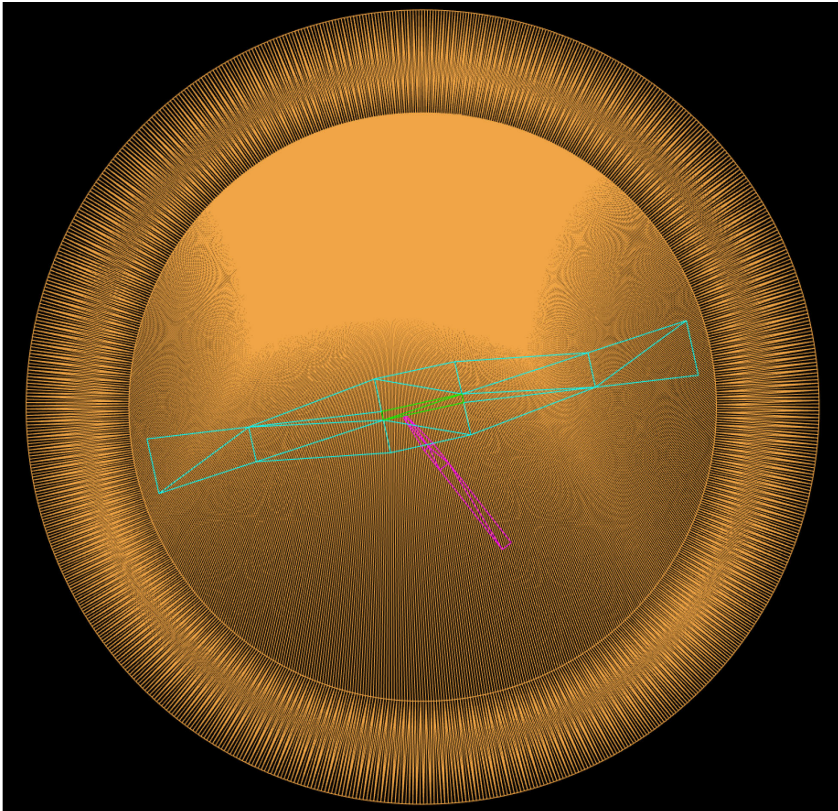


Illustration 8 : ensemble des surfaces TIN d'un CSLO. Remarque : chaque OLS possède sa propre couche. Y compris dans cette représentation, les parties de surface « invisibles » doivent être construites.

4.5 Couche DeterminingArea

Pour chaque OLS, la surface sur laquelle les couches déterminantes de limitation d'obstacles sont représentées est définie par un ou plusieurs polygones 3D. En outre, dans l'OLS, les surfaces percées par le relief sont représentées séparément. Les surfaces doivent être construites en 3D pour que l'attribut numérique «HeightAboveGround» soit représenté au format DXF. Lorsqu'une surface n'a pas de «HeightAboveGround», elle est représentée avec une altitude de 0.

HeightAboveGround		
Valeur	Description	Coordonnées Z
NULL	La surface ne possède pas de hauteur fixe au-dessus du sol	0
Numérique (1-100)	Hauteur constante au-dessus du sol en mètres	> 0

L'information «HeightAccordingVIL» est exprimée dans DXF au moyen de l'attribut style de ligne :

HeightAccordingVIL		
Valeur	Description	DXF LineStyle
NULL	La surface ne contient aucune information quant à l'applicabilité de l'OSIA	continuous
false	Le percement par le relief est conforme aux dispositions de l'OSIA	dashed
true	Le percement par le relief n'est pas conforme aux dispositions de l'OSIA	center

La position des lignes de délimitation des polygones doit coïncider avec les «boundary lines» ou les lignes d'intersection des surfaces OLS concernées (couche OLS_*).

Le codage couleur de ces polygones est identique au codage des éléments linéaires OLS de la Table 2.

La somme des polygones des couches DET_* d'un CSLO ne doit présenter ni vide, ni chevauchement (topologie AREA).

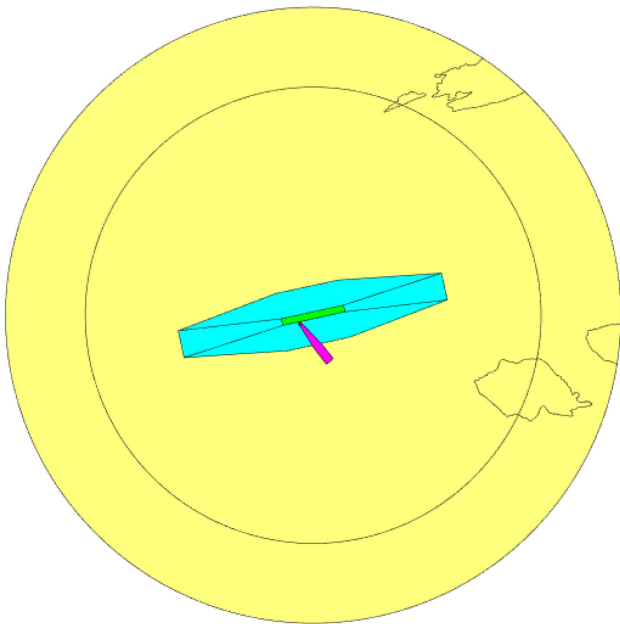


Illustration 9 : somme de tous les polygones «DeterminingArea» pour Wangen-Lachen. Codage couleur selon Table 2

4.6 Couche ReferencePoints

Tous les points de référence d'un aéroport figurent sur une couche. On utilisera à cet effet le type de géométrie DXF «Point» ainsi que le type de symbole croix, faute de quoi les coordonnées des points seront ignorées dans le format Interlis.

Le type de point CSLO (attribut «PointType» de la classe «ReferencePoint» [2, chap. 4.3]) est mis en évidence au moyen du codage de couleur DXF.

PointType	Description	Codage de couleur DXF
ARP	Point de référence d'aérodrome (Aerodrome Reference Point)	4
CLP	Point d'axe de piste (Center Line Point)	3
DER	Extrémité départ de la piste (Departure End of Runway)	2
FATO	Centre de la FATO (Final Approach and Take-off Area)	6
THR	Point de seuil de piste (Threshold Point)	1

Table 4 : codage de couleur des points de référence

5 Règles relatives aux lignes de construction

5.1 Types de géométries admis

Les types de géométries des classes d'entités sont récapitulés sous **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** et servent de base pour la construction. Les géométries composites sont proscrites et il convient de respecter les règles 2D/3D.

Les éléments de géométrie suivants sont en principe admis (suivant la couche) :

- ReferencePoint : Point (3D)
- OlsLine : Line und LineString (2D)
- Ols : Shape (3D)
- DeterminingAreas : Shape (2D)
- Circle, uniquement pour le lien avec le point de référence selon le chap. 4.2.2, mais pas avec la surface conique

5.2 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 => $f_{\max} = 0,1$ m ou rayon de 2700 m => $f_{\max} = 2,7$ m.



Illustration 10 : 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 ⁴:

$$s_{\max} \cong \sqrt{0,008 * r^2}$$

⁴ La formule de calcul de la corde d'un arc de cercle a été simplifiée puisque le second terme est insignifiant ($f^2 = 0,000001 * r$). Formule : corde d'arc de cercle (s), écart (f) et rayon (r).

$$s = 2\sqrt{2rf - f^2}$$

5.3 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.

5.4 Cohérence entre couches

Les conditions décrites au chap. 5.3 s'appliquent aussi lorsque plusieurs couches sont concernées. Par exemple, les lignes de bordure extérieures de la surface horizontale intérieure (pour la couche «OLS_InnerHorizontal_surface») doivent être identiques aux lignes de bordure intérieures de la surface conique (pour la couche «OLS_Conical_surface»).

De même, la cohérence entre les triangles d'une surface (p. ex. couche «TIN_InnerHorizontal_surface») et ses lignes de bordure ou les arêtes adjacentes. Dans la couche Ols, les triangles appartenant à différents types de surfaces peuvent se chevaucher.

5.5 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 la couche OlsLine doivent avoir les mêmes coordonnées x et y que les lignes du polygone 3D correspondant qui délimite la même surface d'approche. Dans la couche 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 la couche DeterminingArea lorsqu'une surface percée par le relief est modélisée (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Il en résulte des points d'appui supplémentaires sur la surface horizontale intérieure, si bien que les polygones des couches Ols et DeterminingArea peuvent différer pour une même surface (Illustration 11). 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 11, milieu de la page). L'intégrité topologique est ainsi rétablie.

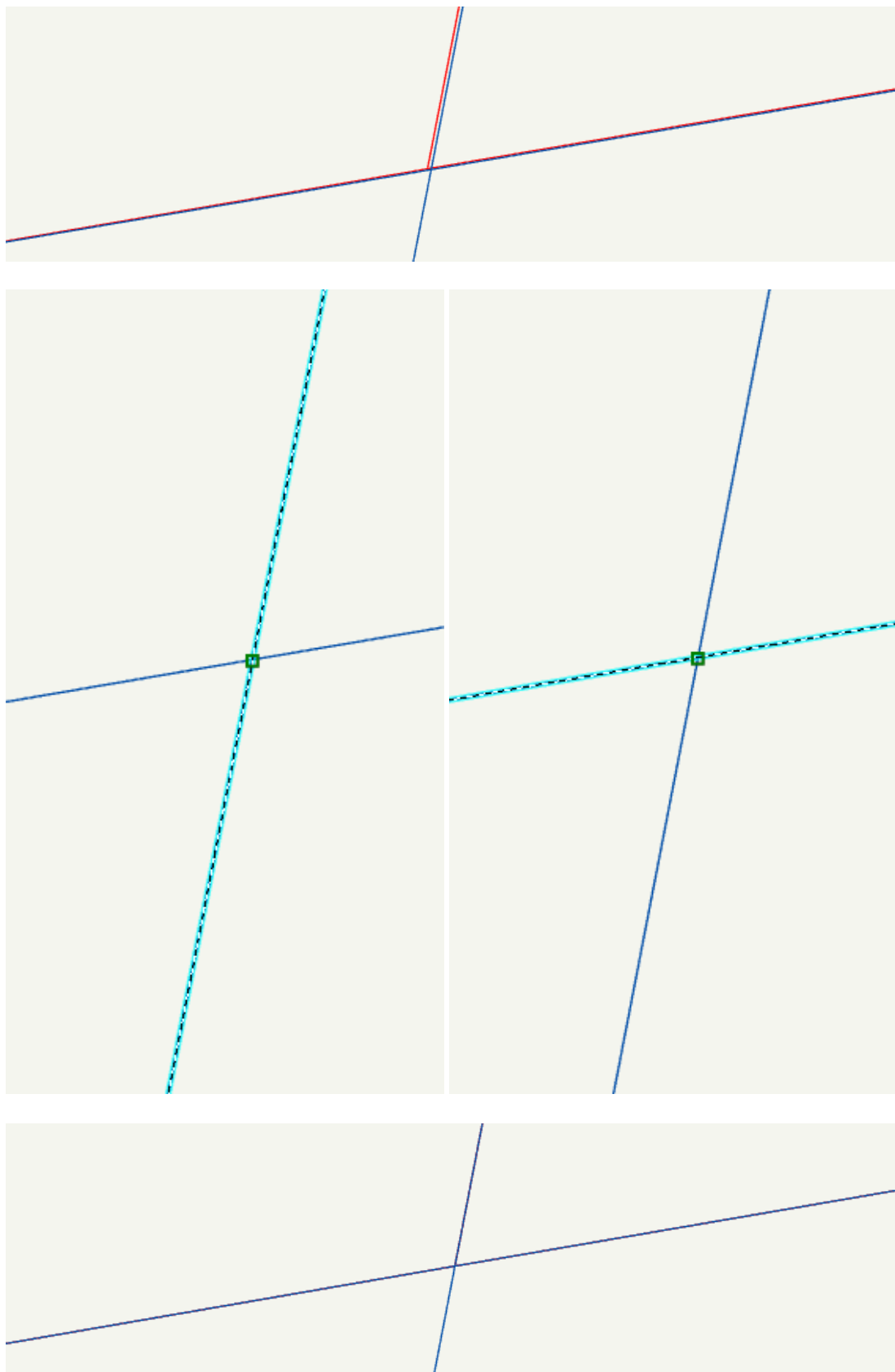


Illustration 11 : intégrité topologique. En haut : les lignes (en bleu) ne coïncident pas avec les lignes du polygone correspondant (en rouge). Au milieu : ajout de points d'appui. En bas : l'intégrité topologique est rétablie (la ligne rouge est invisible car cachée par la ligne bleue).

5.6 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.



Illustration 12 : 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.

6 Transmission

Le document à transmettre sera nommé selon la convention suivante :

HBK_ICAO-NAME_DD-MM-YYYY.dxf (date = date de la dernière modification)

Exemple pour l'aérodrome de Wangen-Lachen :

HBK_LSPV_31-08-2022.dxf

Le fichier Drawing Interchange File définitif peut être soumis à l'OFAC pour vérification et validation.