



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement (OFEV) / Division Forêts

Modèle du degré de mixité des forêts de l'IFN

Identificateur 164.21

**Géodonnées de base relevant du droit de
l'environnement**

Documentation sur le modèle

Version 1.1

Berne, 22 avril 2021

Identificateur offic.	Modèle du degré de mixité des forêts de l'IFN
ComInfoS	Paolo Camin, OFEV Thomas Bettler, OFEV Dominik Angst, OFEV Christine Najar, COSIG Martin Hägeli, WSL Christian Ginzler, WSL
Responsable ComInfoS	Thomas Bettler, OFEV, Dominik Angst, OFEV
Modélisation	Dominik Angst, OFEV
Date	22.04.2021
Version	Version adoptée par la direction de l'OFEV

Suivi des modifications

Version	Description	Date
1.0	Première version du modèle de données	06.04.2018
1.1	Modification en raison du passage aux données satellite	22.04.2021

Table des matières

1. Introduction	2
2. Objet et finalité	3
2.1. Informations sur le degré de mixité des forêts	3
2.2. Termes et définitions tirés de la LGéo	4
3. Description du modèle	5
4. Modèle conceptuel de données	8
4.1. Diagramme de classes UML / Représentation graphique	8
4.2. Catalogue d'objets.....	9
5. Représentation des données	11
5.1. Base	11
5.2. Légende.....	11
5.3. Transparence	12
5.4. Exemple de graphique	12
6. Modèle de données au format INTERLIS 2.3.....	13
Annexe A : glossaire.....	14
Annexe B : bibliographie	15

1. Introduction

LGéo

La loi fédérale sur la géoinformation (LGéo) est en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2008. Elle a pour objectif de définir, au plan national, des standards de droit fédéral contraignants pour le relevé, la modélisation et l'échange de géodonnées¹ de la Confédération, en particulier de géodonnées de base relevant du droit fédéral. Cette loi régit par ailleurs le financement et la protection des données. Elle constitue aussi une nouvelle base légale pour la gestion des données des cantons et des communes. L'accès aux données collectées et gérées par d'importants moyens s'en trouve ainsi amélioré pour les autorités, les milieux économiques et la population. La LGéo permet une utilisation multiple des mêmes données dans les applications les plus diverses. L'harmonisation permet également de mettre en relation différentes banques de données, autorisant des évaluations simples et innovantes. La préservation de la valeur et la qualité des géodonnées doivent être assurées à long terme.

OGéo

L'ordonnance sur la géoinformation (OGéo) est entrée en vigueur en même temps que la LGéo. Elle précise cette dernière sur le plan technique et expose en annexe 1 les « Géodonnées de base relevant du droit fédéral ». En vertu de l'art. 9 OGéo, il incombe notamment au service spécialisé compétent de la Confédération de prescrire un modèle de géodonnées minimal pour chaque jeu de géodonnées de base (annexe 1 OGéo). Le service compétent pour les géodonnées de base dans le domaine de l'environnement est l'OFEV. Enfin, l'OGéo prévoit, en relation avec l'ordonnance sur les forêts (OFo), que l'OFEV prescrive également un modèle de représentation minimal (art. 11 OGéo, art. 66 OFo). Dans la mesure où les cantons sont responsables de l'exécution, les modèles de représentation sont élaborés conjointement par l'OFEV et les cantons.

Valeur juridique

Des modèles de géodonnées minimaux décrivent le noyau commun d'un jeu de géodonnées (niveau fédéral), sur lequel peuvent se greffer des modèles de données élargis (niveau cantonal ou communal). Le modèle de géodonnées minimal prescrit ci-après est contraignant pour les cantons. Ces derniers sont toutefois libres d'intégrer des informations supplémentaires dans leurs modèles de données.

¹ Termes conformes à la LGéo, art. 3

2. Objet et finalité

2.1. Informations sur le degré de mixité des forêts

Degré de mixité IFN

Les informations sur le degré de mixité des forêts IFN sont modélisées au moyen de méthodes de télédétection. Sur la base des données en libre accès (images des années précédentes) des satellites Sentinel 1 et 2 de l'infrastructure spatiale Copernicus (ESA), la part des forêts feuillues ou résineuses à l'échelle de la Suisse est répartie dans des cellules de trame d'une résolution spatiale de 10 m grâce à un processus de machine learning. Les données de référence utilisées pour la modélisation sont des polygones interprétés sur les photographies aériennes. Chaque cellule de la trame contient l'information sur la proportion de feuillus. Le jeu de données porte sur l'ensemble des surfaces boisées à l'échelle du pays et non seulement sur l'aire forestière de l'IFN. Le degré de mixité des forêts de l'IFN, explicite sur le plan spatial, peut différer du degré de mixité IFN issu du relevé par échantillonnage terrestre. Les relevés terrestres du degré de mixité reposent sur le rapport entre surface terrière des feuillus et des résineux. Le degré de mixité des forêts de l'IFN, fondé sur les données des satellites Sentinel 1 et 2, résulte du rapport entre couronnes visibles des feuillus et des résineux.

Pour de plus amples informations sur l'IFN et la méthode relative au degré de mixité des forêts de l'IFN, voir l'annexe B (bibliographie).

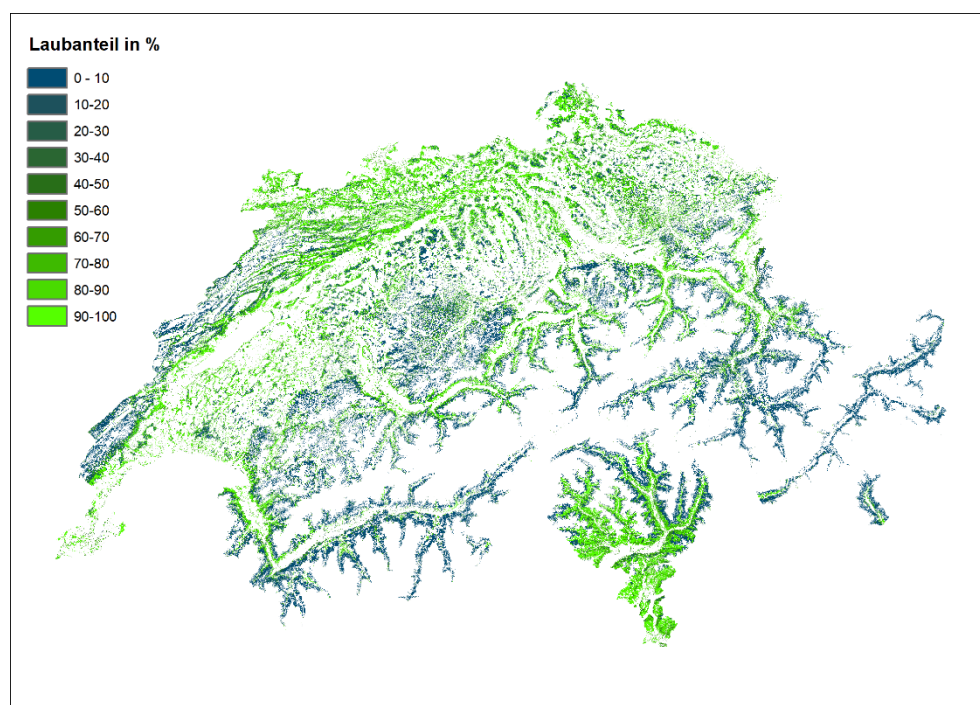


Figure 1 : degré de mixité des forêts en Suisse, disponible sur www.map.admin.ch (IFDG)

En vertu des art. 33 et 34 de la loi sur les forêts, l'OFEV et le WSL conduisent ensemble un inventaire forestier national.

Utilisation	La représentation géoréférencée est fondée sur des données tramées. Les données permettent, par exemple, de calculer à l'échelle de peuplements entiers les caractéristiques relatives à la proportion de feuillus et de résineux. Les données ne sont pas limitées aux zones forestières mais couvrent l'ensemble du pays.
Mise à jour des données	L'IFN est responsable de la mise à jour du jeu de géodonnées de base Degré de mixité des forêts de l'IFN. Ce dernier est actualisé régulièrement.
Publication des données	Les géodonnées seront dorénavant disponibles dans l'Infrastructure fédérale de données géographiques (IFDG) conformément au modèle de représentation défini (chap. 5).
Citation des données	En cas d'utilisation des données, le jeu de données doit être cité comme suit : <i>Lars Waser; Christian Ginzler (2021): Forest Type NFI 2018; National Forest Inventory (NFI); doi:10.16904/1000001.6.</i>

2.2. Termes et définitions tirés de la LGéo

Les termes de la LGéo utilisés ci-après sont définis comme suit² :

Géodonnées	Données à référence spatiale qui décrivent l'étendue et les propriétés d'espaces et d'objets donnés à un instant donné, en particulier la position, la nature, l'utilisation et le statut juridique de ces éléments (p. ex., cartes routières numériques, listes d'adresses des calculateurs d'itinéraires)
Géodonnées de base	Géodonnées qui se fondent sur un acte législatif fédéral, cantonal ou communal (p. ex., mensuration officielle, plan de zone à bâtir, inventaire des hauts-marais)
Géodonnées de référence	Géodonnées classées comme telles dans l'annexe 1 LGéo

² Art. 3 LGéo [http://www.admin.ch/ch/f/rs/510_62/a3.html, 13.09.2016]

3. Description du modèle

Jeu de géodonnées de base

Le modèle de géodonnées minimal Degré de mixité des forêts de l'IFN porte l'identificateur 164.21 dans le recueil des jeux de géodonnées de base de droit fédéral (tableau 1).

Identificateur	Désignation du jeu de géodonnées de base	Service compétent [Service spécialisé de la Confédération]
164.21	Degré de mixité des forêts de l'IFN	WSL [OFEV]

Tableau 1 : jeu de géodonnées de base de droit fédéral. La colonne « Service compétent » désigne en vertu de l'art. 8, al. 1 (LGéo) le service dont relèvent la saisie, la mise à jour et la gestion des géodonnées de base. Le service spécialisé de la Confédération est indiqué entre crochets [].

Le jeu de données est réalisé dans le format GeoTIFF. La figure 2 montre la représentation du jeu de données Degré de mixité des forêts de l'IFN ainsi qu'un extrait, tels qu'ils apparaissent dans un logiciel de graphisme. L'image utilise des valeurs de couleurs échelonnées pour représenter la proportion de feuillus. La valeur de couleur d'un point de l'image permet de déterminer le degré de mixité.

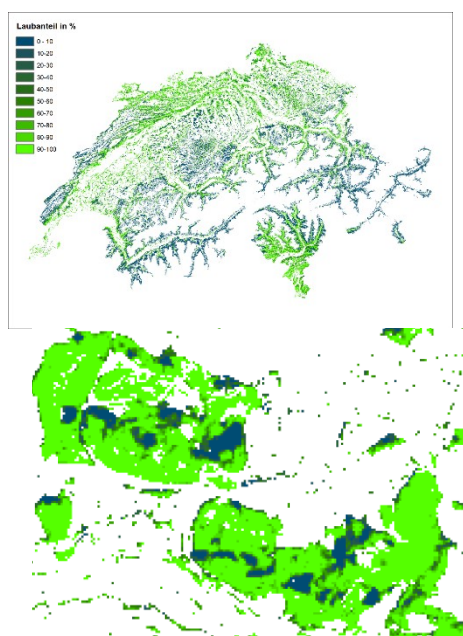


Figure 2 : exemples du jeu de géodonnées de base Degré de mixité des forêts de l'IFN. À gauche, le jeu de données est représenté intégralement. On reconnaît globalement la répartition des feuillus et des résineux, mais on ne distingue pas les détails. L'image de droite représente un extrait du jeu de données. Les valeurs de couleurs retranscrivent la proportion de feuillus (plus la couleur est claire, plus la proportion est élevée).

La figure 3 représente de manière schématique la modélisation des données. À gauche de l'image : la trame avec les valeurs de cellules (des valeurs de couleurs dans le cas du degré de mixité des forêts). Ces valeurs sont fournies au format GeoTIFF. À droite, l'icône du document représente les méta-informations correspondantes enregistrées dans INTERLIS. Ces métadonnées contiennent en particulier la référence spatiale permettant de localiser la trame. À noter que les données elles-mêmes ne sont pas enregistrées dans INTERLIS mais contenues dans l'image tramée (GeoTIFF).

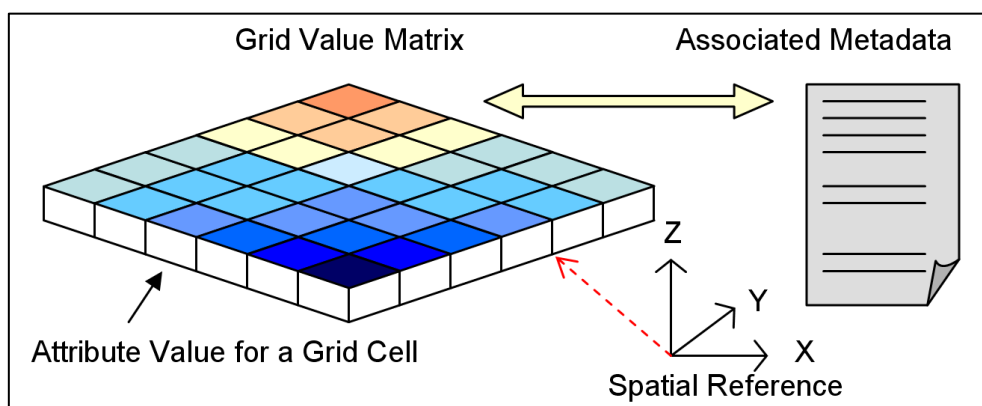


Figure 3 : représentation schématique du procédé de modélisation

Modèle

Le modèle utilisé pour le degré de mixité des forêts se fonde sur le modèle de base *NonVectorBase_V3* an (tableau 2). Celui-ci est décrit en détail dans l'instruction « Modélisation de géodonnées de base non vectorielles simples »³ de l'organe de coordination de la géoinformation au niveau fédéral (GCS).

Le modèle conceptuel de données pour les géodonnées non vectorielles présente notamment des caractéristiques des modèles de métadonnées. Il est conçu comme une sorte de « notice » accompagnant les données d'image. Les descriptions concernent le jeu de géodonnées de base et chacune des images.

La modélisation ne porte pas sur le contenu de l'image / du carreau en tant que tel (« pixel par pixel »), mais sur :

1. les attributs descriptifs relatifs au jeu de données, aux images et aux extraits,
2. l'identification et la géoréférence de l'image tramée.

Les GeoTIFF relatifs au modèle de la hauteur de la végétation de l'IFN sont des images rectangulaires qui couvrent l'ensemble de la Suisse. Les jeux de données ne sont pas subdivisés en unités plus petites (carreau). Les cellules de la trame sont toujours carrées.

³ <https://www.geo.admin.ch/fr/geoinformation-suisse/geodonnees-de-base/modeles-geodonnees.html>

Nom du TOPIC	Nom de la CLASSE	Désignation de la CLASSE
NonVector_Base	NonVector_Dataset	Nichtvektorieller Datensatz
	ImageGraphicRasterObject	Rasterbildobjekt

Tableau 2 : aperçu du modèle de données

Classe NonVector_Dataset

Dans cette classe sont enregistrées des méta-informations relatives au jeu de données. Celles-ci portent sur la description et l'état des données ainsi que sur le périmètre couvert par le jeu de données.

Classe
ImageGraphicRasterObject

Les données enregistrées dans la classe correspondant à l'objet de l'image tramée fournissent des méta-informations sur l'image elle-même. Il s'agit du nom de fichier, de la résolution de la trame, de sa localisation géométrique ainsi que de la longueur et de la largeur de l'image.

Le contenu de l'image en tant que tel n'est pas modélisé, l'image (GeoTIFF) est livrée conjointement avec le fichier de transfert INTERLIS.

Ces deux classes héritent des attributs des classes de même nom du modèle de base NonVector_Base_V3.

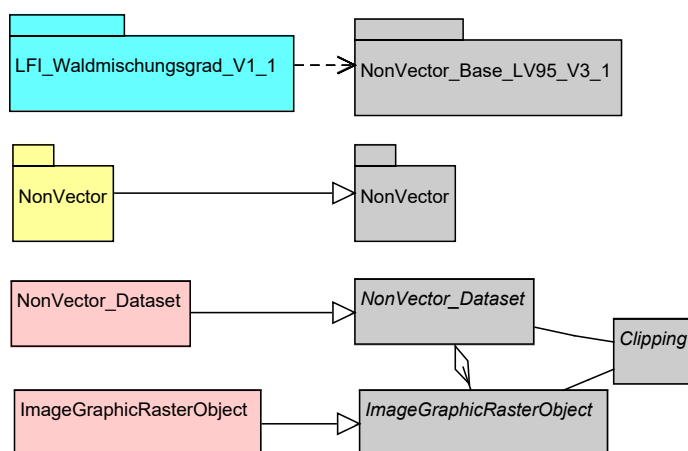


Figure 4 : transmission des classes du modèle de base

La figure 4 montre les relations entre les classes de ce modèle (en rouge) et celles du modèle de base *NonVector_Base_V3* (en gris). La classe « Clipping » du modèle de base n'est pas utilisée.

4. Modèle conceptuel de données

4.1. Diagramme de classes UML / Représentation graphique

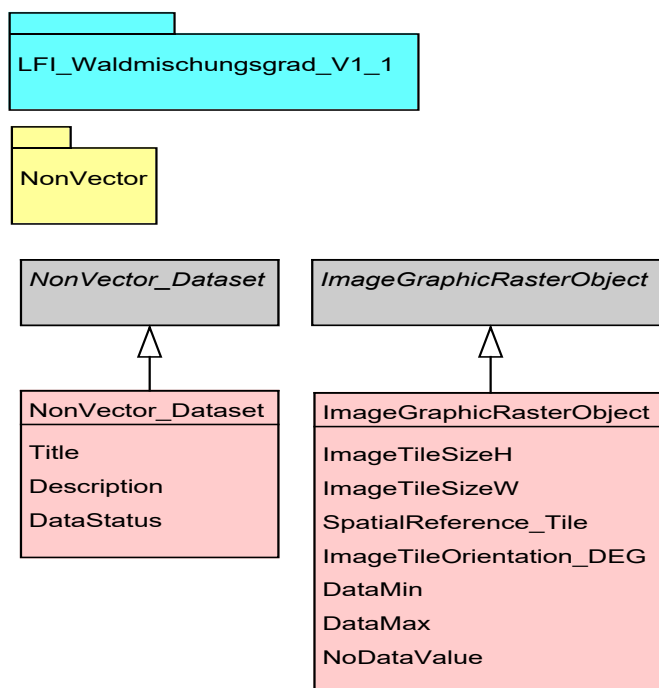


Figure 5 : diagramme de classes UML : données tramées

Les noms de modèle sont représentés en bleu, les *topics* en jaune et les classes en rose (fig. 5). Les classes grisées sont issues du modèle de base. L'ensemble des attributs des classes héritées du modèle de base peuvent être utilisées pour le modèle de la hauteur de la végétation. Ces attributs sont décrits dans le catalogue d'objets (cf. chapitre suivant).

4.2. Catalogue d'objets

	Topic NonVector
	Classes NonVector_Dataset et ImageGraphicRasterObject

A	Classe NonVector_Dataset					
	Nom de l'attribut	Description	Cardinalité	Type de données	Exemples	Remarques
A1	<i>Title</i>	Nom du jeu de données	1	String [256]	<i>Degré de mixité des forêts IFN</i>	Autre titre selon GeoCat
A2	<i>PerimeterGDBS</i>	Périmètre de l'ensemble du jeu de données	0..1	Surface		Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, correspond à l'extension de la carte (Suisse entière)
A3	<i>Description</i>	Description du jeu de données	1	String [256]	Proportion de feuillus et de résineux	Titre selon GeoCat
A4	<i>DataStatus</i>	Statut des données	1	GregorianYear (1900-2300)	2018	

B	Classe ImageGraphicRasterObject					
	Nom de l'attribut	Description	Cardinalité	Type de données	Exemples	Remarques
B1	<i>SpecialIdentifier</i>	Identifiant de l'image	1	Uri	<i>WMG_LFI_2018.tif</i>	Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, généralement le nom de fichier

B2	<i>GroundResolution</i>	Résolution de la trame	1	Numeric [m] (0.00-1000000.00)	10.00	Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, correspond à la longueur du côté d'une cellule de la trame ; ces cellules sont carrées
B3	<i>ImageTileSizeH</i>	Hauteur de l'image	1	Numeric (1-1000000000)	22066	Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, hauteur en nombre de points
B4	<i>ImageTileSizeW</i>	Largeur de l'image	1	Numeric (1-1000000000)	34842	Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, largeur en nombre de points
B5	<i>SpatialReference_Tile</i>	Coordonnées coin supérieur gauche	1	Coord2		Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, décrit, avec les attributs B3 et B4, l'extension spatiale de l'image
B6	<i>SpatialReference_Polygon</i>	Polygone limite	0..1	Surface		Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, attribut non utilisé
B7	<i>ImageTileOrientation_DEG</i>	Orientation de la trame	1	Numeric [°] (0.00-359.99)	0.00	Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, la trame du jeu de données de base 164.20 est orientée au Nord (valeur 0.00)
B8	<i>ImageTileOrientation_GON</i>	Orientation de la trame	0..1	Numeric [Gon] (0.00-399.99)		Hérité du modèle de base NonVector_Base_V3, attribut non utilisé
B9	<i>DataMin</i>	Valeur minimale dans le jeu de données	1	Numeric [Anteil] (0.0-100.0)	0.0	Cette donnée statistique est également enregistrée dans les métadonnées du GEOTIFF. Elle correspond à la plus petite valeur de la trame (hormis la NoDataValue). Ça correspond à la proportion minimale de feuillu en pourcent.
B10	<i>DataMax</i>	Valeur maximale dans le jeu de données	1	Numeric [Anteil] (0.0-100.0)	100.0	Cette donnée statistique est également enregistrée dans les métadonnées du GEOTIFF. Elle correspond à la plus grande valeur de la trame (hormis la NoDataValue). Ça correspond à la proportion maximale de feuillu en pourcent.
B11	<i>NoDataValue</i>	Valeur enregistrée dans l'image pour les cellules sans données	1	Numeric [Anteil] (-255-0)	-255	Cette donnée statistique est également enregistrée dans les métadonnées du GEOTIFF. Les cellules de la trame possédant cette valeur n'ont pas été calculées.

5. Représentation des données

5.1. Base

La base est formée par une trame sous la forme d'un fichier GeoTIFF. Ce fichier contient les valeurs d'attribut des cellules de la trame enregistrées en tant que parts de feuillus (cf. aussi fig. 2, p. 5). Les données suivantes constituent des recommandations pour la représentation sur des cartes en ligne, comme map.geo.admin.ch.

5.2. Légende

Les valeurs sont représentées dans une échelle de classification. Aux catégories de proportions de feuillus [%] correspondent des couleurs différentes (fig. 6).

Proportion de feuillus

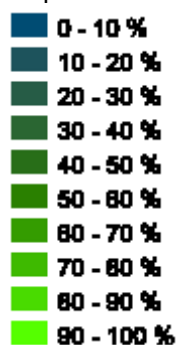


Figure 6 : légende pour la représentation recommandée

Plage de valeurs	Valeur sRVB
0 - 10	# 004c73
10 - 20	# 1d535c
20 - 30	# 265c46
30 - 40	# 2a6632
40 - 50	# 286e18
50 - 60	# 2a8000
60 - 70	# 349c00
70 - 80	# 3eba00
80 - 90	# 49db00
90 - 100	# 55ff00

Tableau 3 : plage de valeur de la légende en sRVB et TSV

5.3. Transparence

Les catégories sont définies de façon complètement opaque (couvrante).

5.4. Exemple de graphique

L'exemple de représentation est tiré du site map.geo.admin.ch. L'arrière-plan est formé par le « modèle de surface IFN ». Le calque (*layer*) thématique sélectionné est le « degré de mixité des forêts de l'IFN » avec une transparence de 50 % (fig. 8).

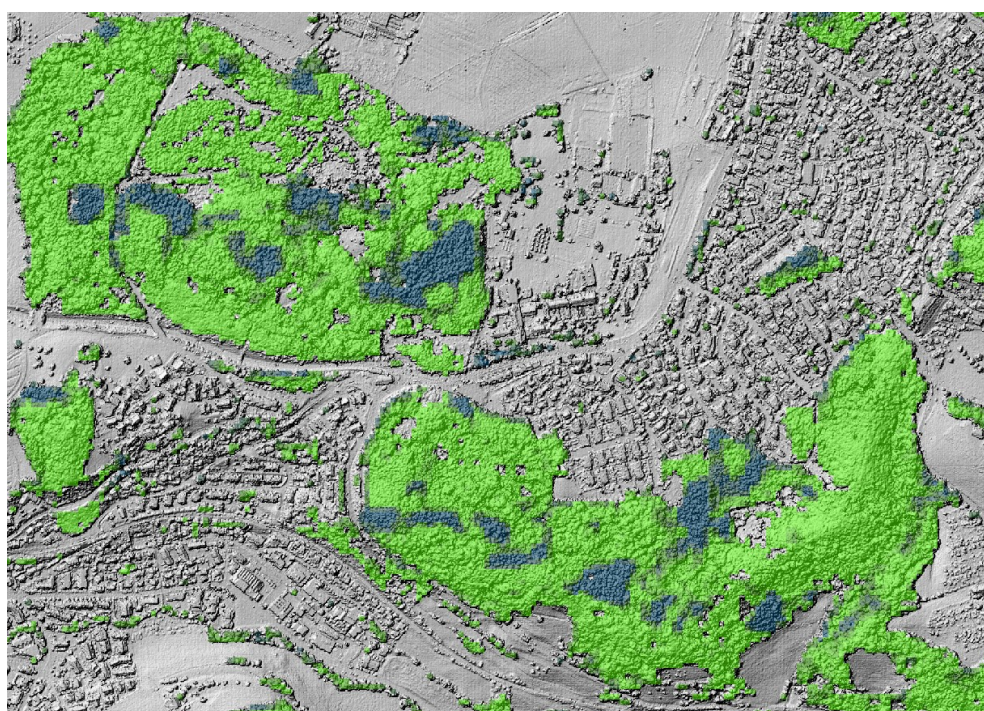


Figure7 : extrait du jeu de données « Degré de mixité des forêts de l'IFN » pour map.geo.admin.ch

6. Modèle de données au format INTERLIS 2.3

En cas des divergences entre la documentation du modèle et le Model Repository, c'est la version ILI au Model Repository qui s'applique.

```

INTERLIS 2.3;

!!-----
!! 2021-04-22 | BAFU/WSL | Anpassung infolge Umstellung auf
Satellitendaten, LV03 gelöscht
!!=====
=====

!!@ technicalContact=mailto:gis@bafu.admin.ch
!!@ furtherInformation=https://www.bafu.admin.ch/geodatenmodelle
!!@ IDGeoIV="164.21"

MODEL LFI_Waldmischungsgrad_V1_1 (en)
AT "https://models.geo.admin.ch/BAFU/"
VERSION "2021-04-22" =
    IMPORTS GeometryCHLV95 V1,Units,NonVector Base LV95 V3 1;

DOMAIN
DataYear EXTENDS INTERLIS.GregorianYear = 1900.. 2300;

TOPIC NonVector
EXTENDS NonVector Base LV95 V3 1.NonVector =

    CLASS ImageGraphicRasterObject (EXTENDED) =
        /** Höhe in Anzahl Rasterpunkten
        */
        ImageTileSizeH (EXTENDED) : MANDATORY 1 .. 1000000000;
        /** Breite in Anzahl Rasterpunkten
        */
        ImageTileSizeW (EXTENDED) : MANDATORY 1 .. 1000000000;
        SpatialReference Tile (EXTENDED) : MANDATORY GeometryCHLV95 V1.Coord2;
        ImageTileOrientation DEG (EXTENDED) : MANDATORY 0.00 .. 359.99
    [Units.Angle Degree];
        /** Minimalwert im Datensatz
        */
        DataMin : MANDATORY 0 .. 255;
        /** Maximalwert im Datensatz
        */
        DataMax : MANDATORY 0 .. 255;
        /** Im Bild gespeicherter Wert für Rasterzellen ohne Daten
        */
        NoDataValue : MANDATORY -128.0 .. 0.0;
    END ImageGraphicRasterObject;

    CLASS NonVector_Dataset (EXTENDED) =
        Title : MANDATORY TEXT*256;
        Description (EXTENDED) : MANDATORY MTEXT*256;
        /** Datenstand
        */
        DataStatus : MANDATORY DataYear;
    END NonVector_Dataset;

    CLASS Clipping (EXTENDED) =
    END Clipping;

END NonVector;

END LFI_Waldmischungsgrad_V1_1.

```

Annexe A : glossaire

OFEV	Office fédéral de l'environnement
IFDG	Infrastructure fédérale de données géographiques
CHBase	Modules de base de la Confédération
GeoCat	geocat.ch est le catalogue de métadonnées pour l'ensemble des géodonnées suisses.
LGéo	Loi fédérale du 5 octobre 2007 sur la géoinformation (loi sur la géoinformation), RS 510.62
OGéo	Ordonnance du 21 mai 2008 sur la géoinformation (ordonnance sur la géoinformation), RS 510.620
GeoTIFF	Forme particulière d'image TIFF, format de fichier utilisé pour enregistrer des fichiers image ; permet d'inclure dans le fichier image des données spécifiques sur la géoréférence (coordonnées, fraction d'image, projection cartographique) en plus des données visibles de la trame
GCS	Organe de coordination de la géoinformation au niveau fédéral
TSV	Système de gestion des couleurs permettant de définir la couleur au moyen de trois composantes : la teinte, la saturation et la valeur de brillance ; angl. <i>HSV (Hue Saturation Value)</i>
INTERLIS	Langage indépendant de tout système permettant la modélisation de données ; cf. également http://www.interlis.ch
IFN	Inventaire forestier national suisse http://www.lfi.ch
MGDM	Modèle de géodonnées minimal
INDG	Infrastructure nationale de données géographiques
Opacité	Propriété de ne pas laisser passer la lumière (contraire : transparence) ; l'opacité d'une couleur est indiquée sur une échelle de 0 (complètement transparent) à 1 (complètement opaque)
RVB	Système de gestion des couleurs permettant de reconstituer une couleur par la synthèse additive de trois couleurs primaires (rouge, vert, bleu) ; angl. <i>RGB (red, green, blue)</i>
Topic	Dans le jargon INTERLIS, dénomination usuelle d'un thème ; un <i>topic</i> sert à regrouper des classes de même contenu dans INTERLIS
UML	Abréviation de « <i>Unified Modelling Language</i> » (langage de modélisation unifié) ; langage de modélisation graphique utilisé pour la spécification, la construction et la documentation de parties de logiciels et d'autres systèmes
MHV	Modèle de la hauteur de la végétation
WMG	Degré de mixité des forêts (<i>Waldmischungsgrad</i>)

Annexe B : bibliographie

Brändli, U.-B. (Réd.) 2010 : Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004–2006. Birmensdorf, institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL). Berne, Office fédéral de l'environnement, OFEV. 312 p.

https://www.lfi.ch/publikationen/publ/LFI3_Ergebnisbericht-fr.pdf

Ginzler, C. ; Hobi, M.L., 2015 : Countrywide Stereo-Image Matching for Updating Digital Surface Models in the Framework of the Swiss National Forest Inventory. Remote Sens.7 : 4343-4370.

<http://www.mdpi.com/2072-4292/7/4/4343>

Waser, L.T.; Ginzler C.; Rehush, N. 2017: Wall-to-wall tree type mapping from countrywide airborne remote sensing surveys. Remote Sensing, 9, 766.

<http://www.mdpi.com/2072-4292/9/8/766>