



Modélisation de géodonnées de base non vectorielles simples

**Directive pour les services fédéraux selon
art. 48 al. 3 OGéo**

**Organe de coordination de la géoinformation
au niveau fédéral (GCS)**

22 juin 2012 (Etat au 10 janvier 2018)

Arrêté

Vu l'art. 48 al. 3 de l'ordonnance sur la géoinformation (OGéo / RS 510.620) du 21 mai 2008, l'organe de coordination de la géoinformation au niveau fédéral (GCS) édicte la directive suivante :

- 1) La modélisation des géodonnées de base non vectorielles simples est obligatoire pour les services fédéraux.
- 2) Il est établi ce qui suit dans la perspective de modifications de la directive :
 - a) en cas d'adaptations formelles de normes et de standards cités en référence ou servant d'assise à la modélisation, l'Office fédéral de topographie procède d'office aux modifications requises ;
 - b) en cas d'adaptations de fond, l'Office fédéral de topographie présente la version révisée du document au GCS pour décision à son sujet.

La présente directive entre en vigueur immédiatement.

Wabern, le 22 juin 2012

Pour l'organe de coordination de la
géoinformation au niveau fédéral (GCS)

Président du GCS :
Jean-Philippe Amstein

Liste de diffusion selon l'annexe 1 OGéo :

Office fédéral de la protection de la population OFPP

Office fédéral de l'énergie OFEN

Office fédéral de la santé publique OFSP

Office fédéral de la justice OFJ

Office fédéral de la communication OFCOM

Office fédéral de la culture OFC

Office fédéral de topographie swisstopo (Direction des mensurations cadastrales incluse)

Office fédéral de l'agriculture OFAG

Office fédéral du développement territorial ARE

Office fédéral de la statistique OFS

Office fédéral des routes OFROU

Office fédéral de l'environnement OFEV

Office fédéral des transports OFT

Office vétérinaire fédéral OVF

Office fédéral de l'aviation civile OFAC

Commission fédérale de l'électricité ElCom

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN

Secrétariat d'Etat aux migrations SEM

Secrétariat général DDPS



Modélisation de géodonnées de base non vectorielles simples

Version 3.1 / 2018-01-09

Table des matières

1	Limites imparties	4
2	Contexte de départ, cadre législatif	5
3	Catalogue des données	6
	3.1 Types de géodonnées non vectorielles	6
4	Problèmes principaux soulevés par la modélisation	8
	4.1 Avantages de la modélisation	9
5	Limitation des types de données pour la modélisation	11
	5.1 Données d'images et données tramées graphiques	11
	5.2 Données tramées générales et modèles altimétriques	11
	5.3 Systèmes et cadres de référence spatiale	14
6	Modélisation de données d'images et de données tramées graphiques	15
	6.1 Image, mosaïque, extrait	15
	6.2 Concept	16
	6.3 Structure de base du modèle et modèle de base abstrait	19
7	Sources, documents	23
8	ANNEXE (informative)	25
A	Exemple de modélisation	25
	A1 – Description détaillée des attributs de données	25
	A2 – Modèle de données ModelExample_V3	27
B	Codage GeoTIFF	29
	B1 – Spécifications TIFF et GeoTIFF	29
	B2 – Concept	30
C	Exemple d'application	33
	C1 – Carte-pixel CP50	33
D	Métadonnées selon GM03	36

1 Limites imparties

Le présent document contient des recommandations portant sur la modélisation de géodonnées non vectorielles selon le catalogue des géodonnées de base relevant du droit fédéral. Le document ne vise explicitement pas à *définir* un modèle de données complet, mais se borne volontairement à traiter le *mode opératoire* à adopter pour la modélisation. Des propositions relatives aux propriétés de base qui doivent être communes à tous les modèles conçus pour des données non vectorielles sont formulées dans une optique d'harmonisation des données. Un modèle de base est par ailleurs proposé, comprenant les propriétés les plus fondamentales. Il est à compléter pour des applications concrètes de modélisation. L'exemple de modèle et le codage GeoTIFF figurant en annexe ont un caractère purement informatif.

Remarque relative à la mise en page du document : Les recommandations qu'il comporte sont toutes inscrites dans un cadre à fond bleu et sont numérotées en continu.

– Titre de la recommandation

Texte de la recommandation

2 Contexte de départ, cadre législatif

La loi sur la géoinformation (LGéo) et les ordonnances d'exécution qui l'accompagnent sont entrées en vigueur le 1^{er} juillet 2008 [1]. Cette loi vise à ce que les autorités fédérales, cantonales et communales, les milieux économiques, la population et les milieux scientifiques disposent rapidement, simplement et durablement de géodonnées mises à jour, au niveau de qualité requis et d'un coût approprié, couvrant le territoire de la Confédération suisse en vue d'une large utilisation. Elle s'applique en premier lieu aux géodonnées de base relevant du droit fédéral, donc aux géodonnées qui se fondent sur un acte législatif fédéral. Le Conseil fédéral en a dressé une liste définitive, reproduite à l'annexe 1 de l'ordonnance sur la géoinformation (OGéo) au sein du catalogue des géodonnées de base relevant du droit fédéral (CGDB) [2]. Pour atteindre le but qui lui est assigné, la loi impose que les exigences qualitatives et techniques à satisfaire par les géodonnées et les géométadonnées soient fixées de telle façon qu'un échange simple et une large utilisation soient possibles. Des prescriptions portant sur ces exigences ont été définies à cette fin dans l'OGéo, notamment en ce qui concerne les modèles de géodonnées. En principe, les géodonnées de base doivent toutes se voir attribuer un modèle de géodonnées au moins, définissant la structure et le degré de spécification du contenu. INTERLIS 1 (SN 612030) ou INTERLIS 2 (SN 612031) a été retenu comme langage de description général pour les modèles de géodonnées. Il est vivement recommandé de recourir à INTERLIS 2, plus en phase avec l'état actuel du développement technique [3].

Afin que les modèles associés à toutes les géodonnées de base relevant du droit fédéral puissent être mis à disposition en temps utile, le Conseil fédéral a donné mandat, par son arrêté du 21 mai 2008, à l'Organe de coordination de la géoinformation au niveau fédéral (GCS) d'établir un échéancier pour l'introduction des modèles de géodonnées [4] incluant des priorités. Durant l'élaboration de cet échéancier, plusieurs interlocuteurs issus des rangs de l'Office fédéral de topographie swisstopo ont soulevé une question importante, celle de savoir si toutes les géodonnées, même celles qui ne sont pas vectorielles, devaient être modélisées dans le respect des exigences précitées, notamment pour ce qui concerne le langage de description et par suite, de façon implicite, le format de transfert. La question centrale dans ce cadre est de savoir si INTERLIS permet la modélisation et le transfert de géodonnées non vectorielles et dans l'affirmative, si cela s'avère judicieux, compte tenu des objectifs initiaux de la loi.

3 Catalogue des données

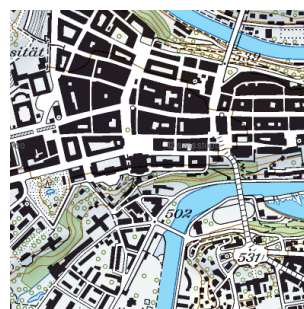
3.1 Types de géodonnées non vectorielles

Les géodonnées «non vectorielles» ne présentent manifestement pas toutes les mêmes caractéristiques. Il est donc légitime de se demander si toutes les géodonnées de base non vectorielles doivent être modélisées selon une seule et même procédure. Un examen plus approfondi des jeux de données existants fait apparaître de profondes différences, d'où résulte une classification des types de données en quatre grandes familles. Les désignations qui leur sont appliquées ici ne correspondent à aucune norme en vigueur, elles visent simplement à faciliter la compréhension de chacune de ces différentes familles dans le présent document.

Les **données d'images**, auxquelles appartiennent les orthophotos, les photos aériennes et les images satellite. Les données de ce type se caractérisent par le fait qu'elles sont enregistrées directement par un capteur approprié et qu'elles fournissent une représentation radiométrique de phénomènes du monde réel. Des plages de fréquences extérieures au champ de la lumière visible (comme l'infrarouge) peuvent notamment être saisies ainsi. Ces images sont habituellement présentées en fausses couleurs. (*en haut à droite : orthophoto «SwissImage»*)

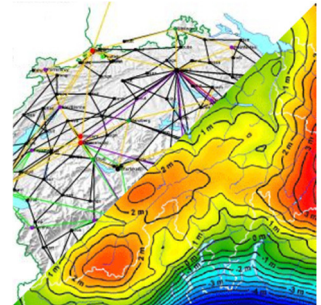


Les **données tramées graphiques**, auxquelles appartiennent les cartes numériques, les cartes historiques et les plans de la MO. Ce type de données résulte d'un dessin numérique, généralement produit sous une forme vectorielle et converti à un stade ultérieur en image tramée. Des formats graphiques particuliers pourraient être utilisés pour mémoriser ce type de données. Jusqu'à présent, les données tramées graphiques ne sont stockées et échangées que comme des images pixel. Aucun format graphique vectoriel n'est utilisé. (*A droite : carte-pixel «CP25»*)



Les **données tramées générales et les modèles altimétriques**, auxquels appartiennent les données altimétriques (MNT25, MNS, MNT-MO, RIMINI) de même que les modèles du géoïde, les modèles du champ de la pesanteur, les modèles de la déviation de la verticale et

les grilles de transformation. Ces données se fondent toutes sur une grille de points, régulière ou non. Les informations altimétriques associées sont alors exploitées par des algorithmes de maillage et d'interpolation qui permettent de générer des modèles numériques du terrain avec un estompage de surface. Les réseaux de stations de mesure, utilisés en géodésie par exemple, ainsi que les cartes statistiques telles que les grilles «hctométriques» entrent aussi dans cette catégorie. La notion de couverture (ou «coverage» en anglais) est souvent utilisée en lien avec des données tramées selon une grille régulière ou non. *(En haut à droite : réseau gravimétrique national / géoïde de la Suisse «CHGeo2004»)*



Les **systèmes et les cadres de référence spatiale** (Coordinate Reference Systems, **CRS**). Ils définissent les systèmes de coordonnées. En toute rigueur, on peut considérer les CRS comme des métadonnées, aucun «objet CRS» indépendant n'étant normalement produit ; les CRS proposent en revanche un cadre pour la représentation de toutes les autres données spatiales (notamment celle des réseaux de points fixes). *(En haut à droite : système de référence «CH1903»)*



4 Problèmes principaux soulevés par la modélisation

Les «Recommandations générales portant sur la méthode de définition des „modèles de géodonnées minimaux“» [5] exposent en détail la modélisation conceptuelle des géodonnées. Les recommandations contenues dans ce document sont donc à prendre en compte. Les principes généraux de la modélisation des données sont brièvement reproduits dans ce chapitre.

La modélisation des géodonnées s'effectue en deux étapes. Dans un premier temps, les propriétés de l'extrait du monde réel à modéliser sont décrites avec précision sous la forme d'un texte en prose ou comme un catalogue complet de genres d'objets. Dans un second temps, la structuration et la formalisation en un modèle de données conceptuel s'effectuent sous la forme d'un diagramme de classes UML puis d'une description textuelle rédigée en langage INTERLIS 2. L'implémentation d'un modèle de données sur un système spécifique ou en vue de l'échange de données peut être automatisée si des outils appropriés sont utilisés. Des règles de codage définies sans équivoque sont utilisées à cette fin.

1 – Les trois étapes principales du processus de modélisation

1. Description sémantique de l'extrait du monde réel à modéliser ;
2. Formalisation structurelle de la sémantique => modèle de données conceptuel (graphique/textuel) ;
3. Déduction automatique d'un schéma de base de données ou de format d'échange.

Plusieurs questions de fond se posent lors de la modélisation conceptuelle des données. Les réponses qui y sont apportées doivent suivre une seule et même logique, afin que la modélisation des données conserve toute sa cohérence même lorsque des thèmes différents sont concernés. La modélisation des données étant une abstraction de phénomènes du monde réel, décrite de façon aussi exacte et complète que possible par des moyens formels – en adéquation avec le domaine de spécialité considéré –, les aspects suivants doivent être examinés :

2 – Aspects à examiner lors de la modélisation

- Quels sont les phénomènes du monde réel décrits par le modèle de données ?
- Qu'est-ce qu'un «objet» ? Quels sont les genres ou les classes d'objet existants ?
- Quelles propriétés possèdent ces objets («attributs») ?
- De quelle manière différents objets sont-ils le cas échéant en relation les uns avec les

autres ?

- A l'aide de quels moyens formels les objets, leurs propriétés et les relations qui les unissent peuvent-ils être décrits ?

Le premier point est prescrit par le catalogue dans les cas de figure décrits ici. En présence de géodonnées se fondant sur une trame, il convient toujours de se demander si le terme d'«*objet*» doit désigner un *constituant élémentaire de l'image (pixel)* ou plutôt *l'image entière*. Ces deux possibilités peuvent très bien se justifier, sans toutefois perdre de vue les impératifs du codage des données et de leur échange. Ainsi, modéliser des images satellite de grande dimension, à haute résolution (éventuellement multispectrales) pixel par pixel puis les coder point par point via INTERLIS semble inopportun. De plus, le volume de données produit serait sans rapport avec les performances de traitement. Les formats XML utilisés pour le codage de géodonnées présentent un rapport très défavorable entre leur structure et leur contenu. Des formats tramés bien établis à l'aide desquels des images entières sont codées, seraient incontestablement à privilégier.

Des arguments similaires peuvent être avancés pour les données d'images, les données tramées graphiques ou d'autres données tramées. Toutefois, les données tramées générales peuvent plutôt, comme on le verra plus tard, être modélisées de façon «traditionnelle». Dans le cas des systèmes et des cadres de référence spatiale, les systèmes eux-mêmes sont à comprendre comme des métaobjets, au même titre que les transformations entre systèmes différents, pour autant qu'elles soient définies. INTERLIS 2 permet la modélisation spécifique de systèmes géodésiques.

4.1 Avantages de la modélisation

L'utilité, sur un plan général, de la modélisation conceptuelle des géodonnées a déjà été traitée à maintes reprises (par exemple dans [5], au § 2.2), si bien qu'elle ne sera pas abordée plus avant ici.

Les aspects suivants revêtent en revanche une importance particulière pour la modélisation des données non vectorielles, de manière plus spécifique :

- une analyse approfondie des données,
- la description et la documentation des données pour l'utilisateur et
- une saisie structurée des données.

Dans le cas concret de données d'images et de données tramées graphiques, l'avantage réside dans la livraison d'une documentation des données (concernant par exemple le géoréférencement et la résolution des images) structurée de manière homogène, de sorte que leur utilisateur peut plus rapidement intégrer ces données – éventuellement les géoréférencer – dans son système avant de les traiter.

La modélisation des référentiels de coordonnées employés permet de décrire le vaste éventail de systèmes géodésiques de référence utilisés en mensuration, de même que les paramètres qui leur sont associés ainsi que leur réalisation sous la forme de ce que l'on appelle des cadres de référence. Dans le cas par exemple de problématiques transfrontalières, un tel modèle fournit une base pour la transformation des géodonnées dans le cadre de référence du ou des Etats limitrophes concernés (et inversement).

En présence de données tramées générales et de modèles altimétriques, un modèle constitue une aide précieuse qui facilite la comparaison d'informations (concernant l'altimétrie ou une surface donnée) issues de pays différents, notamment celle des modes de production (par interpolation par exemple) de ces informations dans les divers pays concernés.

5 Limitation des types de données pour la modélisation

Afin de définir le mode opératoire à adopter concrètement lors de la modélisation, les différents types de données sont passés au crible des questions énumérées précédemment. La subdivision des types décrite est aussi examinée dans ce cadre. Ainsi, un même mode opératoire peut être adopté pour la modélisation dès lors que des caractéristiques d'objets identiques sont décelées.

5.1 *Données d'images et données tramées graphiques*

Les données d'images telles que les photos aériennes, les orthophotos et les images satellite résultent de l'enregistrement d'un extrait donné de la surface terrestre par des capteurs adaptés montés sur un large éventail de plateformes. Ce faisant, les données d'images possèdent d'emblée une «structure d'image en pixels». Les données tramées graphiques de type carte-pixel, carte géologique ou plan de la MO sont créées sous forme de dessins numériques par des logiciels appropriés. Elles seraient ainsi dotées d'une structure vectorielle effective, apte à être décrite et codée de manière appropriée. Toutefois, les produits cartographiques actuels ne donnent naissance à aucun objet graphique vectoriel durable. Dans le processus de génération des cartes-pixel, ce sont toujours des images tramées déduites par calcul qui sont mémorisées. Il en va de même des plans numériques produits pour la MO. Ils sont directement générés à partir des données de la mensuration officielle sous la forme d'images tramées.

Pour les raisons ainsi évoquées, aucune différence significative n'existe entre les données d'images et les données tramées graphiques du point de vue de la modélisation conceptuelle des données et du codage des données qui lui est associé.

3 – Données d'images et données tramées graphiques

Il convient de procéder à l'identique pour la modélisation des données d'images et des données tramées graphiques. Le processus correspondant est décrit en détail dans le chapitre 6.

5.2 *Données tramées générales et modèles altimétriques*

Parmi les données tramées générales, on compte notamment les modèles numériques de terrain, les systèmes de stations et de points de mesure ou les grilles surfaciques à visée statistique. La notion de couverture (*coverage* en anglais) est employée dans les ouvrages spécialisés pour de tels objets. Cette notion s'étend cependant à d'autres genres d'objets tels que des surfaces ou des lignes, des types d'interpolation particuliers comme la triangulation

de Delaunay ou des maillages triangulaires irréguliers (ou TIN pour *Triangulated Irregular Network*). L'élément commun à tous les types de couverture est toutefois le fait qu'ils se fondent sur un réseau d'objets d'appui dont la géométrie se base sur des points, des lignes ou des surfaces («domaine»). Un domaine de valeurs donné («Range») est affecté à ces objets d'appui par la 'fonction de couverture'. Le cas échéant, les zones comprises entre ces objets d'appui sont interpolées à l'aide d'algorithmes adaptés. A titre d'exemple, les anomalies gravimétriques sur tout le territoire suisse peuvent ainsi être calculées à partir d'une série de stations gravimétriques. La norme *ISO 19123 Geographic information – Schema for coverage geometry and functions* définit les types de données de couverture précités de même que leurs propriétés [6].

4 – Mode opératoire à adopter lors de la modélisation de données tramées générales

- a. Modélisation «normale» d'objets d'appui isolés avec INTERLIS ; description de la fonction d'interpolation OU
- b. Modélisation en tant qu'unité ; codage des objets d'appui isolés comme les instances d'une trame ; le cas échéant, description de la fonction d'interpolation ; commentaires explicatifs

Le choix de l'un de ces deux modes opératoires est laissé à la libre appréciation des services compétents.

Modèles altimétriques : ils méritent une attention particulière. Ils constituent soit des modèles de terrain soit des modèles de surface. Trois types principaux de modèles altimétriques sont recensés :

1. TIN, composé de cotes altimétriques, de lignes de rupture et de surfaces vierges (ex. : lacs exclus)
2. GRID, composé d'une grille régulière de cotes (du terrain ou de surfaces données)
3. Modèles composés d'un grand nombre de points, généralement issus d'un balayage laser du terrain.

5 – Modélisation de modèles altimétriques

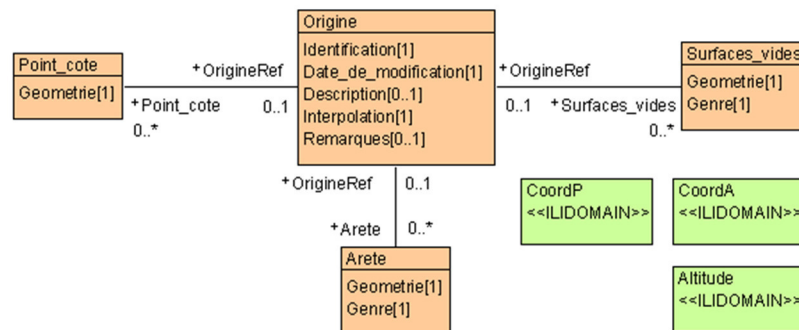
Un modèle conceptuel de données destiné aux modèles altimétriques dans l'esprit de la recommandation 4 a. doit couvrir trois genres d'objets : point (cote altimétrique), ligne (de rupture) et surface (vierge) avec la géométrie correspondante.

Ces trois genres d'objets sont utilisés pour la modélisation de TIN ; les GRID et les modèles composés d'un grand nombre de points couvrent uniquement les informations de points.

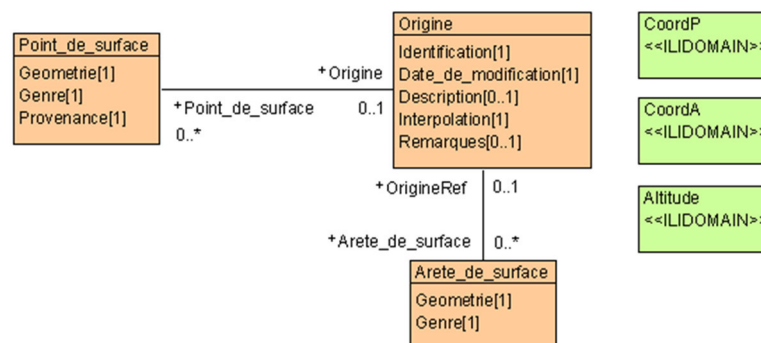
Un modèle de données a été développé pour les modèles altimétriques de swisstopo, contenant des métainformations portant sur la génération des données, en plus de la géométrie des objets d'appui des modèles altimétriques. Ce modèle (cf. deux figures suivantes) se conforme strictement à la recommandation 4 a.

Diagramme de classes UML du modèle de données de swisstopo domch03 pour les données altimétriques :

– **Thème Altimétrie:**



– **Thème Surfaces:**



Lors de la modélisation d'autres modèles altimétriques (ou de modèles aux caractéristiques similaires), les «Recommandations générales portant sur la méthode de définition des „modèles de géodonnées minimaux“» [5] sont à observer et les nouveaux modèles doivent notamment être en adéquation avec les «modules de base de la Confédération».

Des formats spécifiques, optimisés doivent être utilisés pour le stockage de telles données, et préférés au codage INTERLIS-XML conventionnel dans presque tous les cas ! Les jeux de données composés de points en très grand nombre sont généralement subdivisés en unités «manipulables», à l'exemple des mosaïques constituées dans le cas des jeux de données

d'images ou de données tramées graphiques. Pour l'échange de données, il est aussi envisageable de coder des jeux de données TIN voire GRID en INTERLIS-XML.

5.3 Systèmes et cadres de référence spatiale

Les systèmes et les cadres géodésiques de référence¹ jouent un rôle particulier puisqu'ils ne se présentent pas sous la forme de trames. En outre, aucun objet CRS n'est habituellement créé ; il s'agit donc, en toute rigueur, de méta-objets. Cf. à ce sujet le paragraphe «Types de géodonnées non vectorielles». L'utilisation d'INTERLIS 2 permet une définition exacte des CRS. Des spécifications détaillées peuvent être trouvées dans le *Manuel de référence INTERLIS 2, annexe J (proposition d'extension) systèmes de référence et systèmes de coordonnées* [3].

Il est en outre possible de définir des projections pour passer d'un système de coordonnées à un autre. Il est important, lors de la modélisation de CRS avec INTERLIS 2, qu'un document XML comprenant des «méta-objets» soit toujours associé au modèle. Les définitions (abstraites) des CRS y sont réalisées au moyen de paramètres concrets. Il peut donc être procédé comme suit :

6 – Mode opératoire à adopter lors de la modélisation de CRS

1. Définition de CRS conformément à la proposition d'extension standard d'INTERLIS 2
2. Production des méta-objets CRS concrets sous forme de fichier XML

¹ Dans le présent document, les systèmes géodésiques ainsi que les systèmes de référence et de coordonnées sont regroupés sous l'appellation générique de «Coordinate Reference System» (CRS) pour plus de simplicité.

6 Modélisation de données d'images et de données tramées graphiques

6.1 Image, mosaïque, extrait

Trois niveaux de structuration doivent être distingués dans le contexte qui nous occupe : «image», «mosaïque» et «extrait». Une **image** coïncide en règle générale avec un fichier isolé, forme sous laquelle elle est gérée, livrée, échangée et stockée. Le périmètre complet d'un produit issu de données d'images ou de données tramées graphiques – tel que SWISSIMAGE, CP25 ou tout autre de nature similaire – couvre donc intégralement toutes les images envisageables. Soit le jeu de données se compose d'un ensemble fini d'images prédéfinies (→ mosaïque), soit il se présente sous une forme globale et permet de produire des images d'une forme pratiquement quelconque. Les limites sont par conséquent fixées par ce jeu de données global. Chaque image couvre ainsi un extrait spécifique du périmètre complet. Il convient par ailleurs d'observer que la subdivision d'un jeu de données en images peut être aussi bien régulière (par exemple selon une trame carrée ou rectangulaire) qu'irrégulière (par exemple via des polygones quelconques pouvant également se chevaucher).

Les **mosaïques** («tiles»), qui sont des images, constituent un cas à part. Des données numériques font ainsi l'objet d'un prétraitement (par exemple des mosaïques de cartes-pixel pour le visualiseur de geo.admin.ch ou des extraits de cartes nationales ($1/16$) pour SWISSIMAGE), entre autres pour des applications cartographiques à base Internet ou la conservation des données. A cette fin, le jeu de données est subdivisé selon une trame régulière et les «images élémentaires» (tesselles) qui en résultent forment les unités les plus petites pour la conservation des données. Normalement, les mosaïques se fondent sur une trame rectangulaire. Du point de vue conceptuel, on peut considérer de manière générale que tout jeu de données subdivisé de façon régulière se compose d'une ou de plusieurs tesselles. D'ordinaire, un jeu de données comprend un ou plusieurs objets d'images qui peuvent toutefois adopter une forme de surface quelconque.

Un utilisateur peut donc définir un **extrait** donné, couvrant la zone souhaitée, dans le cadre d'une procédure de commande. Il obtient alors une image couvrant l'extrait défini. Si cet extrait ne couvre pas exactement une ou plusieurs images prédéfinies complètes voire un nombre entier de tesselles, les images ou les tesselles partiellement incluses doivent faire l'objet d'une découpe.

6.2 Concept

Les constituants élémentaires des images (pixels) ne sont pas considérés comme les unités des objets dans le cas des données d'images et des données tramées graphiques. La modélisation des données et le transfert s'effectuent donc sur la base suivante :

7 – Base pour la modélisation et le transfert de données d'images et de données tramées graphiques

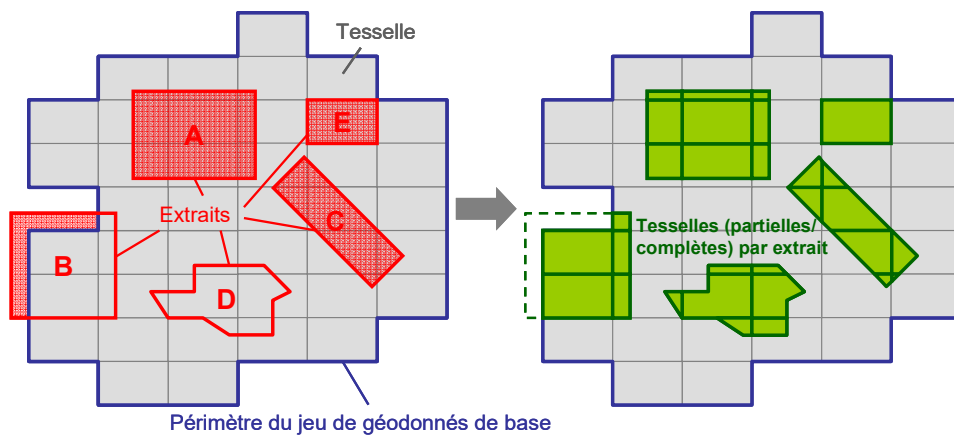
- a. des *images* entières, comme une carte-pixel ou une image satellite
- b. des *mosaïques d'images* («tiles»), subdivisées selon une trame régulière (rectangulaire) ou non.

Outre les propriétés spécifiques aux images ou aux tesselles isolées, celles que possède le jeu de géodonnées de base complet ou un extrait sélectionné de ce dernier sont aussi modélisées. Dans la suite, le périmètre sélectionné est défini indépendamment de la couverture territoriale du jeu de géodonnées de base et constitue une vue géographique sur les données, choisie par l'utilisateur. Un extrait est limité à une zone particulière du jeu de données, à savoir une ou plusieurs images voire une ou plusieurs tesselles d'une ou de plusieurs images. Un extrait ne comprend que des données issues d'un seul jeu de géodonnées de base. Ainsi, des tesselles provenant de cartes-pixel et d'images satellite ne pourront jamais coexister au sein d'une même livraison de données. Les trois classes d'objets suivants sont modélisées :

8 – Classes d'objets du modèle de données destiné aux données d'images et aux données tramées graphiques

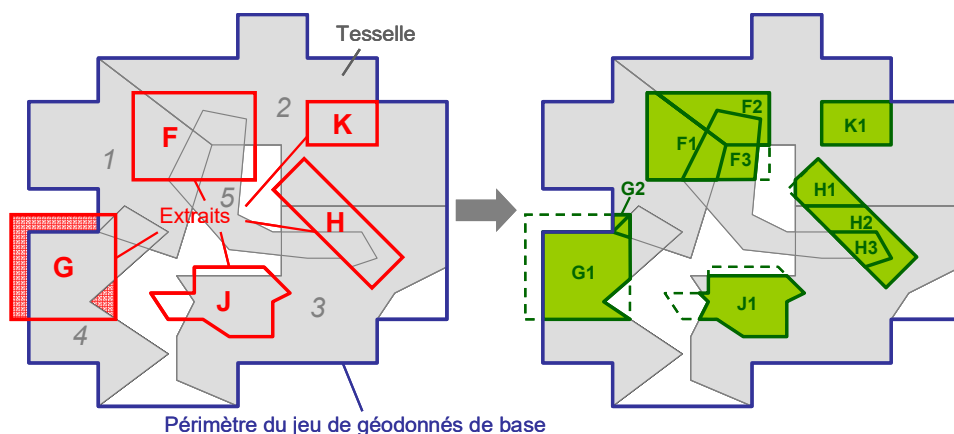
Jeu de géodonnées de base – Extrait – Image, respectivement tesselle

Le *périmètre* entier est défini par un nombre donné d'*images* / de *tesselles* (>1) ou par le *jeu de données* en lui-même (nombre alors égal à 1). Les représentations suivantes illustrent cette subdivision des objets :



Cas de figure A : les tesselles ont toutes la même forme et la même taille ; le périmètre est régulier et couvert sans aucune lacune.

L'*extrait A* s'étend sur neuf tesselles, dont une seule est couverte en totalité. L'*extrait B* couvre cinq tesselles, dont deux complètement, aucune donnée n'étant par ailleurs disponible pour une partie de la surface couverte. L'*extrait C* est pivoté et couvre partiellement huit tesselles. Le périmètre de l'*extrait D* est défini par un polygone irrégulier et s'étend sur sept tesselles, toutes couvertes partiellement. Les jeux de données non subdivisés ou couvrant au plus une tesselle entière ont le même périmètre pour les extraits et les images / tesselles (*extrait E*).



Cas de figure B : le jeu de données se compose d'un certain nombre d'objets d'images qui ne présentent pas tous la même géométrie, ne couvrant pas le périmètre intégralement et se chevauchent en partie : l'objet 5 chevauche ainsi les objets 1, 2 et 3 ; les objets 1 et 4 se chevauchent l'un l'autre.

L'*extrait F* recouvre partiellement trois objets et est subdivisé en trois parties F1, F2 et F3. F1 et F3 se chevauchent au même titre que F2 et F3. L'*extrait G* recouvre partiellement deux objets et est subdivisé en deux parties G1 et G2 qui se chevauchent l'une l'autre. L'*extrait H*

s'étend sur trois objets et est subdivisé en trois parties H1, H2 et H3. H3 est totalement incluse dans H2. L'*extrait J* s'étend uniquement sur l'objet 3 et forme J1. L'*extrait K* est intégralement contenu dans l'objet 2 et forme K1. Seul l'extrait K est couvert dans son intégralité ; des données font défaut pour certaines des zones couvertes par tous les autres extraits.

Les expériences acquises en matière de modélisation conceptuelle des données ont montré que la frontière établie entre modèle de données et modèle de métadonnées n'est pas toujours parfaitement étanche. Le modèle des données d'images et des données tramées contient parfois des informations qui relèvent plutôt du modèle des métadonnées.

9 – Mode opératoire adopté lors de la modélisation de données d'images et de données tramées graphiques

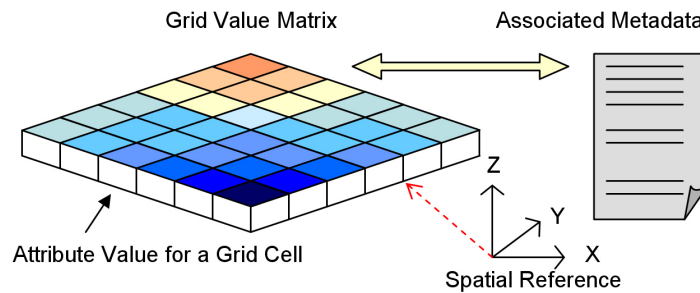
Le modèle conceptuel élaboré pour les géodonnées non vectorielles présente entre autres des caractéristiques propres aux modèles de métadonnées. Ce modèle s'interprète comme une «notice explicative» jointe aux données des images. Le jeu de géodonnées de base, l'extrait et l'image ou les tesselles concernées sont modélisés.

Dans ce contexte, ce *n'est pas* le contenu de l'image / des tesselles qui est modélisé («pixel par pixel»), MAIS

1. des attributs descriptifs relatifs au jeu de données, aux images / tesselles et à l'extrait
2. une identification ainsi qu'un géoréférencement par rapport à l'image tramée / la ou les tesselles concernées.

Normes : les métadonnées pour les informations géographiques sont spécifiées dans la norme *ISO 19115 Geographic information – Metadata* [7]. La norme *ISO 19115-2 Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data* existe par ailleurs, définissant des extensions spécifiques pour les métadonnées propres aux données d'images et aux données tramées [8]. La norme suisse *Modèle de métadonnées GM03* se base largement sur la norme ISO 19115. En outre, des aspects spécifiques de la norme ISO 19115-2 sont pris en compte et intégrés au modèle partout où cela se révèle judicieux [9]. La spécification technique *ISO/TS 19129 Geographic information – Imagery, gridded and coverage data framework* est elle aussi à disposition. Elle forme un cadre applicable aux géoinformations qui se présentent sous l'aspect d'images. La forme la plus simple de données tramées est indiquée sur la figure suivante (d'après ISO/TS 19129 ; avec des compléments) : les valeurs d'attributs (valeurs de couleurs par exemple) sont disposées selon une grille régulière et associées à des métadonnées, afin de décrire la signification des données contenues dans la grille. Les

données sont enfin dotées d'une référence spatiale. Des formats d'images tramées tels que JPEG, TIFF ou GeoTIFF sont habituellement utilisés pour le codage [10].



Aspect temporel : des informations portant sur la date de création des données sont essentielles pour la gestion de jeux de géodonnées de base non vectorielles. Tout modèle spécialisé reproduisant des géodonnées de base non vectorielles doit disposer d'informations appropriées. Dans le cadre des «Modules de base de la Confédération pour les „modèles de géodonnées minimaux “» [11], des éléments de base destinés à la saisie d'informations de mise à jour (c.-à-d. une marque horaire) sont mis à disposition. Comme prévu dans le cas général, ces éléments issus des modules de base doivent notamment servir à modéliser les informations temporelles requises.

10 – Informations temporelles dans des modèles de géodonnées

Les modules de base *WithLatestModification* ou *WithModificationObjects* peuvent être utilisés pour présenter des informations temporelles dans les modèles des géodonnées de base non vectorielles.

6.3 Structure de base du modèle et modèle de base abstrait

Conformément aux aspects traités dans ce qui précède, un modèle conceptuel pour des géodonnées de base non vectorielles intitulé «NonVector_Base_V3» comportera trois classes d'objets.

Le **jeu de géodonnées de base** «NonVector_Dataset» englobe le jeu de données complet. La classe comprend une description textuelle du jeu de données.

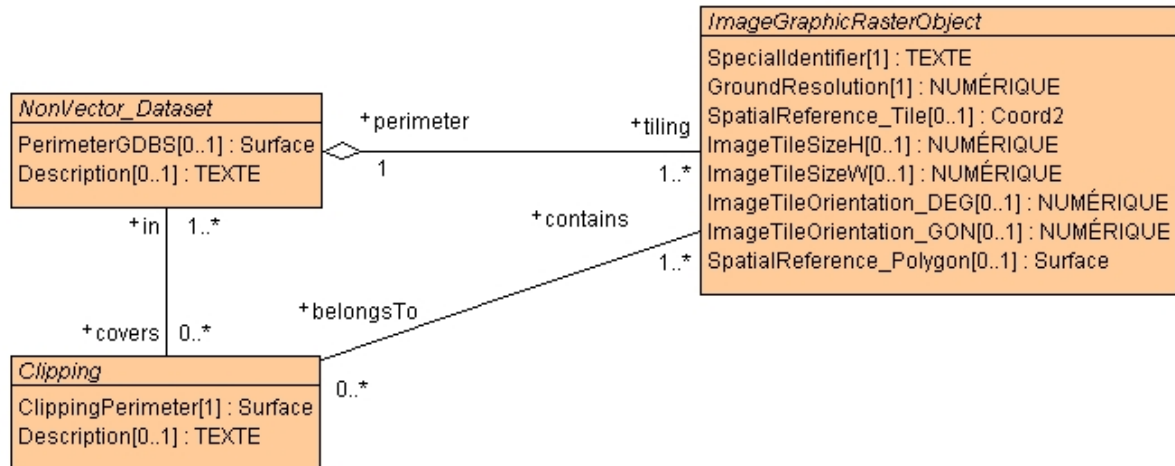
L'**extrait** «Clipping» comprend un extrait particulier du jeu de géodonnées de base, couvert par un périmètre prescrit ou défini par l'utilisateur (surface unique). Tout comme la classe NonVector_Dataset, la classe Clipping présente une description textuelle optionnelle.

Le jeu de géodonnées de base se compose d'une ou de plusieurs images ou tesselles

(**TrameObjetGraphiqueImage**, «ImageGraphicRasterObject»). La classe ImageGraphicRasterObject intègre un identificateur spécialisé permettant une identification sans équivoque de l'image ou des tesselles. La question du géoréférencement est résolue différemment suivant qu'il s'agit d'une mosaïque régulière ou d'une subdivision irrégulière : dans le premier cas, elle est assurée par une coordonnée de point. La taille de l'image en pixels est définie au même titre que la résolution au sol en mètres ou l'orientation de l'image en grades [°] ou en gon [g]. Dans le second cas, le géoréférencement d'une image est défini comme un polygone au moyen d'une géométrie de surface. Une condition de cohérence garantit que le géoréférencement prévu pour la mosaïque régulière *ou* (OR) celui destiné à une subdivision irrégulière du jeu de géodonnées de base non vectorielles soit au moins défini (cf. code INTERLIS).

Le modèle de base abstrait définit les propriétés fondamentales citées des trois classes d'objets pour des géodonnées de base non vectorielles. Le modèle de base est à importer et à étendre pour le développement de modèles spécifiques.

Diagramme de classes UML du modèle de base abstrait NonVector_Base_V3_1:



Code INTERLIS 2 du modèle de base abstrait NonVector_Base_V3_1:

```

/* #####
BASE MODEL FOR MODELLING OF NON-VECTOR GEODATA SETS

PROVIDER: GKG/KOGIS - GCS/COSIG CONTACT: models@geo.admin.ch
PUBLISHED: 2012-06-22
#####
*/
INTERLIS 2.3;

!!@technicalContact=models@geo.admin.ch
!!@furtherInformation=http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/topics/geo-
basedata/models.html
MODEL NonVector_Base_V3_1 (en)
  AT "http://models.geo.admin.ch/CH/" VERSION "2016-08-02" =

  IMPORTS INTERLIS;
  IMPORTS Units;
  IMPORTS GeometryCHLV03 V1; !!from CHBase

  TOPIC NonVector (ABSTRACT) =

    CLASS NonVector Dataset (ABSTRACT) =
      PerimeterGBDS : GeometryCHLV03 V1.Surface;
      Description : MTEXT;
    END NonVector Dataset;

    CLASS Clipping (ABSTRACT) =
      ClippingPerimeter : MANDATORY GeometryCHLV03 V1.Surface;
      Description : MTEXT;
    END Clipping;

    CLASS ImageGraphicRasterObject (ABSTRACT) =
      SpecialIdentifier : MANDATORY URI;
      GroundResolution : MANDATORY 0.00 .. 1000000.00 [INTERLIS.m];
      /*case A: spatial referencing for TILED non-vector objects*/
      SpatialReference Tile : GeometryCHLV03 V1.Coord2;
      ImageTileSizeH : 1 .. 1000000000;
      ImageTileSizeW : 1 .. 1000000000;
      ImageTileOrientation_DEG : 0.00 .. 359.99 CIRCULAR [Units.Angle_Degree];
      ImageTileOrientation_GON : 0.00 .. 399.99 CIRCULAR [Units.Gon];
      /*case B: spatial referencing for IRREGULAR non-vector objects*/
      SpatialReference Polygon : GeometryCHLV03 V1.Surface;
    MANDATORY CONSTRAINT
      ((DEFINED(SpatialReference_Tile))

```

```

        AND (DEFINED(ImageTileSizeH))
        AND (DEFINED(ImageTileSizeW)))
    OR (DEFINED(SpatialReference Polygon));
END ImageGraphicRasterObject;

ASSOCIATION tilingPerimeter =
    tiling -- {1..*} ImageGraphicRasterObject;
    perimeter -<> {1} NonVector Dataset;
END tilingPerimeter;

ASSOCIATION containsBelongsTo =
    contains -- {1..*} ImageGraphicRasterObject;
    belongsTo -- {0..*} Clipping;
END containsBelongsTo;

ASSOCIATION inCovers =
    in -- {1..*} NonVector Dataset;
    covers -- {0..*} Clipping;
END inCovers;

END NonVector;

END NonVector Base LV03 V3 1.

!!@technicalContact=models@geo.admin.ch
!!@furtherInformation=http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/topics/geo-
basedata/models.html
MODEL NonVector Base LV95 V3 1 (en)
    AT "http://models.geo.admin.ch/CH/" VERSION "2016-08-02" =

    IMPORTS INTERLIS;
    IMPORTS Units;
    IMPORTS GeometryCHLV95 V1; !!from CHBase

    TOPIC NonVector (ABSTRACT) =

        CLASS NonVector Dataset (ABSTRACT) =
            PerimeterGBDS : GeometryCHLV95_V1.Surface;
            Description : MTEXT;
        END NonVector Dataset;

        CLASS Clipping (ABSTRACT) =
            ClippingPerimeter : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Surface;
            Description : MTEXT;
        END Clipping;

        CLASS ImageGraphicRasterObject (ABSTRACT) =
            SpecialIdentifier : MANDATORY URI;
            GroundResolution : MANDATORY 0.00 .. 1000000.00 [INTERLIS.m];
            /*case A: spatial referencing for TILED non-vector objects*/
            SpatialReference Tile : GeometryCHLV95 V1.Coord2;
            ImageTileSizeH : 1 .. 1000000000;
            ImageTileSizeW : 1 .. 1000000000;
            ImageTileOrientation DEG : 0.00 .. 359.99 CIRCULAR [Units.Angle Degree];
            ImageTileOrientation GON : 0.00 .. 399.99 CIRCULAR [Units.Gon];
            /*case B: spatial referencing for IRREGULAR non-vector objects*/
            SpatialReference Polygon : GeometryCHLV95 V1.Surface;
        MANDATORY CONSTRAINT
            ((DEFINED(SpatialReference Tile))
                AND (DEFINED(ImageTileSizeH))
                AND (DEFINED(ImageTileSizeW)))
            OR (DEFINED(SpatialReference Polygon));
        END ImageGraphicRasterObject;

        ASSOCIATION tilingPerimeter =
            tiling -- {1..*} ImageGraphicRasterObject;
            perimeter -<> {1} NonVector Dataset;
        END tilingPerimeter;

        ASSOCIATION containsBelongsTo =
            contains -- {1..*} ImageGraphicRasterObject;

```

```

    belongsTo -- {0..*} Clipping;
END containsBelongsTo;

ASSOCIATION inCovers =
    in -- {1..*} NonVector Dataset;
    covers -- {0..*} Clipping;
END inCovers;

END NonVector;

END NonVector_Base_LV95_V3_1.

```

Dans la version 3.1 du modèle NonVector_Base_3, un modèle pour le système de référence MN95 a été ajouté.

De plus, l'import des autres modèles est réalisé par « UNQUALIFIED ». Finalement, la référence correcte pour le Model Repository a été ajoutée.

7 Sources, documents

- [1] Loi fédérale du 5 octobre 2007 sur la géoinformation (Loi sur la géoinformation, LGéo).
Recueil systématique du droit fédéral, RS 510.62
En ligne : http://www.admin.ch/ch/f/rs/c510_62.html
2012-06-22
- [2] Ordonnance du 21 mai 2008 sur la géoinformation (OGéo). Recueil systématique du
droit fédéral, RS 510.620
En ligne : http://www.admin.ch/ch/f/rs/c510_620.html
2012-06-22
- [3] INTERLIS 2 – Manuel de référence (version 2.3 - français). COSIG, 2006
En ligne : http://www.interlis.ch/interlis2/docs23/ili2-refman_2006-04-13_f.pdf
2012-06-22
- [4] Echéancier pour l'introduction des «modèles de géodonnées minimaux». Organe de
coordination de la géoinformation au niveau fédéral (GCS), 2009
(Vous trouverez des explications portant sur l'élaboration de l'échéancier dans le docu-
ment «Plan d'introduction des modèles de géodonnées minimaux». Ces deux docu-
ments sont disponibles en ligne.)
En ligne : <http://www.geo.admin.ch> → Géodonnées → Géodonnées de base →
Echéancier
2012-06-22
- [5] Recommandations générales portant sur la méthode de définition des «modèles de

géodonnées minimaux». GCS, 2011.

En ligne : <http://www.geo.admin.ch> → Géodonnées → Géodonnées de base → Modèles de géodonnées

2012-06-22

- [6] ISO 19123 Geographic information – Schema for coverage geometry and functions. Norme internationale, ISO/TC 211, 2005
- [7] ISO 19115 Geographic information – Metadata. Norme internationale, ISO/TC 211, 2003
- [8] ISO 19115-2 Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data. Norme internationale, ISO/TC 211, 2009
- [9] GM03 – le modèle suisse de métadonnées. COSIG, 2005
En ligne : <http://www.geocat.ch/internet/geocat/fr/home/documentation/gm03.html>
2012-06-22
- [10] ISO/TS 19129 Geographic information – Imagery, gridded and coverage data framework. Spécification technique, ISO/TC 211, 2008
- [11] Modules de base de la Confédération pour les «modèles de géodonnées minimaux». GCS, 2011.
En ligne : <http://www.geo.admin.ch> → Géodonnées → Géodonnées de base → Modèles de géodonnées
2012-06-22

8 ANNEXE (informative)

A Exemple de modélisation

L'exemple proposé est une application pour des géodonnées non vectorielles spécifiques. Le modèle de base y est importé et étendu au besoin.

1. Définition / délimitation des objets : jeu de géodonnées de base, extrait et images ou tesselles de mosaïque
2. Description des propriétés essentielles de ces objets sous forme de catalogue ou en prose
3. Définition de la référence spatiale des objets : extension et positionnement
4. *Modélisation* : description formelle et intégrée des attributs des données et des attributs essentiels des métadonnées pour le jeu de géodonnées de base, l'extrait et les objets d'images / graphiques
5. Le modèle de données couvre les catégories d'attributs *Identification d'objet*, *Géométrie*, *Dimension de l'image*, *Informations de couleur* et *Divers* (cf. description détaillée des attributs des données).

Les attributs qui proviennent du modèle de base et font l'objet d'une extension le cas échéant, sont signalés en **rouge gras**. Les attributs non utilisés issus du modèle de base ne sont pas représentés. Les classes étendues du modèle de base abstrait sont représentées en gris dans le diagramme de classes UML.

A1 – Description détaillée des attributs de données

Classe NonVector_Dataset

Cat	N°	Désignation	Définition	O/M*	Type donn.	Domaine de valeurs
Identification d'objet	1	Owner	Informations sur le propriétaire des données	[1]	URI	(URL Web)
	2	TechnicalContact	Informations sur le contact technique	[0..1]	URI	(Adresse courriel)
	3	PortrayalService	Adresse du service de consultation approprié selon le CGDB	[0..1]	URI	(URL de service)
	4	DownloadService	Adresse du service de téléchargement approprié selon le CGDB	[0..1]	URI	(URL de service)
	5	Type	Genre de données de l'image	[1]	Enumération	Photo aérienne, image satellite, orthophoto, carte-pixel, PRF, plan de base MO, scan
	6	Description	Texte libre décrivant le jeu de données plus en détail	[0..1]	Texte	MTEXT

Géom.	7	PerimeterGBDS	Décrit l'extension dans l'espace du jeu de géodonnées de base complet par les coordonnées des sommets du polygone qui le délimite.	[0..1]	Polygone (Surface)	Coordonnées de points : Y = 460 000—870 000, X = 45 000—310 000
-------	---	----------------------	--	--------	--------------------	---

Classe Clipping

Cat	N°	Désignation	Définition	O/M*	Type donn.	Domaine de valeurs
Ident. objet	9	Description	Texte libre décrivant l'extrait plus en détail	[0..1]	Texte	MTEXT
Géom.	10	ClippingPerimeter	Décrit l'extension dans l'espace de l'extrait par les coordonnées des sommets du polygone qui le délimite.	[1]	Polygone (Surface)	Coordonnées de points : Y = 460 000—870 000, X = 45 000—310 000

Classe ImageGraphicRasterObject

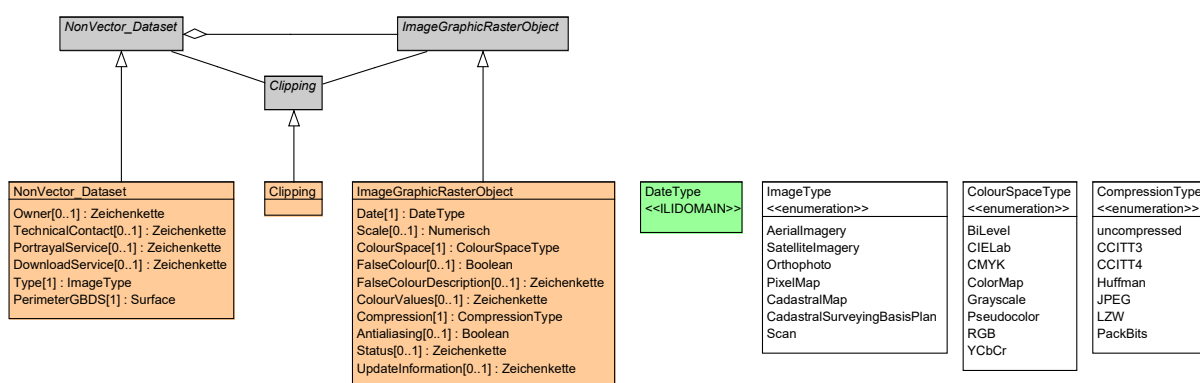
Cat	N°	Désignation	Définition	O/M*	Type donn.	Domaine de valeurs
Ident. objet	11	SpecialIdentifier	Identificateur univoque (PAS Id système !) ; ex. : chemin du fichier de l'image, extension incluse	[1]	URI	
	12	Date	Date de création de l'image	[1]	Date	.. 2999-12-31
Géom.	13	SpatialReference_Tile	Décrit l'extension spatiale de l'image ou de la mosaïque par les coordonnées des sommets. Définit la position de l'image	[0..1]	Coordonnée	Coordonnées de points : Y = 460 000—870 000, X = 45 000—310 000
Dimension image	14	ImageTileSizeH	Hauteur de l'image / de la mosaïque en pixels	[0..1]	Integer	1..1 000 000 000
	15	ImageTileSizeW	Largeur de l'image / de la mosaïque en pixels	[0..1]	Integer	1..1 000 000 000
	16	GroundResoultion	Résolution au sol en m	[1]	Double	0.00..1 000 000.00
	17	Scale	Echelle de l'image / de la carte, «1:x»	[0..1]	Integer	50..10 000 000
	18	ImageTileOrientation_GON	Orientation des images / de la mosaïque	[0..1]	Gon	0.00..399.99
Informations de couleur	19	ColorSpace	Définit l'espace de couleurs utilisé sur l'image	[1]	Énumération	BiLevel, CIELab, CMYK, ColorMap, Grayscale, Pseudocolor, RGB, YCbCr
	20	FalseColour	Indique si une image est présentée en fausses couleurs (ex. : prises de vues infrarouge).	[1]	Booléen	0..1 <i>Défaut : 0</i>
	21	FalseColourDescription	Description du codage en fausses couleurs entrepris	[0..1]	Texte	TEXT*256
	22	ColourValues	RVB par canal ou RVB indicé comme TIFF	[0..1]	Integer	0..255
Divers	23	Compression	Genre de compression des données. <i>Par défaut : non comprimé</i>	[1]	Énumération	non comprimé, CCITT3, CCITT4, Huffman, JPEG, LZW, PackBits
	24	Antialiasing	Indique si une image a été traitée en anti-crénelage (anti-aliasing)	[1]	Booléen	0..1 <i>Défaut : 0</i>

25	Status	Informations d'état	[0..1]	Texte	TEXT*256
26	UpdateInformation	Informations sur l'état de mise à jour des données	[0..1]	Texte	TEXT*256

*O/M: Optionnel ([0..1]) ou obligatoire (Mandatory [1])

A2 – Modèle de données ModelExample_V3

Diagramme de classes UML



!! Zeichenkette = Chaîne de caractères ; Numerisch = Numérique !!

Code INTERLIS 2

```

INTERLIS 2.3;

MODEL ModelExample V3 (en) AT "http://www.geo.admin.ch" VERSION "3.0" =

  IMPORTS NonVector Base V3;
  IMPORTS UNQUALIFIED GeometryCHLV03_V1; !!from CHBase

  DOMAIN
    DateType = FORMAT INTERLIS.XMLDate "1582-10-15" .. "2999-12-31";
    ImageType = (AerialImagery, SatelliteImagery, Orthophoto, PixelMap, CadastralMap,
                  CadastralSurveyingBasisPlan, Scan);
    ColourSpaceType = (BiLevel, CIELab, CMYK, ColorMap, Grayscale, Pseudocolor, RGB, YCbCr);
    CompressionType = (uncompressed, CCITT3, CCITT4, Huffman, JPEG, LZW, PackBits);

  TOPIC Example EXTENDS NonVector_Base_V3.NonVector =

    CLASS NonVector Dataset (EXTENDED) =
      Owner : URI;
      TechnicalContact : URI;
      PortrayalService : URI;
      DownloadService : URI;
      Type : MANDATORY ImageType;
    END NonVector Dataset;

    CLASS Clipping (EXTENDED) =
    END Clipping;

    CLASS ImageGraphicRasterObject (EXTENDED) =
      Date : MANDATORY DateType;
      Scale : 50 .. 10000000;
      ColourSpace : MANDATORY ColourSpaceType;
      FalseColour : BOOLEAN;
      FalseColourDescription : TEXT*256;
  
```

```
    ColourValues : TEXT*20;  
    Compression : MANDATORY CompressionType;  
    Antialiasing : BOOLEAN;  
    Status : TEXT*256;  
    UpdateInformation : TEXT*256;  
END ImageGraphicRasterObject;  
  
END Example;  
  
END ModelExample_V3.
```

B Codage GeoTIFF

B1 – Spécifications TIFF et GeoTIFF

Le format *GeoTIFF* est proposé pour le codage de données d'images et de données graphiques. Les spécifications des formats TIFF et GeoTIFF vont d'abord être récapitulées, pour faciliter l'exposé.

TIFF signifie «Tagged Image File Format» (format de fichier d'images référencées). Il permet de stocker des images tramées dans un fichier sur plusieurs canaux. Par ailleurs, un nombre pratiquement illimité de «Tags» peut accueillir des informations supplémentaires concernant l'image dans un fichier TIFF. Au-delà du numéro de Tag 32768, des informations spécifiques à l'application considérée peuvent être mémorisées au sein de «Private Tags» (cf. GeoTIFF). Une description détaillée de l'utilisation des Tags TIFF est fournie dans leurs spécifications. Des valeurs numériques et du texte (ASCII) peuvent être mémorisées dans des Tags. Un fichier TIFF comprend trois parties : a) un en-tête avec des informations de base pour la lecture des autres parties du fichier ; b) une ou plusieurs tables des matières avec le mode de stockage et les attributs décrivant les images dans les Tags ; c) les données d'images effectives.

GeoTIFF définit une série de Tags TIFF pour décrire les informations cartographiques des images TIFF. Des images tramées peuvent ainsi être localisées dans l'espace par l'indication de leur système de référence spatial. Six Tags TIFF sont concrètement réservés à cet usage (cf. tableau suivant). En plus des Tags TIFF réservés, un grand nombre de *GeoKeys* est défini dans GeoTIFF. Des informations spécifiques y sont codées : *GeoTIFF Configuration Keys*, *Geographic CS Parameter Keys*, *Projected CS Parameter Keys* et *Vertical CS Keys*.

Toutes les informations GeoKey sont codées dans le Tag *GeoKeyDirectoryTag* : les valeurs du type SHORT sont directement stockées ; le lien avec les valeurs d'autres types est établi par une référence et elles sont mémorisées séparément à un stade ultérieur (cf. exemple d'application). Les types de projections, les systèmes de coordonnées, le datum, l'ellipsoïde, etc. sont codés au moyen des codes EPSG.

Nom du Tag TIFF	N° du Tag	Utilisation, mémorisation
GeoKeyDirectoryTag	34735	a) Références vers d'autres GeoKeys b) Entrées directes du type „SHORT”
GeoDoubleParamsTag	34736	Entrées du type «DOUBLE»

GeoAsciiParamsTag	34737	Entrées de type «ASCII» (texte, etc.)
ModelPixelScaleTag	33550	Définition transformations affines trame↔modèle ; taille d'un pixel dans l'espace du modèle
ModelTransformationTag	34264	Définition transformations affines trame↔modèle ; matrice de transformation
ModelTiepointTag	33922	Points de référence spatiale pour le géocodage : coordonnées pixels / coordonnées modèle

B2 – Concept

Dans le codage TIFF ou GeoTIFF, certains attributs du modèle de données peuvent être stockés directement dans les fichiers images. Une distinction est toutefois établie entre les Tags TIFF et les Keys GeoTIFF. Les *attributs* suivants peuvent être mémorisés dans des *Tags TIFF* appropriés :

Classe	Attribut du modèle de données	Nom du Tag TIFF	N° du Tag	Utilisation, mémorisation
NonVector_Dataset	Owner	Copyright	33432	Informations sur les droits d'auteur ; infos sur le propriétaire des données
NonVector_Dataset	Description	ImageDescription	270	Description de l'image
ImageGraphicRasterObject	Compression	Compression	259	Type de compression
	ColourSpace	PhotometricInterpretation	262	Espace de couleurs
	ImageTileSizeW	ImageWidth	256	Largeur de l'image, nombre de pixels
	ImageTileSizeH	ImageLength	257	Longueur («hauteur») de l'image, nombre de pixels
	Date	DateTime	306	Date de création de l'image

Pour les *spécifications du système de référence spatiale*, les Keys GeoTIFF suivantes sont codées dans le Tag *GeoKeyDirectoryTag* avec les valeurs suivantes :

Nom du GeoKey	N° du Geo-Key	Valeur
<i>GeoTIFF Configuration Keys</i>		
GTModelTypeGeoKey	1024	ModelTypeProjected = 2
GTRasterTypeGeoKey	1025	RasterPixelsArea = 1
GTCitationGeoKey	1026	(Description du CRS)
<i>Geographic CS Parameter Keys</i>		
GeographicTypeGeoKey	2048	GCS_Bern_1898_Bern = 4801
GeogGeodeticDatumKey	2050	DatumE_Bessel1841 = 6004
GeogPrimeMeridianGeoKey	2051	PM_Greenwich = 8901
GeogLinearUnitsGeoKey	2052	Linear_Meter = 9001
GeogAngularUnitsGeoKey	2054	Angular_Gon = 9106
GeogEllipsoidGeoKey	2056	Ellipse_Bessel_1841 = 7004

GeogAzimuthUnitsGeoKey	2060	Angular_Gon = 9106
<i>Projected CS Parameter Keys</i>		
ProjectedCSTypeGeoKey	3072	PCS_Swiss_New = 21781
ProjectionGeoKey	3074	n/a
ProjCoordTransGeoKey	3075	CT_SwissObliqueCylindrical <i>alias</i> CT_ObliqueMercator_Rosenmund = 5
ProjLinearUnitsGeoKey	3076	Linear_Metar = 9001
<i>Vertical CS Parameter Keys</i>		
(sans objet ici)		

Les recommandations suivantes sont délivrées en conjonction avec ces deux aspects pour le codage de données d'images et de données graphiques :

Le jeu d'attributs complet est codé comme un *fichier INTERLIS 2-XML*, livré avec les fichiers GeoTIFF au titre de document descriptif. Il convient de veiller ici à ce que le fichier image contienne au moins le même identificateur interne que l'instance correspondante du fichier INTERLIS 2-XML. Un codage comme fichier GML est également envisageable.

Les informations concernant la référence spatiale et quelques autres informations de base sont directement intégrées dans le fichier Geo-TIFF.

1. Codage d'attributs ciblés du modèle de données comme des Tags TIFF.
2. Codage des informations de CRS dans le Tag GeoKeyDirectoryTag (n° 34735).
3. Géoréférencement via une coordonnée de sommet (supérieur gauche) dans le Tag ModelTiepointTag (n° 33922) *Remarque : une coordonnée suffit en raison du lien avec les coordonnées pixels.*
4. La résolution au sol peut être stockée dans le Tag ModelPixelScaleTag (n° 33550).
5. L'historisation doit également être prise en compte dans la modélisation. L'attribut «UpdateInformation» du jeu de données de transfert INTERLIS 2 - XML peut le permettre.

Renvois :

- TIFF Revision 6.0. Adobe Developers Association, 1992
En ligne : <http://partners.adobe.com/public/developer/en/tiff/TIFF6.pdf>

Online : 2012-06-22

– Page GeoTIFF

En ligne : <http://www.remotesensing.org/geotiff/spec/contents.html>

Online :2012-06-22

C Exemple d'application

Le présent exemple d'application illustre le codage des données avec des images GeoTIFF et un fichier INTERLIS 2-XML qui contient les attributs des données conformément à l'exemple de modélisation **ModelExample_V3** de l'annexe A. Le scénario suivant est considéré pour cette mise en œuvre prototype :

- Entrée : informations d'attributs sous forme de texte (Excel, CSV, etc.) et image tramée au format PNG, JPEG ou TIFF. Les données livrées se limitent à une image tramée.
- Sortie : image GeoTIFF + fichier INTERLIS-XML, dans lequel les attributs des données sont codés.

C1 – Carte-pixel CP50

Image tramée :

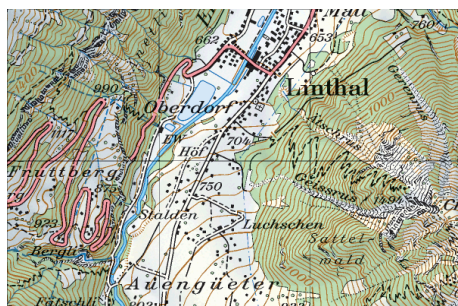


Tableau des attributs :

Classe NonVector_Dataset	
Owner	Swisstopo
TechnicalContact	info@swisstopo.ch
PortrayalService	http:// [...] /wms-swisstopo
DownloadService	-
Type	Carte-pixel
Description	Carte-pixel de la Suisse, échelle 1:50'000
PerimeterGBDS	[SURFACE...]
Classe Clipping	
Description	Extrait de la CP50 de Linthal/GL
ClippingPerimeter	[SURFACE; quatre coins du rectangle]
Classe ImageGraphicRasterObject	
SpecialIdentifier	CP50-Linthal.png
Date	2009-10-20
ImageTileSizeH	400
ImageTileSizeB	600
GroundResolution	5.00
Scale	50000
ImageTileOrientation_GON	-
ColourSpace	RGB
FalseColour	0
FalseColourDescription	-
ColourValues	-
Compression	-
Antialiasing	1
Geometrie: SpatialReference	(717000.000 / 198000.000)
Status	en vigueur
UpdateInformation	Edition : 2006, contenu de la carte : 2003

Jeu de données de transfert INTERLIS 2-XML :

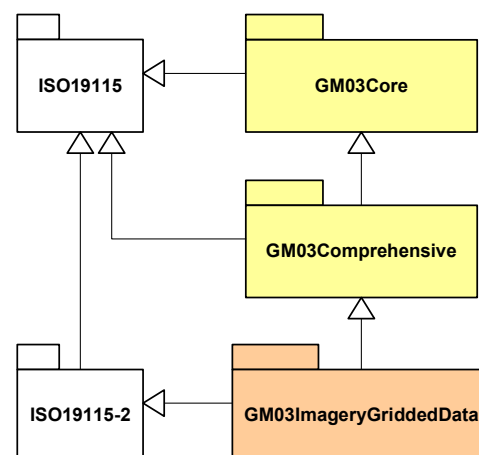
```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<TRANSFER xmlns="http://www.interlis.ch/INTERLIS2.3">
<HEADERSECTION SENDER="ili2fme-5.1.0-20090311" VERSION="2.3">
  <MODELS>
    <MODEL NAME="ModelExample V3" VERSION="0.9" URI="http://www.geo.admin.ch" />
  </MODELS>
</HEADERSECTION>
<DATASECTION>
  < ModelExample V3.Example BID="9001">
    < ModelExample_V3.Example.NonVector_Dataset TID="1000">
      <Owner>swisstopo</Owner>
      <TechnicalContact>info@swisstopo.ch</TechnicalContact>
      <PortrayalService>http://...wms-swisstopo</PortrayalService>
      <Type>Carte-pixel</Type>
      <Description>Carte-pixel de la Suisse, echelle 1:50'000</Description>
      <PerimeterGBDS>...</PerimeterGBDS>
    </ ModelExample_V3.Example.NonVector_Dataset>
    <ModelExample_V3.Example.Clipping TID="2000">
      <Description>Extrait de la CP50 de Linthal/GL</Description>
      <ClippingPerimeter>
        <SURFACE><BOUNDARY><POLYLINE>
          <COORD><C1>717000.000</C1><C2>198000.000</C2></COORD>
          <COORD><C1>717000.000</C1><C2>196000.000</C2></COORD>
          <COORD><C1>720000.000</C1><C2>196000.000</C2></COORD>
          <COORD><C1>720000.000</C1><C2>198000.000</C2></COORD>
          <COORD><C1>717000.000</C1><C2>198000.000</C2></COORD>
        </POLYLINE></BOUNDARY></SURFACE>
      </ClippingPerimeter>
    </ModelExample_V3.Example.Clipping>
    <ModelExample_V3.Example.ImageGraphicRasterObject TID="3000">
      <Identifieur>CP50-Linthal.tif</Identifieur>
      <Date>20091020000000.000</Date>
      <ImageTileSizeH>400</ImageTileSizeH>
      <ImageTileSizeB>600</ImageTileSizeB>
      <GroundResolution>5</GroundResolution>
      <Scale>50000</Scale>
      <ColourSpace>RGB</ColourSpace>
      <FalseColour>0</FalseColour>
      <Antialiasing>1</Antialiasing>
      <Status>en vigueur</Status>
      <UpdateInformation>Edition : 2006, contenu de la carte : 2003</UpdateInformation>
      <SpatialReference>
        <COORD><C1>717000.000</C1><C2>198000.000</C2></COORD>
      </SpatialReference>
      <tilingPerimeter REF="1000" />
    </ModelExample_V3.Example.ImageGraphicRasterObject>
    <ModelExample.Example.containsBelongsTo TID="9000">
      <contains REF="3000" />
      <belongsTo REF="2000" />
    </ModelExample_V3.Example.containsBelongsTo>
    <ModelExample V3.Example.inCovers TID="8000">
      <in REF="1000" />
      <covers REF="2000" />
    </ModelExample_V3.Example.inCovers>
  </ModelExample V3.Example >
</DATASECTION>
</TRANSFER>
```

Codage GeoTIFF (attributs / informations selon le tableau du concept) :

```
ModelPixelScaleTag (33550) = (5,5,0)
ModelTiepointTag (33922) = ( 0, 0,0, 717000.000,198000.000,0)
GeoKeyDirectoryTag = ( 1, 1, 2, 13,
                      1024, 0, 1, 1,
                      1025, 0, 1, 1,
                      1026,34737,12, 0,
                      2048, 0, 1, 4801,
                      2050, 0, 1, 6004,
                      2051, 0, 1, 8901,
                      2052, 0, 1, 9001,
                      2054, 0, 1, 9106,
                      2056, 0, 1, 7004,
                      2060, 0, 1, 9106,
                      3072, 0, 1,21781,
                      3075, 0, 1, 5,
                      3076, 0, 1, 9001)
GeoAsciiParamsTag (34737) = ("CH1903 MN03|")
```

D Métadonnées selon GM03

Comme le paragraphe relatif au concept de modélisation en a fait état, les métadonnées sont saisies et gérées conformément au modèle GM03. Cela sert entre autres à ce qu'en Suisse, les géodonnées puissent être recherchées à l'aide de l'application *geocat.ch*. Par ailleurs, les métadonnées du modèle GM03 apportent une contribution importante à la documentation des jeux de géodonnées de base. GM03 se décline actuellement selon les deux versions que sont *GM03 Core* et *GM03 Comprehensive*, cette dernière étant utilisée pour un examen détaillé.



Des attributs de métadonnées spécifiques pour les données non vectorielles sont définis dans la norme ISO 19115-2. GM03 Comprehensive devrait être étendu pour que ces informations puissent être saisies de façon adéquate dans GM03 (cf. diagramme UML ci-contre).