

Modèle de géodonnées minimal

Cadastre Solaire

Documentation sur les modèles

Modèle appliqué aux géodonnées de base relevant du droit cantonal n° :

- 106-VD

Equipe du projet : Mohamed Meghari, Claudio Carneiro, Bruno Magoni, Antoine Boss, Lois Poix-Daude, Aude Matthey-Doret

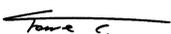
Chef de l'équipe du projet : Mohamed Meghari

Modélisateur : Aude Matthey-Doret, Claudio Carneiro

Service spécialisé : Direction de l'Energie (DGE/DIREN)

Version : 1.0.0

Adopté le : 04.12.2024

Version du 06.12.2018	Validation	Distribution	Classement
Remplace version du 25.02.2014		Interne / Externe	7401

Versions

Version	Description	Date
0.9	Modèle initial mis en consultation	13.09.2024
1.0	Modèle final	04.12.2024

Suivi des modifications

Table des matières

1	Introduction.....	4
1.1	Contexte	4
1.2	Objectif du document	4
1.3	Provenance des données, publication de l'information et niveau d'accès	4
2	Bases pour la modélisation.....	5
2.1	Normes existantes et valeur juridique	5
2.2	Bases légales des géodonnées de base	5
3	Description du modèle.....	5
3.1	Sémantique du modèle	5
3.2	Modèle de représentation	6
4	Structure du modèle.....	9
4.1	Modèle de données conceptuel	9
4.2	Diagramme de classes UML	9
4.3	Catalogue des objets.....	9
5	Annexe.....	11
5.1	A – Glossaire	11
5.2	B – Glossaire technique	11
5.3	C – Fichier modèle INTERLIS	12

1 Introduction

1.1 Contexte

La Suisse s'est dotée en 2007 d'un nouveau droit fédéral de la géoinformation par le biais de la Loi fédérale sur la géoinformation (*LGéo* ; *RS 510.62*). Elle est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2008, en même temps que l'Ordonnance sur la géoinformation (*OGéo* ; *RS 510.620*), l'Ordonnance sur les noms géographiques (*ONGéo* ; *RS 510.625*) ou encore l'Ordonnance sur la mensuration officielle (*OMO* ; *RS 211.432.2*).

Dans ce contexte, les cantons doivent adapter leur législation aux exigences du droit fédéral. Pour ce faire, le canton a établi une loi (*LGéo-VD* ; *RSV 510.62*), ainsi qu'un règlement d'application de cette loi (*RLGéo-VD* ; *RSV 510.62.1*). Elle a pour objectif de définir des normes contraignantes pour le relevé et la modélisation de géodonnées, ainsi que de faciliter l'accès et l'échange de géodonnées, en particulier des géodonnées de base relevant du droit cantonal. Ce projet de loi et son règlement ont été adoptés en 2012 et l'entrée en vigueur a été fixée au 1^{er} janvier 2013. Ils constituent la base légale pour la gestion des géodonnées du canton et des communes.

Par ailleurs, la *LGéo-VD* permet une utilisation multiple des mêmes données dans les applications les plus diverses. Ainsi, le *RLGéo-VD* fixe l'établissement d'un modèle minimal de géodonnées afin de permettre l'harmonisation des échanges entre partenaires en facilitant les relations entre les différentes bases de données. L'accès aux données collectées est géré par d'importants moyens et s'en trouve amélioré pour les autorités et les institutions, les milieux économiques et la population, permettant, entre autres, des développements applicatifs robustes et innovants.

1.2 Objectif du document

Le modèle de géodonnées minimal (MGDM) présenté dans ce document décrit les géodonnées de base relevant du droit cantonal relatives au cadastre solaire. Ces géodonnées s'insèrent dans le cadre de la mise en place du cadastre des énergies du canton de Vaud. Ce modèle décrit plus exactement le potentiel de production solaire PV à l'échelle du canton sur les bâtiments.

Le MGDM décrit ci-après permet de garantir que le service spécialisé, ou son gestionnaire, est à même de gérer les données dans cette forme et puisse les mettre à disposition des partenaires avec ses relations définies dans ce même modèle de géodonnées.

Ce modèle sert à structurer l'échange de ces données entre différents partenaires mais il ne reflète qu'en partie le modèle d'acquisition des données, tout comme c'est le cas également pour le modèle de gestion « métier » relatif à ces données.

1.3 Provenance des données, publication de l'information et niveau d'accès

Les géodonnées utilisées pour ce cadastre proviennent d'un mandat de recherche appliquée réalisé courant 2024 afin de répondre à une motion de la part du Grand Conseil concernant l'évaluation du potentiel de production solaire PV à l'échelle du Canton sur les bâtiments. Le cadastre solaire vaudois est une extension du cadastre développé pour le Canton de Genève en 2011, puis étendu à l'ensemble du Grand Genève en 2016 dans le cadre du projet INTERREG G2solaire (terminé en mai 2022), dont la DIREN est partenaire institutionnel et financier.

Le cadastre solaire du Grand Genève a été élaboré en se basant, pour la partie vaudoise (District de Nyon), sur le modèle numérique de surface (MNS) obtenu à partir des données LIDAR de 2015, ainsi que toute construction 2015 n'était pas prise en compte. Dès lors, la mise en place du cadastre solaire vaudois, sur demande de la DIREN, a été élaboré en deux phases. Dans un premier temps, le cadastre solaire a été mis à jour sur le District de Nyon en prenant en compte le MNS de 2019 et les données déjà disponibles, puis dans un second temps, le cadastre solaire a été étendu au reste du canton de Vaud.

Ces géodonnées de base sont accessibles au public. En effet, selon la *RLGéo-VD*, ces géodonnées sont classées au niveau d'autorisation d'accès A, c'est-à-dire qu'elles sont accessibles au public et qu'un service de téléchargement est prévu à cet effet. Leur publication fait partie du domaine public.

2 Bases pour la modélisation

2.1 Normes existantes et valeur juridique

Les normes existantes se réfèrent aux bases légales mentionnées ci-après et s'insèrent principalement dans le cadre de la planification énergétique. La définition des contenus du modèle a tenu compte des recommandations fédérales de l'Organe de coordination de la géoinformation (COSIG) pour l'harmonisation des géodonnées de base. La mise en œuvre technique et formelle des catalogues d'objets et du modèle de données conceptuel suit les mêmes directives. Le MGDM présenté décrit le noyau commun d'un jeu de géodonnées relatives à la planification énergétique des communes, sur lequel peuvent se greffer des modèles de géodonnées élargis, de niveau cantonal ou communal, afin d'illustrer les différents besoins d'utilisation. Le MGDM prescrit ici oblige l'office cantonal à mettre à disposition les données sous cette forme pour faciliter leur échange au sein des différents partenaires et services. La Directive cantonale (7402) sur les MGDM pour la mise en œuvre de la LGéo-VD établie par la DGTL/DCG sert aussi de référence pour l'élaboration de chaque MGDM.

2.2 Bases légales des géodonnées de base

Le souhait de créer un cadastre solaire a été motivé par la loi sur l'énergie (LVLEne ; RSV 730.91), notamment l'article 20 qui incite les services concernés à établir des cadastres publics. Ce modèle présente plus précisément le niveau d'irradiation moyenne (en kWh/m²/an) par toiture (calculée à partir de l'irradiation solaire annuelle – raster), la surface de panneau maximale pouvant être installée sur les surfaces de toiture (dont l'irradiation > 800 kWh/m²/an) par bâtiment, le potentiel de production solaire total (calculé à partir de la surface totale) par bâtiment, ainsi que le potentiel de puissance solaire totale (en kWc) par bâtiment (calculé à partir de la surface totale, considérant un rendement de panneau de 220 W/m²).

3 Description du modèle

3.1 Sémantique du modèle

Ce MGDM contient deux classes d'entités, *PV_Batiment* et *Surface_Base_Toit*.

Les informations fournies via ces deux couches peuvent constituer une aide à la décision, que ce soit pour motiver les propriétaires individuels à franchir le pas d'installer leur toiture ou pour les propriétaires d'ensemble immobiliers, en vue de prioriser leurs investissements.

3.1.1 PV_Batiment

La classe d'entités *PV_Batiment* dispense des informations à l'échelle du bâtiment, notamment le potentiel de production solaire PV (PV_AN_TOT), la surface de panneau maximale pouvant être installée (AREA_PV_TOT), ainsi que le potentiel de puissance solaire totale (P_KWC_TOT).

Cette classe d'entités contient sa propre géométrie, renseignée dans un attribut de type « Surface » issue de la structure du module CHBase de la Confédération, qui permet de définir la géométrie de l'objet.

« Regenergeo » du cadastre énergétique des bâtiments 103-VD sert de socle géométrique via l'attribut commun « ID_EMPREINTE ».

Tous les attributs de cette classe d'entité sont listés en partie 4.3.

3.1.2 Surface_Base_Toit

La classe d'entités *Surface_Base_Toit* dispense des informations à l'échelle du pan de toiture de type géométrique (SURF_TOIT, PENTE_MOY et ORIENT_MOY) ainsi que l'irradiation moyenne (IRR_MOY), le potentiel de production solaire PV (PV_AN_TOT), la surface de panneau maximale pouvant être installée (AREA_PV_TOT), et le potentiel de puissance solaire totale (P_KWC_TOT) sur les pans de toitures issues de la couche toitsolaire.ch. A noter que cette couche n'intègre pas les bâtiments récemment construits.

L'attribut DF_UID (l'identifiant de la toiture selon Swissbuilding) permet de faire le lien avec les données 3D de Swissbuildings.

Cette classe d'entités contient sa propre géométrie, renseignée dans un attribut de type « Surface » issue de la structure du module CHBase de la Confédération, qui permet de définir la géométrie de l'objet.

Tous les attributs de cette classe d'entité sont listés en partie 4.3.

3.2 Modèle de représentation

Le modèle de représentation permet de représenter les deux géodonnées précitées en se rapprochant au plus près de la représentation cartographique du cadastre solaire genevois.

La classe d'entité *PV_Batiment* est représentée par le potentiel de puissance solaire total à partir de la surface totale (P_KWC_TOT).

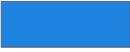
La classe d'entité *Surface_Base_Toit* est représentée par l'irradiation moyenne sur la toiture (IRR_MOY).

3.2.1 Détails du modèle de représentation

3.2.1.1 Potentiel de puissance solaire totale (kWc)



Figure 1. Modèle de représentation du potentiel de puissance solaire totale (kWc)

Représentation	Champ de valeur	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Épaisseur du trait
	P_KWC_TOT < 10	185	236	240	0.4 et gris (110/110/110)
	P_KWC_TOT 10 - 30	116	180	232	0.4 et gris (110/110/110)
	P_KWC_TOT 30 - 100	31	131	224	0.4 et gris (110/110/110)
	P_KWC_TOT 100 - 300	29	68	184	0.4 et gris (110/110/110)
	P_KWC_TOT > 300	9	9	145	0.4 et gris (110/110/110)

3.2.1.2 Irradiation moyenne (en kWh/m²/an)



Figure 2. Modèle de représentation de l'irradiation moyenne par pan de toiture (kWh/m²/an)

Représentation	Champ de valeur	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Épaisseur du trait
	IRR_MOY Très favorable (>1200)	255	0	0	0.4 et gris (110/110/110)
	IRR_MOY Favorable (1000 – 1200)	255	170	0	0.4 et gris (110/110/110)
	IRR_MOY Incertain (800 – 1000)	255	235	175	0.4 et gris (110/110/110)
	IRR_MOY Défavorable (600 – 800)	115	178	255	0.4 et gris (110/110/110)
	IRR_MOY Très défavorable (0 – 600)	0	77	168	0.4 et gris (110/110/110)

4 Structure du modèle

4.1 Modèle de données conceptuel

4.2 Diagramme de classes UML

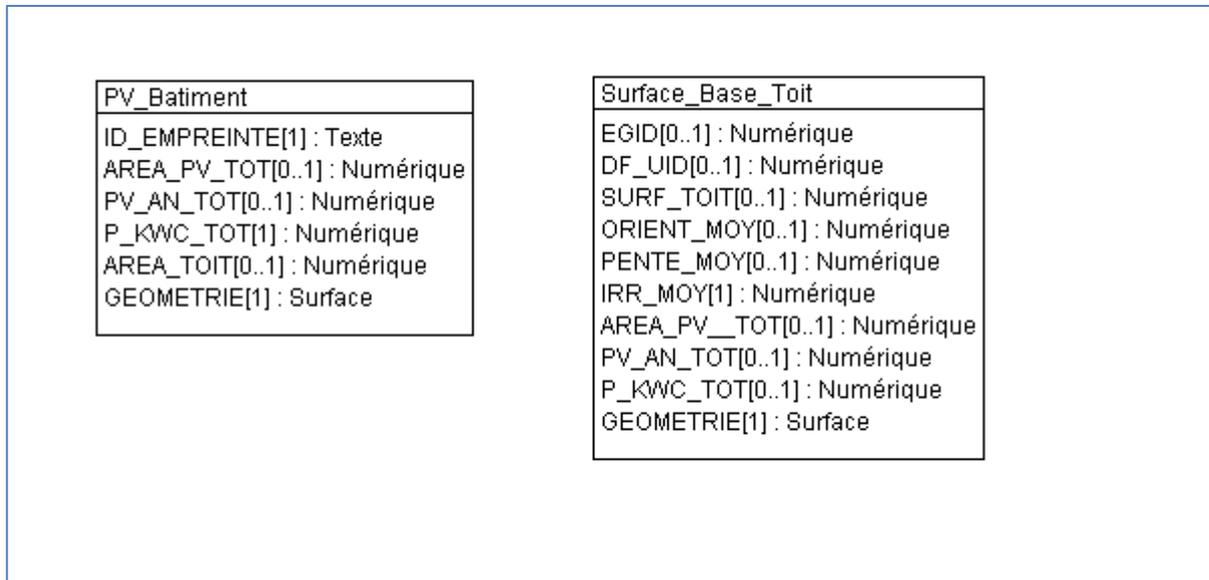


Figure 1. Diagramme de classes UML du Cadastre solaire

4.3 Catalogue des objets

4.3.1 PV_Batiment

Nom	Cardinalité	Type	Description
ID_EMPREINTE	1	TEXTE	Identifiant unique du bâtiment
AREA_PV_TOT	0..1	NUMERIQUE	Surface de panneau maximale (en m ²) pouvant être installée sur les surfaces de toiture dont l'irrad. > 800 kWh/m ² /an
PV_AN_TOT	0..1	NUMERIQUE	Potentiel de production solaire total (en kWh/m ² /an) à partir de la surface totale AREA_PV_TOT
P_KWC_TOT	1	NUMERIQUE	Potentiel de puissance solaire totale (en kWc) à partir de la surface totale AREA_PV_TOT (considérant un rendement de panneau de 220 W/m ²)
AREA_TOIT	0..1	NUMERIQUE	Surface totale réelle de toiture du bâtiment tenant compte de la pente (emprise / cos (pente))
GEOMETRIE	1	Surface	Géométrie de type polygone des bâtiments issue de la couche Regenergeo. Attribut de type « Surface » issu de la structure du module de base de la Confédération « CHBase_Part1_GEOMETRY_V1.ili »

4.3.2 Surface_Base_Toit

Nom	Cardinalité	Type	Description
EGID	0..1	NUMERIQUE	Identifiant fédéral du bâtiment auquel la toiture appartient
DF_UID	0..1	NUMERIQUE	Identifiant de la toiture selon Swissbuildings - texte
SURF_TOIT	0..1	NUMERIQUE	Surface réelle de la toiture (en m ²) tenant compte de la pente (surface au sol / cos(pente))
ORIENT_MOY	0..1	NUMERIQUE	Orientation moyenne (en °) sur la toiture calculée à partir du MNS
PENTE_MOY	0..1	NUMERIQUE	Pente moyenne (en °) sur la toiture calculée à partir du MNS
IRR_MOY	1	NUMERIQUE	Irradiation moyenne (en kWh/m ² /an) sur la toiture calculée à partir de l'irradiation solaire annuelle (raster)
AREA_PV_TOT	0..1	NUMERIQUE	Surface de panneau maximale (en m ²) pouvant être installée sur les surfaces du pan de toiture dont l'irrad. > 800 kWh/m ² /an
PV_AN_TOT	0..1	NUMERIQUE	Potentiel de production solaire total (en kWh/m ² /an) à partir de la surface totale AREA_PV_TOT du pan de toiture
P_KWC_TOT	0..1	NUMERIQUE	Potentiel de puissance solaire totale (en kWc) à partir de la surface totale AREA_PV_TOT (considérant un rendement de panneau de 220 W/m ²) du pan de toiture
GEOMETRIE	1	Surface	Géométrie de type polygone. Attribut de type « Surface » issu de la structure du module de base de la Confédération « CHBase_Part1_GEO-METRY_V1.ili »

5 Annexe

5.1 A – Glossaire

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;

Géoinformations : informations à référence spatiale acquises par la mise en relation de géodonnées;

Géodonnées de base : géodonnées qui se fondent sur un acte législatif fédéral, cantonal ou communal;

Géodonnées de base qui lient les autorités : géodonnées de base qui présentent un caractère juridiquement contraignant pour les autorités fédérales, cantonales et communales dans le cadre de l'exécution de leurs tâches de service public;

Géodonnées de référence : géodonnées de base servant de base géométrique à d'autres géodonnées;

Géométadonnées : descriptions formelles des caractéristiques de géodonnées, notamment leur provenance, contenu, structure, validité, actualité ou précision, les droits d'utilisation qui y sont attachés, les possibilités d'y accéder ou les méthodes permettant de les traiter;

Modèles de géodonnées : représentations de la réalité fixant la structure et le contenu de géodonnées indépendamment de tout système;

Modèles de représentation : définitions de représentations graphiques destinées à la visualisation de géodonnées (p. ex. sous la forme de cartes et de plans);

Géoservices : applications aptes à être mises en réseau et simplifiant l'utilisation des géodonnées par des prestations de services informatisés y donnant accès sous une forme structurée.

5.2 B – Glossaire technique

UML : Unified Modeling Language;

Classe : la classe représente l'élément central. Elle décrit un ensemble d'objets de même genre;

Classe abstraite : c'est une classe dont l'implémentation n'est pas complète. Elle sert de base à d'autres classes dérivées;

Classe de structure : c'est une classe qui spécifie la structure d'un objet. Une géométrie y est associée;

Héritage : il constitue une relation de généralisation, ou spécialisation de propriétés;

Association : relation de faible intensité où les classes impliquées sont indépendantes;

Composition : relation de forte intensité;

Agrégation : relation de composition affaiblie;

Attributs : représentent les propriétés des objets d'une classe. Ils constituent ainsi les données;

Cardinalité : représente le caractère obligatoire ou optionnel d'un attribut.

5.3 C – Fichier modèle INTERLIS

INTERLIS 2.4;

```
/** 106.1 Cadastre solaire
```

```
*/
```

```
!!@ technicalContact=mailto:info@icdg@vd.ch
```

```
MODEL CadastreSolaire_V1_0_1 (fr)
```

```
AT "https://www.vd.ch"
```

```
VERSION "1.0.1" =
```

```
IMPORTS GeometryCHLV95_V2;
```

```
TOPIC Cadastre_Solaire =
```

```
OID AS INTERLIS.UUIDOID;
```

```
CLASS PV_Batiment =
```

```
ID_EMPREINTE : MANDATORY TEXT*50;
```

```
AREA_PV_TOT : 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
PV_AN_TOT : 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
P_KWC_TOT : MANDATORY 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
AREA_TOIT : 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
GEOMETRIE : MANDATORY GeometryCHLV95_V2.Surface;
```

```
END PV_Batiment;
```

```
CLASS Surface_Base_Toit =
```

```
EGID : 0 .. 999999999;
```

```
DF_UID : 0 .. 999999999;
```

```
SURF_TOIT : 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
ORIENT_MOY : 0.000000 .. 360.000000;
```

```
PENTE_MOY : 0.000000 .. 360.000000;
```

```
IRR_MOY : MANDATORY 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
AREA_PV_TOT : 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
PV_AN_TOT : 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
P_KWC_TOT : 0.000000 .. 999999999.000000;
```

```
GEOMETRIE : MANDATORY GeometryCHLV95_V2.Surface;
```

```
END Surface_Base_Toit;
```

```
END Cadastre_Solaire;
```

```
END CadastreSolaire_V1_0_1.
```