

# Modèle de géodonnées minimal

## Cadastre de géothermie profonde

### Documentation sur les modèles

Modèle appliqué à la géodonnée de base relevant du droit cantonal n° :

- 88 – VD (Cadastre de géothermie profonde)

Equipe du projet : David Giorgis, Renaud Marcelpoix, François Schaller, Mohamed Meghari, Jane Chaussevent, Marc Affolter, Cláudio Carneiro et Alizée Vioget

Chef de l'équipe du projet : David Giorgis

Modélisateur : Cláudio Carneiro et Alizée Vioget

Service spécialisé : Direction générale de l'environnement (*DTE/DGE*)

Version : 1.0

Adopté le : 04.12.2018

Version du 18.03.2015	Validation	Distribution	Classement
Remplace version du 25.02.2014		Interne/externe	7401

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
1.1	Contexte .....	4
1.2	Objectif du document .....	4
1.3	Provenance des données, publication de l'information et niveau d'accès.....	4
<b>2</b>	<b>Bases pour la modélisation.....</b>	<b>5</b>
2.1	Normes existantes et valeur juridique .....	5
2.2	Bases légales des géodonnées de base .....	5
<b>3</b>	<b>Description du modèle.....</b>	<b>5</b>
3.1	Sémantique du modèle .....	5
3.2	Modèle de représentation .....	7
3.2.1	Exemple de représentation .....	7
3.2.2	Détails du modèle de représentation .....	7
<b>4</b>	<b>Structure du modèle.....</b>	<b>10</b>
4.1	Modèle de données conceptuel .....	10
4.2	Diagramme de classes UML .....	11
4.3	Catalogue des objets.....	12
4.3.1	Exploitation actuelle ( <i>ExplActuelle</i> ).....	12
4.3.2	Concession ( <i>Concession</i> ) .....	13
4.3.3	Permis de recherche en sous-sol (PRSS) ( <i>PRSS</i> ).....	13
4.3.4	Permis de recherche en surface (PRSU) ( <i>PRSU</i> ).....	13
4.3.5	Forage profond ( <i>ForageProfond</i> ).....	14
4.3.6	Ligne sismique ( <i>LigneSismique</i> ) .....	14
4.3.7	Accident tectonique au toit du Crétacé ( <i>AccTectoCretace</i> ).....	16
4.3.8	Accident tectonique au toit du Malm ( <i>AccTectoMalm</i> ).....	16
4.3.9	Accident tectonique au toit du Dogger ( <i>AccTectoDogger</i> ) .....	16
4.3.10	Périmètre d'étude du cadastre géothermique ( <i>PerimetreEtudeCadGeoth</i> ).....	16
4.3.11	Isohypse du toit du rocher ( <i>IsohypseToitRocher</i> ).....	17
4.3.12	Isohypse du toit du Crétacé ( <i>IsohypseToitCretace</i> ).....	17
4.3.13	Isohypse du toit du Malm ( <i>IsohypseToitMalm</i> ) .....	17
4.3.14	Isohypse du toit du Dogger ( <i>IsohypseToitDogger</i> ) .....	17
4.3.15	Isohypse du toit du socle cristallin ( <i>IsohypseToitCristallin</i> ) .....	18
4.3.16	Couverture des besoins thermiques pour l'aquifère du Crétacé ( <i>CouvComOpt1Cretace</i> ) .....	18
4.3.17	Couverture des besoins thermiques pour l'aquifère du Malm ( <i>CouvComOpt1Malm</i> ) .....	18
4.3.18	Couverture des besoins thermiques pour l'aquifère du Dogger ( <i>CouvComOpt1Dogger</i> ) .....	19
4.3.19	Température attendue dans l'aquifère du Crétacé ( <i>TempAquiCretace</i> ).....	19
4.3.20	Température attendue dans l'aquifère du Malm ( <i>TempAquiMalm</i> ) .....	19
4.3.21	Température attendue dans l'aquifère du Dogger ( <i>TempAquiDogger</i> ) .....	20
4.3.22	Modèle 3D superficiel ( <i>Modele3DSuperficiel</i> ).....	20
4.3.23	Modèle 3D profond ( <i>Modele3DProfond</i> ).....	20

<b>5</b>	<b>Annexe.....</b>	<b>22</b>
5.1	A – Glossaire .....	22
5.2	B – Glossaire technique .....	22
5.3	C – Fichier modèle INTERLIS.....	23

### Suivi des modifications

Version	Description	Date
0.9	Modèle validé mis en consultation interne	26.10.18
1.0	Modèle adopté	04.12.18

# 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<sup>er</sup> juillet 2008, en même temps que la plupart de ses ordonnances d'exécution comme 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 sont entrés en vigueur au 1<sup>er</sup> 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 de géodonnées minimal 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 ici présenté, décrit la géodonnée de base relevant du droit cantonal relative au cadastre de géothermie profonde du canton de Vaud. Cette géodonnée s'insère dans le cadre de la gestion et de la planification de la géothermie profonde ainsi que de l'amélioration des connaissances du potentiel géothermique du sous-sol.

Le modèle de géodonnées minimal décrit ci-après garantit 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 données. L'objectif de ce document est d'assurer la meilleure coordination possible entre les différents domaines d'activité et services liés à l'aménagement et à l'exploitation du sous-sol.

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

Les données proviennent de la Direction de l'énergie (DGE-DIREN) ainsi que de la division Géologie, sols et déchets (DGE-GEODE, section Géologie) et de la division Ressources en eau et économie hydraulique (DGE-EAU, section Eaux souterraines) rattachées à la Direction des ressources et du patrimoine naturels (DGE-DIRNA). Celles-ci collectent les informations issues d'études menées sur les caractéristiques géothermiques, géologiques et hydrogéologiques du sous-sol.

Ces géodonnées de base sont intégrées sur un serveur, le datawarehouse (*DWH*), du *SG-DIRH/OIT* et mises à la disposition du public par l'intermédiaire d'une plateforme internet de l'Association pour le Système d'Information du Territoire Vaudois (*ASIT-VD*). La *DTE/DGE* est responsable de la mise en place, de l'actualisation périodique et du dépouillement des données afin qu'elles soient disponibles pour le public ou les services concernés.

Selon le *RLGéo-VD*, expliqué précédemment, ces géodonnées sont classées au niveau d'accès A, c'est-à-dire qu'elles sont accessibles tout public et un service de téléchargement est prévu. Elles sont également accessibles en consultation par le biais du guichet cartographique cantonal disponible à l'adresse suivante : [www.geo.vd.ch](http://www.geo.vd.ch).

## 2 Bases pour la modélisation

### 2.1 Normes existantes et valeur juridique

Les normes existantes se réfèrent aux bases légales mentionnées ci-dessous. 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 modèle de géodonnées minimal présenté décrit le noyau commun d'un jeu de géodonnée relatif à la géothermie profonde, sur lequel peuvent se greffer des modèles de géodonnées élargis, de niveau cantonal ou communal, afin d'illustrer les différents besoins d'utilisation. Le modèle de géodonnées minimal prescrit ici oblige l'office cantonal à mettre à disposition les données dans cette forme pour faciliter leur échange au sein des différents partenaires et services. La Directive cantonale (7402) sur les modèles de géodonnées minimaux pour la mise en œuvre de la *LGéo-VD* établie par le *SG-DIRH/OIT* sert aussi de référence pour l'élaboration des modèles de géodonnées minimaux.

### 2.2 Bases légales des géodonnées de base

La géodonnée décrite dans ce modèle est régie par la Loi sur l'énergie. Elle cite, entre autres, la nécessité de la part du service en charge de l'énergie d'établir, de gérer et de tenir à jour un cadastre public des ressources géothermiques (Art. 20 LVLEne ; RSV 730.01). Ce cadastre doit regrouper les données relatives aux cadastres énergétiques, aux inventaires des zones de dessertes et d'approvisionnement énergétique ainsi que de toute autre donnée relative à la politique énergétique cantonale (conformément à la *LGéo-VD*).

Les données décrites dans ce modèle seront également régies par la loi sur les ressources naturelles du sous-sol (LRNSS) (sous réserve de son acceptation prochaine par le Grand Conseil) ainsi que par la loi réglant l'occupation et l'exploitation des eaux souterraines dépendant du domaine public cantonal (LESDP ; RSV 721.03).

## 3 Description du modèle

### 3.1 Sémantique du modèle

Les données pour ce modèle de géodonnées minimal correspondent à un total de vingt-deux couches qui regroupent les données propres au cadastre de géothermie profonde.

Soit deux couches de type point :

- une classe d'entités pour les exploitations géothermiques actuelles (*ExplActuelle*) ;
- une classe d'entités pour les forages profonds (*ForageProfond*) ;

neuf couches de type polyligne :

- une classe d'entités pour les lignes sismiques (*LigneSismique*) ;
- une classe d'entités pour les accidents tectoniques au toit du Crétacé (*AccTectoCretace*) ;
- une classe d'entités pour les accidents tectoniques au toit du Malm (*AccTectoMalm*) ;
- une classe d'entités pour les accidents tectoniques au toit du Dogger (*AccTectoDogger*) ;
- une classe d'entités pour les isohypses du toit du rocher (*IsohypseToitRocher*) ;
- une classe d'entités pour les isohypses du toit du Crétacé (*IsohypseToitCretace*) ;
- une classe d'entités pour les isohypses du toit du Malm (*IsohypseToitMalm*) ;
- une classe d'entités pour les isohypses du toit du Dogger (*IsohypseToitDogger*) ;
- une classe d'entités pour les isohypses du toit du socle cristallin (*IsohypseToitCristallin*) ;

et douze couches de type polygone :

- une classe d'entités pour les concessions (*Concession*) ;
- une classe d'entités pour les permis de recherche en sous-sol (*PRSS*) ;
- une classe d'entités pour les permis de recherche en surface (*PRSU*) ;

- une classe d'entités pour le périmètre d'étude du cadastre géothermique (*PerimetreEtudeCadGeoth*) ;
- une classe d'entités pour la couverture des besoins thermiques par l'aquifère du Crétacé (*CouvComOpt1Cretace*) ;
- une classe d'entités pour la couverture des besoins thermiques par l'aquifère du Malm (*CouvComOpt1Malm*) ;
- une classe d'entités pour la couverture des besoins thermiques par l'aquifère du Dogger (*CouvComOpt1Dogger*) ;
- une classe d'entités pour les températures attendues dans l'aquifère du Crétacé (*TempAquiCretace*) ;
- une classe d'entités pour les températures attendues dans l'aquifère du Malm (*TempAquiMalm*) ;
- une classe d'entités pour les températures attendues dans l'aquifère du Dogger (*TempAquiDogger*) ;
- une classe d'entités pour les emprises des modèles 3D superficiels disponibles (*Modele3DSuperficiel*) ;
- une classe d'entités pour les emprises des modèles 3D profonds disponibles (*Modele3DProfond*) ;

Ces classes comportent un certain nombre d'attributs dont, en particulier, ceux qui déterminent :

- la qualité de l'acquisition de la ligne sismique (*Qualite*) ;
- pour cette même classe d'entités (*LigneSismique*) : les attributs qui déterminent si, oui ou non, une restriction est apportée à la ligne sismique (*Restric*), et encore si, oui ou non, elle est migrée, stackée, retraitée ou/et interprétée (*LigneMigre*, *LigneStack*, *Retraitem*, *Interprete*) ;
- le système d'exploitation géothermique (*Système*) ;
- l'intervalle de température attendu dans les différents aquifères cibles (*Temp*) ;
- le but du forage profond (*But*) ;
- l'intervalle de couverture des besoins thermiques par les différents aquifères cibles (*CouvPC*) ;

Ceux-ci font référence à une liste de valeurs définie, respectivement, au sein des domaines suivants qui sont également illustrés dans le diagramme UML :

- domQUALITE ;
- domOUINON ;
- domSYSTEME ;
- domTEMP ;
- domBUT ;
- domCOUV ;

Les attributs concernant ces entités seront décrits dans le catalogue des objets plus loin dans le présent document. Le système de coordonnées selon la mensuration nationale MN95 en vigueur est utilisé comme référence dans ce modèle de représentation.

## 3.2 Modèle de représentation

### 3.2.1 Exemple de représentation

#### Légende

##### Exploitation géothermique



Site

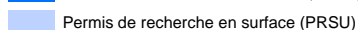
##### Permis et/ou concession



Concession



Permis de recherche en sous-sol (PRSS)



Permis de recherche en surface (PRSU)

##### Forage profond

##### Profondeur [m]



400 - 750 m



750 - 1000 m



1000 - 1500 m

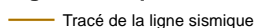


1500 - 2500 m



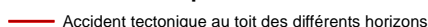
&gt; 2500

##### Ligne sismique



Tracé de la ligne sismique

##### Accident tectonique



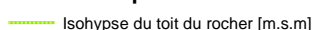
Accident tectonique au toit des différents horizons

##### Périmètre d'étude du cadastre géothermique

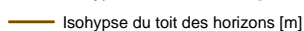


Périmètre

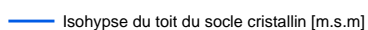
##### Altitude ou profondeur du toit des différents horizons



Isohypse du toit du rocher [m.s.m]



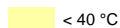
Isohypse du toit des horizons [m]



Isohypse du toit du socle cristallin [m.s.m]

##### Température attendue dans les aquifères cibles

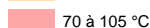
##### Intervalle de température [°C]



&lt; 40 °C



40 à 70 °C



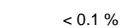
70 à 105 °C



&gt; 105 °C

##### Couverture des besoins thermiques pour chaque aquifère cible

##### Couverture des besoins [%]



&lt; 0.1 %



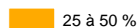
0.1 à 1 %



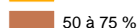
1 à 10 %



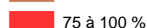
10 à 25 %



25 à 50 %



50 à 75 %



75 à 100 %



&gt; 100 %

##### Modèle géologique en 3D



Modèle superficiel




Modèle profond




Figure 1 : Représentation du cadastre géologique

### 3.2.2 Détails du modèle de représentation






#### Exploitation géothermique

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Site	115	223	255	Taille 18 contour 0 0 0


#### Permis et/ou concession

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Concession	255	255	0	Contour 255 255 0 angle 45° séparation 5 épaisseur 2
 PRSS	0	112	255	Pas de contour
 PRSU	190	210	255	Pas de contour


## Forage profond

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Prof. 400 - 750 m	69	117	181	Taille 18 contour 0 0 0 halo 255 255 190 taille 0.2
 Prof. 750 – 1'000 m	162	180	189	Taille 18 contour 0 0 0 halo 255 255 190 taille 0.2
 Prof. 1'000 – 1'500 m	255	255	191	Taille 18 contour 0 0 0 halo 255 255 190 taille 0.2
 Prof. 1'500 – 2'500 m	245	152	105	Taille 18 contour 0 0 0 halo 255 255 190 taille 0.2
 Prof. > 2'500 m	214	47	39	Taille 18 contour 0 0 0 halo 255 255 190 taille 0.2


## Ligne sismique

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Tracé de la ligne sismique	255	235	175	Épaisseur 1.25 + ligne 168 112 0 épaisseur 1




## Accident tectonique

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Accident tectonique au toit des différents horizons	255	0	0	Épaisseur 1.5 + ligne 168 0 0 épaisseur 1

## Périmètre d'étude du cadastre géothermique





Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Périmètre	0	0	0	Épaisseur 1.5

## Altitude ou profondeur du toit des différents horizons








Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Toit du rocher [m.s.m]	152 209	230 255	0 115	Multi. de 100 Ép. 1.5 autres Épaisseur 1
 Toit des horizons [m]	168	112	0	Épaisseur 1.5 + ligne 115 76 0 épaisseur 1
 Toit du socle cristallin [m.s.m]	0	92	230	Multi. de 500 Ép. 1.5 autres pas de contour





## Température attendue dans les aquifères cibles

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 < 40 °C	255	255	0	Pas de contour transparence 65 %
 40 à 70 °C	255	170	0	Pas de contour transparence 65 %
 70 à 105 °C	255	0	0	Pas de contour transparence 65 %
 > 105 °C	132	0	168	Pas de contour transparence 65 %

## Couverture des besoins thermiques pour chaque aquifère cible

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
< 0.1 %	Pas de remplissage	Pas de remplissage	Pas de remplissage	Pas de contour
 0.1 à 1 %	0	77	168	Contour 255 255 255
 1 à 10 %	115	223	255	Contour 255 255 255
 10 à 25 %	255	255	0	Contour 255 255 255
 25 à 50 %	255	170	0	Contour 255 255 255
 50 à 75 %	196	119	81	Contour 255 255 255
 75 à 100 %	255	51	51	Contour 255 255 255
 > 100 %	150	0	204	Contour 255 255 255

## Modèle géologique en 3D

Représentation	Valeur « Rouge »	Valeur « Vert »	Valeur « Bleu »	Caractéristiques
 Modèle superficiel	204	252	252	Contour 255 255 255 transparence 30 %
 Modèle profond	0	112	255	Contour 255 255 255 transparence 30 %

## 4 Structure du modèle

### 4.1 Modèle de données conceptuel

La structure de ce modèle est assez simple du fait qu'il n'existe aucune relation entre les différentes classes d'entités.

Ces classes comportent un certain nombre d'attributs dont, en particulier, ceux qui font référence à une liste de valeurs définie au sein de domaines (*domQUALITE*, *domOUINON*, *domSYSTEME*, *domTEMP*, *domBUT* et *domCOUV*) qui sont également illustrés dans le diagramme UML.

La composante géographique est ajoutée aux classes par le biais d'attributs de type point, polygone ou polygone (variant selon la classe considérée).

On peut encore signaler la cardinalité forte (1) pour certains attributs qui implique leur caractère obligatoire lors de la modélisation, mais on trouve aussi certains attributs dont la cardinalité (0..1) permet de ne pas les renseigner.

## 4.2 Diagramme de classes UML

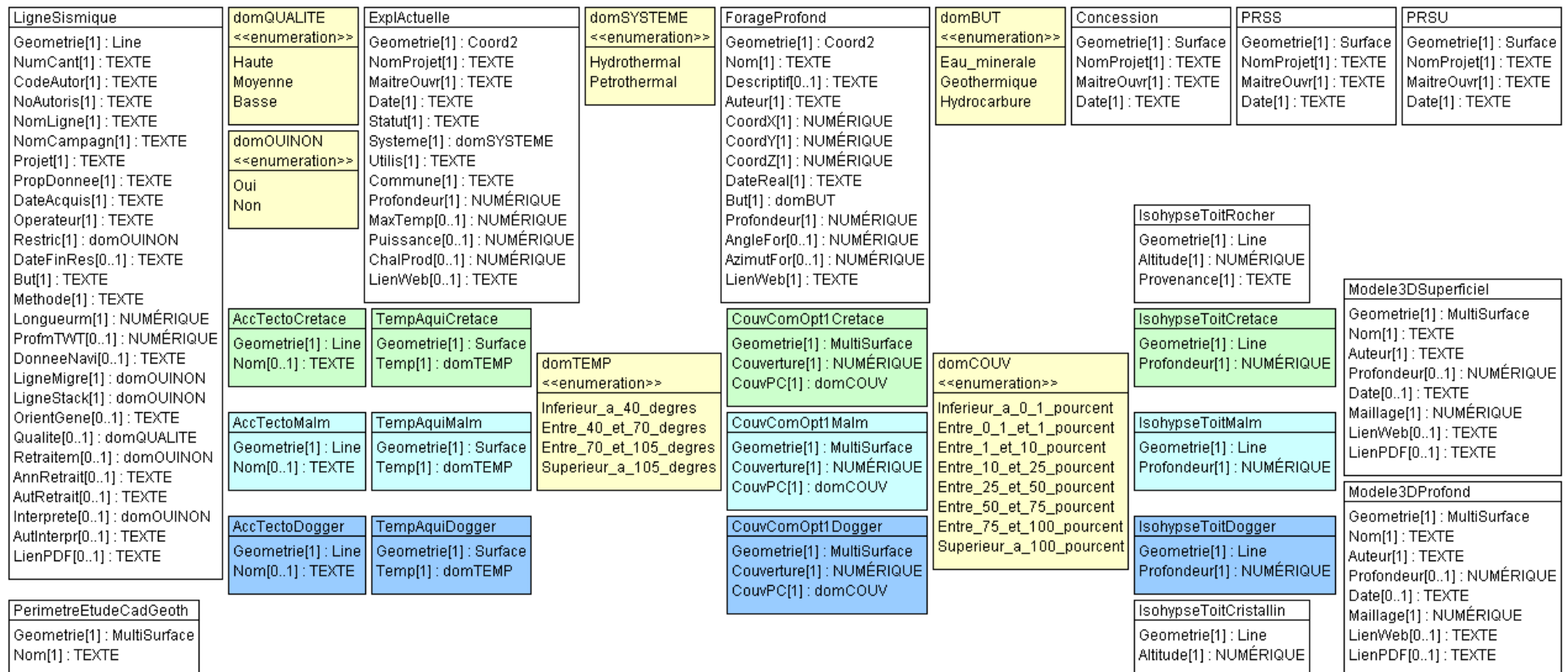


Figure 2 : Diagramme de classe UML pour le cadastre de géothermie profonde

### 4.3 Catalogue des objets

Le catalogue des objets situé ci-dessous a été directement élaboré à partir du logiciel *UML Editor* afin de respecter les recommandations structurales pour l'élaboration des modèles de géodonnées minimaux de la Confédération. On notera donc l'utilisation du module suivant qui permet d'améliorer l'homogénéité du modèle par rapport à ceux déjà établis :

- INTERLIS

Ce module permet de définir la géométrie dans le système de référence actuel (MN95), ainsi que les unités de mesure.

#### 4.3.1 Exploitation actuelle (*ExplActuelle*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Coord2	Géométrie 2D des objets de type point
IDExpl	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'exploitation
NomProjet	1	TEXTE	Nom du projet
MaitreOuvr	1	TEXTE	Nom du maître d'ouvrage
Date	1	TEXTE	Date du forage
Statut	1	TEXTE	Statut de l'exploitation
Systeme	1	TEXTE	Système d'exploitation défini dans un domaine de valeurs
Utilis	1	TEXTE	Utilisation
Commune	1	TEXTE	Commune(s) concernée(s)
Profondeur	1	NUMERIQUE	Profondeur maximale [m]
MaxTemp	0..1	NUMERIQUE	Température maximale [°C]
Puissance	0..1	NUMERIQUE	Puissance [MW]
ChalProd	0..1	NUMERIQUE	Chaleur produite [MWh/an]
LienWeb	0..1	TEXTE	Lien URL

### 4.3.2 Concession (*Concession*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDConcess	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de la concession
NomProjet	1	TEXTE	Nom du projet
MaitreOuvr	1	TEXTE	Nom du maître d'ouvrage
Date	1	TEXTE	Date d'octroi

### 4.3.3 Permis de recherche en sous-sol (PRSS) (*PRSS*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDPRSS	1	NUMERIQUE	Identifiant unique du PRSS
NomProjet	1	TEXTE	Nom du projet
MaitreOuvr	1	TEXTE	Nom du maître d'ouvrage
Date	1	TEXTE	Date d'octroi

### 4.3.4 Permis de recherche en surface (PRSU) (*PRSU*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDPRSU	1	NUMERIQUE	Identifiant unique du PRSU
NomProjet	1	TEXTE	Nom du projet
MaitreOuvr	1	TEXTE	Nom du maître d'ouvrage
Date	1	TEXTE	Date d'octroi

#### 4.3.5 Forage profond (*ForageProfond*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Coord2	Géométrie 2D des objets de type point
IDForProf	1	NUMERIQUE	Identifiant unique du forage
Nom	1	TEXTE	Nom du forage
Descriptif	0..1	TEXTE	Descriptif
Auteur	1	TEXTE	Auteur du forage
CoordX	1	NUMERIQUE	Coordonnées en X
CoordY	1	NUMERIQUE	Coordonnées en Y
CoordZ	1	NUMERIQUE	Altitude [m.s.m]
DateReal	1	TEXTE	Date de réalisation
But	1	TEXTE	But du forage défini dans un domaine de valeurs
Profondeur	1	NUMERIQUE	Profondeur [m]
AngleFor	0..1	NUMERIQUE	Angle du forage [°]
AzimutFor	0..1	NUMERIQUE	Azimut du forage [°]
LienWeb	1	TEXTE	Date de réalisation du sondage

#### 4.3.6 Ligne sismique (*LigneSismique*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDLigneSis	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de la ligne sismique
NumCant	1	TEXTE	Numéro cantonal
CodeAutor	1	TEXTE	Code de l'autorité
NoAutoris	1	TEXTE	Numéro d'autorisation
NomLigne	1	TEXTE	Nom de la ligne sismique
NomCampagn	1	TEXTE	Nom de la campagne sismique

Projet	1	TEXTE	Nom du projet
PropDonnee	1	TEXTE	Propriétaire de la donnée
DateAcquis	1	TEXTE	Date de l'acquisition
Operateur	1	TEXTE	Opérateur de l'acquisition
Restric	1	TEXTE	Restriction ? oui/non (domaine de valeurs)
DateFinRes	0..1	TEXTE	Année de fin de restriction
But	1	TEXTE	But de la campagne sismique
Methode	1	TEXTE	Méthode d'acquisition
Longueurm	1	NUMERIQUE	Longueur [m]
ProfmTWT	0..1	NUMERIQUE	Profondeur [m, TWT] en ms
DonneeNavi	0..1	TEXTE	Données de navigation
LigneMigre	1	TEXTE	Ligne migrée ? oui/non (domaine de valeurs)
LigneStack	1	TEXTE	Ligne stackée ? oui/non (domaine de valeurs)
OrientGene	0..1	TEXTE	Orientation générale de la ligne sismique
Qualite	0..1	TEXTE	Qualité de l'acquisition définie dans un domaine de valeurs
Retraitem	0..1	TEXTE	Retraitement effectué ? oui/non (domaine de valeurs)
AnnRetrait	0..1	TEXTE	Année du retraitement
AutRetrait	0..1	TEXTE	Auteur du retraitement
Interprete	0..1	TEXTE	Interprétation effectuée ? oui/non (domaine de valeurs)
AutInterpr	0..1	TEXTE	Auteur de l'interprétation
LienPDF	0..1	TEXTE	URL qui permet d'accéder au document PDF

#### 4.3.7 Accident tectonique au toit du Crétacé (*AccTectoCretace*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDAccTecto	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'accident tectonique du Crétacé
Nom	0..1	TEXTE	Nom de l'accident tectonique

#### 4.3.8 Accident tectonique au toit du Malm (*AccTectoMalm*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDAccTecto	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'accident tectonique du Malm
Nom	0..1	TEXTE	Nom de l'accident tectonique

#### 4.3.9 Accident tectonique au toit du Dogger (*AccTectoDogger*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDAccTecto	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'accident tectonique du Dogger
Nom	0..1	TEXTE	Nom de l'accident tectonique

#### 4.3.10 Périmètre d'étude du cadastre géothermique (*PerimetreEtudeCadGeoth*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDPerimEtu	1	NUMERIQUE	Identifiant unique du périmètre d'étude
Nom	1	TEXTE	Nom du périmètre d'étude



#### 4.3.11 Isohypse du toit du rocher (*IsohypseToitRocher*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDIsoToit	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'isohypse du toit du rocher
Altitude	1	NUMERIQUE	Altitude [m.s.m]
Provenance	1	TEXTE	Provenance de l'isohypse

#### 4.3.12 Isohypse du toit du Crétacé (*IsohypseToitCretace*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDIsoToit	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'isohypse du toit du Crétacé
Profondeur	1	NUMERIQUE	Profondeur [m]

#### 4.3.13 Isohypse du toit du Malm (*IsohypseToitMalm*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDIsoToit	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'isohypse du toit du Malm
Profondeur	1	NUMERIQUE	Profondeur [m]

#### 4.3.14 Isohypse du toit du Dogger (*IsohypseToitDogger*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDIsoToit	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'isohypse du toit du Dogger
Profondeur	1	NUMERIQUE	Profondeur [m]

#### 4.3.15 Isohypse du toit du socle cristallin (*IsohypseToitCristallin*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Line	Géométrie des objets de type ligne
IDIsoToit	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'isohypse du toit du socle cristallin
Altitude	1	NUMERIQUE	Altitude [m.s.m]

#### 4.3.16 Couverture des besoins thermiques pour l'aquifère du Crétacé (*CouvComOpt1Cretace*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDCouv	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de la couverture des besoins thermiques (découpage communal)
Couverture	1	NUMERIQUE	Couverture des besoins
CouvPC	1	TEXTE	Couverture des besoins thermiques définie dans un domaine de valeurs

#### 4.3.17 Couverture des besoins thermiques pour l'aquifère du Malm (*CouvComOpt1Malm*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDCouv	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de la couverture des besoins thermiques (découpage communal)
Couverture	1	NUMERIQUE	Couverture des besoins
CouvPC	1	TEXTE	Couverture des besoins thermiques définie dans un domaine de valeurs

#### 4.3.18 Couverture des besoins thermiques pour l'aquifère du Dogger (*CouvComOpt1Dogger*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDCouv	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de la couverture des besoins thermiques (découpage communal)
Couverture	1	NUMERIQUE	Couverture des besoins
CouvPC	1	TEXTE	Couverture des besoins thermiques définie dans un domaine de valeurs

#### 4.3.19 Température attendue dans l'aquifère du Crétacé (*TempAquiCretace*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDTemp	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'intervalle de température
Temp	1	TEXTE	Intervalle de température défini dans un domaine de valeurs

#### 4.3.20 Température attendue dans l'aquifère du Malm (*TempAquiMalm*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDTemp	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'intervalle de température
Temp	1	TEXTE	Intervalle de température défini dans un domaine de valeurs

#### 4.3.21 Température attendue dans l'aquifère du Dogger (*TempAquiDogger*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDTemp	1	NUMERIQUE	Identifiant unique de l'intervalle de température
Temp	1	TEXTE	Intervalle de température défini dans un domaine de valeurs

#### 4.3.22 Modèle 3D superficiel (*Modele3DSuperficiel*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDModele	1	NUMERIQUE	Identifiant unique du modèle 3D
Nom	1	TEXTE	Nom du modèle 3D
Auteur	1	TEXTE	Auteur du modèle
Profondeur	0..1	NUMERIQUE	Profondeur [m]
Date	0..1	TEXTE	Date du rapport
Maillage	1	NUMERIQUE	Maillage [m]
LienWeb	0..1	TEXTE	Lien URL vers le modèle 3D
LienPDF	0..1	TEXTE	Lien vers le rapport

#### 4.3.23 Modèle 3D profond (*Modele3DProfond*)

Nom	Cardinalité	Type	Description
Geometrie	1	Polygone	Géométrie des objets de type polygone
IDModele	1	NUMERIQUE	Identifiant unique du modèle 3D
Nom	1	TEXTE	Nom du modèle 3D

---

Auteur	1	TEXTE	Auteur du modèle
Profondeur	0..1	NUMERIQUE	Profondeur [m]
Date	0..1	TEXTE	Date du rapport
Maillage	1	NUMERIQUE	Maillage [m]
LienWeb	0..1	TEXTE	Lien URL vers le modèle 3D
LienPDF	0..1	TEXTE	Lien vers le rapport

---

## 5 Annexe

### 5.1 A – Glossaire<sup>1</sup>

*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;

*Géométradonnées* : 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 informatisées y donnant accès sous une forme structurée.

### 5.2 B – Glossaire technique<sup>2</sup>

*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.

---

<sup>1</sup> Tirés de la *LGéo*, état au 31.10.2013 (<http://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20050726/index.html>)

<sup>2</sup> Tirés de Eisenhut, C. (2004). *Brève introduction à UML*. Disponible sur: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/fr/home/topics/geobasedata/models.html>

### 5.3 C – Fichier modèle INTERLIS

Une description du modèle au format INTERLIS 2.3 figure ici en annexe. Par rapport à la version 1, INTERLIS 2 présente plusieurs avantages, parmi lesquels la possibilité de formuler des contraintes (*Constraints*). En outre, la possibilité d'héritage est intéressante pour les cantons qui souhaitent compléter un modèle minimal fédéral existant.

Le modèle est publié selon le système de référence MN95.

INTERLIS 2.3;

```
/** Minimal geodata model
 * Minimales Geodatenmodell
 * Modèle de géodonnées minimal
 */
MODEL GeothProfVD (en)
AT "http://www.geo.admin.ch"
VERSION "2018-10-23" =
IMPORTS INTERLIS,GeometryCHLV95_V1;

TOPIC CadastreDeGeothermieProfondeVD =

DOMAIN

domBUT = (
  Eau_minerale,
  Geothermique,
  Hydrocarbure
);

domCOUV = (
  Inferieur_a_0_1_pourcent,
  Entre_0_1_et_1_pourcent,
  Entre_1_et_10_pourcent,
  Entre_10_et_25_pourcent,
  Entre_25_et_50_pourcent,
  Entre_50_et_75_pourcent,
  Entre_75_et_100_pourcent,
  Superieur_a_100_pourcent
);

domOUINON = (
  Oui,
  Non
);

domQUALITE = (
  Haute,
  Moyenne,
  Basse
);

domSYSTEME = (
  Hydrothermal,
  Petrothermal
);

domTEMP = (
  Inferieur_a_40_degres,
  Entre_40_et_70_degres,
  Entre_70_et_105_degres,
```

```
    Supérieur_a_105_degrés
);

CLASS AccTectoCretace =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
  /** Nom de l'accident tectonique
  */
  Nom : TEXT*200;
END AccTectoCretace;

CLASS AccTectoDogger =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
  /** Nom de l'accident tectonique
  */
  Nom : TEXT*200;
END AccTectoDogger;

CLASS AccTectoMalm =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
  /** Nom de l'accident tectonique
  */
  Nom : TEXT*200;
END AccTectoMalm;

CLASS Concession =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Surface;
  NomProjet : MANDATORY TEXT*100;
  MaîtreOuvr : MANDATORY TEXT*100;
  Date : MANDATORY TEXT*10;
END Concession;

CLASS IsohypseToitCretace =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
  /** Profondeur en m (par rapport à l'altitude de la topographie [m.s.m])
  */
  Profondeur : MANDATORY 0 .. 5000 [INTERLIS.m];
END IsohypseToitCretace;

CLASS IsohypseToitCristallin =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
  /** Altitude en m.s.m
  */
  Altitude : MANDATORY -5000 .. 0 [INTERLIS.m];
END IsohypseToitCristallin;

CLASS IsohypseToitDogger =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
  /** Profondeur en m (par rapport à l'altitude de la topographie [m.s.m])
  */
  Profondeur : MANDATORY 0 .. 5000 [INTERLIS.m];
END IsohypseToitDogger;

CLASS IsohypseToitMalm =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
  /** Profondeur en m (par rapport à l'altitude de la topographie [m.s.m])
  */
  Profondeur : MANDATORY 0 .. 5000 [INTERLIS.m];
END IsohypseToitMalm;

CLASS IsohypseToitRocher =
  Géométrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
```



```
/** Altitude en m.s.m
*/
Altitude : MANDATORY 0 .. 5000;
/** Provenance de l'isohypse
*/
Provenance : MANDATORY TEXT*100;
END IsohypseToitRocher;

CLASS Modele3DProfond =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.MultiSurface;
  Nom : MANDATORY TEXT*50;
  Auteur : MANDATORY TEXT*50;
  Profondeur : 0 .. 5000 [INTERLIS.m];
  Date : TEXT*10;
  /** Dimension du maillage [m]
  */
  Maillage : MANDATORY 1 .. 100000 [INTERLIS.m];
  LienWeb : TEXT*254;
  LienPDF : TEXT*254;
END Modele3DProfond;

CLASS Modele3DSuperficiel =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.MultiSurface;
  Nom : MANDATORY TEXT*50;
  Auteur : MANDATORY TEXT*50;
  Profondeur : 0 .. 5000 [INTERLIS.m];
  Date : TEXT*10;
  /** Dimension du maillage [m]
  */
  Maillage : MANDATORY 0 .. 100000 [INTERLIS.m];
  LienWeb : TEXT*254;
  LienPDF : TEXT*254;
END Modele3DSuperficiel;

CLASS PerimetreEtudeCadGeoth =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.MultiSurface;
  /** Nom de l'étude
  */
  Nom : MANDATORY TEXT*200;
END PerimetreEtudeCadGeoth;

CLASS PRSS =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Surface;
  NomProjet : MANDATORY TEXT*100;
  MaitreOuvr : MANDATORY TEXT*100;
  Date : MANDATORY TEXT*10;
END PRSS;

CLASS PRSU =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Surface;
  NomProjet : MANDATORY TEXT*100;
  MaitreOuvr : MANDATORY TEXT*100;
  Date : MANDATORY TEXT*10;
END PRSU;

CLASS CouvComOpt1Cretace =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.MultiSurface;
  Couverture : MANDATORY 0.00000 .. 10.00000;
  CouvPC : MANDATORY domCOUV;
END CouvComOpt1Cretace;
```

```
CLASS CouvComOpt1Dogger =  
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.MultiSurface;  
  Couverture : MANDATORY 0.00000 .. 10.00000;  
  CouvPC : MANDATORY domCOUV;  
END CouvComOpt1Dogger;
```

```
CLASS CouvComOpt1Malm =  
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.MultiSurface;  
  Couverture : MANDATORY 0.00000 .. 10.00000;  
  CouvPC : MANDATORY domCOUV;  
END CouvComOpt1Malm;
```

```
CLASS ExplActuelle =  
  /** Géométrie des objets (type point)  
  */  
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Coord2;  
  /** Nom du projet  
  */  
  NomProjet : MANDATORY TEXT*200;  
  /** Nom du maître d'ouvrage  
  */  
  MaitreOuvr : MANDATORY TEXT*100;  
  /** Date d'attribution de la concession  
  */  
  Date : MANDATORY TEXT*10;  
  /** Statut du projet  
  */  
  Statut : MANDATORY TEXT*100;  
  /** Système  
  */  
  Systeme : MANDATORY domSYSTEME;  
  /** Utilisation  
  */  
  Utilis : MANDATORY TEXT*100;  
  /** Commune(s) concernée(s)  
  */  
  Commune : MANDATORY TEXT*100;  
  /** Profondeur maximum mesurée des forages [m]  
  */  
  Profondeur : MANDATORY 0.00 .. 10000.00 [INTERLIS.m];  
  /** Température maximale [°C]  
  */  
  MaxTemp : 0.00 .. 6000.00;  
  /** Puissance [MW]  
  */  
  Puissance : 0.00000 .. 50.00000;  
  /** Chaleur produite (énergie) [MWh/an]  
  */  
  ChalProd : 0.000 .. 1000000.000;  
  /** Lien web du projet  
  */  
  LienWeb : TEXT*254;  
END ExplActuelle;
```

```
/** Forages de référence pour géothermie profonde  
*/
```

```
CLASS ForageProfond =  
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Coord2;  
  Nom : MANDATORY TEXT*50;  
  Descriptif : TEXT*254;  
  Auteur : MANDATORY TEXT*100;
```

```
CoordX : MANDATORY 2480000.00 .. 2600000.00 [INTERLIS.m];
CoordY : MANDATORY 1110000.00 .. 1210000.00 [INTERLIS.m];
CoordZ : MANDATORY 0.00 .. 5000.00 [INTERLIS.m];
DateReal : MANDATORY TEXT*10;
But : MANDATORY domBUT;
/** Profondeur du forage [m]
*/
Profondeur : MANDATORY 0.00 .. 10000.00 [INTERLIS.m];
/** Angle en degrés [°]
*/
AngleFor : -90 .. 90;
/** Angle en degrés [°]
*/
AzimutFor : 0 .. 360;
LienWeb : MANDATORY TEXT*254;
END ForageProfond;
```

```
CLASS LigneSismique =
/** Géométrie des objets (type ligne)
*/
Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Line;
/** Numéro Cantonal
*/
NumCant : MANDATORY TEXT*20;
/** Code de l'autorité
*/
CodeAutor : MANDATORY TEXT*10;
/** Numéro d'autorisation
*/
NoAutoris : MANDATORY TEXT*50;
NomLigne : MANDATORY TEXT*100;
/** Nom de la campagne sismique
*/
NomCampagn : MANDATORY TEXT*100;
/** Projet
* Ex : Géothermie Vaud
*/
Projet : MANDATORY TEXT*100;
/** Propriétaire de la donnée
* Ex : SIL
*/
PropDonnee : MANDATORY TEXT*50;
/** Date de l'acquisition
* Ex : 2016
*/
DateAcquis : MANDATORY TEXT*10;
/** Opérateur
* Ex : Geo2x
*/
Operateur : MANDATORY TEXT*50;
/** Restriction ?
* Ex : Oui/Non
*/
Restric : MANDATORY domOUINON;
/** Date de fin de restriction
* Ex : 2045
*/
DateFinRes : TEXT*4;
/** But
* Ex : Géothermique
*/
```

```

But : MANDATORY TEXT*50;
/** Méthode
 * Ex : Camions vibreurs, dynamite, chute de poids, etc.
 */
Methode : MANDATORY TEXT*50;
/** Longueur [m]
 * Ex : 1500 m
 */
Longueurm : MANDATORY 0.00 .. 1000000.00 [INTERLIS.m];
/** Profondeur (m, TWT) en millisecondes [ms]
 * Ex : 5000 ms
 */
ProfmTWT : 0 .. 100000;
/** Données de navigation
 * Ex : donnees CDP
 */
DonneeNavi : TEXT*50;
/** Ligne migrée ?
 * Ex : Oui/Non
 */
LigneMigre : MANDATORY domOUINON;
/** Ligne stackée ?
 * Ex : Oui/Non
 */
LigneStack : MANDATORY domOUINON;
/** Orientation générale
 * Ex : E-W
 */
OrientGene : TEXT*20;
Qualite : domQUALITE;
/** Retraitement effectué ?
 * Ex : Oui/Non
 */
Retraitem : domOUINON;
/** Année de retraitement
 * Ex : 2017
 */
AnnRetrait : TEXT*4;
/** Auteur du retraitement
 * Ex : DMT Petrologic
 */
AutRetrait : TEXT*50;
/** Interprétation effectuée ?
 * Ex : Oui/Non
 */
Interprete : domOUINON;
/** Auteur de l'interprétation
 * Ex : MCG
 */
AutInterpr : TEXT*50;
/** Lien vers le document PDF
 */
LienPDF : TEXT*254;
END LigneSismique;

CLASS TempAquiCretace =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95_V1.Surface;
  Temp : MANDATORY domTEMP;
END TempAquiCretace;

CLASS TempAquiDogger =

```

Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95\_V1.Surface;  
Temp : MANDATORY domTEMP;  
END TempAquiDogger;

CLASS TempAquiMalm =  
Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95\_V1.Surface;  
Temp : MANDATORY domTEMP;  
END TempAquiMalm;

END CadastreDeGeothermieProfondeVD;

END GeothProfVD.