



Documentation «Modèle de géodonnées minimal» **Installations électriques d'une tension nominale supérieure à 36 kV**



Ligne de transport d'électricité dans une région boisée

Jeu de géodonnées de base

Identificateur: 219.1
Titre: Installations électriques d'une tension nominale supérieure à 36 kV
Base légale: Loi sur les installations électriques (LIE, RS 734.0); art. 26a

Modèle de géodonnées minimal

Version: 1.0
Date: 31.03.2021



Groupe de projet

Direction	Martin Hertach, Office fédéral de l'énergie (OFEN)
Modélisation	Martin Hertach, OFEN
Participation	Michael Berteld, Industrielle Werke Basel (IWB), Association des entreprises électriques suisses (AES) Zoran Brankovic, Swissgrid AG Thomas Burri, Chemins de fer fédéraux (CFF) Robert Fritz, Axpo, AES Olivier Klaus, OFEN Christine Najar, Office fédéral de topographie (swisstopo) Kurt Spälti, Conférence des services cantonaux de la Géoinformation et du Cadastre (CGC) Hermann Willi, Office fédéral des transports (OFT)

Informations sur le document

Contenu	Le présent document décrit le modèle de géodonnées minimal pour le jeu de géodonnées de base n° 219.1 «Installations électriques d'une tension nominale supérieure à 36 kV».
Statut	Adopté par la direction de l'OFEN le 17 août 2021
Auteurs	Martin Hertach, OFEN Olivier Klaus, OFEN

Historique du document

Version	Date	Remarques
1.0	31.03.2021	Version finale de la Communauté d'informations spécialisées

Table des matières

1. Contexte	1
2. Introduction	1
3. Bases pour la modélisation	6
4. Description du modèle	8
5. Structure du modèle: modèle de données conceptuel	9
6. Préparation des données conforme au modèle dans des cas particuliers: remarques	14
7. Modèle de représentation	15
Annexe A: Glossaire	19
Annexe B: Indication des sources	19
Annexe C: Fichier modèle INTERLIS	20



1. Contexte

Loi et ordonnance sur la géoinformation

La loi sur la géoinformation (LGéo, RS 510.62) 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 (art. 1 LGéo). Par conséquent, les données doivent être rendues publiques sous une forme aisément accessible. À cet effet, le Conseil fédéral définit les géodonnées de base relevant du droit fédéral dans un catalogue et édicte des dispositions sur les exigences applicables aux géodonnées de base (art. 5 LGéo).

L'ordonnance sur la géoinformation (OGéo, RS 510.620) définit les modalités d'exécution de la LGéo. Elle comprend dans son annexe 1 le catalogue des géodonnées de base relevant du droit fédéral, qui indique pour chaque jeu de données quel service spécialisé de la Confédération est compétent. Ce service est tenu de définir des modèles de géodonnées minimaux pour les géodonnées de base relevant de sa compétence (art. 9, al. 1, OGéo). Ces modèles sont déterminés, outre le cadre fixé par les lois spécifiques, par les exigences techniques et par l'état de la technique (art. 9, al. 2, OGéo).

Méthode de définition des modèles de géodonnées minimaux

L'organe de coordination de la géoinformation au niveau fédéral (GCS) recommande d'adopter une approche basée sur un modèle pour définir les modèles de géodonnées minimaux. Il s'agit de décrire, de structurer et d'abstraire des objets du monde réel revêtant de l'intérêt dans un contexte défini. La modélisation des données s'effectue en deux étapes. Dans un premier temps, l'extrait du monde réel sélectionné est décrit en langage courant (description sémantique). Une équipe de projet composée d'experts participant au relevé, à l'organisation, à la mise à jour et à l'utilisation des géodonnées élabore cette description du contenu. Dans un deuxième temps, dans le cadre de la formalisation ci-après, la description textuelle est transposée en un langage formel sous une forme graphique (UML) et textuelle (INTERLIS).

Cette procédure se reflète dans le présent document. L'extrait du monde réel est défini au chapitre «Introduction». Le chapitre «Description du modèle» comprend la description en langage courant du contexte défini qui sert de base au modèle de données conceptuel (chapitre «Structure du modèle: modèle de données conceptuel»).

2. Introduction

Introduction thématique

Le réseau électrique suisse

Le réseau électrique établit la liaison entre producteurs et consommateurs d'énergie électrique par le transport, la transformation et la distribution d'électricité. Le maillon que le réseau électrique constitue entre la production et la consommation est d'une importance cruciale pour garantir l'approvisionnement en électricité. Si les réseaux électriques ne sont pas sûrs et performants, des pannes d'électricité menacent. Elles seront suivies de graves conséquences pour la population et l'économie. L'approvisionnement en électricité des consommateurs finaux est assuré par quelque 630 gestionnaires de réseau dans le cadre de leur mandat d'approvisionnement. Ces gestionnaires de



réseau, qui sont responsables de ce que le réseau soit sûr, performant et efficace, assurent une qualité d'approvisionnement élevée pour les consommateurs finaux. De plus, le réseau électrique permet aux acteurs de compenser tant les surcapacités que les sous-capacités de production aux niveaux national et international.

Le réseau électrique se compose de lignes électriques, de sous-stations et de stations transformatrices. Exploité à des niveaux de tension différents, il se répartit en sept niveaux de tension, appelés niveaux de réseau:

- Le niveau de réseau 1 désigne le réseau de transport, qui est exploité en très haute tension (380/220 kV).
- Les niveaux de réseau 3, 5 et 7 ainsi que le réseau des lignes de transport de l'électricité de traction pour les chemins de fer désignent les trois niveaux de réseau de distribution dont l'exploitation se situe aux niveaux de tension suivants: de 36 kV à < 220 kV (niveau de réseau 3, réseaux de distribution suprarégionaux, haute tension); de 1 kV à < 36 kV (niveau de réseau 5, réseaux de distribution régionaux, moyenne tension); moins de 1 kV (niveau de réseau 7, réseaux de distribution locaux, basse tension).
- Les niveaux de réseau 2, 4 et 6 désignent les niveaux de transformation compris entre les niveaux de réseau.

Le transport d'électricité est assuré au niveau de réseau 1 (dans certains cas également aux niveaux de réseau 3 et 5), tant sur le plan national que sur le plan international, afin de réduire les pertes de transport. La tension est abaissée aux niveaux de transformation respectifs pour permettre la distribution suprarégionale, régionale et locale. Si les ménages et les entreprises de moindre taille prélèvent leur électricité au niveau de réseau 7, les entreprises industrielles, commerciales et artisanales fortes consommatrices d'électricité sont directement raccordées aux niveaux de réseau 3 et 5. Le réseau électrique destiné à approvisionner les consommateurs finaux présente une fréquence de 50 hertz (Hz).

Le réseau des lignes de transport de l'électricité de traction pour les chemins de fer fait partie de l'infrastructure ferroviaire (art. 62 de la loi fédérale sur les chemins de fer; RS 742.101). De ce fait, la planification, la réalisation, l'exploitation et l'entretien des installations de ce réseau sont entièrement réglementés par la législation relative aux chemins de fer. Ce réseau présente une tension de 66 kV et 132 kV avec une fréquence de 16,7 Hz.

Le développement du réseau électrique

La mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 requiert le développement du réseau électrique. L'objectif est de mettre à disposition en temps utile un réseau électrique adapté aux besoins. La loi sur les installations électriques (LIE) et la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI) révisées prévoient donc un nouveau processus de développement du réseau (cf. illustration 1), qui se caractérise par une démarche transparente en plusieurs étapes et une répartition claire des compétences. La loi sur les installations électriques révisée instaure par ailleurs les conditions-cadres du développement du réseau et optimise les procédures d'autorisation. Il améliore ainsi la sécurité des investissements pour les gestionnaires de réseau et accroît l'acceptation des projets de lignes électriques au sein de la société.

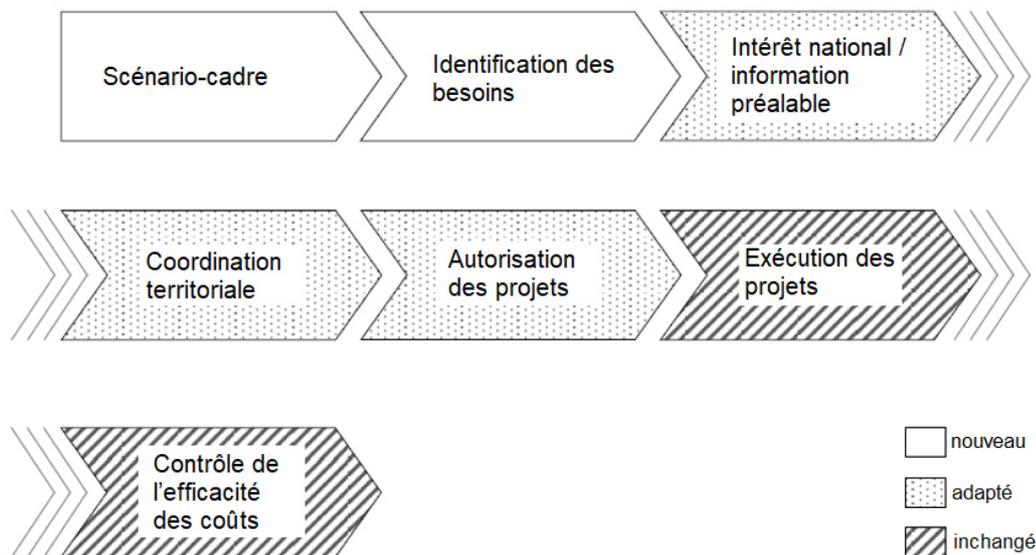


Illustration 1: Aperçu du nouveau processus de développement du réseau

Dans le cadre du modèle de géodonnées minimal «Installations électriques d'une tension nominale supérieure à 36 kV», la «coordination territoriale» est particulièrement importante. Pour les lignes d'une tension nominale égale ou supérieure à 220 kV (réseau de transport, niveau de réseau 1) ayant des conséquences territoriales, il faut assurer cette coordination dans le cadre d'une procédure de plan sectoriel en deux étapes. Il s'agit, dans un premier temps, de délimiter la zone de planification avec le concours de tous les intéressés, en particulier les cantons concernés. Au cours d'une deuxième étape, le requérant élabore des variantes pour le corridor de planification, dans la zone de planification fixée par le Conseil fédéral, et les remet à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). L'impact du projet sur l'aménagement du territoire et sur l'environnement doit faire l'objet d'une attention particulière à chacune de ces deux étapes. Une base de données uniforme, complète et à jour est indispensable à une coordination territoriale efficace. L'art. 26a LIE fournit la base légale voulue.

Art. 26a LIE

L'art. 26a vise à ce que l'OFEN puisse établir une vue géographique d'ensemble du réseau électrique de la Suisse. Cette base de données actualisée et uniforme permet de mettre en œuvre la loi (notamment la coordination de la planification du réseau et une coordination territoriale efficace) et la Stratégie énergétique 2050 (notamment le soutien à la délimitation des zones). En outre, une telle vue d'ensemble contribue à assurer la coordination avec d'autres installations d'infrastructure et à protéger les lignes électriques, particulièrement les lignes souterraines.

Certes, les exploitants sont d'ores et déjà dans l'obligation de dresser un plan d'ensemble de leur réseau (art. 14, al. 1, de l'ordonnance sur la procédure d'approbation des plans des installations électriques; RS 734.25) et des plans de l'ouvrage de leurs lignes en câbles (art. 62, al. 3, de l'ordonnance sur les lignes électriques; OLEI; RS 734.31). Mais ces plans, de forme et de contenu très hétérogènes, ne sont pour nombre d'entre eux pas disponibles sous une forme numérisée dans un système de géoinformation. En outre, ces données ne doivent être transmises qu'à des fins bien définies et à des personnes ou à des autorités précisément déterminées (p. ex. à l'autorité de surveillance pour les activités de surveillance ou à des tiers qui veulent exécuter des travaux de fouille à proximité des lignes électriques). Ce défaut a poussé divers services à saisir des données de



manière autonome et à les publier (parfois en se contredisant mutuellement). Ces redondances et contradictions vont à l'encontre de l'art. 8, al. 2, de la loi fédérale sur la géoinformation (LGéo; RS 510.62), aux termes duquel les doublons sont à éviter lors de la saisie et de la mise à jour des géodonnées de base. Cet objectif n'est réalisable qu'au moyen d'un ensemble de données uniforme de qualité garantie.

L'art. 26a, al. 1, LIE, oblige les exploitants à documenter leurs installations électriques d'une tension nominale égale ou supérieure à 36 kV (niveaux de réseau 1 à 3) sous forme de données spatiales (géodonnées) et à les transmettre à l'OFEN. Les données d'exploitation des installations électriques ne doivent pas être relevées.

En vertu de l'al. 2, l'OFEN est chargé de réunir les géodonnées des exploitants pour constituer une vue d'ensemble des niveaux de réseau 1 à 3 du réseau électrique suisse et de la mettre à la disposition du public.

L'al. 3 permet au Conseil fédéral de soumettre également les installations des niveaux de réseau 4 à 7 à l'obligation d'établir une documentation. L'accès aux géodonnées des niveaux de réseau 4 à 7 n'est pas public. Le Conseil fédéral doit déterminer, au niveau de l'ordonnance, qui peut accéder à ces données. Il doit prévoir un accès en particulier pour les membres des organismes de planification de la Confédération, des cantons et des communes, pour les collaborateurs des entreprises gestionnaires de réseau et pour les personnes aujourd'hui déjà habilitées à faire valoir un droit de regard, par exemple pour des travaux de construction. Le Conseil fédéral a prévu cette possibilité afin de faciliter la coordination de la planification du réseau et une coordination territoriale efficace au cas où la vue d'ensemble des niveaux de réseau 1 à 3, accessible au public, devait ne pas suffire.

Délimitation par rapport à d'autres géodonnées de base de la Confédération

L'OGéo prévoit deux modèles de géodonnées minimaux qui règlent la représentation des installations électriques. Il s'agit du présent modèle de géodonnées ainsi que du modèle de géodonnées «Plans d'ouvrages, lignes électriques en câbles» (ID 92). Ces modèles reposant sur des bases légales distinctes, ils poursuivent des buts différents: le présent modèle vise à offrir une vue d'ensemble, accessible au public, du réseau électrique des niveaux 1 à 3. Le modèle «Plans d'ouvrages, lignes électriques en câbles» vise à fournir une information à caractère numérique sur les plans de lignes électriques en câbles en se fondant sur les géodonnées destinées aux tiers autorisés tels que les propriétaires fonciers notamment.

Plans d'ouvrages, lignes électriques en câbles (ID 92)

Les plans des ouvrages doivent impérativement contenir une documentation complète sur les lignes en câbles souterraines; il convient de prévenir les dommages causés par les travaux de fouille et d'éviter ainsi les atteintes à la sécurité de l'approvisionnement en électricité, mais également de protéger les personnes qui effectuent les travaux de fouille d'une éventuelle électrocution. Cette exigence de documentation est aussi inscrite dans la loi. L'art. 62, al. 1, OLEI, dispose que les exploitants doivent enregistrer le tracé et le genre de pose des lignes en câbles. Les lignes doivent pouvoir être repérées en tout temps et les documents concernant les lignes en câbles doivent être conservés jusqu'au moment de l'élimination des lignes. Les exploitants (propriétaires, fermiers, locataires, etc.) sont responsables des installations électriques (art. 20 LIE). Les lignes en câbles souterraines peuvent être directement enfouies, être entourées de gaines de protection, être posées dans des tunnels et des galeries, voire dans l'eau.



Sur demande, les exploitants sont tenus d'indiquer à des tiers autorisés la situation et le genre de pose de leurs lignes en câbles (art. 62, al. 3, OLEI). Le contenu, la structure et la représentation des informations sur les réseaux sous forme de plans d'ouvrages qui doivent être fournis sur demande n'étaient pas définis jusqu'à présent. Les tiers autorisés recevaient principalement des cartes imprimées sur papier dont le degré de spécification et la représentation différaient selon l'exploitant. L'OFEN, l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI) ainsi que le corps de sapeurs-pompiers local (art. 137 OLEI) font notamment partie des tiers autorisés.

Le modèle de géodonnées minimal «Plans d'ouvrages, lignes électriques en câbles» (ID 92) est un modèle de données pour la fourniture des données. Il définit l'étendue minimale des informations dont les exploitants doivent disposer sur leurs lignes électriques en câbles et qu'ils doivent transmettre à qui de droit dans le cadre de l'information sur les plans.

Liens

Le modèle de données conceptuel textuel est publié comme fichier INTERLIS dans le registre des modèles de données de l'infrastructure des géodonnées de la Confédération.

Modèle de données: <http://models.geo.admin.ch/>



3. Bases pour la modélisation

Base légale et son interprétation pour la modélisation

La loi sur les installations électriques (LIE¹, RS 734.0) constitue la base légale spécifique du présent modèle de géodonnées minimal. S'appuyant sur la LIE, la Communauté d'informations spécialisées (FIG) arrête les décisions suivantes, qui sont déterminantes pour la modélisation:

Degré de spécification pour la géométrie

Pour coordonner les projets de construction de lignes électriques à tous les niveaux de réseau et mener des réflexions stratégiques concernant le développement du réseau, il est nécessaire de connaître le réseau existant. Dans le cadre de la coordination territoriale liée à des procédures de plan sectoriel notamment, il est prévu que la planification de réseau effectuée par la société nationale du réseau de transport soit coordonnée, à un stade précoce, avec les planifications cantonales dans le cadre d'une planification régionale réalisée à l'échelle supralocale. Cette démarche comprend deux étapes. Il s'agit, dans un premier temps, de délimiter la zone de planification avec le concours de tous les intéressés, en particulier des cantons concernés. Au cours d'une deuxième étape, le requérant élabore des variantes pour le corridor de planification, dans la zone de planification fixée par le Conseil fédéral, et les remet à l'OFEN). Il est impératif de connaître le réseau existant dans le cadre de ces considérations portant sur l'aménagement du territoire. Un grand degré d'abstraction, à savoir un degré de spécification géométrique peu élevé, est suffisant en l'occurrence. La représentation du réseau électrique aux niveaux 1 à 3 au moyen de lignes pour marquer les lignes électriques, de points pour signaler les pylônes et de surfaces pour désigner les installations (les sous-stations, par exemple) semble être une approche judicieuse. Dans le cadre de la procédure du plan sectoriel dont la perspective se situe au plus haut niveau, une telle représentation permet de tenir compte des intérêts de protection concernés et des autres infrastructures. La délimitation des zones dans le cadre de la mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 est possible avec le degré de spécification des données proposé.

Degré de spécification pour les informations sans référence spatiale

Des informations sans référence spatiale sont également nécessaires pour mener à bien la coordination territoriale. Il faut, en effet, connaître les données suivantes: le type d'objet géométrique, le(s) niveau(x) de tension sur le tracé, le(s) genre(s) de pose des lignes électriques, le type de pylône (liste prescrite, par exemple pylône porteur), le propriétaire (interlocuteur à contacter en cas de questions durant la planification) ainsi que l'état d'exploitation de la ligne (en service, hors service, etc.). La coordination territoriale étant effectuée sous un angle supralocal ou régional, une représentation du réseau électrique en deux dimensions suffit. Pour utiliser ces données à d'autres fins, par exemple dans le cadre de l'élaboration de stratégies de développement du réseau ou dans le cadre de projets de recherche, il est possible de modéliser la surface ou l'espace concernés (2,5 D) sur la base des données relatives aux niveaux de tension. Il doit, par ailleurs, aussi être possible d'indiquer la hauteur des pylônes à titre facultatif.

¹ <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19020010/index.html>



Actualité des données

Les exploitants procèdent à de grands investissements pour développer le réseau électrique. Il est donc très important que la planification des projets touchant à l'aménagement du territoire puisse se baser sur des données actualisées et ainsi être fiable. Les changements apportés aux infrastructures devraient se refléter dans les données dans les meilleurs délais afin que la vue d'ensemble du réseau électrique ne contienne pas de données obsolètes. Les changements apportés à un projet de construction devraient être communiqués dans les six mois suivant l'achèvement du projet. L'OFEN met à disposition un système d'agrégation, qui regroupe et publie toutes les données à un rythme régulier. Par ailleurs, l'OFEN surveille les sources de données de sorte à pouvoir repérer les exploitants qui n'ont pas fourni de données dans les douze mois précédents. En effet, chaque exploitant doit fournir les données le concernant à un rythme annuel, même si celles-ci n'ont pas changé, afin que l'OFEN sache qu'elles sont encore valables. Ce système permet aussi aux exploitants d'avoir des données très actuelles dans la vue d'ensemble, celles-ci datant de moins d'un an. Pour assurer une grande fiabilité lors de la livraison des données conformes au modèle, l'OFEN recommande aux exploitants d'automatiser la livraison des données ou du moins leur exportation à partir des systèmes de production des données.

Installations provisoires

Le modèle de données ne fait pas la distinction entre les installations provisoires et les installations définitives. Il incombe à l'exploitant de décider s'il veut saisir les données relatives aux installations provisoires dans sa base de données productive et les fournir pour la vue d'ensemble. La FIG recommande d'y faire figurer les installations provisoires.

Réflexions menant à la décision de renoncer à appliquer la norme SIA 450

La norme SIA 405 (cf. <http://www.sia.ch/405>) définit les exigences minimales posées à la documentation des conduites et des installations situées sur des terrains privés ou publics à l'aide de géodonnées. Elle contient le modèle de géodonnées «LKMap» conçu pour la représentation qui permet d'élaborer le cadastre des conduites à partir des données très variées issues de l'ensemble des modèles spécialisés (informations des conduites de réseaux) des différents fluides. «LKMap», qui est un modèle générique, peut servir à représenter les caractéristiques de chaque fluide. Le recours à ce modèle dans le cas présent aurait cependant présenté des inconvénients de taille:

- La plupart des informations concernant les installations électriques auraient dû figurer dans le «BAG OF CHARACTERISTIQUES» générique et n'auraient donc pas été modélisées. Il n'aurait alors pas été possible de vérifier de façon automatisée si les données sont conformes au modèle. La cohérence des données n'aurait pas pu être garantie. Cette lacune en matière de qualité des données aurait constitué un obstacle à leur utilisation.
- L'impossibilité de vérifier la conformité des données au modèle aurait entraîné une surcharge de travail pour mettre en place un système automatisé d'agrégation et de publication des données. Il n'aurait pas été possible de procéder à l'agrégation journalière des données. L'actualisation des données, qui est une autre caractéristique de qualité, aurait été entravée.
- L'utilisation des données dans le «BAG OF CHARACTERISTIQUES» n'est pas facile et complique inutilement la tâche des utilisateurs des données.

Par conséquent, la FIG a décidé de ne pas appliquer la norme SIA 405.



4. Description du modèle

Description sémantique

Les installations électriques sont tous les composants d'un réseau électrique servant au transport d'électricité à une tension nominale de plus de 36 kV. Chaque installation électrique doit pouvoir être identifiée, appartient à un propriétaire, affiche une précision planimétrique (cf. tableau 2) et fait partie soit du réseau électrique servant à approvisionner le consommateur final (électricité domestique) soit du réseau des lignes de transport de l'électricité de traction pour les chemins de fer (cf. tableau 3). Si l'installation n'appartient pas dans sa totalité à un seul propriétaire, il faut le mentionner. En outre, la description devrait être formulée de façon à ce que l'utilisateur du modèle comprenne facilement de quelle sorte d'installation électrique il s'agit. L'installation électrique abstraite est spécifiée par les composants suivants: pylône, ligne électrique et station.

Un **pylône** est le support en forme de point du conducteur électrique ou du câble. Il existe différents types de pylônes (cf. tableau 4). Par ailleurs, la hauteur du pylône peut être indiquée; elle représente la distance entre le sol et le sommet du pylône.

Une **ligne électrique** est représentée par un tronçon de ligne électrique aérien ou souterrain d'un conducteur électrique ou d'un câble sous forme de ligne. La géométrie de la ligne documente la planimétrie précise du parcours que suit le conducteur électrique au cas où cette précision existe. Si le conducteur n'est pas enregistré de manière planimétriquement précise, il faut reprendre l'information géographique du tracé. Il existe différents types de lignes électriques (cf. tableau 5). Chaque ligne est exploitée avec un niveau de tension et une fréquence définis (cf. tableaux 6 et 9) et possède un état d'exploitation défini (cf. tableau 7), qui indique si une ligne est en principe exploitée à long terme ou non. Si la ligne électrique est exploitée avec une tension qui n'est pas prédéfinie, cette information est aussi documentée.

Une **station** est un nœud dans le réseau électrique, où de l'énergie électrique est produite, où la fréquence est modifiée, où l'énergie électrique est distribuée, où le moyen de transport ou sa tension est modifiée, et où la tension est modifiée. Il existe différents types de stations (cf. tableau 8). La station est représentée sous forme de point géométrique qui couvre sa surface réelle. L'étendue que représente cette surface dans le jeu de géodonnées de référence «modèle topographique du paysage (mensurations nationales)» peut être insérée au moyen du point géométrique.



5. Structure du modèle: modèle de données conceptuel

Diagramme de classes UML sur le thème «InstallationsElectriques»

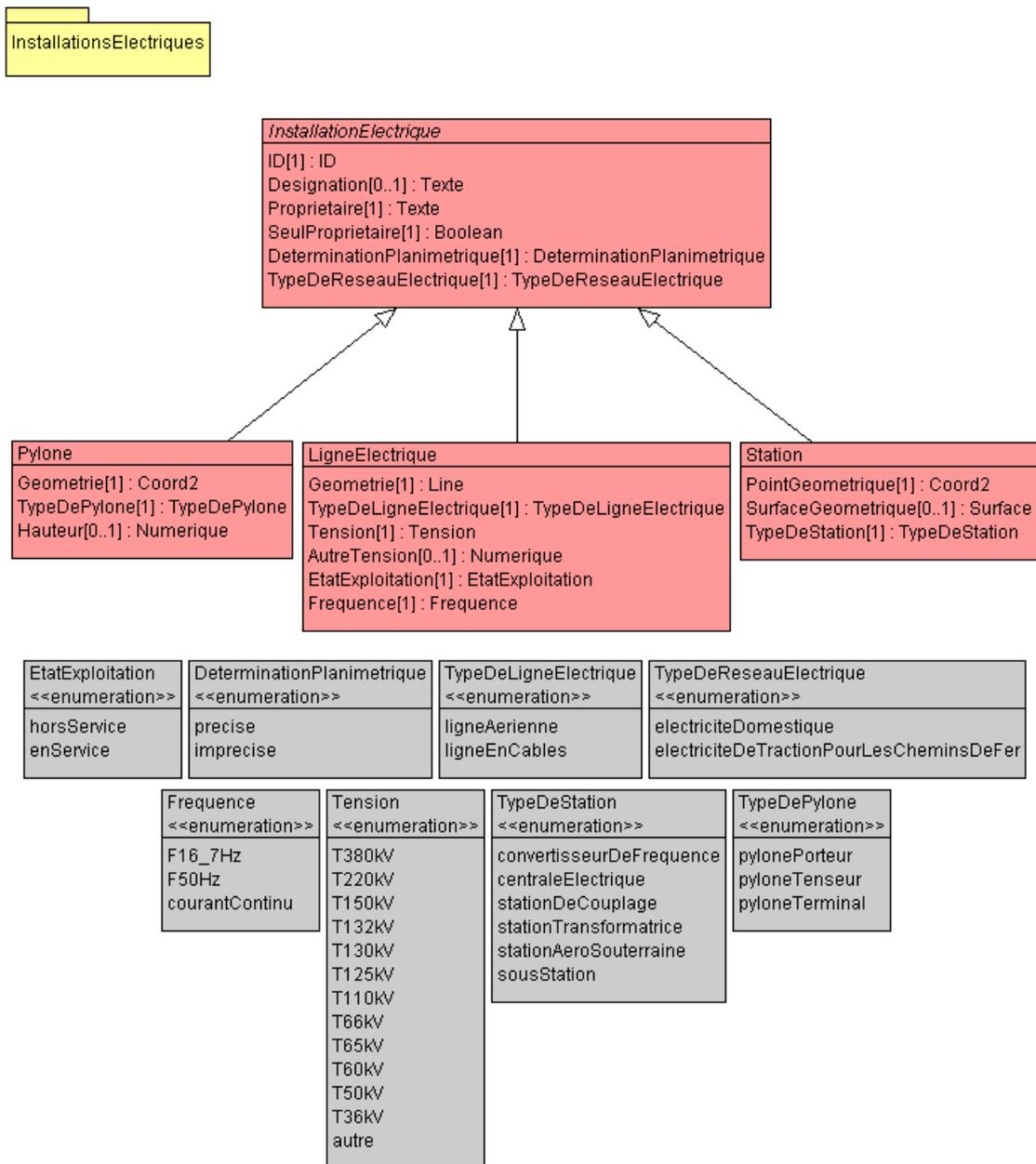


Illustration 2: Diagramme de classes UML sur le thème «InstallationsElectriques»



Catalogue des objets

Tableau 1: Catalogue des objets

Classe «InstallationElectrique»			
Nom de l'attribut	Cardinalité²	Type de données	Description
ID	1	Chaîne de caractères	Identification technique que le propriétaire gère dans son système.
Designation	0..1	Chaîne de caractères	Désignation de l'installation électrique permettant à l'exploitant de l'ouvrage d'identifier les installations en cas de questions. Exemple pour une ligne électrique: «L12345678 Oberdorf – Niederdorf». Exemple pour une station: «Hinterdorf». Dans le cas d'un pylône, le numéro de pylône est indiqué.
Proprietaire	1	Chaîne de caractères	Désignation du propriétaire de l'installation électrique. Interlocuteur à contacter en cas de questions durant la planification.
SeulProprietaire	1	Booléen	Indication permettant de savoir si le propriétaire possède l'entier de l'installation.
PrecisionPlanimetrique	1	Domaine de valeur: PrecisionPlanimetrique	Précision d'un objet. cf. tableau 2
TypeDeReseauElectrique	1	Domaine de valeur: TypeDeReseauElectrique	Type de réseau électrique. cf. tableau 3
Classe «Pylone»: cette classe est une spécialisation de «InstallationElectrique»			
Nom de l'attribut	Cardinalité	Type de données	Description
Geometrie	1	Coordonnée: CoordNat	Coordonnées 2D
TypeDePylone	1	Domaine de valeur: TypeDePylone	Type de pylône. cf. tableau 4
Hauteur	0..1	Numérique	Hauteur du sommet du pylône calculée à partir du sol, en mètres
Classe «LigneElectrique»: cette classe est une spécialisation de «InstallationElectrique»			
Nom de l'attribut	Cardinalité	Type de données	Description
Geometrie	1	Polyligne	Polyligne ouverte, points d'appui en coordonnées nationales 2D, deux décimales
TypeDeLigneElectrique	1	Domaine de valeur: TypeDeLigneElectrique	Type de tracé. cf. tableau 5

² 1 = obligatoire. 0..1 = en option.



Tension	1	Domaine de valeur: Tension	cf. tableau 6
AutreTension	0..1	Numérique	Si une autre tension est utilisée, il faut indiquer ici la tension correcte en kilovolts (kV). De 0.00 à 999.99
EtatExploitation	1	Domaine de valeur: EtatExploitation	État d'exploitation et de planification à long terme. cf. tableau 7
Frequence		Domaine de valeur: Frequence	cf. tableau 9

Classe «Station»: cette classe est une spécialisation de «InstallationElectrique»

Nom de l'attribut	Cardinalité	Type de données	Description
PointGeometrique	1	Coordonnée: CoordNat	Coordonnées 2D
SurfaceGeometrique	0..1	Surface	Surface 2D du périmètre concerné, peut être déduit de swissTLM3D.
TypeDeStation	1	Domaine de valeur: TypeDeStation	cf. tableau 8

Tableau 2: Définition de la précision planimétrique

Type	Définition
precise	Erreur moyenne: ± 10 cm, tolérance: ± 30 cm
imprecise	La définition de «précise» n'est pas remplie.

Tableau 3: Définitions des types de réseau

Type	Définition
electriciteDomestique	Réseau électrique servant à approvisionner le consommateur final.
electriciteDeTractionPourLesCheminsDeFer	Réseau des lignes de transport de l'électricité de traction pour les chemins de fer.

Tableau 4: Définitions des types de pylônes

Type	Définition
pylonePorteur	Pylône d'une ligne aérienne qui supporte uniquement le poids du câble et maintient la ligne électrique à la bonne hauteur. Désigne également les pylônes porteurs d'angle, qui modifient la direction de la ligne.
pyloneTenseur	Pylône d'une ligne aérienne qui, en cas de modification de la direction de la ligne, supporte le poids du câble et les contraintes supplémentaires (p. ex. latérales).



pyloneTerminal	Pylône d'une ligne aérienne à partir duquel celle-ci est généralement transférée dans une ligne souterraine ou dans un transformateur installé sur un pylône.
----------------	---

Tableau 5: Définitions des types de lignes électriques

Type	Définition
ligneAerienne	Ligne électrique suspendue, installée en plein air.
ligneEnCables	Ligne électrique enfouie, le plus souvent souterraine.

Tableau 6: Définitions des niveaux de tension

Tension	Définition
T380kV	Ligne électrique présentant une tension de 380 kV.
T220 kV	Ligne électrique présentant une tension de 220 kV.
T150kV	Ligne électrique présentant une tension de 150 kV.
T132kV	Ligne électrique présentant une tension de 132 kV.
T130kV	Ligne électrique présentant une tension de 130 kV.
T125kV	Ligne électrique présentant une tension de 125 kV.
T110kV	Ligne électrique présentant une tension de 110 kV.
T66kV	Ligne électrique présentant une tension de 66 kV.
T65kV	Ligne électrique présentant une tension de 65 kV.
T60kV	Ligne électrique présentant une tension de 60 kV.
T50kV	Ligne électrique présentant une tension de 50 kV.
T36kV	Ligne électrique présentant une tension de 36 kV.
autre	Pour les cas où la tension utilisée n'est pas répertoriée dans cette liste. La tension effective est documentée dans l'attribut «Autre_tension».

Tableau 7: Définitions de l'état d'exploitation

État d'exploitation	Définition
horsService	La ligne électrique est hors service. Est également employé pour les lignes désaffectées. En outre, des lignes en cours de construction peuvent déjà être transmises avec ce statut.
enService	La ligne électrique est exploitée normalement.



Tableau 8: Définitions des types de stations

Type de station	Définition
convertisseurDeFrequence	Installation électrique servant à convertir l'électricité domestique (50 Hertz) en électricité de traction pour les chemins de fer (16.7 Hertz) ou à la convertir à une autre fréquence (p. ex. zéro Hertz), ou vice versa.
centraleElectrique	Installation qui produit de l'électricité.
stationDeCouplage	Station disposant d'un poste de couplage.
stationTransformatrice	Interconnexion entre différents niveaux de moyenne tension avant la distribution régionale.
stationAeroSouterraine	Interconnexion entre une ligne aérienne et une ligne en câbles.
sousStation	Installation reliant deux niveaux de tension différents: soit la très haute tension à la haute tension, soit la haute tension à la moyenne tension.

Tableau 9: Définition du domaine de valeurs Fréquence

Valeur	Définition
F16_7Hz	Fréquence de 16,7 Hz, courant de traction
F50Hz	Fréquence de 50 Hz, électricité domestique
courantContinu	Courant continu



6. Préparation des données conforme au modèle dans des cas particuliers: remarques

Lignes appartenant à différents propriétaires sur un même pylône

En principe, chaque exploitant transmet uniquement les données de ses propres installations électriques, y compris celles dont il n'est que partiellement propriétaire. Si un pylône appartient à deux exploitants, tous deux livrent les données concernant ce pylône.

Lignes saisies de manière planimétriquement imprécise et tracé comprenant plusieurs lignes électriques et niveaux de tension

Dans cet exemple, l'exploitant saisit, dans son système de production des données, uniquement le tracé sous forme de ligne géométrique. Il saisit chaque ligne électrique (conducteur électrique), mais pas sous la forme géométrique donnant la précision planimétrique. Un de ses tronçons comprend deux lignes parallèles qui présentent un niveau de tension différent (cf. illustration 3).

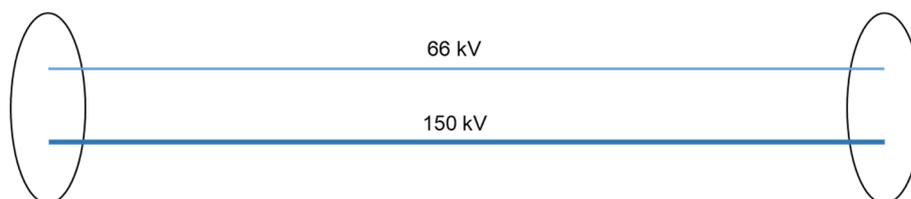


Illustration 3: Représentation schématique d'un tracé comprenant deux lignes électriques, l'une ayant une tension de 66 kV et l'autre de 150 kV.

Selon la description sémantique du modèle de données pour le transfert, une ligne électrique est représentée par un tronçon de ligne électrique ou une ligne électrique ayant la même tension. Dans cet exemple, un exploitant ne détient pas les données géométriques planimétriquement précises concernant les différentes lignes. Il reprend donc pour chaque ligne l'information géométrique du tracé dont elle fait partie.

Par conséquent, l'exploitant fournit pour ce tronçon deux tronçons de ligne électrique sous forme de ligne avec la même géométrie du tracé, une fois avec une tension de 66 kV et une fois une tension de 150 kV (cf. illustration 4).



Illustration 4: Représentation selon le modèle de représentation des données conformes au modèle de deux lignes électriques du même tracé, mais ayant une tension différente.

Phases réparties sur différentes lignes électriques

Sur un tronçon, l'exploitant a réparti les phases sur différents conducteurs électriques et différents pylônes. Pour représenter cela correctement selon le présent modèle de géodonnées, il fournit le



parcours que suivent chacune de ces lignes électriques ainsi que chacun de ces pylônes. Il décrit en outre la phase sous forme de texte dans la désignation de la ligne électrique.

7. Modèle de représentation

Classe «Pylone»

Les objets figurant dans la classe «Pylone» sont symbolisés en fonction de l'attribut «TypeDePylone» (cf. tableau 10). De plus, les symboles sont représentés en fonction de l'échelle de référence (cf. tableau 11).

Tableau 10: Définitions des symboles relatifs aux objets figurant dans la classe «Pylone»

Valeur de l'attribut «TypeDePylone»	Symbole	Caractéristiques du symbole
pylonePorteur		1 ^{er} niveau: cercle de taille 3 points, noir 2 ^e niveau: cercle de taille 6 points, remplissage blanc, bordure noire 1 point
pyloneTenseur pyloneTerminal		1 ^{er} niveau: croix de taille 6 points, noire 2 ^e niveau: cercle de taille 6 points, remplissage blanc, bordure noire 1 point

Tableau 11: Échelle de référence pour les objets figurant dans la classe «Pylone»

À représenter à une échelle comprise dans cette fourchette
de 1:1 à 1:50 000

Classe «LigneElectrique»

Les objets figurant dans la classe «LigneElectrique» sont symbolisés en fonction de l'attribut «TypeDeLigneElectrique» (cf. tableau 12). La couleur et l'épaisseur du trait sont déterminées par les attributs «TypeDeReseauElectrique» et «Tension» (cf. tableau 13). Seules sont représentées les lignes affichant le statut d'exploitation «enService».

Tableau 12: Définitions des symboles relatifs aux objets figurant dans la classe «LigneElectrique»

Valeur de l'attribut «TypeDeLigneElectrique»	Définition du symbole
ligneAerienne	



ligneEnCables

5 points en couleur, 5 points sans couleur

Tableau 13: Définitions des couleurs des objets figurant dans la classe «LigneElectrique»

Valeur de l'attribut «TypeDeReseauElectrique»	Valeur de l'attribut «Tension»	Définition du symbole
electriciteDomestique	T380kV	 RVB 231, 41, 138 Épaisseur du trait: 4 points
electriciteDomestique	T220kV	 RVB 27, 158, 119 Épaisseur du trait: 3 points
electriciteDomestique	T150kV T130kV T132kV T125kV T110kV	 RVB 117, 112, 179 Épaisseur du trait: 2 points
electriciteDomestique	T66kV T65kV T60kV T50kV T36kV autre	 RVB 102, 166, 30 Épaisseur du trait: 1.5 points
electriciteDeTractionPourLesCheminsDeFer	T132kV	 RVB 217, 95, 2 Épaisseur du trait: 2 points
electriciteDeTractionPourLesCheminsDeFer	T66kV autre	 RVB 230, 171, 2 Épaisseur du trait: 2 points

Classe «Station»

Les objets figurant dans la classe «Station» sont toujours représentés par un point géométrique et, dans la plupart des cas, par une surface géométrique également. Leur représentation dépend de l'échelle de référence (cf. tableau 14). Les surfaces sont toutes symbolisées de la même manière (cf. tableau 15). Le symbole utilisé pour le point diffère en fonction du type de station (cf. tableau 16).



Tableau 14: Représentation des objets figurant dans la classe «Station» en fonction de l'échelle de référence

Fourchette pour l'échelle de référence	Élément géométrique à représenter
de 1:1 à 1:25 000	Point et surface (si disponible)
de 1:25 001 à ∞	point

Tableau 15: Définition du symbole pour la surface géométrique relative aux objets figurant dans la classe «Station»

Définition du symbole	
	Cadre noir, 1 point Remplissage RVB 225, 225, 225

Tableau 16: Définition des symboles relatifs aux objets de la classe «Station»

Fourchette pour l'échelle de référence	Valeur de l'attribut «TypeDeStation»	Symbole	Caractéristiques du symbole
de 1:1 à 1:100 000	centraleElectrique stationDeCouplage stationTransformatrice sousStation		Carré de taille 5 points, couleur de remplissage 225, 225, 225, bordure noire 1 point
de 1:1 à 1:100 000	convertisseurDeFrequence stationAeroSouterraine		1 ^{er} niveau: carré de taille 5 points, couleur de remplissage 225, 225, 225, bordure noire 1 point 2 ^e niveau: cercle de taille 2 points, noir
de 1:100 001 à ∞	centraleElectrique stationDeCouplage stationTransformatrice sousStation		Carré de taille 9 points, couleur de remplissage 225, 225, 225, bordure noire 1 point
de 1:100 001 à ∞	convertisseurDeFrequence stationAeroSouterraine		1 ^{er} niveau: carré de taille 9 points, couleur de remplissage 225, 225, 225, bordure noire 1 point 2 ^e niveau: cercle de taille 4 points, noir



Exemple de représentation

Les illustrations 5 et 6 sont des exemples de représentations réalisées selon le modèle de représentation ci-avant. La représentation dépend de l'échelle de référence.

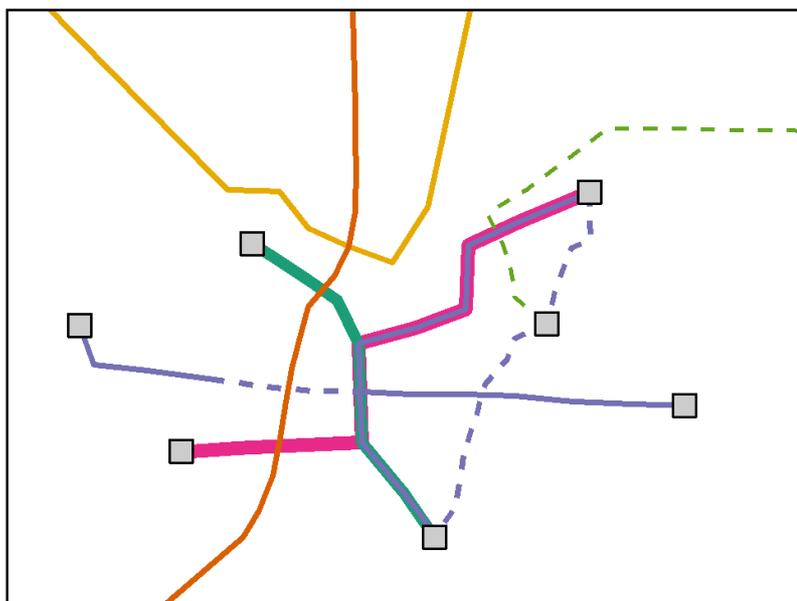


Illustration 5: Exemple de représentation à l'échelle 1:26 000. Les stations sont représentées par des points.

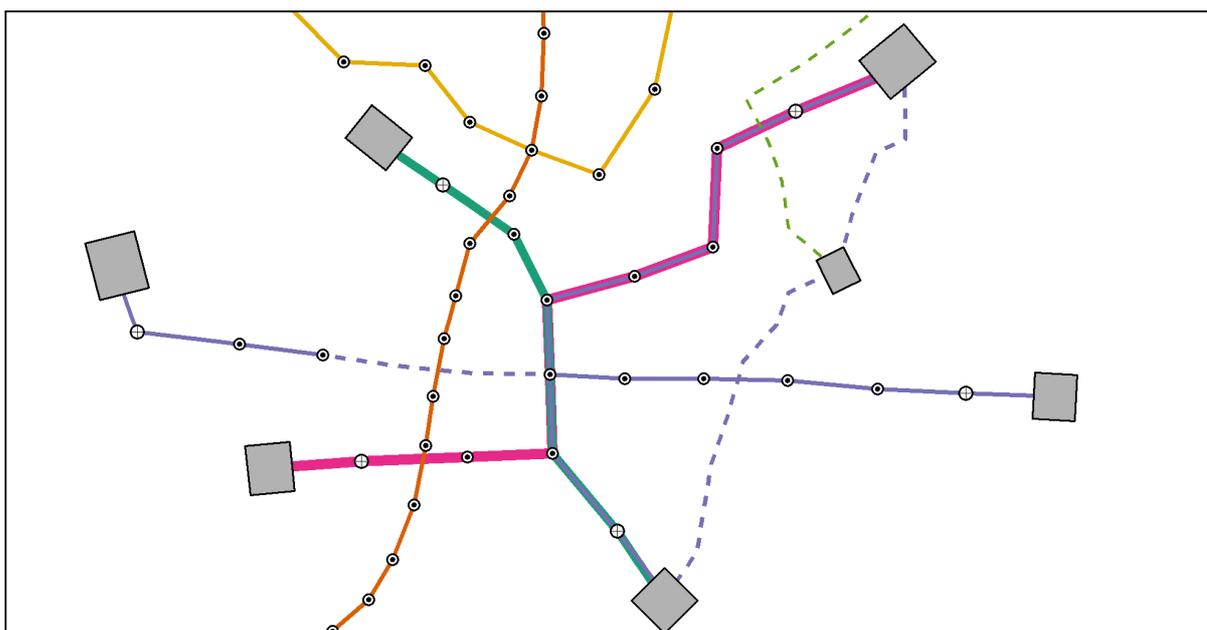


Illustration 6: Exemple de représentation à l'échelle 1:12 000. Les stations sont représentées par des surfaces tenant compte de leur étendue réelle. Les pylônes sont aussi visibles.



Annexe A: Glossaire

Tableau 17: Glossaire

Terme	Explication
Géodonnées	Données à référence spatiale qui décrivent l'étendue et les propriétés d'espaces et d'objets donnés à un moment donné, en particulier la position, la nature, l'utilisation et le statut juridique de ces éléments.
Géodonnées de base	Géodonnées qui se fondent sur un acte législatif fédéral, cantonal ou communal.
Informations concernant le réseau	Ensemble des données relatives au fluide électricité transporté pour un réseau de distribution donné, requises par l'exploitant pour le fonctionnement et l'entretien de son réseau de lignes.
INTERLIS	Langage de description de données et format de transfert de géodonnées indépendants d'une plate-forme. INTERLIS permet de modéliser avec précision des modèles de données.
Modèle de géodonnées minimal	Représentation de la réalité définissant la structure et le contenu de géodonnées indépendamment de tout système et limitée à des contenus jugés nécessaires et primordiaux du point de vue de la Confédération ou, le cas échéant, des cantons.
Norme SIA 405	La norme SIA 405 s'applique à l'échange et la publication des données d'informations du réseau et du cadastre des conduites. Cf. https://www.sia.ch/405 .
Station	Installation (poste de transformation, cabine de distribution, consommateurs d'électricité haute tension, etc.) à haute et moyenne tension.
Support	Correspond à un pylône et guide des systèmes électriques aériens.
UML	Unified Modeling Language. Langage de modélisation graphique servant à définir des modèles de données orientés objets.

Annexe B: Indication des sources

- Image de couverture: Martin Hertach, photographie prise le 4 novembre 2020



Annexe C: Fichier modèle INTERLIS

Remarque

Le modèle de géodonnées minimal «Installations électriques d'une tension nominale supérieure à 36 kV» (InstallationsElectriquesTensionNominaleSuperieureA36kV_V1.ili) peut être téléchargé sur le site du registre des modèles de la Confédération: <https://models.geo.admin.ch/BFE/>

InstallationsElectriquesTensionNominaleSuperieureA36kV_V1.ili

```
INTERLIS 2.3;

/** Modèle de géodonnées minimal "Installations électriques d'une tension nominale
supérieure à 36 kV"
 * Jeu de géodonnées de base No. 219
 */

!!@ technicalContact=mailto:geoinformation@bfe.admin.ch
!!@ furtherInformation=https://www.bfe.admin.ch/geoinformation
!!@ IDGeoIV=219.1

MODEL InstallationsElectriquesTensionNominaleSuperieureA36kV_V1 (fr)
AT "https://models.geo.admin.ch/BFE"
VERSION "2021-03-31"
TRANSLATION OF ElektrischeAnlagenNennspannungUeber36kV V1 ["2021-03-31"] =
  IMPORTS GeometryCHLV95_V1;

DOMAIN

  EtatExploitation = (
    horsService,
    enService
  );

  Frequence = (
    F16 7Hz,
    F50Hz,
    courantContinu
  );

  ID = TEXT*100;

  DeterminationPlanimetrique = (
    precise,
    imprecise
  );

  TypeDeLigneElectrique = (
    ligneAerienne,
    ligneEnCables
  );

  TypeDePylone = (
    pylonePorteur,
    pyloneTenseur,
    pyloneTerminal
  );

  Numerique = 0 .. 9999;

  Tension = (
    T380kV,
    T220kV,
    T150kV,
    T132kV,
    T130kV,
    T125kV,
    T110kV,
    T66kV,
```



```
T65kV,
T60kV,
T50kV,
T36kV,
autre
);

TypeDeStation = (
  convertisseurDeFrequence,
  centraleElectrique,
  stationDeCouplage,
  stationTransformatrice,
  stationAeroSouterraine,
  sousStation
);

TypeDeReseauElectrique = (
  electriciteDomestique,
  electriciteDeTractionPourLesCheminsDeFer
);

Texte = TEXT*500;

TOPIC InstallationsElectriques =

CLASS InstallationElectrique (ABSTRACT) =
  ID : MANDATORY ID;
  Designation : Texte;
  Proprietaire : MANDATORY Texte;
  SeulProprietaire : MANDATORY BOOLEAN;
  DeterminationPlanimetrique : MANDATORY DeterminationPlanimetrique;
  TypeDeReseauElectrique : MANDATORY TypeDeReseauElectrique;
END InstallationElectrique;

CLASS LigneElectrique
EXTENDS InstallationElectrique =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95 V1.Line;
  TypeDeLigneElectrique : MANDATORY TypeDeLigneElectrique;
  Tension : MANDATORY Tension;
  AutreTension : Numerique;
  EtatExploitation : MANDATORY EtatExploitation;
  Frequence : MANDATORY Frequence;
  MANDATORY CONSTRAINT NOT (Tension == #autre) OR DEFINED (AutreTension);
END LigneElectrique;

CLASS Pylone
EXTENDS InstallationElectrique =
  Geometrie : MANDATORY GeometryCHLV95 V1.Coord2;
  TypeDePylone : MANDATORY TypeDePylone;
  Hauteur : Numerique;
END Pylone;

CLASS Station
EXTENDS InstallationElectrique =
  PointGeometrique : MANDATORY GeometryCHLV95 V1.Coord2;
  SurfaceGeometrique : GeometryCHLV95_V1.Surface;
  TypeDeStation : MANDATORY TypeDeStation;
END Station;

END InstallationsElectriques;

END InstallationsElectriquesTensionNominaleSuperieureA36kV_V1.
```