



HAL
open science

Modélisation de connaissances spécifiques : information spatiale

Bénédicte Bucher, Nathalie Abadie, Ghislain Auguste Ateazing

► To cite this version:

Bénédicte Bucher, Nathalie Abadie, Ghislain Auguste Ateazing. Modélisation de connaissances spécifiques : information spatiale. [Rapport de recherche] Livrable 2.3, Institut National de l'Information Géographique et Forestière; Eurecom, Telecom ParisTech. 2013. hal-02423633

HAL Id: hal-02423633

<https://hal.science/hal-02423633>

Submitted on 24 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



PROJET DATA LIFT, ANR-10-CORD-009

FROM RAW PUBLISHED DATA TO INTERLINKED SEMANTIC DATA

RAPPORT DE RECHERCHE

Modélisation de connaissances spécifiques : information spatiale

WP2, T. 2.3

Auteurs : Bénédicte Bucher, Nathalie Abadie, Ghislain Auguste Atemezing
Relecteur : Gabriel Kepeklian
Date : 19 décembre 2013
Référence : DataLift_WP2_D2.3
Version : 1
Destination : tout public
Historique : v0 du 12 juin 2013

Préambule

Le projet DataLift porte sur la publication de données sur le Web sémantique, incluant le choix des bons vocabulaires et la construction d'interconnexions avec les données du Web. Il accorde un traitement particulier à l'information géographique, qui fait l'objet de ce livrable. Une spécificité des données géographiques est de comporter des caractéristiques spatiales d'un phénomène, caractéristiques permettant de raisonner sur des propriétés du phénomène (forme et dynamique) pris isolément ou en relation avec un environnement et d'autres phénomènes avec lequel il peut être corrélé. Ces caractéristiques spatiales doivent jouer un rôle important dans le croisement d'informations pour consolider ces informations, les explorer et éventuellement créer de la nouvelle connaissance. Les spécificités des données géographiques qui vont impacter leur traitement dans DataLift -usage de critères spatiaux pour l'interconnexion, création d'une représentation cartographique- sont multiples. Nous les détaillons en décrivant également comment elles sont traitées à ce stade du projet DataLift.

Table des matières

1. Les différents modèles employés pour représenter des caractéristiques spatiales	3
1.1 Notions clés : objets, champs continus, zonages, échelle et niveau de détail	3
1.2 Localisation directe, systèmes de référence terrestre	5
1.3 La localisation indirecte	9
1.4 Les implémentations orienté raster et les implémentations orienté vecteur	9
2. Ressources existantes utiles à la description d'une localisation sur le Web des données.....	11
2.1 Approches ontologiques pour formaliser l'information géographique	11
2.2 La localisation directe	12
2.3 La localisation indirecte	14
2.4 La représentation de relations spatiales	15
2.5 La description topographique d'un territoire	15
3. Ressources proposées dans le cadre de DataLift pour la publication sur le Web d'information localisée.....	15
3.1 Ressources dédiées à la localisation directe.....	15
3.2 Vocabulaire pour la description topographique d'un territoire	21
3.3 Politique d'URI	21
Annexe : INSPIRE et les infrastructures de données géographiques (SDI)	24
Annexe : vocabulaires existants pour décrire la géométrie de façon structurée.....	25
Annexe 2 : Ontologie Geofla :	30

1. Les différents modèles employés pour représenter des caractéristiques spatiales

1.1 Notions clés : objets, champs continus, zonages, échelle et niveau de détail

Certains phénomènes (comme une route) sont caractérisés naturellement par la description de formes : les frontières et éléments de structure de l'objet. Ils se prêtent bien à une représentation dite par **objet** où une information de forme de l'objet est exprimée par des *géométries explicites* (par exemple un point,

une ligne, une surface) qui servent de caractérisation spatiale de cet objet. Le lien entre l'objet et la géométrie s'appelle souvent `Geom_property` ou un autre nom aussi peu explicite quant au type de propriété de forme concerné. Cela peut poser problème lors de l'interconnexion pour savoir si les géométries sont comparables. Par exemple, les coordonnées (x,y) associées à un service public pourraient aussi bien décrire la position du bâtiment qui héberge le service (centroïde du polygone correspondant à l'empreinte au sol des murs du bâtiment) ou alors ces coordonnées pourraient aussi correspondre au point adresse sur le réseau routier. On rencontre fréquemment des descriptions de phénomènes comprenant des coordonnées mais dans lesquelles ces coordonnées ne correspondent pas à une propriété de forme du phénomène décrit mais plutôt à une forme d'un objet lié (le bâtiment qui héberge, la zone de juridiction, etc.). Pour traiter ces deux problèmes d'ambiguïté sur la nature de la géométrie, **nous proposons un vocabulaire riche pour la relation `hasGeometry`** qui permette de préciser le sens entre un phénomène et des coordonnées. Par ailleurs, la forme peut être floue (contour d'une montagne par exemple). Il est utile de préciser cette caractéristique au niveau de la description en effet cela peut influencer sur le seuil utilisé quand on compare les géométries d'objets. Si la forme est floue il sera tout fait possible d'interconnecter deux objets identifiés comme similaires alors que leurs coordonnées sont éloignées.

D'autres phénomènes n'ont pas de forme naturelle mais une valeur spécifique en chaque point de l'espace, comme l'altitude ou la température. Ils sont de type **champ continu** et leur représentation se fait généralement en mesurant les valeurs en des points particuliers (échantillonnage) et en proposant une méthode d'interpolation de la valeur en tout point à partir de cet échantillonnage. De tels phénomènes n'ont pas été abordés dans le cadre du projet DataLift.

D'autres phénomènes encore, comme la population d'un pays, se caractérisent par le fait qu'ils sont des **agrégats d'objets ayant des caractéristiques spatiales. Ils se caractérisent en introduisant des zones support à la caractérisation spatiale.** Cela consiste par exemple à caractériser la population en la décrivant selon le filtre des communes ou des îlots IRIS. Ces représentations sont très répandues dans le domaine des phénomènes socio-économiques. Leur construction met en œuvre des méthodes de statistique spatiale comme celles mises en œuvre par l'INSEE pour décrire la société et l'économie française (voir : Floch 2012, "Détection des disparités socio-économiques, l'apport de la statistique spatiale", [publications-et-services/docs_doc_travail/H2012-04.pdf](https://publications-et-services/docs/doc_travail/H2012-04.pdf)).

Au-delà de caractéristiques intrinsèques de phénomènes conduisant à les représenter mentalement plutôt comme des objets ayant des frontières ou comme des champs continus ayant des variations dans l'espace, la modélisation d'un phénomène va être affectée par l'échelle d'analyse. L'échelle renvoie à la notion de zone (la zone couverte par la carte en quelque sorte, aussi appelée couverture) et à la notion de plus niveau de détail géométrique (ordre de grandeur des plus petites formes ou distances lisibles sur la carte en quelque sorte) et sémantique. Soulignons que le terme échelle employé par des cartographes renvoie au rapport entre une distance sur la carte et une distance dans la réalité; les cartes de randonnée ou le cadastre sont à grande échelle alors que les cartes routières sont à petite échelle. Le même terme échelle employé par des géographes renvoie plutôt à la zone d'analyse; une petite échelle sera l'échelle du quartier ou du bassin versant alors qu'une grande échelle sera celle du pays ou du continent.

La représentation d'un même phénomène ne sera pas la même selon l'échelle à laquelle on veut l'analyser et selon le type d'analyse que l'on veut faire dessus. Chacun en fait l'expérience avec les différentes représentations des réseaux dans les cartes routières et les cartes de randonnées. Un autre exemple est la ville. Une analyse au niveau européen des échanges entre grandes villes utilisera le point pour représenter les villes, avec éventuellement des propriétés associées comme la superficie. Une

analyse de l'évolution d'un paysage péri-urbain ne pourra pas limiter la représentation de la ville à un point mais devra représenter plus explicitement certaines composantes de la ville impliquées dans l'évolution. Le changement d'échelle pour réduire l'échelle de la représentation est appelé généralisation. Le changement d'échelle est aussi nécessaire dans le cas de données de type zonages, lorsque l'échelle d'acquisition correspond à une subdivision du territoire différente (plus petite en général) de la maille de présentation du phénomène analysé. Le producteur de données doit donc effectuer des opérations de statistiques spatiales pour passer d'un zonage à un autre et recourt à des méthodes de géostatistiques. Ce besoin de modifier la représentation d'un contenu pour permettre un changement d'échelle est récurrent sur le Web pour l'interconnexion ou pour la visualisation. **Pour adresser ce problème nous proposons des méthodes de changement d'échelle pour un contenu adaptées à des contenus disponibles sur le Web sémantique et prenant en compte les informations sémantiques et l'information de localisation disponible dans DataLift.**

1.2 Localisation directe, systèmes de référence terrestre

La section précédente montre que de nombreuses méthodes de caractérisation spatiale sont utilisatrices de coordonnées : que ce soit la géométrie approchant la forme d'un objet, les points de mesure d'un champ ou encore le zonage d'une information socio-économique. **La localisation directe se fait en donnant des coordonnées à un phénomène dans un système de coordonnées mathématique attaché à une portion plus ou moins grande de la surface de la Terre qui peut aller jusqu'à l'ensemble de la surface de la Terre.** Ces systèmes peuvent être des systèmes euclidiens locaux, comme par exemple pour une maquette numérique de bâtiment en 3D ou des systèmes globaux attachés à la Terre appelés *systèmes de référence terrestre* ou encore *systèmes de référence géodésiques*. **Un système de référence terrestre est conçu pour être le plus stable possible par rapport à la Terre de façon à ce que des mesures faites sur les coordonnées (ou encore des évolutions dans les coordonnées) aient une interprétation pertinente quand on étudie des phénomènes à la surface de la Terre.** Son origine est proche du centre de gravité de la Terre, son axe des z est proche de l'axe de rotation. Un système de coordonnées associé à un système de référence terrestre est le système de *coordonnées cartésiennes géocentriques*, (x,y,z) dans le repère euclidien à 3 dimensions obtenu en ajoutant à l'axe Oz précédemment mentionné un axe des x passant par le méridien d'origine et un axe des y. Un autre système de coordonnées est celui des *coordonnées géographiques* attribuées à l'aide d'un *ellipsoïde*. Cet ellipsoïde est défini pour le système de référence terrestre et vise à approcher la forme de la Terre sans les reliefs par une forme mathématique (si on rase les montagnes, la Terre ressemble à une sphère aplatie aux pôles). Tout point de l'ellipsoïde est déterminé par deux angles (longitude et latitude) et les *coordonnées géographiques* d'un point sont obtenues en projetant ce point sur l'ellipsoïde et en prenant les longitude et latitude correspondantes ainsi que la hauteur au-dessus de l'ellipsoïde (à ne pas confondre avec l'altitude qui est la distance du point au géoïde, géoïde qui est l'équipotentielle de pesanteur correspondant au niveau moyen des mers).

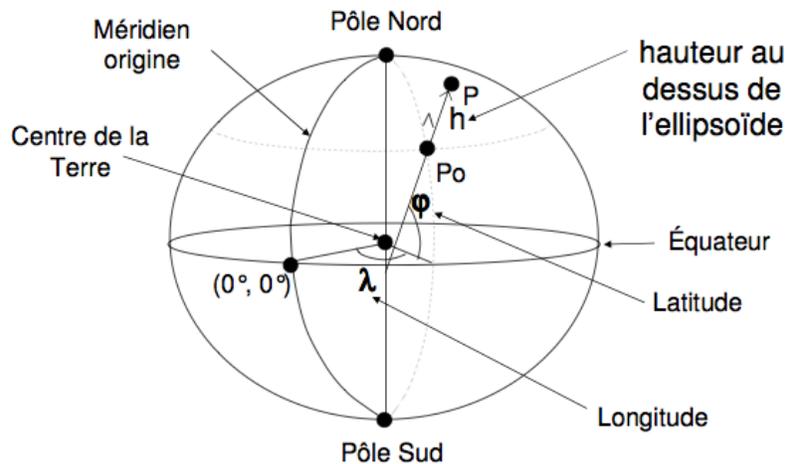


Fig.1 Coordonnées géographiques d'un point P obtenues en le projetant sur un ellipsoïde de référence (Point P₀).

La localisation directe est utile pour effectuer des mesures de forme, de mouvement, de corrélation spatiale entre phénomène, utiles pour l'interconnexion automatique. C'est aussi utile pour dessiner plusieurs objets sur une carte sans a priori sur leurs relations spatiales, ces relations étant portées par les coordonnées. De fait, l'information géographique est souvent traitée visuellement et fait pour cela l'objet d'une représentation cartographique plane car la plupart des supports de visualisation sont plan (feuilles de papier, écrans). La projection cartographique vise à ramener les coordonnées géographiques à des coordonnées sur un plan (appelées Easting, Northing). Pour cela, une première projection est faite sur l'ellipsoïde (on revient au point P₀ de la figure 1) puis une projection de l'ellipsoïde sur un plan (projections illustrées figure 3). La sous-section suivante détaille des aspects des systèmes de référence terrestre et des systèmes de coordonnées à prendre en compte dans DataLift.

Au-delà du fait de comprendre les abstractions introduites précédemment de système de référence terrestre et des systèmes de coordonnées attachés, une difficulté pour traiter des localisations directes est *qu'il y a différents systèmes de référence terrestres*. Il n'existe pas de système naturel et la définition d'un système ne repose pas « juste » sur des conventions (où mets-je le centre du repère, où mets-je etc). La définition d'un système et de modalités pratiques d'accès aux axes du système (c'est-à-dire permettre de déterminer les coordonnées d'un point dans ce système) pose de gros défis scientifiques et technologiques qui sont résolus de différentes façons donnant lieu à plusieurs systèmes de référence terrestre. Si la Terre était un solide indéformable avec un axe de rotation stable, il serait possible de déterminer de façon fixe par convention les intersections des axes du référentiel abstrait avec la Terre (et d'autres points de repères à la surface de la Terre). Mais la Terre est un solide déformable. Les coordonnées d'un point à la surface de la Terre vont varier dans le système géodésique avec des phénomènes comme les surcharges hydrologiques, les marées, les séismes, le rebond postglaciaire. En définitive, la définition de coordonnées dans un système s'appuie nécessairement sur une réalisation de ce système. La réalisation d'un système de référence comprend un réseau de points à la surface de la terre dont les coordonnées sont calculées de façon extrêmement précise en prenant en compte les "points de vue" de constellations de satellites sur ces points. Il est important de connaître les orbites de ces satellites par exemple en les observant depuis des stations instrumentées au sol utilisant diverses techniques de mesure (pour en savoir plus le lecteur pourra consulter le site : http://geodesie.ign.fr/index.php?page=realisation_rrt).

Depuis des années, les travaux en géodésie (d'abord la géodésie terrestre puis la géodésie spatiale avec l'apparition des satellites) visent à permettre de déterminer de la façon la plus précise (et avec des possibilités de suivi dans le temps) les coordonnées géodésiques d'un point.

Ceci a une conséquence importante sur les passages d'un système de coordonnées dans un autre. Il ne peut s'agir de fonction formelle théorique tenant compte "uniquement" d'une translation du centre du système et d'une rotation liée aux différences d'axes. Il existe aussi un facteur de "taille" en quelque sorte liée au fait que les distances ne sont pas mesurées de façon équivalente d'une réalisation à une autre. La fonction qui permet de passer de coordonnées d'un système dans un autre est ainsi une fonction complexe appelée transformation.

Le système de référence *ITRS*, *International Terrestrial Reference System*, est le système le plus étudié et les coordonnées de ses stations de référence sont calculées en combinant le plus d'informations. C'est donc le système le plus précis. Dans l'*ITRS*, un point est connu par des coordonnées et par sa vitesse dans le référentiel.

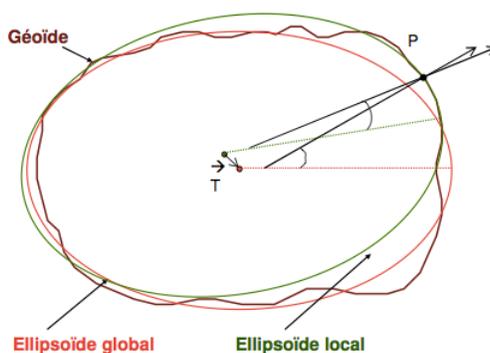


Fig.2 Ellipsoïde global (approche du mieux possible tout le géoïde) et ellipsoïde local (mieux adapté à une zone du géoïde).

Le GPS donne des coordonnées dans le système de référence terrestre *WGS84*. Comme l'*ITRS*, c'est un système global c'est-à-dire qu'il ne privilégie pas le traitement d'une zone du globe. C'est aussi un système fixe dans lequel on mesure des coordonnées mais on ne tient pas compte des déformations subies par la Terre dans le temps. *WGS84* et *ITRS* utilisent le même ellipsoïde (IAG *GRS80*). Lorsqu'une application ne nécessite pas des coordonnées de grande précision, on peut considérer que les coordonnées sont les mêmes en *WGS84* et en *ITRS*. Autrement dit, les avancées récentes de la géodésie concernent davantage les applications scientifiques qui étudient des phénomènes extrêmement lents dans le temps ou pour lesquels que les applications actuelles de la localisation sur le Web des données.

La directive européenne *INSPIRE* présentée plus loin recommande l'usage du système *ETRS89*. Cet autre système de référence est déduit de l'*ITRS* en tenant compte des mouvements de la plaque Eurasie. C'est donc le système le plus pertinent pour l'étude de phénomènes à la surface de la Terre en Europe (plus précis que *WGS84* car déduit de l'*ITRS* et plus stable que l'*ITRS* car prend en compte le mouvement de la plaque Eurasie). En France, la réalisation du système *ETRS89* (c'est-à-dire le réseau de points à la surface de la Terre dont les coordonnées sont calculées de façon extrêmement précise) est le *RGF93*.

Il existe par ailleurs *différentes projections cartographiques* selon les informations qu'on souhaite le plus préserver lors de la projection. D'une part une projection ne peut à la fois conserver les angles et les surfaces (pour la navigation les angles sont importants, pour le cadastre ce sont les surfaces), d'autre part selon la zone de la Terre considérée la projection la plus adaptée diffère. Dans la projection Mercator cylindrique très répandue sur le Web, les places rondes sont bien rondes. Les projections Lambert sont des projections coniques qui s'adaptent à une zone de la Terre (c'est-à-dire qu'elles permettent de minimiser la déformation subie par cette zone). La projection cartographique *Lambert93* est la projection cartographique usuelle en France, associée au système géodésique RGF93. INSPIRE recommande l'usage de la projection cartographique plate carrée qui est d'une grande simplicité (pour passer des coordonnées géographiques aux coordonnées cartographiques) mais elle ne conserve ni les angles ni les surfaces.

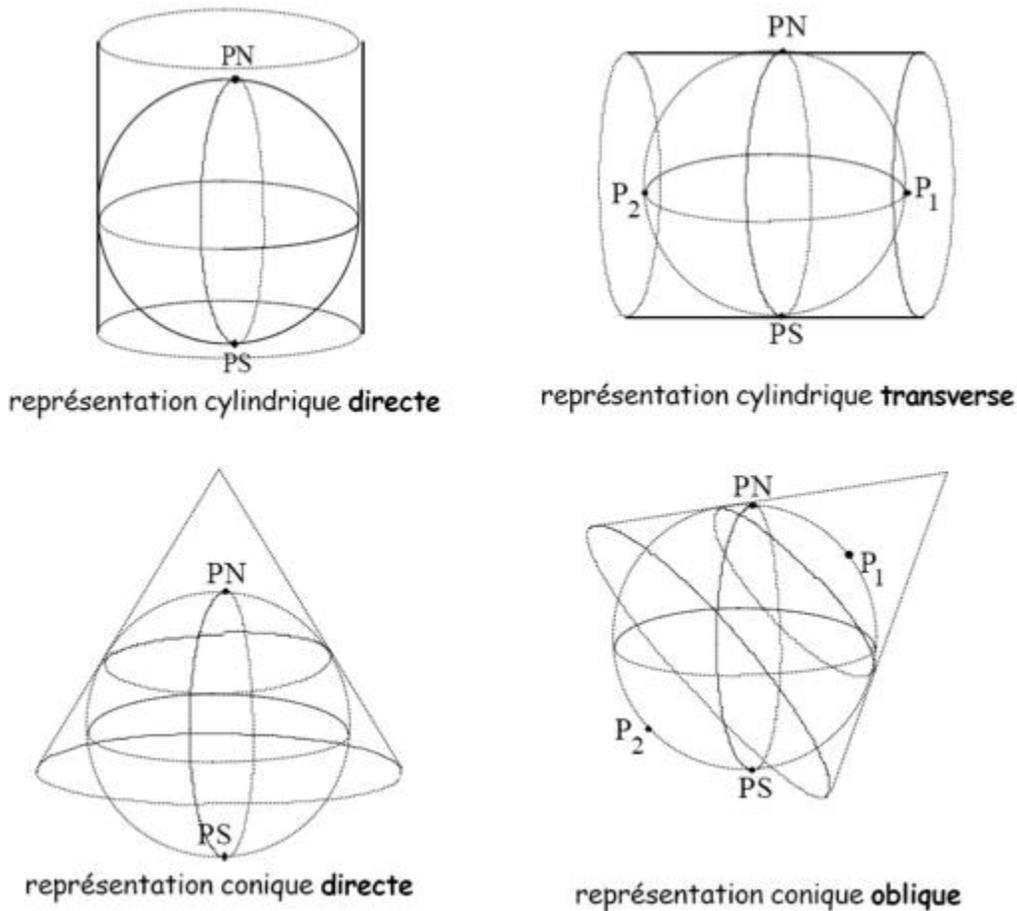


Fig. 3 Classification des projections d'un ellipsoïde sur une forme 'dépliable' (pour conduire à une représentation plane).

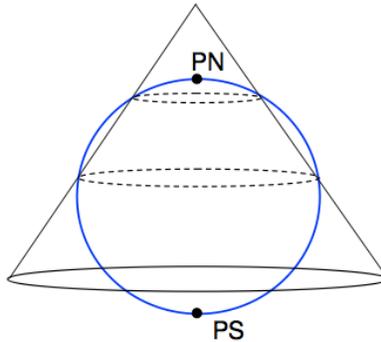


Fig.4 Une projection Lambert sécante.

Ainsi, une première difficulté, pour gérer des données de localisation directe consiste à connaître le système de coordonnées (ellipsoïde, projection cartographique) et à pouvoir en changer éventuellement si on veut comparer des données qui sont dans des systèmes différents ou alors pour passer d'une représentation adaptée à des mesures (de forme, de distance) à une représentation adaptée à la visualisation. Pour répondre à cette difficulté, **nous proposons plus loin de rendre explicite le système de coordonnées utilisé et de permettre d'exprimer des coordonnées dans différents systèmes. Nous proposons aussi dans la mesure du possible d'utiliser pour les calculs d'interconnexion des coordonnées géographiques (qui subissent moins de déformation que les coordonnées cartographiques) et de publier les données en WGS84 qui est extrêmement répandu sur le Web du fait qu'il s'agit du système de coordonnées géographiques associés au GPS. Enfin, nous proposons d'ajouter dans Silk des mesures de similarités sur les géométries sphériques.**

1.3 La localisation indirecte

La *localisation indirecte* passe par une référence à une entité à la surface de la terre dont la localisation est connue, comme dans la description des bouchons en parlant du « km110 sur l'A11 » ou encore dans la description de données INSEE en faisant référence à des zones géographiques (communes, îlots IRIS, etc.). Un intérêt de la localisation indirecte est qu'elle est accessible à l'homme, nous décrivons ainsi nos localisations en donnant une adresse ou un nom de lieu. Dans le sens commun (théorie de la Naïve Geography), la métrique est moins importante que le raisonnement fondé sur des régions, des zones de l'espace. C'est donc utile pour la communication (comme les URI human readable). Dans un contexte d'intégration, la localisation relative des objets entre eux est souvent une information importante à préserver et qui n'est pas toujours portée par les géométries. **Expliciter les informations de localisation relative d'objets entre eux peut donc être utile à l'intégration de données localisées sur le Web.** Au sujet des relations spatiales, il faut aussi ajouter que les données deviennent souvent exploitables du fait de relations qu'elles permettent de retrouver ou qu'elles comportent, c'est le cas des données routières par exemple où les relations topologiques sont nécessaires au calcul d'itinéraires. **La publication de relations spatiales comme la topologie est donc un besoin pour certaines applications, d'autant plus important si ces informations ne sont pas recalculables à partir de la géométrie ou si les géométries ne peuvent pas être publiées.**

1.4 Les implémentations orienté raster et les implémentations orienté vecteur

L'encodage dans des données d'une information géographique nécessite de discrétiser l'information de localisation. Cela peut se faire en utilisant :

- un modèle *d'implémentation raster* dans lequel on dispose d'une représentation maillée avec une maille régulière et chaque case de la grille porte des attributs
- ou un modèle *d'implémentation vecteur* dans lequel on introduit des types de données particuliers correspondant à des géométries qui sont un domaine de valeur d'une propriété de l'objet décrivant sa « position dans l'espace ».

Cette distinction ne doit pas être confondue avec la distinction introduite en tête de cette partie entre les phénomènes de type objet caractérisé par une forme, de type champ ou encore de type population caractérisable selon des zonages. Un champ peut être représenté par des données vecteur comme l'altitude représentée par des courbes de niveau ou par une triangulation, et un objet peut être représenté par des données raster comme l'occupation du sol dans Corine Land cover ou encore un cours d'eau dans la figure 5.

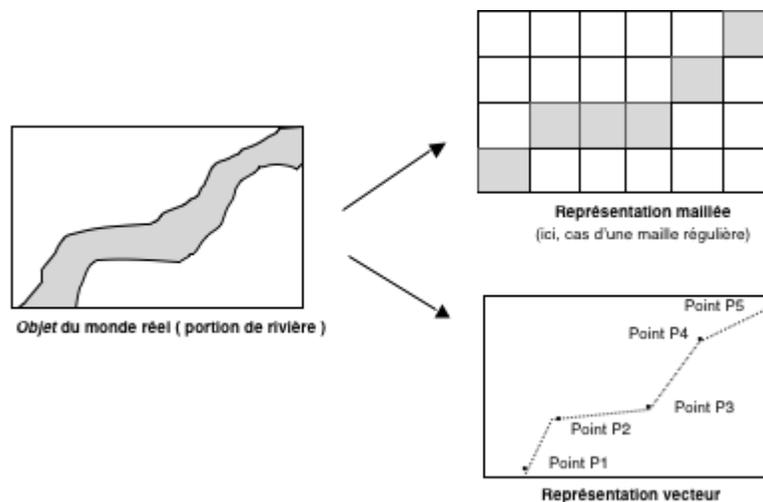


Fig.5 : Discretisations possibles de la géométrie de positionnement des objets du monde réel (ici une rivière) dans les bases de données géographiques.

Dans les implémentations vecteur, l'encodage d'une géométrie dans des données nécessite de définir des types de données spécifiques. Une question récurrente concerne la pertinence d'encoder les géométries comme des littéraux en RDF (que ce soit du texte ou du XML-littéral) ou comme des structures RDF spécifiques. Les structures spécifiques peuvent faire sens dans plusieurs contextes. Le premier concerne les entrepôts : si un entrepôt sait proposer des opérateurs spatiaux dans ses requêtes et que cela suppose que les géométries lui soient communiquées dans un format standard autre qu'un littéral (voir les travaux sur GeoSPARQL). Un autre contexte est le partage de géométrie souvent utilisé dans les bases de données géographiques pour traduire des contraintes d'intégrité : si on veut que le dessin d'une limite administrative suive le tracé d'un fleuve une façon de faire est que l'élément de forme similaire soit une même ressource (une géométrie) vers laquelle pointe les descriptions de forme de la limite administrative et du fleuve.

Cet encodage de la géométrie nécessite aussi des choix de discrétisation ; on encode des géométries stockables (pas n'importe quelle forme, mais une forme approchée et exprimée à l'aide de primitives simples ou à l'aide de fonctions encodées). Il faut tenir compte de ces choix qui peuvent expliquer des écarts entre données.

Enfin, comme mentionné plus haut, la propriété qui fait le lien entre un objet et une géométrie peut avoir différentes sémantiques (l'axe de, le bord de, etc.) qui doivent dans la mesure du possible être rendues explicites dans l'implémentation.

2. Ressources existantes utiles à la description d'une localisation sur le Web des données

Plusieurs ressources existent qui peuvent concourir à la description d'une localisation sur le Web des données. Il peut s'agir de vocabulaires ou encore de descriptions de ressources. Cette section présente un aperçu des principaux éléments. L'annexe 1 comporte une description plus détaillée de certaines ressources étudiées dans le cadre du projet pour définir notre proposition.

2.1 Approches ontologiques pour formaliser l'information géographique

Informaticiens, philosophes et linguistes ont proposé des modèles voire des ontologies pour modéliser l'information géographique. Il s'agit d'approches plus ou moins formelles et servant divers objectifs, initialement la construction de systèmes d'information géographique avancés (travaux en bases de données et cartographie) puis l'interopérabilité.

Certaines notions clés de l'information géographique introduites dans la première partie de ce livrable ont ainsi fait l'objet de formalisation comme l'échelle et le niveau de détail (Parent et al. 2009)(Beard 1998), les relations de composition et topologiques (Egenhofer 1989), (Egenhofer and Mark 1995), les informations de formes d'un objet et plus exactement ses frontières (Smith and Varzi 2000). Les relations spatiales ont également fait l'objet de nombreuses propositions jusqu'à récemment (Clementini et Laurini 2008).

Des ontologies de haut niveau, comme DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) et BFO (Basic Formal Ontology), visent à faciliter la négociation de sens, c'est-à-dire l'intégration de schémas et de données. La prise en compte de caractéristiques temporelles est essentielle dans la création de catégories de haut niveau de ces ontologies. On distingue les *endurant* (ou *continuant*) qui ont une identité dans le temps comme une ville, une personne et les *occurrent* (ou *perdurant*) qui sont des événements ou des processus (Masolo et al., 2003). Les caractéristiques spatiales sont introduites par le biais de qualité ou propriété associées à des *endurant* ou *perdurant*. La classe *SpatialRegion* est parfois créée pour représenter comme une entité une portion de surface de la Terre. (Probst 2006) a étendu DOLCE pour une ontologie des observations et mesures, composants essentiels de données géographiques. (Abadie 2013) a également repris DOLCE pour proposer une ontologie des données topographiques de l'IGN.

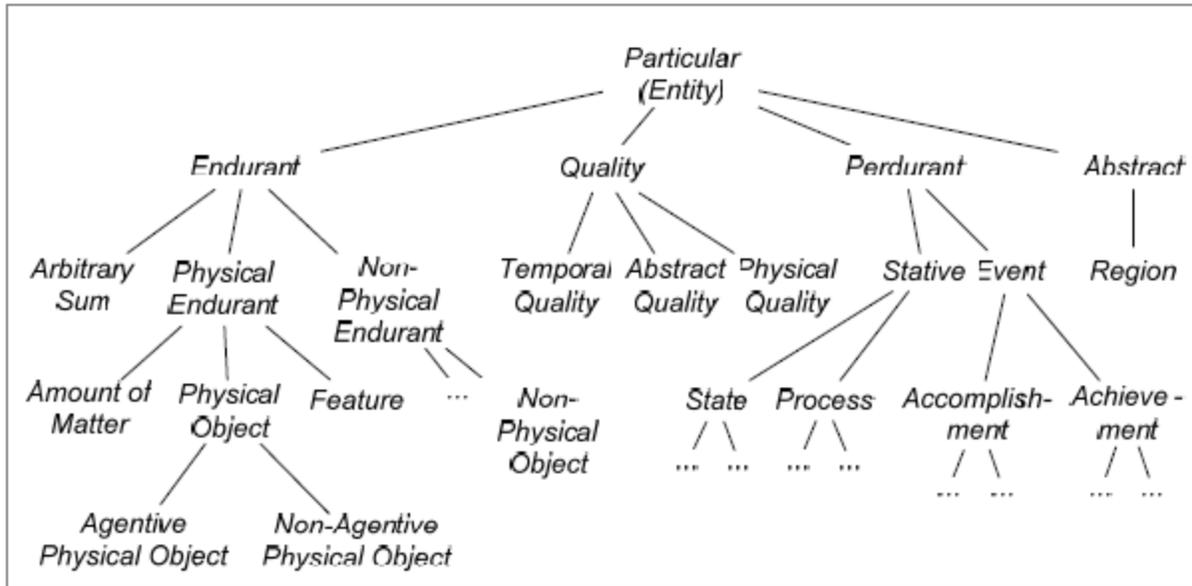


Fig 6. Concepts de haut niveau de DOLCE, synthèse proposée par (Probst 2006)

2.2 La localisation directe

Features ou équivalents

Pour ce qui est des vocabulaires utilisés sur le Web des données ou dans les infrastructures INSPIRE, des classes fréquemment rencontrées sont des implémentations du concept Feature qui sert à désigner toute entité ayant une localisation directe (Feature dans Geonames, SpatialThing dans basic geo vocabulary). Ces classes portent chacune une propriété dont le domaine de valeur est une géométrie. Cette propriété prend des noms différents, comme FormadoPor dans GeoLinkedData, where dans GeoRSS, hasGeometry dans GeoSPARQL. Pour ce qui est de son "sens" il n'est pas explicite. Cette propriété peut être plus ou moins spécifique dans la mesure par exemple où elle pointe parfois nécessairement vers une géométrie dans le système de coordonnées WGS84 (cas de basic geo vocabulary et de geovocab).

La représentation littérale de la géométrie

La représentation de la géométrie dans des triplets peut se faire en utilisant des littéraux. Cela peut être un littéral texte (Well Known Text, ou Extended Well Known Text). L'EWKT comporte un champ SRID dédié à l'identification du système de coordonnées dans la nomenclature EPSG présentée plus loin et une chaîne de caractères dédiée à la description de la géométrie. Une géométrie de commune pourra être représentée par la chaîne de caractères "SRID=27572;MULTIPOLYGON(((600562.999892868 2424190.9999499, 600556.000084862 2424206.99994991, 600557.000020863 [...] 2424190.9999499)))".

Cela peut être aussi un littéral XML permettant l'inclusion d'une représentation GML de l'objet géométrique. GML est le langage proposé par le consortium OGC précédemment introduit pour échanger des géométries, il est donc extrêmement expressif. C'est la solution adoptée par Ordnance Survey (Goodwin et al., 2008). L'avantage de cette approche est la compatibilité avec les standards de

l'OGC, mais par contre elle implique un temps de réponse élevé pour les requêtes géospatiales et ne permet pas l'usage de GeoSPARQL.

La représentation structurée de la géométrie

La représentation de la géométrie dans des triplets peut aussi se faire en utilisant un vocabulaire RDF dédié. La liste complète des vocabulaires publiés et indexés dans le LOV est disponible, à jour, à l'adresse : http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabularySpace_Geometry.html. Voir aussi l'annexe 1 de ce livrable.

Les géométries pouvant être décrites sont :

- le Point (le plus utilisé étant celui du W3C geo),
- la Bounding Box (rectangle englobant), très pratique car de nombreuses opérations sur les bounding boxes (inclusion etc.) se font en faisant de simples comparaison de caractères et sans avoir d'opérateur spatial avancé.
- les Listes (ordonnées ou non, cf figure ci-dessous pour l'importance de cet ordre, voire dans GeoLinkedData par exemple (Auer et al., 2009) (de Leon et al., 2010).
- les géométries complexes (Salas & Harth, 2011.) Cette approche facilite le partage des points de la géométrie complexe, et la séparation entre objet spatial et sa géométrie. L'inconvénient principal ici est la verbosité des données.

La figure ci-dessous illustre l'importance de préciser l'ordre des points dans une LineString.

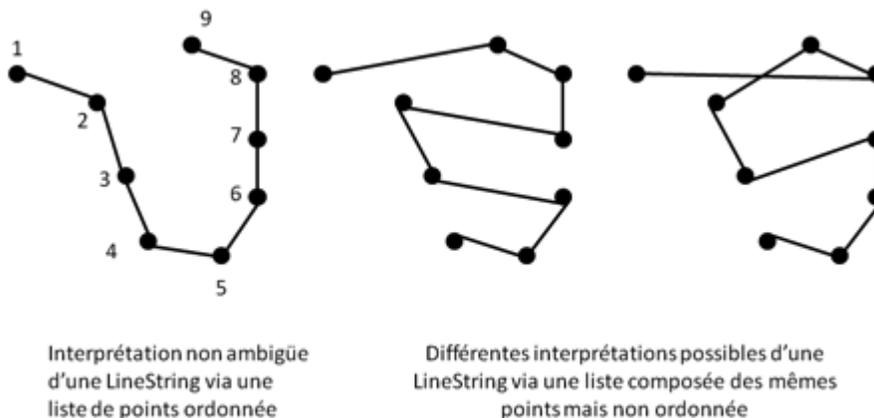


Fig 7. Importance de l'ordre des points dans la description d'une polyligne.

Identification et description de systèmes de coordonnées

Pour ce qui concerne les systèmes de coordonnées, notons l'existence du répertoire EPSG (<http://www.epsg-registry.org/>) qui identifie les divers systèmes de coordonnées principalement utilisés.

L'OGC préconise d'identifier les systèmes de coordonnées sous la forme d'URI et maintient un ensemble d'identifiants de systèmes de coordonnées sous l'espace de nommage: <http://www.opengis.net/def/crs/>

Ex pour WGS84: <http://www.opengis.net/def/crs/OGC/1.3/CRS84>

Version où on considère que l'autorité n'est pas l'OGC mais l'EPSG:

<http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/4326>

Pour ce qui est des systèmes de coordonnées français, l'IGN maintient un tel répertoire (<http://geodesie.ign.fr>). Les définitions ISO 19111 des systèmes de coordonnées français y sont publiées sous la forme d'un fichier XML: <http://librairies.ign.fr/geoportail/ressources/IGNF.xml>

Les systèmes de coordonnées sont identifiés conformément à l'ISO 19111 (et donc GML), via des URL (non encore déréférencables). Le schéma d'URI prévu dans ce contexte de registre INSPIRE est le suivant :

```
http://registre.ign.fr/[organisme_administrateur]/[registre]
(/[version])?/[type_de_ressource]
(/[identifiant_parent])*/[identifiant_ressource]
```

ex:

<http://registre.ign.fr/ign/IGNF/crs/RGF93EQGPFC> Cela permet ainsi dans un fichier GML décrivant un objet géographique de pointer vers un système de coordonnées spécifique de la façon suivante :

```
<gml:identifiant codeSpace="http://registre.ign.fr/ign/IGNF/">
http://registre.ign.fr/ign/IGNF/crs/NTFLAMB2E
</gml:identifiant>
```

Pour chaque système de coordonnées l'identifiant EPSG correspondant est précisé dans la définition. Ce site est en cours d'évolution.

Synthèse

Pour ce qui est de la localisation directe, le vocabulaire OGC-GML serait le plus adapté (en termes d'expressivité) pour notre besoin. Mais ce vocabulaire nous a semblé peu maintenu. Geovocab (neogeo) s'avère le vocabulaire le plus intéressant car comportant de nombreux concepts d'intérêt et adossé à une communauté active (cf les vocamp). La principale faiblesse de Geovocab aujourd'hui à l'égard de notre besoin est de ne pas supporter divers systèmes de coordonnées, et en particuliers les systèmes Lambert utilisés à l'INSEE et à l'IGN. Une autre faiblesse est de ne pas implémenter de façon suffisamment stricte certains aspects de la norme GeoSPARQL. Ainsi, LineString est une liste typée et ordonnée de points. Dans neogeo, la propriété posList qui relie une LineString aux points qui la composent a comme domaine LineString et ne précise pas de range.

2.3 La localisation indirecte

Des ressources très utiles pour localiser des informations sur le web sont des bases de données administratives décrivant des partitions du territoire utiles pour le référencement de nombreuses informations. Citons parmi les ressources correspondantes le code officiel géographique de l'INSEE (<http://www.insee.fr/fr/methodes/nomenclatures/cog/>) publié sous forme de linked data dans le contexte de DataLift (<http://rdf.insee.fr/sparql>) et les données administratives publiées par l'IGN comme geofla publiées sous forme de linked data dans le contexte de DataLift (<http://data.ign.fr/endpoint.html>).

D'autres ressources sont les gazetiers qui permettent de construire une référence avec un toponyme. Il s'agit par exemple des données Geonames (<http://www.geonames.org/>) qui comportent des noms de lieux (qui peuvent être des zones administratives mais pas uniquement) qui peuvent servir de localisation indirecte. Il s'agit aussi de la BDNyme(r) de l'IGN disponible gratuitement uniquement dans le cadre de la license recherche-enseignement.

2.4 La représentation de relations spatiales

Pour ce qui est des vocabulaires construits pour écrire des relations spatiales, il existe plusieurs propositions implémentées en RDF ou OWL comme celle de (Bucher et al. 2012) dédiée à la ville. Il existe à notre connaissance peu de vocabulaires effectivement publiés sur le Web comme celui de l'OSGB qui se concentre sur les relations entre régions spatiales. Ce vocabulaire a été utilisé pour la publication des données administratives de l'OSGB (<http://data.ordnancesurvey.co.uk/ontology/spatialrelations/>).

2.5 La description topographique d'un territoire

Dans leur métier de construction d'un référentiel pour l'analyse de phénomènes prenant place sur le territoire, les agences cartographiques définissent des classes pour structurer une description topographique. Ces classes présentent certaines particularités héritées des exigences du processus cartographiques. D'une part on observe un phénomène de regroupement d'objets de natures parfois un peu différentes dans des classes agrégées. Cela est lié à la nécessité de ne pas avoir un nombre infini de types de symboles sur la carte, le même symbole sera utilisé pour représenter (dans une même classe cartographique) des objets de natures parfois assez variées. Ces classes ont généralement un attribut « Nature » dont la valeur permet pour chaque instance de préciser le type de l'objet. D'autre part on observe un phénomène de découpage des objets complexes : une route sera découpée en tronçons. Des travaux conduits au laboratoire COGIT de l'IGN ont porté sur la construction d'une ontologie pour formaliser le vocabulaire de la base de données topographique de référence de l'IGN (la BDTopo(r), une des composantes du Référentiel Grande Echelle) (Abadie et Mustière 2008). Une ontologie géographique peut aussi être utile pour l'intégration d'information et en particulier pour l'extraction de concepts spatiaux dans des documents textuels. Le projet ANR GEONTO a produit une ontologie, l'ontologie Géonto, qui vise à faciliter le traitement et l'intégration d'information géographique, extraite par exemple de documents textuels (Abadie et al. 2009).

3. Ressources proposées dans le cadre de DataLift pour la publication sur le Web d'information localisée

3.1 Ressources dédiées à la localisation directe

Suite à l'analyse de l'existant, nous proposons plusieurs éléments pour la localisation directe sur le web des données.

Un vocabulaire et un registre des systèmes de coordonnées

(<http://data.ign.fr/ontologies/ignf>, <http://data.ign.fr/data/ignf>)

Ils permettent de faire référence à des systèmes de coordonnées, avec des labels lisibles par l'homme et à leurs propriétés interprétables par des programmes importantes pour la manipulation de données géographiques (codes EPSG).

Exemple :

```
<http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e> a ignf:ProjectedCRS , ignf:CoordinatesSystem;
```

```

ignf:hasBounding [a ignf:BoundingBox;
ignf:westBoundLongitude "-4.05378927743516"^^xsd:decimal; ignf:eastBoundLongitude "10"^^xsd:decimal;
ignf:southBoundLatitude "41.310015543796"^^xsd:decimal; ignf:northBoundLatitude "50.8499576445959"^^xsd:decimal];
rdfs:label "NTF Lambert II etendu"^^xsd:string;
dcterms:description "FRANCE METROPOLITAINE (CORSE COMPRISE) - LAMBERT II ETENDU"@fr;
ignf:hasScope "NATIONALE, HISTORIQUE"^^xsd:string;
ignf:codeEPSG "27572"^^xsd:string.

```

Une propriété de localisation directe

Cette propriété est définie de façon à ce que son domaine ne porte pas de restriction et elle permet donc d'affecter des coordonnées à une ressource même si celle-ci n'est pas une classe de type Feature (ou équivalent). Il est possible également d'exprimer au niveau de cette propriété le système de coordonnées (ce qui évite de répéter cette information sur toutes les géométries).

```

geom:LineString a owl:Class;
rdfs:label "Line string"@en, "Polyligne"@fr;
rdfs:subClassOf geom:Curve;
rdfs:subClassOf [
a owl:Restriction; owl:onClass geom:PointsList; owl:onProperty geom:points; owl:qualifiedCardinality
"1"^^xsd:nonNegativeInteger ]; rdfs:subClassOf sf:LineString.
geom:PointsList a owl:Class;
rdfs:label "List of points"@en, "Liste de points"@fr;
rdfs:subClassOf rdf:List;
rdfs:subClassOf [
a owl:Restriction;
owl:allValuesFrom geom:Point;
owl:onProperty rdf:first].

```

Un vocabulaire des géométries

<http://data.ign.fr/ontologies/geometry>

Il permet de définir un point dans plusieurs systèmes de coordonnées :

```

geom:Point a owl:Class;
rdfs:label "Point"@en, "Point"@fr;
rdfs:subClassOf geom:Geometry;
owl:equivalentClass [
a owl:Class ;
owl:intersectionOf {
[ a owl:Restriction;
owl:onDataRange xsd:double; owl:onProperty geom:coordY; owl:qualifiedCardinality
"1"^^xsd:nonNegativeInteger ] [ a owl:Restriction;
owl:onDataRange xsd:double; owl:onProperty geom:coordX; owl:qualifiedCardinality
"1"^^xsd:nonNegativeInteger])
];
rdfs:subClassOf sf:Point

```

Et il permet de représenter des listes de points et des polygones.

```
geom:LineString a owl:Class;
  rdfs:label "Line string"@en, "Polyligne"@fr;
  rdfs:subClassOf geom:Curve;
  rdfs:subClassOf [
  a owl:Restriction; owl:onClass geom:PointsList; owl:onProperty geom:points; owl:qualifiedCardinality
"1"^^xsd:nonNegativeInteger ];
  rdfs:subClassOf sf:LineString.
```

```
geom:PointsList a owl:Class;
  rdfs:label "List of points"@en,"Liste de points"@fr;
  rdfs:subClassOf rdf:List;
  rdfs:subClassOf [
  a owl:Restriction;
  owl:allValuesFrom geom:Point;
  owl:onProperty
rdf:first].
```

La figure ci-dessous montre les relations entre les trois vocabulaires geofla, geometrie et ignf; ainsi que certains vocabulaires externes réutilisés.

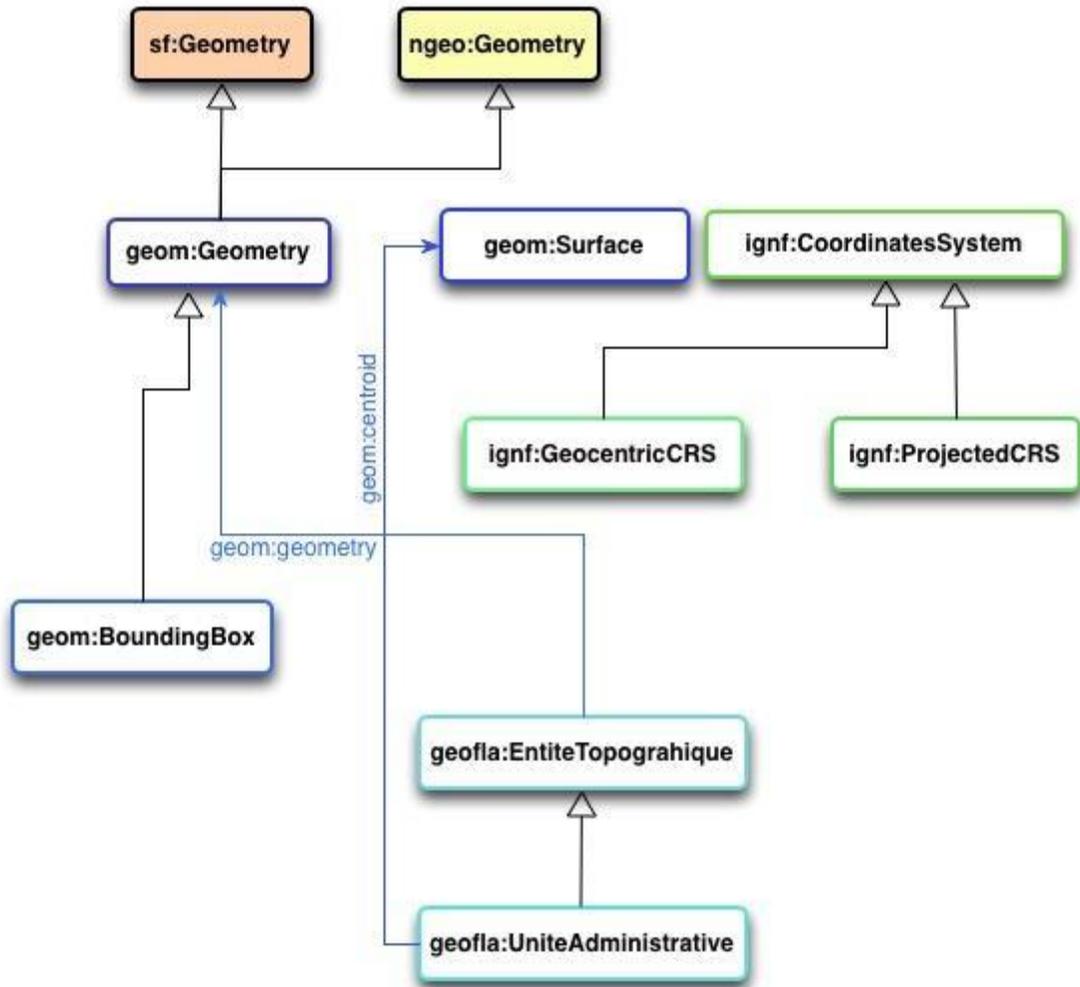


Fig 8. Principales relations entre les vocabulaires geofla, geometrie et ignf.

Nous illustrons ci-dessous l'usage de ces vocabulaires..

Prenons l'exemple du point de la table ORONYME de la BDTPO qui représente le sommet du Pic du Midi de Bigorre. On souhaite le représenter en RDF avec des coordonnées exprimées en Lambert II étendu. Avec l'ontologie que nous avons proposée, cela donne :

```

@prefix bdtopo: <http://data.ign.fr/ontologies/bdtopo#>.
@prefix geom: <http://data.ign.fr/ontologies/geometrie#>.
@prefix ignf: <http://data.ign.fr/ontologies/ignf#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix gsp: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>.
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>.
@prefix dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>.

```

```

#-- Définition du Feature « pic du midi de bigorre »
<http://data.ign.fr/id/bdtopo/oronyme/PAIOROGR0000000042239711> a bdtopo:Oronyme ;
    rdfs:label "pic du midi de bigorre";
    geom:geometrie
    <http://data.ign.fr/id/bdtopo/oronyme/pointPAIOROGR0000000042239711>;
    gsp:asWKT          "http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e
POINT(420452.016083755 1772964.04708764)""^^gsp:wktLiteral;
    gsp:asGML          "<gml:Point>
srsName=\"http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e\"
xmlns:gml=\"http://www.opengis.net/ont/gml\">
<gml:coordinates>420452.016083755,1772964.04708764</gml:coordinates></gml:Point>
""^^gsp:gmlLiteral.

#-- Définition de l'objet structuré de type Point
<http://data.ign.fr/id/bdtopo/oronyme/pointPAIOROGR0000000042239711> a geom:Point;
    geom:systCoord <http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e>;
    geom:coordX "420452.016083755""^^xsd:double;
    geom:coordY "1772964.04708764""^^xsd:double.

#-- Définition du système de coordonnées cartographiques Lambert II étendu
<http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e> a ignf:ProjectedCRS ,
geom:SystemeCoordonnees;
    ignf:hasBounding [a ignf:BoundingBox; ignf:westBoundLongitude "-
4.05378927743516""^^xsd:decimal; ignf:eastBoundLongitude "10""^^xsd:decimal;
ignf:southBoundLatitude "41.310015543796""^^xsd:decimal; ignf:northBoundLatitude
"50.8499576445959""^^xsd:decimal];
    rdfs:label "NTF Lambert II etendu""^^xsd:string;
    dcterms:description "FRANCE METROPOLITAINE (CORSE COMPRISE) - LAMBERT II
ETENDU"@fr;
    ignf:hasScope "NATIONALE, HISTORIQUE""^^xsd:string;
    ignf:codeEPSG "27572""^^xsd:string.

```

Pour ce qui est des Linestring, prenons l'exemple d'une portion du « ruisseau des graves ». On souhaite la représenter en RDF avec des coordonnées exprimées en Lambert II étendu. Avec l'ontologie que nous avons proposée, cela donne :

```

@prefix bdtopo: <http://data.ign.fr/ontologies/bdtopo#>.
@prefix ignf: <http://data.ign.fr/ontologies/ignf#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix gsp: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>.
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>.
@prefix dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.

```

```

#-- Définition du Feature « ruisseau des graves »
<http://data.ign.fr/id/bdtopo/oronyme/TRONEAU0000000042256395> a
bdtopo:TronconCoursDEau ;
    rdfs:label " ruisseau des graves ";
    geom:geometrie <http://data.ign.fr/id/bdtopo/oronyme/linestring
TRON_EAU0000000042256395>;
    gsp:asWKT "http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e
LINESTRING(408901.919460329 1791361.73046994,408914.361047639
1791370.54312603,408939.587618305 1791395.07920082,408952.001927202
1791407.19542399,408974.210377485 1791433.5086637)"^^gsp:wktLiteral;
    gsp:asGML " <gml:LineString>
srsName=\"http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e\"
xmlns:gml=\"http://www.opengis.net/ont/gml\"
<gml:coordinates>408901.919460329,1791361.73046994,408914.361047639,1791370.5431
2603,408939.587618305,1791395.07920082,408952.001927202,1791407.19542399,408974.
210377485,1791433.5086637</gml:coordinates></gml:LineString>\"^^gsp:gmlLiteral.
#-- Définition de l'objet structuré de type Linestring
<http://data.ign.fr/id/bdtopo/oronyme/TRONEAU0000000042256395> a geom:LineString;
    geom:systCoord <http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e>;
    geom:points _:bn000000001.
#-- Définition de la liste ordonnée et typée des points constituant la linestring
_:bn000000001 a geom:PointsList; rdf:first _:bn000000002; rdf:rest _:bn000000007.
_:bn000000007 a geom:PointsList; rdf:first _:bn000000003; rdf:rest _:bn000000008.
_:bn000000008 a geom:PointsList; rdf:first _:bn000000003; rdf:rest _:bn000000009.
_:bn000000009 a geom:PointsList; rdf:first _:bn000000004; rdf:rest _:bn000000010.
_:bn000000010 a geom:PointsList; rdf:first _:bn000000005; rdf:rest _:bn000000011.
_:bn000000011 a geom:PointsList; rdf:first _:bn000000006; rdf:rest rdf:nil.
_:bn000000002 a geom:Point;
    geom:Xcoord "408901.919460329"^^xsd:double;
    geom:Ycoord "1791361.73046994"^^xsd:double.
_:bn000000003 a geom:Point;
    geom:Xcoord "408914.361047639"^^xsd:double;
    geom:Ycoord "1791370.54312603"^^xsd:double.
_:bn000000004 a geom:Point;
    geom:Xcoord "408939.587618305"^^xsd:double;
    geom:Ycoord "1791395.07920082"^^xsd:double.
_:bn000000005 a geom:Point;
    geom:Xcoord "408952.001927202"^^xsd:double;
    geom:Ycoord "1791407.19542399"^^xsd:double.
_:bn000000006 a geom:Point;
    geom:Xcoord "408974.210377485"^^xsd:double;
    geom:Ycoord "1791433.5086637"^^xsd:double.
#-- Définition du système de coordonnées cartographiques Lambert II étendu

```

```

<http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/ntflamb2e> a ignf:ProjectedCRS ,
geom:CoordinateSystem;
    ignf:hasBounding [a ignf:BoundingBox; ignf:westBoundLongitude "-
4.05378927743516"^^xsd:decimal; ignf:eastBoundLongitude "10"^^xsd:decimal;
ignf:southBoundLatitude "41.310015543796"^^xsd:decimal; ignf:northBoundLatitude
"50.8499576445959"^^xsd:decimal];
    rdfs:label "NTF Lambert II etendu"^^xsd:string;
    dcterms:description "FRANCE METROPOLITAINE (CORSE COMPRISE) - LAMBERT II
ETENDU"@fr;
    ignf:hasScope "NATIONALE, HISTORIQUE"^^xsd:string;
    ignf:sridEPSG "27572"^^xsd:string.

```

L'alignement avec neo-geovocab se fait avec l'assertion suivante :

geom:Geometry rdfs:subclassOf http://geovocab.org/geometry#Geometry

Il est également possible de créer des alignements entre ces deux vocabulaires avec des requêtes CONSTRUCT comme celle-ci définissant un POINT :

```

CONSTRUCT {
    [] a geom:Point;
        owl:sameAs ngeo:Point.

} WHERE {
    [] a geom:Geometrie;
        geom:Point;
        geom:systCoord
<http://data.ign.fr/id/ignf/systemecoordonnees/wgs84g>.
}

```

3.2 Vocabulaire pour la description topographique d'un territoire

L'ontologie topo.owl a été produite en reprenant les modèles utilisés en recherche à l'IGN pour formaliser le modèle des données topographiques et en adoptant des bonnes pratiques pour la publication de vocabulaires sur le Web.

Le rôle de cette ontologie est d'une part de servir de vocabulaire pour la publication de données topographiques de référence par l'IGN et d'autre part de servir de vocabulaire réutilisable pour la description des ressources topographiques par d'autres acteurs.

3.3 Politique d'URI

La politique d'URI adoptée est celle préconisée dans DataLift (DataLift, livrable D3.1). Il s'y est ajouté la nécessité de pouvoir séparer l'administration d'un serveur data.ign.fr non sémantique et d'un serveur sémantique afin que data.ign.fr puisse être utilisé à des fins de communication. Ceci a conduit à identifier

un nombre fini de chemins suivant le data.ign.fr pour lesquels le serveur maître de data.ign.fr doit faire un renvoi vers un serveur sémantique.

Schéma de base pour les ontologies : **[http:// data.ign.fr/def/](http://data.ign.fr/def/)**

ontologie Geofla: <http://data.ign.fr/def/geofla#>,

ontologie des géométries: <http://data.ign.fr/def/geometrie#>

ontologie des systèmes de coordonnées : <http://data.ign.fr/def/ignf#>

Note : dans la première version de data.ign.fr, la chaîne « ontologies » était employée au lieu de « def ».

Schéma de base pour identifier une ressource du monde réel (non information ressource) : **<http://data.ign.fr/id/>**

Par exemple, l'URI <http://data.ign.fr/id/geofla/commune/94067> désigne la commune de Saint-Mandé et <http://data.ign.fr/id/geofla/departement/94> désigne le département du Val de Marne.

Schéma pour identifier une ressource informationnelle: **<http://data.ign.fr/data/>**

<http://data.ign.fr/data/geofla/commune/94067> renvoie la description de la commune de Saint-Mandé dans geofla

Références et sites utiles

Abadie, N., Mustière, S., (2010) Constitution et exploitation d'une taxonomie géographique à partir des spécifications de bases de données, *Revue Internationale de Géomatique* vol.20 n°2, juin 2010, pp 145-174

Abadie, N., Aussenac-Gilles, N., Haemmerlé, O., Kamel, M., Loustau, P., Gaio, M., Mustière, S., Sallabery, C. (2009), Mise au point d'outils d'extraction de concepts et de relations. Projet GéOnto (ANR-07-MDCO-005) Livrable n° 1

Abadie, N., (2012), Formalisation, acquisition et mise en oeuvre de connaissances pour l'intégration virtuelle de bases de données géographiques, Thèse en informatique, spécialité SIG, de l'Université Paris Est Marne la Vallée

Agarwal, P., (2005), Ontological Considerations in GIScience, in *International Journal of Geographical Information Science*, Volume: 19, Issue: 5, Publisher: Taylor and Francis, pp. 501-536

Beard, K. (1988). How to Survive on a Single Detailed Database. in: *AutoCarto 8*, Baltimore, pp. 211-220.

Bucher B., Falquet, G., Clementini, E., Sester, M. (2012), Towards a typology of spatial relations and properties for urban applications, Conf. 3u3d2012: Usage, Usability, and Utility of 3D City models, Nantes, France

Clementini, E., Laurini, R., (2008), Un cadre conceptuel pour modéliser des relations spatiales, in *Revue des Nouvelles Technologies de l'Information (RNTI)*, Volume14, pp. 1-17

Egenhofer, M., (1989), Ontology-Driven Information Integration, a formal definition of binary topological relationships, in *Third International Conference on Foundations of Data Organization and Algorithms*, Paris, France, W. Litwin and H. Schek (eds.), *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 367, Springer-Verlag, pp. 457-472

Egenhofer, M. and Mark, D. (1995) Naive Geography. in A. Frank and W. Kuhn (Eds.). *Spatial Information Theory – A Theoretical Basis for GIS (COSIT'95)*, Semmering, Austria (Lecture Notes in Computer Science, 988). Berlin:Springer, pp.1-15

Masolo, C., Borgo, S., Gangemi, A., Guarino, N., Oltramari, (2003), A. WonderWeb Deliverable D18, Ontology Library

Parent, C., Spaccapietra, S., Zimanyi, E., (2009), Multiple Representation Modeling, in Encyclopedia of Database Systems, pp.1844-1849

Probst, F. (2006) An Ontological Analysis of Observations and Measurements. 4th. International Conference on Geographic Information Science (GIScience), Münster, Germany

Smith, B. and Varzi, A. C. (2000). Fiat and Bona Fide Boundaries. *Philosophy and Phenomenological Research*, 60: 2, 401–420

<http://inspire.ign.fr/>

Annexe : INSPIRE et les infrastructures de données géographiques (SDI)

Dans les années 80 un consortium composés de vendeurs de logiciels manipulant des données géographiques, d'universitaires travaillant sur les domaines de recherche liés au traitement de l'information géographique (acquisition, gestion, exploitation) et d'utilisateurs de ces logiciels (dont les agences cartographiques dites National Mapping Agencies comme l'IGN) s'est constitué en vue de concevoir collectivement et de promouvoir des techniques pour l'interopérabilité dans le domaine de l'information géographique. L'objet était de décloisonner ce domaine très alourdi par les formats propriétaires (et les données en silos) pour le dynamiser d'un point de vue économique. Il s'agit de l'Open Geospatial Consortium (OGC(r)). L'OGC promeut des spécifications portant sur les interfaces entre des composants manipulant des données géographiques ; celles-ci portent sur les formats de données et également sur les fonctionnalités et sur les invocations de fonctions (comme les requêtes géographiques, les changements de coordonnées, le dessin cartographique). Dans un premier temps, l'OGC a proposé des spécifications abstraites (avec des encodages CORBA, Ole COM, puis XML) puis ces spécifications sont devenues des spécifications implantées dans la technologie des services Web.

De leurs côtés, l'ISO TC2011 et le CEN TC287, organismes de standardisation respectivement international et européen dans le domaine de l'information géographique ont défini des normes pour l'échange de données géographiques et l'interopérabilité de composants (catalogues, serveurs de données, serveurs de cartes, services de changement de coordonnées). Les standards OGC et normes ISO sont cohérentes (les uns reprennent les travaux des autres et réciproquement) de sorte que l'on désigne fréquemment par le vocable ISO/OGC ces modèles.

La directive européenne INSPIRE a été édicté pour définir la contribution des états membres à une infrastructure de données géographiques en Europe qui puisse faciliter la définition et le suivi de politiques communautaires dans le domaine de l'environnement et l'information du citoyen. Ses principes fondamentaux sont (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/48>):

« INSPIRE is based on a number of common principles:

- Data should be collected only once and kept where it can be maintained most effectively.
- It should be possible to combine seamless spatial information from different sources across Europe and share it with many users and applications.
- It should be possible for information collected at one level/scale to be shared with all levels/scales; detailed for thorough investigations, general for strategic purposes.
- Geographic information needed for good governance at all levels should be readily and transparently available.
- Easy to find what geographic information is available, how it can be used to meet a particular need, and under which conditions it can be acquired and used. »

Ces objectifs sont très proches de ceux du Web des données. Mais des concepts apparaissent qui sont l'échelle, le mode d'emploi de la donnée et les conditions d'acquisition et d'utilisation.

La communauté INSPIRE a fait le choix des techniques ISO/OGC et d'un schéma fédéré pour faciliter l'interopérabilité. Une importante comitologie vise à produire ce schéma fédéré ou plus précisément des spécifications de données localisées couvrant tous les domaines d'INSPIRE ainsi que les systèmes de coordonnées. Les domaines concernés sont extrêmement vastes.

Annexe : vocabulaires existants pour décrire la géométrie de façon structurée

Le W3C Basic Geo Vocabulary

Le W3C Basic Geo Vocabulary est une ontologie très simple pour la représentation d'une localisation

Doc: <http://www.w3.org/2003/01/geo/>

URL Ontologie: http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#

Ce vocabulaire comporte comme primitive géométrique le Point (sous-classe de SpatialThing) et comme relation avec l'objet thématique la propriété : location (domaine: ? ; range: SpatialThing)

Le vocabulaire supporte WGS84 et cela apparait dans l'URL. Rigoureusement il faudrait l'étendre en créant des URLs de schéma pour chaque système de coordonnées.

Ex:

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:geo="http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#">
  <geo:Point>
    <geo:lat>55.701</geo:lat>
    <geo:long>12.552</geo:long>
  </geo:Point>
</rdf:RDF>
```

GeoRSS

GeoRSS est une extension de Basic Geo promulguée par le consortium OGC destinée à représenter des géométries plus complexes qu'un point.

Doc GeoRSS : <http://www.w3.org/2005/Incubator/geo/XGR-geo-20071023/>

URL Ontologie: <http://www.opengis.net/gml/>

GeoRSS se décline en une version Simple et une version GML pour les géométries plus complexes.

Dans GeoRSS GML, les primitives géométriques sont les classes Point, LineString, LineRing, Polygon, Enveloppe (coordonnées associées via datatype properties pos ou poslist). La relation de positionnement (le lien entre l'objet et la géométrie) est la propriété where (domaine: gml:_Feature ; range: gml:_Geometry).

Dans GeoRSS Simple, les primitives géométriques sont les datatype properties (domaine: gml:_Feature, range: string, double, int): point, line, box, polygon, elev, radius, floor. Ces propriétés sont aussi ce qui lie l'objet à sa position.

Ces vocabulaires ne gèrent pas les systèmes de coordonnées (réutilisent exclusivement le point de BasicGeo qui est en WGS84).

ISO 19107

ISO 19107 est une implémentation RDF de la norme Spatial Schema ISO.

URL Ontologie: <http://loki.cae.drexel.edu/~wbs/ontology/2004/09/iso-19107>

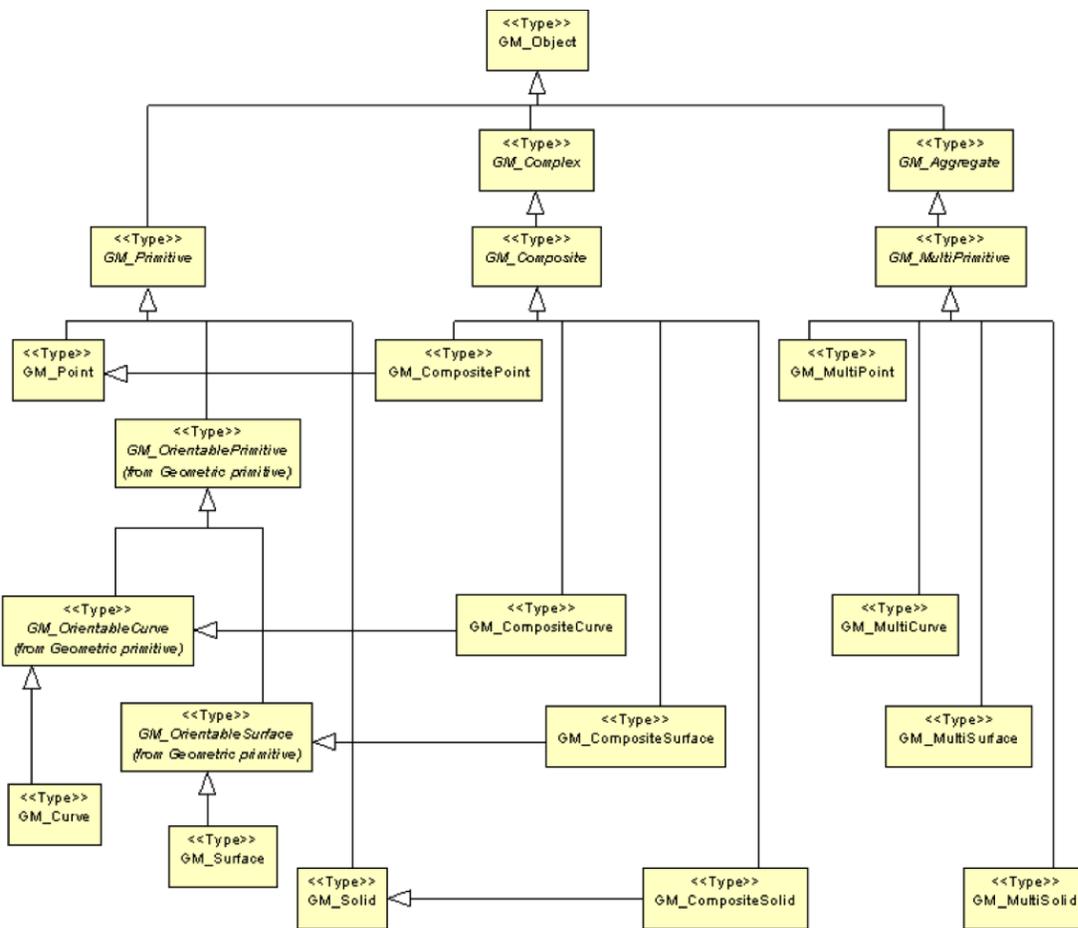


Fig. Modèle de géométrie d'ISO 19107.

Cette ontologie reprend les normes ISO TC 211 pour la représentation de l'information géographique et importe beaucoup d'autres normes ISO TC 211 (dont ISO 19111 pour la gestion des systèmes de coordonnées). Elle comporte 347 Classes, 352 Object properties, 243 Datatype properties, 305 Individus.

Elle reprend les primitives ISO 19107 (coordonnées associées via DirectPosition, et fonctions d'interpolation).

Elle permet de décrire la position de tout objet de type GF_FeatureType via une propriété de type GF_AttributeType (spécialisable) qui a pour domaine de valeur GM_Object. Notons que cette ontologie n'implémente pas totalement, à l'état où elle a été consultée, la norme ISO 19109 (il manque ainsi GF_SpatialAttributeType).

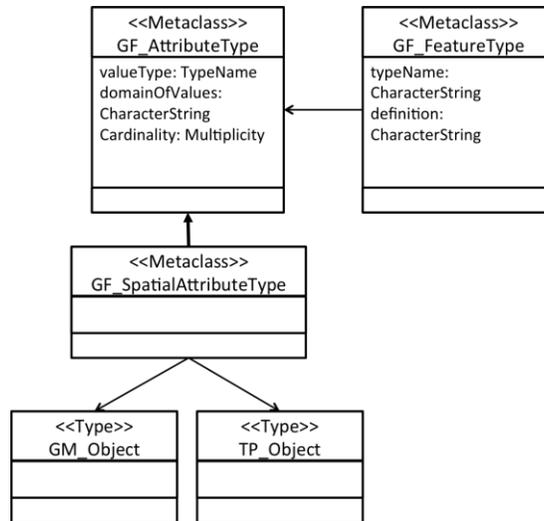


Fig. Modèle ISO19109 pour les schéma de données géographiques. La localisation est représentée comme une propriété SpatialAttributeType qui relie un Feature à un Objet géométrique ou à un Objet topologique.

Les systèmes de coordonnées sont gérés via l'object property coordinateReferenceSystem (domaine: DirectPosition, range: SC_CRS classe des systèmes de coordonnées, ptés: name, identifier, codeSpace).

GeoSPARQL

Doc: <http://www.w3.org/2011/02/GeoSPARQL.pdf>

Et: <http://www.opengeospatial.org/standards/geosparql>

URL Ontologie: http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql_vocab_all.rdf

GeoSPARQL utilise comme primitives géométriques les types GML et Simple Feature.

Il permet de décrire la position de tout concept de type Feature grâce à la propriété hasGeometry qui le rattache à une Geometry.

Il gère les systèmes de coordonnées dans la déclaration des coordonnées des géométries via la datatype property hasSerialization. Deux spécialisations sont définies:

- *asWKT*: domaine: Geometry; range: wktLiteral. Ce qui donne:
 “<http://www.opengis.net/def/crs/OGC/1.3/CRS84> Point(-83.38 33.95)”^^ogc:WKTLiteral

- *asGML*: domaine: Geometry; range: gmlLiteral. Ce qui donne:

```

<gml:Point srsName="http://www.opengis.net/def/crs/OGC/1.3/CRS84"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
<gml:posList srsDimension="2">-83.38 33.95</gml:posList>
</gml:Point>”^^ogc:GMLLiteral
  
```

OGC-GML

Doc : <http://loki.cae.drexel.edu/~wbs/ontology/list.htm>

URL Ontologie: <http://loki.cae.drexel.edu/~wbs/ontology/2004/09/ogc-gml.owl> (cette URL semble morte...)

OGC-GML est une ontologie relativement complexe qui reprend le standard OGC GML destiné à l'encodage de données géographiques vectorielles. Elle comporte 173 classes, 80 object properties, 38 datatype properties, 23 individus.

Les primitives géométriques sont les types GML.

OGC-GML permet de localiser tout concept de type Feature soit via une géométrie soit via un LocationKeyword ou LocationString.

Les systèmes de coordonnées sont gérés via l'object property *srsName* qui lie une *_Geometry* à un objet *_CoordinatesReferenceSystem*.

NeoGeo (geovocab)

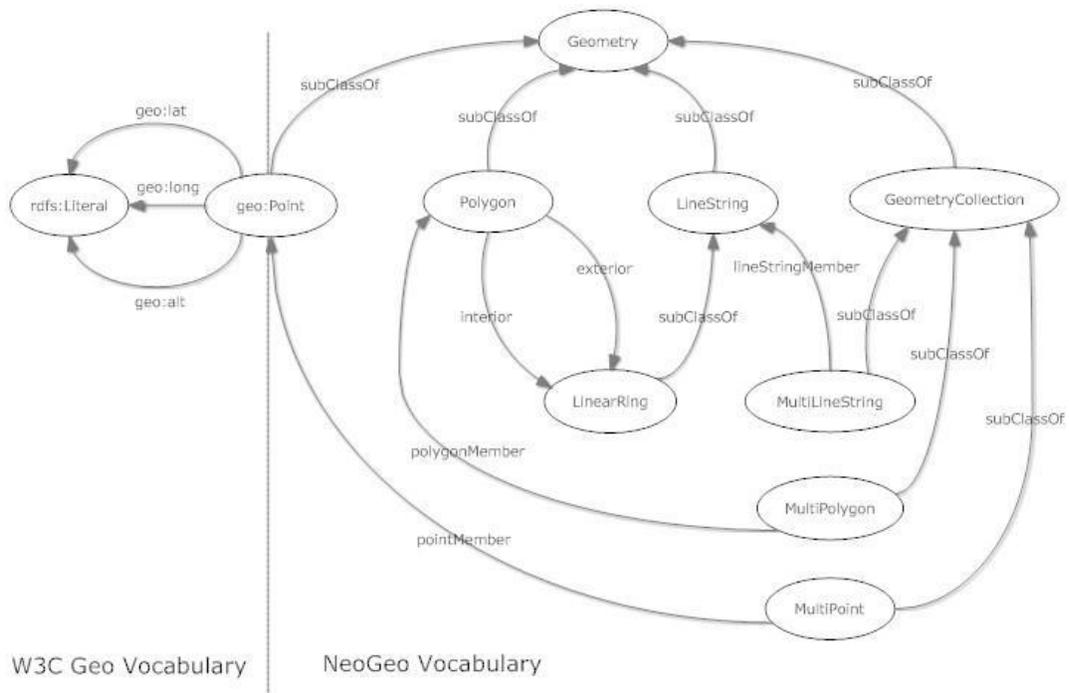
Document: <http://geovocab.org/geometry>

URI Namespace: <http://geovocab.org/geometry#>

NeoGeo est un vocabulaire issu de plusieurs Vocamp [http://vocamp.org/wiki/Main_Page] destinés à la modélisation des objets géographiques pour le web de données. Il comporte 9 classes et 11 propriétés pour la description de la géométrie.

L'un des derniers consensus des différents Vocamp sur la modélisation de ces objets géographiques est la claire séparation entre l'objet du monde réel représenté par Feature et la géométrie associée.

Cela se traduit par deux espaces de nom spatial:Feature et geo:Geometry , dont la relation ngeo:geometry sert naturellement de lien. Dans le vocabulaire NeoGeo, les points sont représentés en décimaux dans le système de coordonnées WGS 84, et décrits en réutilisant le prédicat du W3C Geo <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#Point>. Les constructions des primitives complexes (Multiligne, Courbe, Multi surface, etc) reposent sur cette notion de Point. La figure ci-dessous montre la structure des Classes définies dans NeoGeo et leur relation avec le vocabulaire du W3C Geo.



Dans le vocabulaire NeoGeo, les points sont représentés en degrés décimaux selon le Système de coordonnées WGS 84.

En dehors des classes de base `geo:Geometry` et `spatial:Feature`, reliées par la propriété `geo:geometry`, le vocabulaire définit aussi plusieurs propriétés spatiales basées sur le Region Connection Calculus (RCC) appliquées à plusieurs propriétés spatiales définies. Pour les URIs des géométries, la stratégie adoptée pour la sérialisation aux formats WKT et GML est basée sur la négociation de contenu sur le protocole HTTP.

Annexe 2 : Ontologie Geofla :

@prefix geofla: <http://data.ign.fr/ontologies/geofla#>.
@prefix skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>.
@prefix gn: <http://www.geonames.org/ontology#>.
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix statut: <http://data.ign.fr/id/codes/geonto/typedecommune/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
@prefix voaf: <http://purl.org/vocommons/voaf#> .
@prefix cc: <http://creativecommons.org/ns#> .
@prefix vann: <http://purl.org/vocab/vann/> .
@prefix dcterms: <http://purl.org/dc/terms/> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
@prefix geom: <http://data.ign.fr/ontologies/geometrie#>.
@prefix igeo: <http://rdf.insee.fr/def/geo#>.

----Les métadonnées ici -----

```
<http://data.ign.fr/ontologies/geofla> a owl:Ontology, voaf:Vocabulary ;
  cc:license <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> ;
  dcterms:creator <http://recherche.ign.fr/labos/cogit/cv.php?prenom=Nathalie&nom=Abadie> ;
  dcterms:creator <http://www.eurecom.fr/~atemezine/> ;
  dcterms:contributor <http://www.eurecom.fr/~troncy/> ;
  dcterms:contributor <http://data.semanticweb.org/person/bernard-vatant> ;
  dcterms:contributor
<http://recherche.ign.fr/labos/cogit/cv.php?prenom=Bénédicte&nom=Bucher> ;
  dcterms:description "Ontologie décrivant le découpage administratif de la France métropolitaine,
des départements d'outre mer, ou de la collectivité départementale de Mayotte, représentée comme une
hiérarchie de classes OWL"@fr ;
  dcterms:issued "2013-06-11"^^xsd:date ;
  dcterms:modified "2013-06-14"^^xsd:date ;
  dcterms:publisher
<http://fr.dbpedia.org/resource/Institut_national_de_l%27information_g%C3%A9ographique_et_foresti%C
3%A8re> ;
  dcterms:title "Ontologie des unités administratives de l'IGN"@fr ;
  vann:preferredNamespacePrefix "geofla" ;
  vann:preferredNamespaceUri <http://data.ign.fr/ontologies/geofla#> ;
  dc:rights "Copyright © 2013 IGN" ;
  cc:license <http://www.data.gouv.fr/Licence-Ouverte-Open-Licence> ;
  owl:versionInfo "Version 1.0 - 2013-06-14" .
```

```

# ----Déclaration des personnes -----
<http://data.semanticweb.org/person/bernard-vatant> a foaf:Person.
<http://www.eurecom.fr/~atemezin/> a foaf:Person.
<http://www.eurecom.fr/~troncy/> a foaf:Person.
<http://recherche.ign.fr/labos/cogit/cv.php?prenom=Nathalie&nom=Abadie> a foaf:Person.
<http://recherche.ign.fr/labos/cogit/cv.php?prenom=Bénédicte&nom=Bucher> a foaf:Person.
# ----Les classes ici -----

geofla:EntiteTopographique a owl:Class;
  rdfs:comment "Un phénomène du monde réel qui est associé à une localisation sur la terre"@fr;
  rdfs:isDefinedBy <http://data.ign.fr/ontologies/geofla>;
  rdfs:label "Entité topographique"@fr,
    "Topographic entity"@en;
  owl:equivalentClass gn:Feature.

geofla:UniteAdministrative a owl:Class;
  rdfs:comment "Objet géographique résultant du découpage administratif du territoire français."@fr;
  rdfs:isDefinedBy <http://data.ign.fr/ontologies/geofla>;
  rdfs:label "Administrative subdivision"@en,
    "Unité administrative"@fr;
  rdfs:subClassOf geofla:EntiteTopographique.

geofla:Commune a owl:Class;
  rdfs:comment "Cette classe contient l'ensemble des communes métropolitaines, et des 5 départements
d'outre-mer (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion et Mayotte)."@fr;
  rdfs:isDefinedBy <http://data.ign.fr/ontologies/geofla>;
  rdfs:label "Commune"@en,
    "Commune"@fr;
  rdfs:subClassOf geofla:UniteAdministrative;
  rdfs:subClassOf
    [ a owl:Restriction;
      owl:hasValue <http://www.geonames.org/ontology#A.ADM4>;
      owl:onProperty gn:featureCode ];
  owl:equivalentClass <http://rdf.insee.fr/def/geo#Commune>.

geofla:Departement a owl:Class;
  rdfs:comment "Cette classe contient l'ensemble des départements."@fr;
  rdfs:isDefinedBy <http://data.ign.fr/ontologies/geofla>;
  rdfs:label "Département"@fr,
    "Department"@en;
  rdfs:subClassOf geofla:UniteAdministrative,
    [ a owl:Restriction;
      owl:hasValue <http://www.geonames.org/ontology#A.ADM2>;
      owl:onProperty gn:featureCode ];
  owl:equivalentClass <http://rdf.insee.fr/def/geo#Departement>.

```

```
geofla:Canton a owl:Class;
  rdfs:comment "Les cantons contenus dans les différentes bases de données de l'IGN sont des cantons
au sens INSEE du terme, appelés \u00AB pseudo-cantons \u00BB. Un pseudo-canton, quant à lui, est un
regroupement d'une ou plusieurs communes entières."@fr;
  rdfs:isDefinedBy <http://data.ign.fr/ontologies/geofla>;
  rdfs:label "Canton"@en,
    "Canton"@fr;
  rdfs:subClassOf geofla:UniteAdministrative;
  owl:equivalentClass <http://rdf.insee.fr/def/geo#Canton>.
```

```
geofla:Region a owl:Class;
  rdfs:comment "Cette classe contient l'ensemble des régions."@fr;
  rdfs:isDefinedBy <http://data.ign.fr/ontologies/geofla>;
  rdfs:label "Region"@en,
    "Région"@fr;
  rdfs:subClassOf geofla:UniteAdministrative,
    [ a owl:Restriction;
      owl:hasValue <http://www.geonames.org/ontology#A.ADM1>;
      owl:onProperty gn:featureCode ];
  owl:equivalentClass <http://rdf.insee.fr/def/geo#Region>.
```

```
geofla:Arrondissement a owl:Class;
  rdfs:comment "Cette classe contient l'ensemble des arrondissements (ce sont les arrondissements au
sens INSEE, et non les arrondissements municipaux."@fr;
  rdfs:isDefinedBy <http://data.ign.fr/ontologies/geofla>;
  rdfs:label "Arrondissement"@en,
    "Arrondissement"@fr;
  rdfs:subClassOf geofla:UniteAdministrative,
    [ a owl:Restriction;
      owl:hasValue <http://www.geonames.org/ontology#A.ADM3>;
      owl:onProperty gn:featureCode ];
  owl:equivalentClass <http://rdf.insee.fr/def/geo#Arrondissement>.
```

```
geofla:TypeDeCommune a owl:Class;
  rdfs:label "Type de commune"@fr;
  rdfs:label "Type of commune"@en;
  rdfs:subClassOf skos:Concept.
```

---- Les propriétés ici -----

```
geofla:dpt a owl:ObjectProperty;
  rdfs:comment "Département auquel appartient l'unité administrative"@fr;
  rdfs:domain [ a owl:Class;
    owl:unionOf (geofla:Canton geofla:Commune geofla:Arrondissement). ];
  rdfs:label "appartient au département"@fr;
```

```
rdfs:label "belongs to department"@en;  
rdfs:range geofla:Departement.
```

```
geofla:arr a owl:ObjectProperty;  
rdfs:comment "Arrondissement auquel appartient l'unité administrative."@fr;  
rdfs:domain [ a owl:Class;  
              owl:unionOf (geofla:Canton geofla:Commune).];  
rdfs:label "appartient à l'arrondissement"@fr;  
rdfs:label "belongs to arrondissement"@en;  
rdfs:range geofla:Arrondissement.
```

```
geofla:cant a owl:ObjectProperty;  
rdfs:comment "Canton auquel appartient l'unité administrative."@fr;  
rdfs:domain geofla:Commune;  
rdfs:label "appartient au canton"@fr;  
rdfs:label "belongs to canton"@en;  
rdfs:range geofla:Canton.
```

```
geofla:chefLieu a owl:ObjectProperty;  
rdfs:comment "Chef-lieu de l'unité administrative lorsqu'il existe (un canton ne possède pas toujours de chef-lieu. Cela arrive dans le cas de cantons situés à la périphérie d'une ville importante constituant à elle seule un canton non précisé.)"@fr;  
rdfs:domain [ a owl:Class;  
              owl:unionOf (geofla:Canton geofla:Departement geofla:Arrondissement). ];  
rdfs:label "chef-lieu de l'unité administrative"@fr;  
rdfs:label "capital of the administrative subdivision"@en;  
rdfs:range geofla:Commune.
```

```
geofla:siegeDuChefLieu a owl:ObjectProperty;  
rdfs:comment "Point qui représente la localisation du siège du chef-lieu de l'unité administrative."@fr;  
rdfs:domain [ a owl:Class;  
              owl:unionOf (geofla:Canton geofla:Departement geofla:Arrondissement  
geofla:Commune). ];  
rdfs:label "siège du chef-lieu"@fr;  
rdfs:label "head office of the capital"@en;  
rdfs:range geom:Point.
```

```
geofla:region a owl:ObjectProperty;  
rdfs:comment "Région à laquelle appartient l'unité administrative."@fr;  
rdfs:domain geofla:UniteAdministrative;  
rdfs:label "appartient à la région"@fr;  
rdfs:label "belongs to region"@en;  
rdfs:range geofla:Region.
```

```
geofla:statut a owl:ObjectProperty;  
rdfs:label "statut"@fr;  
rdfs:label "status"@en;  
rdfs:domain geofla:Commune;
```

```
    rdfs:range [ a owl:Restriction;
                 owl:hasValue <http://data.ign.fr/codes/geonto/typedecommune/liste>;
                 owl:onProperty skos:inScheme.] .
```

---- Les types de données ici -----

```
geofla:codeArr a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:comment "Code géographique de l'arrondissement (texte d'un caractère)."@fr;
  rdfs:domain geofla:Arrondissement;
  rdfs:label "geographic code of the arrondissement"@en;
  rdfs:label "code géographique de l'arrondissement"@fr;
  rdfs:range xsd:string.
```

```
geofla:codeCant a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:comment "Il s'agit du code géographique permettant d'identifier le canton dans son département d'appartenance (texte de deux caractères)."@fr;
  rdfs:domain geofla:Canton;
  rdfs:label "code géographique du canton"@fr;
  rdfs:label "geographic code of the canton"@en;
  rdfs:range xsd:string.
```

```
geofla:codeComm a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:comment "Il s'agit du code géographique permettant d'identifier la commune dans son département d'appartenance (texte de trois caractères)."@fr;
  rdfs:domain geofla:Commune;
  rdfs:label "code géographique de la commune"@fr;
  rdfs:label "geographic code of the commune"@en;
  rdfs:range xsd:string.
```

```
geofla:codeDpt a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:comment "Code géographique du département (texte de deux caractères)."@fr;
  rdfs:domain geofla:Departement;
  rdfs:label "code géographique du département"@fr;
  rdfs:label "geographic code of the department"@en;
  rdfs:range xsd:string.
```

```
geofla:codeReg a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:comment "Code géographique de la région (texte de deux caractères)."@fr;
  rdfs:domain geofla:Region;
  rdfs:label "code géographique de la région"@fr;
  rdfs:label "geographic code of the region"@en;
  rdfs:range xsd:string.
```

```
geofla:numInsee a owl:DatatypeProperty;
  rdfs:comment "Il s'agit d'un numéro de 5 caractères : le code du département suivi du code géographique de la commune. Pour les DOM, le 3ème caractère est commun au numéro de département et au numéro de commune."@fr;
  rdfs:domain geofla:Commune;
  rdfs:label "numéro insee de la commune"@fr;
```

rdfs:label "insee identifier of the commune"@en;
rdfs:range xsd:string.

geofla:population a owl:DatatypeProperty;
rdfs:comment "Chiffre de population sans doubles comptes au dernier recensement, en milliers d'habitants, à une décimale."@fr;
rdfs:domain geofla:Commune;
rdfs:label "population"@fr;
rdfs:label "population"@en;
rdfs:range xsd:double.

geofla:superficieHa a owl:DatatypeProperty;
rdfs:comment "Superficie de la commune en hectares."@fr;
rdfs:domain geofla:Commune;
rdfs:label "superficie en hectares"@fr;
rdfs:label "area in hectares"@en;
rdfs:range xsd:int.

---Les instances ici -----

statut:CapitaleDEtat a geofla:TypeDeCommune,
skos:Concept;
skos:definition "Commune principale d'un état, siège du gouvernement et de l'administration."@fr;
skos:inScheme statut:liste;
skos:prefLabel "capitale d'état"@fr,
"state capital"@en.

statut:ChefLieuDeCanton a geofla:TypeDeCommune,
skos:Concept;
skos:definition "Chef-lieu d'un canton français."@fr;
skos:inScheme statut:liste;
skos:prefLabel "chef-lieu de canton"@fr,
"township capital"@en.

statut:CommuneSimple a geofla:TypeDeCommune,
skos:Concept;
skos:definition "Commune sans rôle administratif particulier."@fr;
skos:inScheme statut:liste;
skos:prefLabel "commune simple"@fr,
"simple commune"@en.

statut:liste a skos:ConceptScheme;
rdfs:comment "Liste des différents rôles pouvant être joués par une commune dans l'organisation administrative française, représentés comme une liste de concepts SKOS."@fr;
rdfs:label "type de commune"@fr;
rdfs:label "type of commune"@en.

statut:PrefectureDeDepartement a geofla:TypeDeCommune,

skos:Concept;
skos:definition "Chef-lieu d'un département français."@fr;
skos:inScheme statut:liste;
skos:prefLabel "prefecture"@en,
"préfecture de département"@fr.

statut:PrefectureDeRegion a geofla:TypeDeCommune,
skos:Concept;
skos:definition "Chef-lieu d'une région française."@fr;
skos:inScheme statut:liste;
skos:prefLabel "préfecture de région"@fr,
"regional prefecture"@en.

statut:SousPrefecture a geofla:TypeDeCommune,
skos:Concept;
skos:definition "Chef-lieu d'un arrondissement français."@fr;
skos:inScheme statut:liste;
skos:prefLabel "sous-préfecture"@fr,
"subprefecture"@en.