



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



L'INFRASTRUCTURE CANADIENNE DE DONNÉES GÉOSPATIALES PRODUIT D'INFORMATION 46f

Guide de l'utilisateur des normes de l'information géographique

GéoConnexions
IDON Technologies Inc.

2016

Guide de l'utilisateur des normes de l'information géographique

Préparé par
IDON Technologies Inc.
sous contrat
NRCan 3000543726

21 Janvier 2015

REMERCIEMENTS

L'auteur, Doug O'Brien, IDON Technologies Inc., aimerait remercier Jean Brodeur, de GéoConnexions, Ressources naturelles Canada, qui a supervisé le projet.

Table des matières

REMERCIEMENTS	1
Liste des figures.....	6
Liste des tableaux.....	8
1. Introduction	9
1.1 Aperçu de l’environnement d’information géospatiale	10
1.2 Aperçu des produits de données	11
1.3 Aperçu des services Web	12
2. Établissement de l’environnement d’information géospatiale	14
2.1 Approche basée sur les entités et schéma d’application	16
2.2 Catalogues d’entités et dictionnaires de concepts	21
2.3 Schémas et répertoires de schémas	23
2.4 Métadonnées	25
2.5 Geospatial Data and Geospatial Data Sharing	30
2.6 Registres.....	34
2.7 Interopérabilité sémantique	36
3. Produit de données	39
3.1 Produits de données vectorielles.....	42
3.1.1 Géométrie	42
3.1.2 Métadonnées	45
3.1.3 Codage XML, GML et KML.....	45
3.2 Produits de données à base de couvertures.....	48
3.2.1 Géométrie des couvertures	51
3.2.2 Métadonnées des couvertures	57
3.2.3 Codage de couvertures et d’images	59
3.3 Produits de données de GéoBase	61
4. Élaboration d’un service Web	65
4.1 Aperçu des services Web	65

4.2	Service de recherche et de catalogage de données	66
4.3	Service de cartes Web.....	73
4.4	Service d'entités géographiques Web	79
4.5	Service de couverture Web.....	84
4.6	Service de traitement Web	87
5.	Conclusion	90
	Bibliographie	92
	Annexe A - Aperçu de l'UML	97
	Annexe B - Exemple d'ontologie OWL.....	100
	Annexe C - Modèle pour une spécification de contenu informationnel.....	102
C 1	Aperçu	103
C 2	Domaine d'application de la spécification.....	105
C 2.5.1	Description	106
C 2.5.2	Étendue verticale	106
C 2.5.3	Étendue horizontale.....	107
C 2.5.4	Étendue temporelle	107
C 3	Identification du produit de données	107
C 3.8.1	Autorité	109
C 3.8.2	Code	109
C 3.8.3	Code de type d'étendue.....	110
C 4	Contenu et structure des données	110
C 4.2.1	Schéma d'application.....	110
C 4.2.2	Catalogue d'entités	111
C 4.3.1	Description	111
C 4.3.2	Type de couverture	111
C 4.3.3	Spécification.....	111
C 5	Systèmes de référence.....	112
C 5.1.1	Autorité	113
C 5.1.2	Code	114
C 5.1.3	Espace de codage.....	114

C 5.1.4	Version	114
C 6	Qualité des données	115
C 6.1	Exhaustivité (DV).....	115
C 6.1.1	Présence.....	115
C 6.1.2	Absence.....	115
C 6.2	Cohérence logique	116
C 6.2.1	Cohérence conceptuelle	116
C 6.2.2	Cohérence du domaine.....	116
C 6.2.3	Cohérence du format.....	116
C 6.2.4	Cohérence topologique.....	116
C 6.3	Exactitude du positionnement.....	116
C 6.3.1	Exactitude du positionnement par rapport aux valeurs absolues (DV, DM)	116
C 6.3.2	Exactitude du positionnement par rapport aux valeurs relatives (DV, DM).....	117
C 6.3.3	Exactitude du positionnement des données matricielles (DM).....	117
C 6.4	Exactitude temporelle.....	117
C 6.4.1	Exactitude d'une mesure du temps	117
C 6.4.2	Cohérence temporelle	117
C 6.4.3	Validité temporelle	117
C 6.5	Exactitude thématique.....	117
C 6.5.1	Justesse des classes thématiques	118
C 6.5.2	Exactitude des attributs non quantitatifs	118
C 6.5.3	Exactitude des attributs quantitatifs	118
C 6.6	Référence au domaine d'application de la spécification	118
C 7	Acquisition des données	118
C 7.1	Description	118
C 7.2	Référence au domaine d'application de la spécification	119
C 8	Maintenance des données.....	119
C 8.1	Description	119
C 8.2	Référence au domaine d'application de la spécification	119
C 9	Présentation.....	119
C 9.1	Titre <Nom>	120
C 9.2	Date.....	120

C 9.3	Code de type de date.....	120
C 9.4	Référence au domaine d'application de la spécification.....	120
C 10	Livraison du contenu informationnel.....	120
C 10.1	Information sur le format de livraison <Nom du format >.....	121
C 10.1.1	Nom du format.....	121
C 10.1.2	Version.....	121
C 10.1.3	Spécification.....	121
C 10.1.4	Structure du fichier.....	121
C 10.1.5	LANGUE.....	121
C 10.1.6	Jeu de caractères.....	121
C 10.2	Information sur le support de livraison <Nom du support >.....	121
C 10.2.1	Unités de livraison.....	121
C 10.2.2	Taille du transfert.....	122
C 10.2.3	Nom du support.....	122
C 10.2.4	Autre information sur la livraison.....	122
C 10.3	Référence au domaine d'application de la spécification.....	122
C 11	Information supplémentaire.....	122
C 11.1	Description.....	122
C 11.2	Référence au domaine d'application de la spécification.....	122
C 12	Métadonnées.....	123
C 12.1	Référence au domaine d'application de la spécification.....	123

Liste des figures

Figure 1 – Environnement d’information géospatiale	15
Figure 2 – Exemple d'un ensemble d'entités hydrologiques	18
Figure 3 – Exemple d’entité pont.....	18
Figure 4 – Exemple tiré du Réseau hydrographique national (RHN) de GéoBase	19
Figure 5 – Exemple d’un type d’entité tiré d’un catalogue d’entités en ligne.....	22
Figure 6 – Extrait du dictionnaire de concepts d’entités du DGIWG.....	23
Figure 7 – Exemple de superposition de couches.....	24
Figure 8 – Contenu du répertoire de schémas.....	25
Figure 9 – Exemple d’éléments d’identification de métadonnées	28
Figure 10 – Évolution des métadonnées et de leur codage.....	29
Figure 11 – Exemple d’ensemble de données fluviales.....	31
Figure 12 – Exemple d’entité décrite en GML	32
Figure 13 – Partie du schéma INSPIRE pour les métadonnées.....	33
Figure 14 – Exemple de structure de registre	35
Figure 15 – Exemple de registre de listes de valeurs codées.....	36
Figure 16 – Exemple de description ontologique OWL	38
Figure 17 – Couches de GéoBase.....	40
Figure 18 – Registre des spécifications de contenu informationnel	41
Figure 19 – – Exemple de carte vectorielle.....	43
Figure 20 – Exemple de carte topologique.....	44
Figure 21 – Exemple de chaîne simple XML	46
Figure 22 – Exemple de GML	47
Figure 23 – Exemple de KML	48
Figure 24 – Couverture discontinue d’une classification	50
Figure 25 – Exemple d’image satellitaire	51
Figure 26 – Distorsion oblique d’une image satellitaire.....	52
Figure 27 – Quadrillage à balayage en ligne	53
Figure 28 – Parcours en ordre de Morton.....	53
Figure 29 – Image tramée par partition en quadrants	54
Figure 30 – Grille d’un modèle numérique des hauteurs.....	54
Figure 31 – Carte hypsométrique avec relief ombragé reposant sur un MNE.....	55
Figure 32 – Exemple de couverture TIN	55
Figure 33 – Ensemble de valeurs bathymétriques dans une couverture sous forme d'ensemble de points.....	56
Figure 34 – Couverture en champ vectoriel.....	56
Figure 35 – Imageur satellitaire à balayage en ligne	58
Figure 36 – GéoConnexions – Portail de découverte	67
Figure 37 – Résultats d’une requête au Portail de découverte.....	68

Figure 38 – Métadonnées d’orthoimages.....	69
Figure 39 – Architecture de référence CSW.....	70
Figure 40 – Séquence de protocole CSW.....	71
Figure 41 – Exemple d’image cartographique WMS.....	74
Figure 42 – Cartographie Web multiserveurs.....	75
Figure 43 – Exemple de services multiserveurs Web.....	76
Figure 44 – Exemple de données de réponse à une requête GetMap.....	78
Figure 45 – Requête WFS adressée à un index géographique.....	80
Figure 46 – Séquence GetCapabilities du WFS.....	82
Figure 47 – Résultat d’une requête WCS portant sur une carte des températures.....	85
Figure 48 – Traitement WPS de données sur le régime d’écoulement.....	87
Figure A1 – Exemple de paquetages.....	96
Figure A2 – Hiérarchie et sous-typage des classes.....	97
Figure A3 – Agrégation et composition.....	97
Figure A4 – Relations entre les classes.....	98

Liste des tableaux

Tableau 1 – Objets géométriques définis par la norme ISO 19109	44
Tableau 2 -- Formats de codage des images, des matrices et des mosaïques	60
Tableau 3 – Sources de données de la CBC	63
Tableau 4 – Couches de données de GéoBase.....	64

1. Introduction

Sous la direction de Ressources naturelles Canada, le programme GéoConnexions coordonne et mène le mouvement de normalisation pour l'interopérabilité de l'information géospatiale dans le cadre de l'Infrastructure canadienne de données géospatiales (ICDG). Cette initiative repose sur des normes internationales élaborées officiellement par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), ainsi que sur des normes consensuelles issues de consortiums comme l'Open Geospatial Consortium (OGC) [11]. Le programme GéoConnexions fait la promotion de l'interopérabilité et normalise les modes de stockage, de consultation et de présentation en ligne en avalisant un ensemble de normes pour l'interopérabilité tant des systèmes que des données en provenance d'organismes de normalisation nationaux, internationaux et industriels.

Les normes sont complexes et présentent de nombreuses facettes. Tantôt elles sont spécialisées, tantôt elles revêtent un caractère très général. Elles peuvent porter sur les données, les systèmes et services ou des procédures plus générales. Elles peuvent être source de confusion pour toute personne qui n'est pas familière avec l'ensemble des normes dans le domaine de l'information géospatiale afin d'en comprendre le but des différentes normes et celles qui sont applicables à telle ou telle situation.

Le présent guide de l'utilisateur fournit une information tant générale que pratique sur les normes pertinentes. Nombre de normes détaillées n'ont d'intérêt que pour le technicien ou le programmeur qui s'intéresse à un aspect particulier de l'ICDG. Mais le guide ici présenté s'adresse à l'utilisateur ou au gestionnaire qui, sur un plan plus général, doit comprendre l'intérêt global des normes de manière à juger du quoi et du comment de l'application de normes, mais sans avoir à entrer dans les détails. Cette remarque vaut en particulier pour les normes d'information géospatiale, puisqu'elles servent de raccordement entre les deux disciplines bien distinctes des sciences de la Terre et des technologies de l'information.

Pour concevoir un guide qui s'adresse au gestionnaire, au professionnel ou à l'utilisateur et non à l'usage du technicien, trois thèmes ont été retenus comme autant d'études de cas en matière de normalisation. Ces thèmes sont :

- mise en place d'un environnement d'information géospatiale;
- création d'un contenu informationnel ou d'un produit de données :
 - produits de données vectorielles à orientation entités;
 - couvertures basées sur les produits de données (comprenant les images);
- mise en œuvre de services Web.

Ce sont là des domaines pratiques où on se trouve à répondre aux besoins des professionnels et des gestionnaires dans les deux domaines d'application tels que les sciences de la Terre et les technologies de l'information.

1.1 Aperçu de l'environnement d'information géospatiale

Un environnement d'information géospatiale réunit toutes les ressources qui fournissent à toute personne l'accès et la compréhension de l'information géospatiale incluant l'information elle-même. De première importance est l'organisation des données et des ressources incluant les catalogues d'entités, registres, schémas, etc., sans oublier les codages servant à diffuser l'information géospatiale et les services par lesquels les utilisateurs entrent en interaction avec les applications qui utilisent l'information géospatiale.

L'approche de l'ISO pour l'organisation des données géospatiales utilise une méthodologie orientée sur les entités où le monde est modélisé comme un ensemble d'entités assorties d'attributs géospatiaux et autres et où on établit les relations entre les objets d'entités. C'est une approche qui est aujourd'hui largement adoptée dans toute la communauté de l'information géospatiale. Un certain nombre de normes portent sur la définition des entités et l'établissement des primitives géométriques et temporelles qui en décrivent les aspects spatiotemporels, ce qui comprend la création de catalogues d'entités et de dictionnaires de concepts. Il y a d'abord la description du jeu d'entités avec leurs définitions et leurs attributs spatiaux et autres dans un modèle conceptuel qui se situe à la base même d'une spécification de contenu informationnel pour ce type de données. Prenons un exemple : une simple carte routière peut contenir les types d'entité « route », « autoroute », « sentier », etc. Le type géométrique « courbe » décrit la forme et le lieu des entités de cette carte. Des attributs peuvent décrire les caractéristiques de la route. Un attribut peut préciser si un sentier est une « piste cyclable », un « sentier pédestre » ou une « combinaison de sentier pédestre et de piste cyclable ». Un système de référence spatiale relierait les entités de la carte routière à la Terre.

Les métadonnées sont l'information sur les ressources d'information géospatiale. Elles nous disent, par exemple, quand et par qui l'information a été produite, délimitent la région visée et caractérisent la qualité des données. Elles sont importantes si on veut comprendre l'actualité et l'intérêt des ressources. Elles deviennent d'une extrême importance dans la mise en œuvre des services permettant de trouver l'information géospatiale utile. Un exemple est le Service de catalogue Web (CSW) par lequel l'utilisateur peut rechercher de l'information sur les cartes numériques disponibles.

Pour qu'on puisse recevoir l'information d'une base de données ou d'un autre mécanisme de stockage en ligne, il faut coder cette information dans un certain format. Les formats sont nombreux pour toutes sortes d'utilisations spéciales ou ne sont applicables qu'aux systèmes et à l'équipement d'un fabricant en particulier. Quelques-uns peuvent être d'une nature très générale.

Un des plus souples et des plus répandus est le langage de balisage géographique (GML) qui est un codage qui s'appuie sur le codage XML. Nombreux sont les services géospatiaux Web qui utilisent GML.

Pour qu'il y ait compatibilité, il faut que tous aient une même compréhension de ce que signifie tout élément d'un ensemble d'information géospatiale. La compatibilité est favorisée par la maintenance de listes gérées d'éléments d'information comme les dictionnaires de concepts qui définissent les types d'entités ou encore les dictionnaires de métadonnées qui définissent les éléments de métadonnées. Avec des ensembles de définitions, on peut mieux établir le contexte de sorte que les utilisateurs de différent milieu ou de formation différente puissent comprendre la même information selon le contexte. La connaissance du contexte peut aider à assurer l'interopérabilité sémantique. Ainsi, un type d'entité appelé « Route » peut ne pas avoir le même sens pour un ingénieur des transports qui s'occupe de l'entretien de la voirie et autres activités que pour le voyageur qui emprunte tout simplement la route en question.

À la section 2 du présent guide, nous jetterons les bases d'un environnement d'information géospatiale et précisons les aspects nécessaires à la définition des éléments d'information et des interfaces de service qui sont caractéristiques de cet environnement, ainsi que des relations entre ces éléments et interfaces.

1.2 Aperçu des produits de données

Les données et les normes qui décrivent le contenu informationnel sont des aspects importants de l'ICDG. Les données-cadre constituent un des quatre grands piliers de l'ICDG. Une foule de ministères produisent de l'information géospatiale : des cartes topographiques aux cartes hydrographiques, des images de télédétection, des cartes de recensement et électorales, etc. L'industrie produit également une information géospatiale abondante qui peut être distribuée ou vendue commercialement ou pour soutenir leur activité principale (cartes dressées, par exemple, par une société minière uniquement aux fins de son activité d'extraction). L'interopérabilité des données de sources différentes est d'une grande importance. Il se peut, par exemple, que cette même société minière veuille utiliser les données de sources gouvernementales pour ne pas avoir à « partir de zéro » dans ses efforts cartographiques. De même, les autorités (fédérales, provinciales, municipales ou autochtones) peuvent s'intéresser à une partie des cartes produites dans le cadre des activités de cette société.

Dans la deuxième partie de ce guide, nous parlons de la création d'un produit de données. Il s'agit notamment d'expliquer l'utilité d'une spécification de contenu informationnel et de ses principales composantes. Les spécifications de produit constituent l'élément central d'une production de données cartographiques et elles touchent à une foule d'autres normes utiles. En voici les grands volets :

- schéma d'application (comment organiser les données);
- métadonnées (information sur le jeu de données);
- catalogue d'entités (éléments du monde réel incluent dans le jeu de données).

De plus, une spécification de contenu informationnel peut décrire ce qui suit :

- critères de conformité (conformité avec la spécification comme garantie d'uniformité des données);
- qualité (description des mesures de la qualité des données);
- codage des données (dans un format d'échange);
- à titre facultatif, présentation (mode prévu de visualisation des données).

Comme exemples de spécifications de contenu informationnel à caractère spécialisé, mentionnons les normes de produits pour les données géospatiales disponibles dans GéoBase ou pour les cartes hydrographiques dont dépend la sécurité de la navigation.

La section 3 du présent guide illustre ce qu'une spécification de produit comprend ainsi que la relation une spécification de produit et les normes qui la supportent.

À la sous-section 3.1, nous présenterons un produit de données vectorielles et décrirons comment les objets d'entités sont représentés spatialement par les primitives géométriques que sont le point, la courbe et la surface. Un tel produit contient normalement différents objets d'entités avec les attributs et les métadonnées qui s'y rattachent. Le format tient une grande place dans l'échange de produits de données vectorielles. Les formats types sont XML, GML et KML, mais d'autres formats plus spécialisés sont également employés.

À la sous-section 3.2, nous parlons du contenu informationnel sous forme de couvertures. Les données de couverture décrivent comment l'information couvre un territoire. L'imagerie de télédétection, les modèles d'élévation et les réseaux irréguliers triangulés (TIN) sont autant de bons exemples de type de couverture.

1.3 Aperçu des services Web

La carte classique imprimée sur papier est en voie d'être supplantée par les cartes électroniques dont beaucoup sont visualisables et/ou téléchargeables grâce aux services Web. L'Open Geospatial Consortium (OGC) a dirigé le mouvement de normalisation des services géospatiaux en ligne et élaboré sur des bases consensuelles un certain nombre de spécifications décrivant nombre d'aspects des services de données et en particulier des services Web. Ce que fait l'ISO dans le domaine des services est principalement alimenté par les travaux de l'OGC.

À la section 4 du présent guide, nous traiterons des aspects utiles des services Web. Il sera plus précisément question des types de services suivants :

- service de découverte et de catalogage de données;
- service de cartes Web;
- service d'entités géographiques Web;
- service de couvertures Web;
- service de traitements Web.

Un des services de base les plus importants est le Service de catalogage Web par lequel les utilisateurs explorent les métadonnées et trouvent les données nécessaires. C'est un service fondamental dans bien des applications et il est axé sur les métadonnées. C'est là un secteur de chevauchement des normes relatives aux données et aux services. Il reste que, dans ce cas, la recherche de données est différente de la plupart des autres cas de services géospatiaux, puisque l'utilisateur doit pouvoir trouver toutes les données nécessaires par toutes les versions types des métadonnées.

2. Établissement de l'environnement d'information géospatiale

L'information géospatiale est normalement produite dans un contexte à des fins particulières, d'où l'importance de connaître et de documenter les traits distinctifs du contexte de manière à comprendre les données. Les contextes sont aussi en chevauchement pour différentes communautés d'intérêt (groupes d'utilisateurs) et la compréhension des données dépend donc étroitement du point de vue de l'utilisateur. On a besoin de normes pour décrire les contextes, ce qui permettra à des groupes d'utilisateurs d'horizons différents d'en venir à une compréhension commune. Il s'agit de travailler au double niveau des éléments et des interfaces et de bien les définir pour que les différentes communautés d'intérêt s'entendent sur la plupart des aspects. En cas de désaccord, il peut y avoir une transposition qui rapprochera les interprétations entre les contextes.

La méthodologie de vue en composants de l'ISO pour la description de l'information et des services géospatiaux est basée sur l'approche d'entités. Dans cette approche, on définit la signification de chaque type d'entité. On peut affiner cette signification à l'aide d'attributs modificateurs, qu'il s'agisse du lieu de l'entité, des opérations qui y sont applicables ou des relations de l'entité avec les autres entités. Ces aspects sont définis dans un schéma d'application. La définition de chaque entité et des attributs qui s'y rattachent figure dans un catalogue d'entités. Un dictionnaire de concepts d'entités peut réunir ces définitions pour qu'elles puissent être employées uniformément. Ces éléments conduisent à l'élaboration d'un environnement d'information géospatiale.

On utilise fréquemment, mais définit rarement le terme « environnement informationnel ». Les militaires en donnent la définition suivante : « ensemble des personnes, des organismes et des systèmes qui recueillent, traitent, diffusent ou exploitent l'information, ce qui comprend l'information même » [traduction] [13]. L'environnement d'information géospatiale touche à tous les aspects liés à l'information spatiale, c'est-à-dire à la structure des données et à toutes les interfaces avec les systèmes qui diffusent ou présentent l'information. Voici les composantes de l'environnement d'information géospatiale :

- structure et schéma des données (schéma d'application);
 - description et sémantique des données (catalogue d'entités);
 - métadonnées;
 - opérations d'acquisition des données et des métadonnées;
 - données (éléments de données);
 - gestion des données;
 - découverte des données;
-

- accès aux données;
- transformation des données.

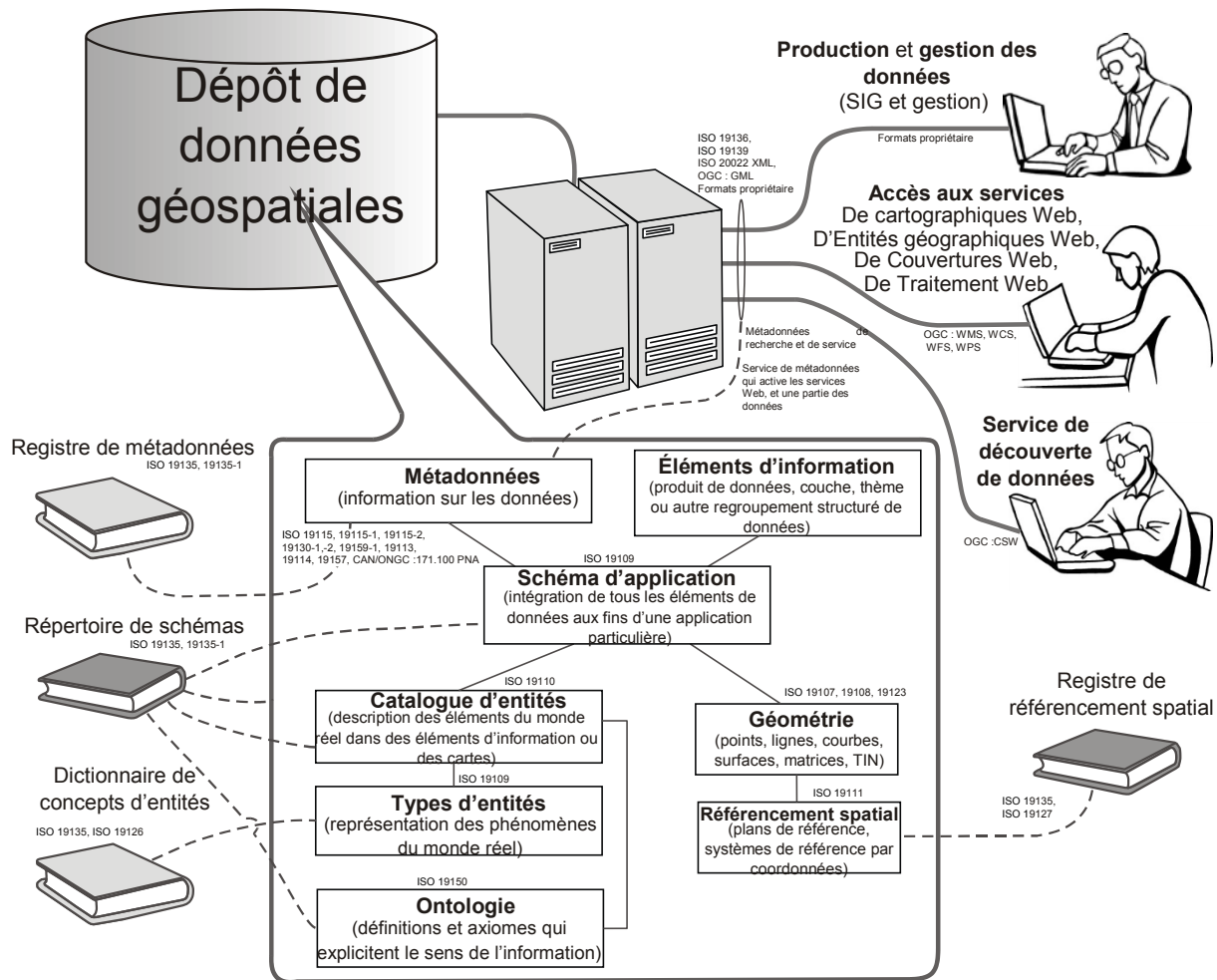


Figure 1 – Environnement d'information géospatiale

C'est ce qu'illustre la figure 1. Les différents utilisateurs ont accès aux systèmes par divers services d'information. Ceci inclut le service de découverte (CSW, par exemple) permettant de trouver des données, service de cartes Web et services d'accès liés d'extraction et de traitement des données, de production et de gestion des données dans un système d'information géographique (SIG) se prêtant à la fois à l'extraction et à la production de données. Les données consistent en objets d'entités géospatiales qui sont réunis dans un catalogue d'entités en fonction d'une vue particulière du monde. En d'autres termes, un catalogue rattache des entités et des attributs à des objets du monde réel. L'information peut être organisée de bien des façons dans un dépôt de données : couches, groupes thématiques, autres structures. Les métadonnées sont des données sur les ressources : dates

de production, qualité, etc. Le schéma d'application intègre toutes les composantes pour une utilisation particulière. Prenons l'exemple des entités caractéristiques d'un réseau hydroélectrique. Une partie des types d'entités peuvent se retrouver dans d'autres schémas d'application (cours d'eau dans une carte routière, par exemple), mais les attributs en seraient différents. Dans une gestion prudente, on ferait figurer la même instance d'entité dans le dépôt de sorte que, s'il y a un changement du cours d'eau, ce changement se trouve dans toutes les applications. Les registres soutiennent la structure de données en définissant les éléments de métadonnées et les concepts d'entités. Le registre de référence spatial peut énumérer les paramètres et les codes géodésiques et le répertoire de schémas rendrait disponible les divers schémas d'application. Les données qui vont aux utilisateurs seraient codées. La figure 1 indique en partie les normes applicables à l'ensemble de ces interfaces et de ces composantes.

Il existe un certain nombre de normes générales qui supportent à l'élaboration d'un environnement d'information géospatiale. Ces normes définissent les règles applicables aux schémas d'application, aux méthodes de catalogage d'entités, aux dictionnaires de concepts d'entités et aux paramètres et codes géodésiques, ainsi qu'aux éléments de métadonnées et aux schémas spatiotemporels. L'utilisateur ou le gestionnaire a seulement à comprendre que ces règles existent. Il devrait s'intéresser davantage au schéma d'application à réaliser et au catalogue d'entités à utiliser pour un type particulier de données. Quand il est défini, le dictionnaire de concepts d'entités établit le vocabulaire des types d'entités et d'attributs. L'utilisateur peut se reporter à la définition d'un type d'entité au dictionnaire pour comprendre les données.

Les données ont des composantes communes d'information et les services définissent les interfaces leur donnant accès. Dans cette section, nous décrivons les composantes d'un environnement d'information géospatiale que représentent l'approche basée sur les entités, les schémas, et les répertoires de schémas, les catalogues d'entités, les dictionnaires de concepts, les métadonnées, les données géospatiales, le partage des données, les registres et l'interopérabilité sémantique.

2.1 Approche basée sur les entités et schéma d'application

L'approche basée sur les entités en information géospatiale vient du Modèle d'entités géographiques générales de l'ISO/TC 211 [8] tel que décrit dans la norme *ISO 19109 Information géographique – Règles relatives aux schémas d'application* [17]. Cette norme oriente la création de la définition conceptuelle de l'information géospatiale, ce qu'on appelle aussi le schéma d'application. Un schéma d'application vise à structurer les données pour une application particulière. Il permet :

- de structurer et d'élaborer une base de données géospatiales;
- de mettre en œuvre un SIG pour un domaine spécifique;
- de dériver un schéma de codage (schéma GML, par exemple);
- d'établir la sémantique des données;
- de soutenir l'analyse.

Le Modèle d'entités générales est le modèle de haut niveau de l'ISO qui rattache à une entité des attributs, des propriétés, des contraintes et des relations avec d'autres entités (association générique, agrégative ou de classification (à titre de sous-type)). L'entité géographique en question se trouve décrite dans un schéma d'application.

Les développeurs de produits et de bases de données géospatiales doivent suivre de près la norme ISO 19109 pour pouvoir définir, structurer et organiser les données géospatiales en toute cohérence. De leur côté, les utilisateurs tireront parti de cette norme en pouvant se familiariser avec la structure uniforme de la source de données ou du produit d'information géospatiale.

L'élément le plus fondamental du Modèle des entités générales est le Type d'entité pour une description des entités. La première étape est de déterminer les types d'entités nécessaires pour décrire un domaine particulier d'information géospatiale. On analyse une utilisation de cette information et juge ensuite quelles entités sont requises pour représenter l'information géospatiale. Dans une carte hydrographique par exemple, on aura besoin d'entités hydrologiques comme les cours d'eau, les plans d'eau et les bassins versants.

Un schéma d'application est constitué d'un ensemble d'entités assorties des propriétés de ces entités, qu'il s'agisse d'attributs spatiotemporels ou d'autres attributs se rattachant aux types d'entités. Pour un pylône de télécommunications, on peut établir des attributs spécialisés, dont la fréquence d'éclat et la configuration des feux.

Le Schéma d'application forme le cœur d'un Environnement d'information géospatiale. Il lie les types d'entités à des attributs géométriques et autres et indique l'information connexe (métadonnées, par exemple). Il se présente sous la forme d'un modèle pouvant être présenté de manières différentes.

Un schéma d'application peut définir une arborescence de tous les types d'entités hiérarchisés dans un contenu informationnel incluant les relations entre les entités.

La figure 2 présente une hiérarchie simple faisant partie d'un schéma d'application pour une Entité hydrologique ayant comme sous-types un Bassin versant, un Plan d'eau et un Cours d'eau. L'entité Cours d'eau a elle-même un Filamentaire d'écoulement comme sous-type.

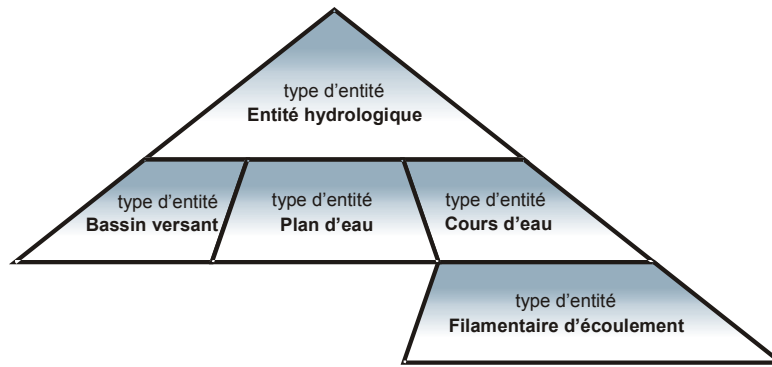


Figure 2 – Exemple d'un ensemble d'entités hydrologiques

On définit normalement un schéma d'application par le langage de modélisation UML (voir l'Annexe A). Les attributs donnent des détails additionnels sur les instances des diverses entités. La géométrie d'une entité est définie comme attribut de l'entité.

D'autres relations sont définies. Le mécanisme utilisé dans l'ensemble de normes d'information géographique de l'ISO est le langage de modélisation unifié UML (ISO/IEC19505) [58]. Ce langage formel est destiné aux développeurs et aux gestionnaires de bases de données. Un utilisateur doit savoir que de tels modèles rigoureux existent. Leur contenu et leur gestion sont d'une grande importance.

La figure 3 présente un pont comme type d'entité. Le pont en question comprend une traverse, deux bretelles d'accès, des piliers et un garde-corps. Dans un type d'entité générique du pont, il faut qu'un pont ait une traverse, puisqu'il n'existe tout simplement pas de pont sans traverse. Le type d'entité générique du pont peut comporter deux bretelles d'accès et plus et, à titre facultatif, des piliers et des garde-corps. Le pont est aussi en relation avec l'entité du cours d'eau qu'il franchit.

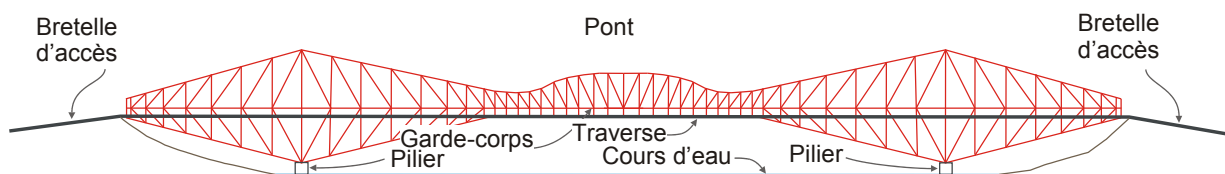


Figure 3 – Exemple d'entité pont

On définit les aspects géométriques et temporels d'un type d'entité par les attributs rattachés à cette entité. Un type d'entité peut avoir des attributs multiples dont plusieurs attributs géométriques. On peut, par exemple, décrire un pont comme une surface avec des limites sur une carte à l'échelle 1/5 000 ou comme un point sur une carte à l'échelle 1/1 000 000. Les entités aux

formes complexes peuvent comporter plusieurs aspects géométriques sous forme de courbes correspondant à différents niveaux de généralisation.

Le schéma d'application se situe au cœur de l'environnement d'information. Il fait le lien entre les types d'entités et les attributs géométriques et autres attributs et identifie l'information auxiliaire telle que les métadonnées. Le schéma d'application est représenté sous la forme d'un modèle. Il y a plusieurs façons d'exprimer ce modèle.

La figure 4 montre un jeu de données « GéoBase – Réseau hydro national (RHN) ». Elle indique les bassins hydrographiques et 16 autres types d'entités. Une Collection d'entités est un type d'entité servant à regrouper d'autres entités.

Une fois toutes les entités réunies, d'autres propriétés doivent y être assignées.

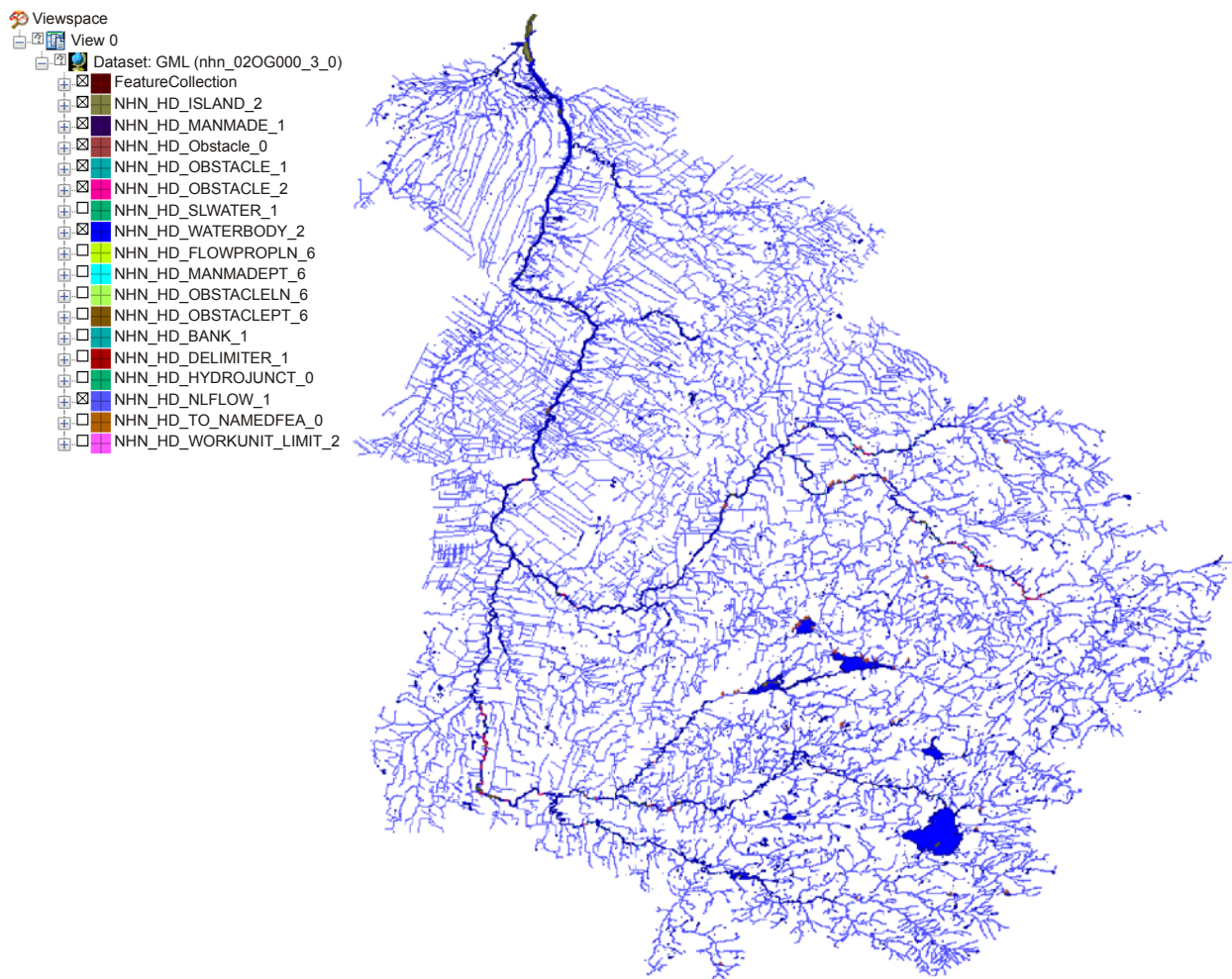


Figure 4 – Exemple tiré du Réseau hydrographique national (RHN) de GéoBase

Les données géospatiales doivent être positionnées sur la Terre. L'information spatiale est de deux types : un ensemble de primitives spatiales et référencement d'une position par rapport à la Terre (géopositionnement).

La norme *ISO 19107 Information géographique – Schéma spatial* [16] définit un ensemble de primitives spatiales. On peut y choisir les primitives spatiales d'intérêt. Les primitives spatiales dans un espace bidimensionnelle sont fondamentalement le point, la courbe (segment linéaire incurvé) et la surface (aire). On peut avoir recours à des types de lignes spéciaux dans certains cas. L'ensemble de primitives géométriques disponible de la norme ISO 19107 est très riche. La norme *ISO 19136 Information géographique – Langage de balisage en géographie (GML)* [35] [67], qui est une norme de codage, définit la mise en œuvre de sous-ensembles. L'utilisateur ou le gestionnaire devrait connaître et comprendre l'ensemble de primitives géométriques disponibles pour la définition des attributs géométriques des entités.

L'autre partie importante de l'information spatiale est le référencement d'une position par rapport à la Terre. Un Système de référence par coordonnées (SRC) constitue le mécanisme de géopositionnement. La norme *ISO 19111 Information géographique – Système de références spatiales par coordonnées* [19] présente une approche normalisée permettant de décrire entièrement un système de coordonnées. Les utilisateurs doivent pouvoir identifier quel est le système utilisé parmi les systèmes de références spatiales qui ont déjà été normalisés et portés dans un registre bien défini. Il s'agirait normalement du système de référence nord-américain NAD83, du système qui l'a précédé NAD27, du *World Geodetic System 1984 (WGS84)* ou d'un autre parmi les nombreux systèmes de géoréférencement. Un code d'identification du système utilisé devrait faire partie des métadonnées. Un registre normalisé contient les paramètres et les codes géodésiques définis conformément à la norme ISO 19111. Il existe un certain nombre de registres de paramètres et codes géodésiques. L'un d'eux est en voie d'élaboration par l'ISO, et il sera pour le Canada la liste définitive des systèmes de géoréférencement. Un autre registre qui est fort utilisé a été défini par l'*International Association of Oil and Gas Producers* (auparavant appelée l'*European Petroleum Survey Group* ou EPSG [5]). Ce répertoire n'est pas une liste officielle, mais il attribue des codes qui sont largement employés dans bien des services géospatiaux pour les systèmes de référencement.

On élabore habituellement comme ressource d'accompagnement un catalogue d'entités qui décrit tous les éléments définis dans un schéma d'application. La section 2.2 présente le catalogue d'entités.

2.2 Catalogues d'entités et dictionnaires de concepts

Catalogue d'entités

Un catalogue d'entités est un mécanisme de documentation pour la description d'un schéma d'application. Il est fondé lui aussi sur le Modèle des entités générales déjà présenté et décrit dans la norme ISO 19109. Les producteurs de données s'en servent pour décrire et les utilisateurs pour comprendre le sens des types d'entités, de leurs attributs et de leurs relations. Un catalogue d'entités compte parmi les mécanismes de soutien de l'interopérabilité sémantique.

L'ISO a normalisé le contenu et la structure d'un catalogue d'entités dans la norme *ISO 19110 Information géographique – Méthodologie de catalogage des entités* [18].

Chaque type d'entité qui peut être utilisé dans les données est défini avec les attributs de l'entité. L'utilisateur doit connaître ces éléments pour pouvoir comprendre le contenu. Il en est de même pour le producteur de données (quelle qu'en soit la discipline) s'il veut établir des critères de collecte pour les données à représenter sur une carte. Cela vaut aujourd'hui pour les cartes électroniques comme c'était le cas antérieurement pour les cartes sur papier. La légende de la carte sur papier correspond en réalité au catalogue d'entités de la carte.

La figure 5 présente un extrait du profil de catalogue des données vectorielles nationales élaboré par le Secteur des sciences de la Terre de RNCAN conforme à la norme ISO 19110. C'est un extrait du Catalogue d'entités qui définit un type d'entité avec les attributs qui s'y rattachent (voir la figure 4). Chaque type d'entité comporte un identifiant et une définition. Pour une entité, il y a aussi un ensemble d'attributs; chacun a également son identifiant nom et sa définition. Les attributs sont rattachés à l'entité. Ceci précise quel est l'ensemble d'attributs qui est applicable à une entité et s'ils sont facultatifs ou obligatoires. Une entité avec les attributs qui s'y rattachent est le descripteur primaire d'un objet géographique.

Dictionnaire de concepts d'entités

Un dictionnaire de concepts d'entités est aussi un ensemble de définitions, mais à un niveau plus abstrait. Dans un tel dictionnaire, les définitions sont séparées et indépendantes des types d'entités et des attributs. Dans un dictionnaire de concepts d'entités, les attributs ne sont pas rattachés aux entités. Un dictionnaire de concepts d'entités peut se comparer à un dictionnaire de langue. La norme *ISO 19126 Information géographique – Dictionnaires de concepts de caractéristiques et registres* [27] décrit le mécanisme d'élaboration et de gestion de ces dictionnaires constitués comme registres.

Abstract Class : Water Linear Flow

Code	Catalogue	Name - (French name)	Geometry
1100009	Earth Sciences Sector Integrated Data Model, MGT, Hydrographic Features	Water Linear Flow - (<i>Filamentaire d'écoulement</i>)	Area
Definition			
A feature that traces the movement of water in a one-dimension virtual water flow route.			
Attribute Section			
Attribute	Attribute name	Attribute definition	
FEATURE_ID	Feature Identifier	► Unique numeric identifier necessary for the operation of ESRI.	
FLOW_DIRECTION	Flow Direction	► The water flow direction compared to the feature digitizing direction.	
FLOW_QUALIFIER	Flow Qualifier	► The nature of the Water Linear Flow.	
BDG_ID	GDB Identifier	► Unique internal feature identifier used in Spatial Reference Data Base (SRDB).	
NAME_DATABASE	Geographical Name Database	► Name of the database from which the geographical name comes from.	
LEVEL_PRIORITY	Level Priority	► Water Linear Flow route classification within the hydro network.	
MD_ID	Metadata Identifier	► Identifier of the metadata describing a feature occurrence.	
NAME1_ID	Name Identifier 1	► The geographical name identifier from the geographical name database.	
NAME2_ID	Name Identifier 2	► The geographical name identifier from the geographical name database.	
MD_NETWORK_QUALITY	Network Data Quality	► Quality of the network construction. By its nature, this attribute falls naturally under the metadata model defined by ISO 19115. Its duplication or presence at the entity level can only be explained by a desire for ease of access and convenience for the user, namely provide direct access to this information	
PERMANENCY	Permanency	► Nature of the occurrence through time.	
PURPOSE	Purpose	► The purpose or representation of the geometry	
MD_TOPONYMIC_LINK_QUALITY	Toponymic Link Quality	► Quality of toponymic association. By its nature, this attribute falls naturally under the metadata model defined by ISO 19115. Its duplication or presence at the entity level can only be explained by a desire for ease of access and convenience for the user, namely provide direct access to this information	
WATER_DEFINITION	Water Definition	► The nature of a body of water defined according to its water velocity, usage and configuration.	
ZT_ID	Zone of Transaction Identifier	► Identifier of the transactional metadata polygon delimiting the area where the transaction occurs. The transaction refers to the work from which the feature occurrence comes from.	

Figure 5 – Exemple d'un type d'entité tiré d'un catalogue d'entités en ligne

Un dictionnaire de concepts d'entités vise à guider le concepteur d'un catalogue d'entités pour que des définitions communes soient utilisées autant que possible dans différents catalogue d'entités. On assure ainsi une uniformité entre les divers secteurs d'application. Si la définition d'un dictionnaire est trop large, elle peut être circonscrite dans un catalogue d'entités. Le dictionnaire

et le catalogue se complètent. Un dictionnaire est inutile si l'environnement est étroit. Il n'y a que le catalogue qui soit absolument nécessaire.

Des organismes comme l'Organisation hydrographique internationale ou OHI [7] et le Defence Geospatial Information Working Group ou DGIWG [3] ont défini des dictionnaires de concepts d'entités pour supporter un éventail de produits de données réalisés par eux. La plupart des autres organismes ont une orientation plus resserrée et se sont contentés de définir des catalogues d'entités.

La figure 6 présente les définitions d'entités du dictionnaire de données d'entités du DGIWG [4].

The screenshot shows the DGIWG FDD web application interface. At the top, there is a navigation bar with 'DGIWG Home', 'Overview', 'Registers', 'Explore', and 'Login'. Below this is a search section titled 'Browse Results for: Feature Type'. It includes filters for 'Register' (DGIWG FDD), 'Item Type' (Feature Type), 'Filter' (Name), 'Show' (All), 'Status' (All), 'As-of Date' (0, Oct, 2014), and 'Sort' (Name-A-Z). There are also 'Group' and 'Subgroup' dropdowns set to 'ANY'. A 'Browse' button is present. Below the search filters is a table with the following data:

Code	Name	Definition	Description	Status
AccessZone FA005	Access Zone	A terrain region between a contact zone and the first passable land transportation route (for example: a road).		Valid
AcousticStation BK010	Acoustic Station	The geographic location at which a set of acoustic observations were taken.		Valid
AdministrativeDivision FA003	Administrative Division	An administratively subordinate division of a geopolitical entity.	A geopolitical entity (country) is typically divided into first-, second-, and lower-order administrative divisions. First-order administrative divisions are immediately subordinate to the government of the geopolitical entity, with second- and lower-order divisions subordinate to those above them. Examples: (first-order) a United States state, a German Land, a French region; a Canadian province; (second-order) a U.S. county, a French department; (third-order) a U.S. township, a French arrondissement; (lower-levels) a French commune.	Valid

Figure 6 – Extrait du dictionnaire de concepts d'entités du DGIWG

L'ISO a normalisé la structure de ces dictionnaires dans sa norme ISO 19126. Toutefois, la norme ISO 19110 sur les catalogues d'entités est plus importante que la norme ISO 19126. Les utilisateurs ou les gestionnaires doivent comprendre que ces ressources coexistent, qu'elles sont distinctes l'une de l'autre mais qu'elles se complètent.

2.3 Schémas et répertoires de schémas

Comme nous l'avons mentionné, chaque jeu de données doit être bien documenté, sinon il ne pourra être compris de l'utilisateur. Un schéma d'application décrit la structure et le contenu d'un type d'information géospatiale conçu pour un ensemble d'utilisations. Un répertoire de schémas est une base de données ou un registre servant à stocker et gérer un groupe de schémas dans toutes leurs versions avec les descriptions d'éléments qui s'y rattachent. On peut ainsi définir des couches multiples d'information qui, individuellement ou collectivement, décriront une réalité géospatiale sous ses nombreuses facettes.

La figure 7 illustre une superposition de couches indépendantes. Chaque couche est un type de données et peut avoir en complément un catalogue d'entités indépendant, des métadonnées et d'autres éléments. Ces couches peuvent être réunies dans un Schéma d'application global pour une utilisation particulière.

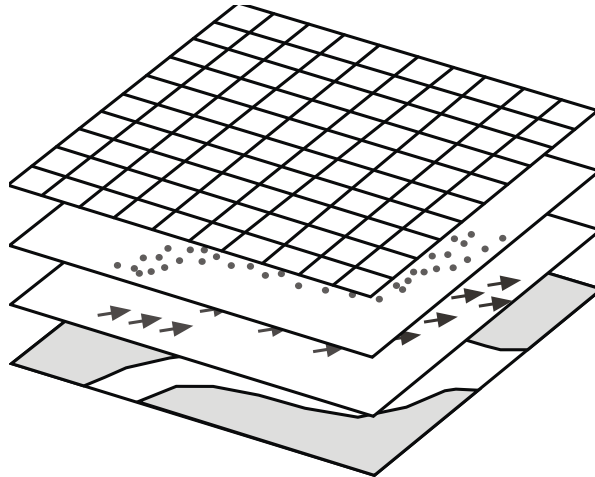


Figure 7 – Exemple de superposition de couches

Les systèmes qui consomment, traitent ou affichent des données doivent comprendre les schémas, tout comme les systèmes d'information géographique (SIG) qui produisent des données. Un utilisateur doit avoir accès à l'information tenue dans les schémas pour comprendre les données qu'il reçoit.

Un praticien tel un professionnel en SIG, un arpenteur, un biologiste ou tout autre parmi les nombreux professionnels qui produisent des données sous forme de cartes doivent avoir accès aux schémas pour pouvoir réaliser des produits de données cohérents. Un troisième utilisateur est le concepteur d'un schéma pour un domaine thématique déterminé. Ce type d'utilisateur ne veut pas avoir à « partir de zéro » pour élaborer une spécification unique de produit. Il désire plutôt exploiter et développer les schémas qui existent déjà et les parties de schéma conçues par d'autres personnes.

Pour que les schémas puissent être partagés, un mécanisme doit être mis en place pour rendre disponible cette information aux différents utilisateurs. Ceci implique l'accès à un répertoire de schémas. Ce doit être une base de données gérée (i.e. un registre) qui contient une collection d'ensembles contenant :

1. un schéma d'application;
2. un catalogue d'entités;
3. des listes de valeurs codées d'attributs permises dans le jeu de données;
4. les éléments de métadonnées admissibles avec le (s) type(s) de codage.

On peut aussi y trouver l'information qui aidera à présenter les données (ensembles de symboles et feuilles de style, par exemple).

Le Répertoire de schémas à la figure 8 illustre le contenu possible d'un répertoire. Les éléments obligatoires sont les liens au schéma d'application, au catalogue d'entités, aux métadonnées et au système de référence spatial. Une méthode de codage du contenu informationnel pour l'échange ou le stockage est aussi requise.

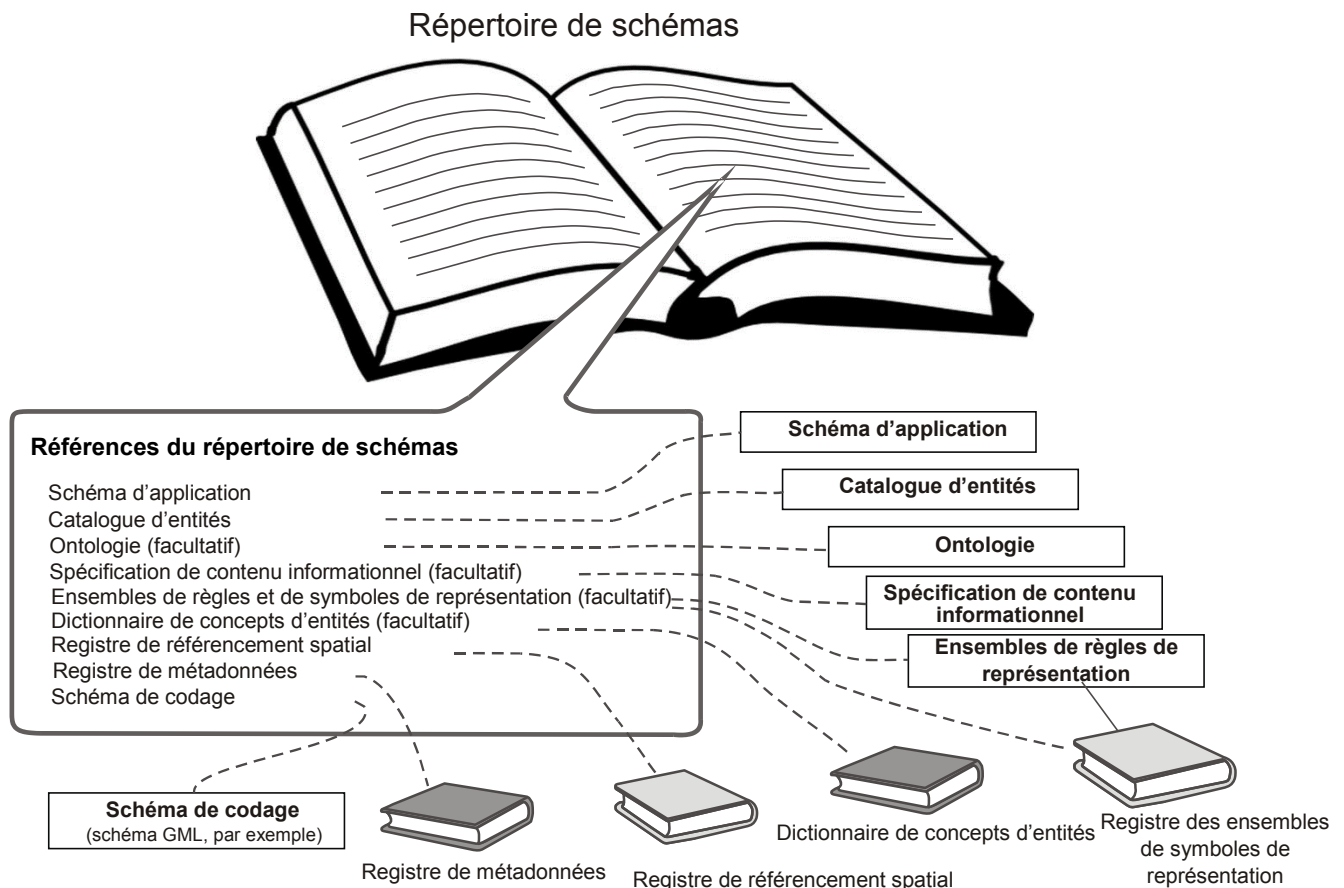


Figure 8 – Contenu du répertoire de schémas

2.4 Métadonnées

Un certain nombre de normes définissent les éléments d'information communs qui jouent un grand rôle dans l'ensemble des utilisations de l'information géospatiale. Les métadonnées font l'objet d'une de ces normes. Il s'agit de l'information sur les ressources. Quand on a sous la main une carte détaillée ou un autre ensemble de données géospatiales, ce n'est qu'avec des métadonnées qu'on peut savoir sur quoi portent les données, si elles sont à jour, quelle est leur qualité et qui les a produites. À l'époque des cartes sur papier, les métadonnées figuraient dans les marges et étaient souvent des plus restreintes, bien qu'étant faciles à lire. En notre ère d'information géospatiale

numérique, il est possible de fournir plus de métadonnées, mais cette quantité varie amplement et, faute de normalisation, se révèle peut-être peu cohérente ou difficile à lire.

La norme de base de l'ISO sur les métadonnées, à savoir la norme *ISO 19115 Information géographique – Métadonnées* [22] et sa version révisée *ISO 19115-1 Information géographique – Métadonnées – Partie 1 : Principes de base* [23], établit les éléments de métadonnées nécessaires à la description des ressources sous forme de données géospatiales et de services. Un sous-ensemble restreint est obligatoire. Pour un schéma d'application, il faut bien plus que la liste des éléments possibles de métadonnées définis dans les normes de l'ISO. Il faut pouvoir clairement reconnaître les éléments de métadonnées et les listes de valeurs codées qui sont employées dans un schéma d'application.

Pour chaque contenu informationnel, il faut définir les métadonnées à fournir dans la spécification élaborée pour ce type de produit (voir la section 3). La quantité de métadonnées à prévoir varie selon le type de données. Une carte hydrographique de navigation est un document officiel qui établit les règles relatives aux voies de navigation. Il faut suffisamment de métadonnées pour que les données hydrographiques en question puissent être défendues en justice en cas d'échouement d'un navire. En revanche, une carte touristique ne livrera guère de métadonnées en dehors des mentions de lieu et de date.

Les métadonnées ont bien des usages. Elles permettent à l'utilisateur de rechercher, valider, échanger, exploiter et gérer des données¹. Ainsi, certains produits de données peuvent comporter une panoplie de métadonnées détaillées décrites dans une spécification de contenu informationnel qui se rapporte à une version de ces produits. Un service de catalogue doit être très polyvalent pour la recherche des données. Il doit pouvoir lire et interpréter toutes les métadonnées, qu'elles soient définies par des normes antérieures et les spécifications de produit les plus récentes. Les utilisateurs s'attendent à pouvoir rechercher et trouver toutes les données utiles, qu'elles soient des plus récentes ou qu'elles relèvent des versions antérieures des normes. Les métadonnées servant à la recherche des données sont moins complètes, mais doivent rapprocher les versions.

Les éléments de métadonnées sont notamment les suivants :

- Information d'identification (titre, date, producteur, etc.);
- Information sur la qualité des données (qualité et degré de traitement des données);
- Information sur l'organisation des données spatiales (données vectorielles, données de couverture ou autre type de données);
- Information à référence spatiale (localisation des données et système de référencement spatial);
- Information sur les entités et les attributs (renvoi aux catalogues d'entités, aux dictionnaires de concepts, etc.);
- Information sur la distribution (supports, restrictions de diffusion, etc.);

¹ Adaptation de D. Danko, Handbook of Geographic Information [2].

- Information sur les métadonnées de référence (version des normes de métadonnées, dates, etc.).

Tout élément d'information peut être interrogé, mais ce sont les éléments d'identification qui alimentent principalement la recherche et la découverte des données.

La figure 9 cite un exemple d'un sous-ensemble des éléments d'identification des métadonnées d'un ensemble de données du Réseau hydrographique national.

C'est seulement la première partie des métadonnées de cet ensemble de données. Une requête de recherche de données passant par un service de catalogue Web comme le CSW de l'OGC [68] permettrait que l'interrogation porte sur n'importe quel élément de métadonnées, mais les éléments premiers sont l'emplacement, le titre, la provenance et les données. Une description complète de métadonnées renseignerait également sur la qualité des données, notamment sur la généalogie (lignage), l'organisation spatiale (vectorielle), le système de référence spatial (NAD83, par exemple), la référence au catalogue d'entités, le distributeur et la version de la spécification des métadonnées.

La norme ISO 19115 n'est qu'une parmi les normes importantes sur les métadonnées. Elle a été révisée en 2014 et est devenue la norme 19115-1. Mentionnons également la norme *ISO 19115-2 Information géographique – Métadonnées – Partie 2 : Extensions pour les images et les matrices* [24], laquelle renseigne en plus sur les propriétés de l'instrumentation de mesure servant à l'acquisition des données d'imagerie, ainsi que sur le type de traitement des données.

Il faut aussi adapter les normes sur les métadonnées aux besoins locaux ou spécialisés. Le Canada et les États-Unis ont élaboré conjointement un profil de la norme ISO 19115 sur les métadonnées en tant que norme binationale sous le titre *Profil nord-américain de l'ISO 19115:2003 Information géographique – Métadonnées (PNA – Métadonnées)* [79]. Ce profil rend obligatoires certains éléments facultatifs de la norme 19115, soutient l'utilisation de plusieurs langues et transforme certains éléments en texte libre en éléments codés. Il y a deux aspects importants à la norme PNA – Métadonnées. D'abord, on se trouve à migrer de la norme Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM) de l'U.S. Federal Geographic Data Committee (FGDC) [84] (norme antérieure populaire sur les métadonnées); ensuite, la norme PNA – Métadonnées s'appuie sur un registre en ligne qui énumère et définit l'ensemble des éléments de métadonnées et des listes de valeurs codées. La norme PNA – Métadonnées² a été établie comme norme nationale au Canada sous la désignation CAN/CGSB 171.100 2009 [79]. Elle est aussi devenue une norme du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada sous le titre Norme sur les données géospatiales [85].

² On peut consulter ce registre en ligne à l'adresse <http://nap.geogratis.gc.ca/metadata/register/>

<p>Citation :</p> <p>Information sur la citation :</p> <p>Origine : Gouvernement du Canada; Ressources naturelles Canada; Secteur des sciences de la Terre; Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre (CCCOT)</p> <p>Date de publication : 2013-11-12</p> <p>Titre : 02OG000, Yamaska</p> <p>Édition : 3.0</p> <p>Forme de présentation des données géospatiales : données numériques vectorielles</p> <p>Information sur la série :</p> <p>Nom de la série : Réseau hydro national (RHN)</p> <p>N° : 1.0-CL2_NC2</p> <p>Information sur la publication :</p> <p>Lieu de publication : Sherbrooke, Québec, Canada</p> <p>Éditeur : Gouvernement du Canada; Ressources naturelles Canada; Secteur des sciences de la Terre; Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre (CCCOT)</p> <p>Lien en ligne : http://www.geobase.ca</p> <p>Description :</p> <p>Nom abrégé : Réseau hydro national (RHN) ...</p> <p>Objet : Réseau hydro national, Canada, niveau 1, édition 1.0 « Standard in accordance with CCOG resolution F03-05 ... »</p> <p>Information supplémentaire : ... Ce jeu de données du Réseau hydro national (RHN) contient des données au niveau de complétude 2 (CL2) ...</p>	<p>Période visée par le contenu :</p> <p>Information sur la période visée :</p> <p>Plage de dates et d'heures :</p> <p>Date de début : 1999-11-01</p> <p>Date de fin : 2013</p> <p>Actualité : état du terrain</p> <p>Avancement :</p> <p>Progrès : Complet</p> <p>Fréquence de maintenance et de mise à jour : Inconnue</p> <p>Domaine spatial :</p> <p>Coordonnées limites :</p> <p>Coordonnée limite ouest : -73,2</p> <p>Coordonnée limite est : -72,2</p> <p>Coordonnée limite nord : 46,2</p> <p>Coordonnée limite sud : 45</p> <p>Mots clés :</p> <p>Thème :</p> <p>Thésaurus thématique des mots clés : GCMD (Global Change Master Directory)...</p> <p>Lieu :</p> <p>Mot clé de lieu : Continent > Amérique du Nord > Canada > Québec ...</p> <p>Contraintes d'accès : Licence du gouvernement ouvert – Canada (http://ouvert.canada.ca/fr/licence-du-gouvernement-ouvert-canada)</p> <p>Contraintes d'utilisation : Licence du gouvernement ouvert – Canada (http://ouvert.canada.ca/fr/licence-du-gouvernement-ouvert-canada)</p>
---	---

Figure 9 – Exemple d'éléments d'identification de métadonnées

Dans le cas des images, les normes *ISO 19130 Information géographique – Modèles de capteurs d'images de géopositionnement* [30] et *ISO 19130-2 Information géographique – Modèles de capteurs d'images de géopositionnement – Partie 2 : SAR, InSAR, lidar et sonar* [31] traitent des modèles de géopositionnement par appareil optique, radar, laser ou sonar et définissent les éléments de métadonnées de ces capteurs. La suite des normes *ISO 19159 Information géographique – Calibration et validation de capteurs de télédétection* [46] décrit les éléments de métadonnées pour la calibration et la validation des capteurs d'images de télédétection. Dans le cas des données vectorielles, les normes *ISO 19113 Information géographique – Principes qualité* [20], *ISO 19114 Information géographique – Procédures d'évaluation de la qualité* [21] et *ISO 19138 Information géographique – Mesures de la qualité des données* [37] décrivaient initialement tous les aspects de la qualité des données exprimés sous forme de métadonnées. Après révision et réorganisation, ces trois normes sont devenues la norme *ISO 19157 Information géographique – Qualité des données* [45].

La révision des normes sur la qualité illustre un aspect important des métadonnées. Les normes sont en constante évolution. Tout ensemble de données est conforme à un ensemble de normes, mais certains services d'information et le service de catalogage en particulier devront pouvoir lire et interpréter les données conformes tant aux normes révisées qu'aux normes initiales. La compatibilité descendante est des plus importantes pour les services. Il existe et existera des données anciennes et même des nouvelles données qui pourront être publiées selon des spécifications de contenu informationnel élaborées en fonction de versions antérieures des normes. La règle d'or en matière de compatibilité descendante consiste à veiller à ce que, autant que possible, les nouveaux systèmes puissent lire et interpréter les données définies selon des versions antérieures des normes et, là où il leur est impossible d'interpréter directement des données anciennes, que les données en question soient dûment identifiées et qu'un programme traducteur de conversion soit disponible.

La figure 10 illustre l'évolution prévue³ des normes de métadonnées de l'ISO et du codage des métadonnées.

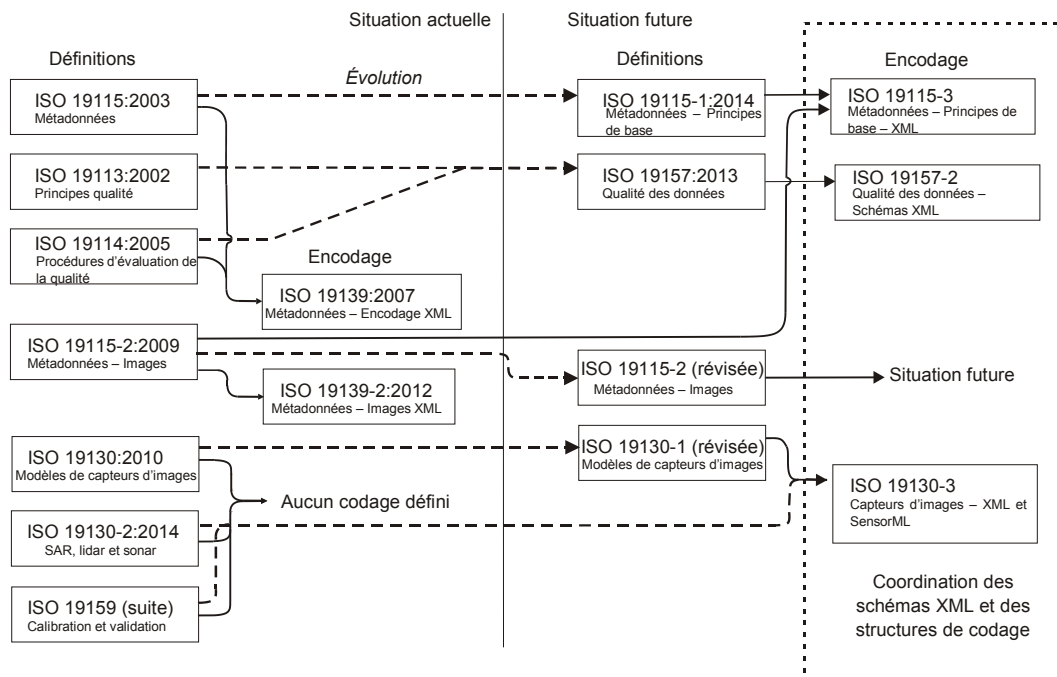


Figure 10 – Évolution des métadonnées et de leur codage

Pour servir à un produit de données ou un service, les métadonnées doivent être codées. Certains contenus informationnels spécialisés peuvent demander des mécanismes uniques de codage. Ainsi, les cartes hydrographiques recourent à la norme ISO 8211 Technologies de l'information – Spécifications pour fichier de données descriptif pour l'échange d'information [50].

³ Ce diagramme présente l'avancement du plan ISO/TC 211 à la réunion de novembre 2014 de ce comité.

Un mécanisme courant de codage est le langage de balisage extensible (XML) du WC3⁴ [95]. Ce langage est considéré comme le mécanisme de codage « neutre » de l'information géographique. Un schéma XML a été élaboré pour les normes ISO 19115 (2003) et 19115-2 sur les métadonnées. Ce sont les normes *ISO 19139:2007 Information géographique – Métadonnées – Implémentation de schémas XML* [38] et *ISO 19139-2 Information géographique – Métadonnées – Mise en œuvre des schémas XML – Partie 2 : Extensions pour l'imagerie et les données maillées* [39]. Le Profil nord-américain de l'ISO 19115 : 2003 (PNA – Métadonnées) est codé dans un profil de la norme ISO 19139 sur les schémas XML. Bien sûr, les schémas XML doivent évoluer avec les normes sur les métadonnées.

Dans sa révision des normes de métadonnées, l'ISO a soigneusement veillé à assurer une compatibilité descendante. Elle a ajouté des nouvelles capacités, mais sans rien supprimer de ce qui existait déjà. Il reste que certains éléments de métadonnées ont été déplacés et restructurés. Le codage XML est particulièrement touché, parce que chacun des éléments restructurés reçoit une nouvelle balise XML. Les logiciels qui lisent les métadonnées doivent suivre toutes les versions des balises, dont les balises définies dans les versions antérieures des normes. Les gestionnaires ou les utilisateurs qui achètent des logiciels, utilisent des logiciels en libre source, personnalisent des logiciels existants ou élaborent leurs propres applications pour les métadonnées doivent s'assurer que ces programmes peuvent lire toutes les métadonnées XML utiles de manière conforme aux normes et peuvent dûment interpréter les balises.

2.5 Geospatial Data and Geospatial Data Sharing

Les données géospatiales décrivent le monde réel. Une entité ou un objet est un signifiant (ou signe) d'un phénomène du monde réel. Il peut se présenter sous un grand nombre de formes, tout en conservant son contenu sémantique. Les données géospatiales peuvent exister dans une base de données ou sur un autre support de stockage ou être codées de bien des manières à des fins d'échange ou de partage de données. Toutes ces expressions relèvent d'un même schéma d'application. Ajoutons que les données peuvent être présentées de bien des manières équivalentes. Les normes décrivent non seulement la structure et autres aspects du contenu en données, mais on trouve aussi un certain nombre de normes de codage et de mécanismes de présentation.

La figure 11 illustre un réseau fluvial décrit dans une base de données à l'aide d'un schéma d'application. Il comporte plusieurs types d'entité, dont la « rivière » et le « ruisseau ». Lorsque cartographié, les attributs de certaines des instances d'entité se présentent en tant que toponyme sous forme textuelle. Ces toponymes font partie des données, et c'est le processus de cartographie qui prend les valeurs d'attribut et les rend en éléments symboliques ou textuels après que les données aient été lues par un système utilisateur et affichées sur un écran.

⁴ Le langage XML a été normalisé par le World Wide Web Consortium (W3C), consortium international qui élabore des normes ouvertes pour le Web. C'est un profil de la norme 8879 Traitement de l'information – Systèmes bureautiques – Langage normalisé de balisage généralisé (SGML).

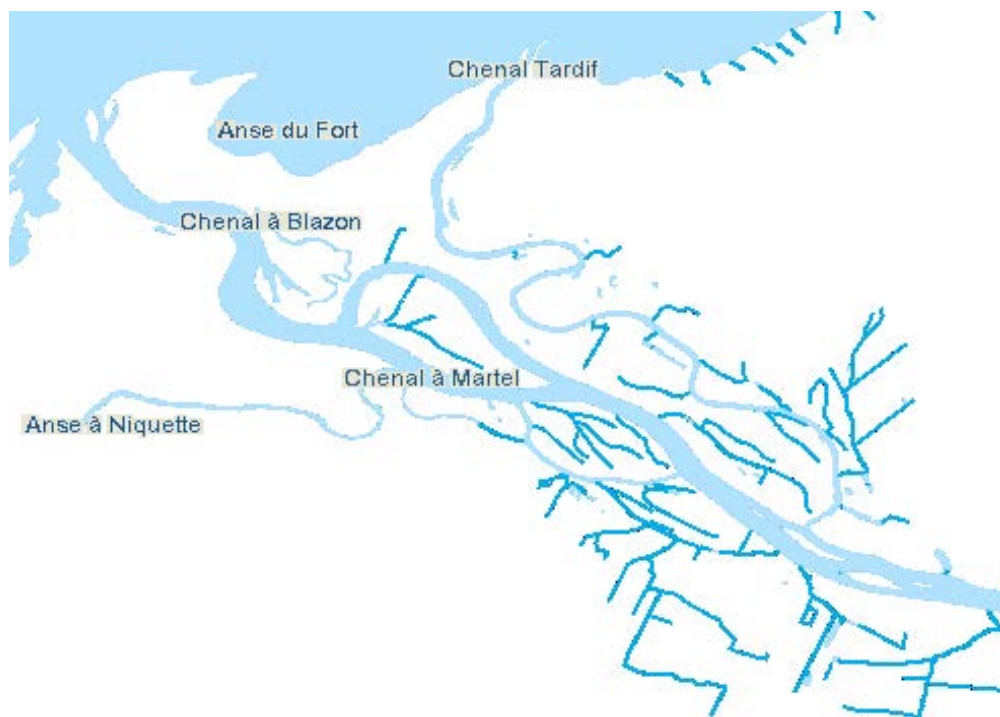


Figure 11 – Exemple d'ensemble de données fluviales

Le jeu de données contient tous les éléments déjà reconnus. Il comprend un ensemble d'instances d'entités et de métadonnées avec des primitives géométriques comme des courbes. Il est conforme à un schéma d'application et les entités sont des instances des types d'entités définis au catalogue des entités. Les éléments de métadonnées de ce jeu de données sont aussi des instances des classes de métadonnées référencées par le schéma d'application. Le jeu de données est entièrement décrit par une spécification de contenu informationnel (section 3) qui décrit le schéma d'application, le catalogue d'entités, les métadonnées, les primitives géométriques, le référencement spatial et d'autres aspects du produit de données. D'autres jeux de données (autres cartes fluviales, par exemple) peuvent suivre cette spécification de produit.

Pour qu'on puisse échanger, partager ou utiliser des données dans un service Web, celles-ci doivent être codées. En d'autres termes, les structures logiques d'information décrites par le schéma d'application doivent prendre corps en bits et en octets. Beaucoup de formats de codage ont été définis, les uns hautement spécialisés, les autres plus généraux et mieux compris généralement. On peut avoir besoin d'un codage binaire très compact dans certaines applications quand on a peu de bande passante, s'il s'agit, par exemple, d'envoyer de l'information par radiocommunication à des navires en mer. D'autres codages sont délibérément redondants et se définissent eux-mêmes. Un système d'archivage doit se définir par soi-même, puisque toute la documentation d'un jeu de données avec la spécification de contenu informationnel, le schéma d'application, etc., doit être comprise dans cet ensemble. Il se peut en effet qu'un utilisateur inconnu ait un jour à reconstruire les données uniquement à l'aide de ce qui a été archivé.

Les mécanismes de codage les plus répandus se situent entre le codage compact et le codage qui se définit soi-même. Ils manquent quelque peu d'efficacité dans leur mécanisme de codage et ils doivent aussi renvoyer à des schémas extérieurs. La plupart des sociétés SIG ont conçu leurs propres formats de codage exclusifs en fonction du système d'information géographique qui a produit les données. Un exemple en est le format de fichier SHAPE [88] élaboré par ESRI Inc. ou le format TIGER [94] mis au point par Intergraph Corp pour le recensement américain. Ce sont des formats valides de codage qui sont amplement utilisés, mais qui pourraient ne pas se prêter à une utilisation générale là où l'utilisateur final n'a pas accès au logiciel SIG spécialisé ni à un programme de traduction/lecture pour le logiciel employé.

Le format de codage le plus polyvalent est le langage de balisage extensible XML. C'est là un mode normalisé de codage en flux de texte délimité par des balises. Les balises en question figurent entre chevron, exemple : <balise>donnée</balise>. La structure est hiérarchique et les balises peuvent être imbriquées. Leur signification est donnée par un schéma XML. Un ensemble prédéfini de balises de description de l'information géospatiale est le langage de balisage géographique GML. Celui-ci a été élaboré et normalisé par l'OGC, puis introduit à l'ISO où il est devenu la norme *ISO 19136 Information géographique – Langage de balisage en géographie (GML)* [35] [67]. Il est à la base de tous les services géospatiaux Web de l'OGC.

```
<Feature fid="142" featureType="school" >
  <Description>Balmoral Middle School</Description>
  <Property Name="NumFloors" type="Integer" value="3"/>
  <Property Name="NumStudents" type="Integer" value="987"/>
  <Polygon name="extent" srsName="epsg:27354">
    <LineString name="extent" srsName="epsg:27354">
      <posList>
        491888.999999459,5458045.99963358 491904.999999458,5458044.99963358
        491908.999999462,5458064.99963358 491924.999999461,5458064.99963358
        491925.999999462,5458079.99963359 491977.999999466,5458120.9996336
        491953.999999466,5458017.99963357 </posList>
      </LineString>
    </Polygon>
  </Feature>
```

Figure 12 – Exemple d'entité décrite en GML

La figure 12 illustre un exemple du codage GML conçu par l'OGC. Elle décrit une entité simple comme un bâtiment avec un certain nombre d'attributs et une géométrie de type "LineString" (courbe). L'attribut « epsg:27354 » renvoie à un système de référence spatial tenu dans un registre⁵.

GML définit les noms des balises. Le type d'entité « école » ("school") avec ses attributs, les métadonnées auxiliaires, etc., doit toujours être décrit dans un schéma d'application. Un schéma GML est un schéma XML décrivant les balises avec l'information de structure venant du schéma d'application du jeu de données.

L'OGC tient un répertoire de schémas pour sa « Technologie adoptée » sous forme de norme de mise en œuvre (GML, SensorML ou Service de cartes Web (WMS) de l'OGC) ou pour ses « Lignes directrices sur les pratiques exemplaires »⁶. Il existe des schémas plus larges pour tout ce qui peut être exprimé en GML ou tout ce qui peut être traité dans le cadre du WMS.

La figure 13 présente une partie réduite du schéma d'« éléments communs » du répertoire de schémas européen INSPIRE⁷.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0">
  (...)
  <xs:complexType name="responsibleOrganisation">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="ResponsibleParty">
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element name="OrganisationName" type="notEmptyString"/>
            <xs:element name="EmailAddress" type="emailType"/>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
      <xs:element name="ResponsiblePartyRole" type="responsiblePartyRole"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  (...)
</xs:schema>
```

Figure 13 – Partie du schéma INSPIRE pour les métadonnées

Une application utilisera de l'information du schéma pour lire et comprendre les éléments du jeu de données. Dans cet exemple, les paramètres sont définis pour l'élément de métadonnées

⁵ Registre de l'European Petroleum Survey Group EPSG, <http://www.epsg-registry.org/>.

⁶ <http://www.ogcnetwork.net/schemarepos>

⁷ On peut le consulter à l'adresse <http://inspire.ec.europa.eu/schemas/>.

« responsableOrganization ». Bien d'autres types et sous-types d'éléments sont définis dans ce schéma.

Le schéma de décodage des données est nécessairement plus large que le schéma de codage. Quand un jeu de données est produit, on limite les choix expressément aux éléments que le producteur pourrait mettre dans son produit.

Si des minutes hydrographiques, par exemple, ont uniquement des points de données pour représenter les valeurs bathymétriques, le schéma de ce produit hautement spécialisé ne renfermerait que les primitives géométriques « point » et « multipoint ». Le schéma d'un système qui lit tous les types de données hydrographiques de base pourrait lire les données des minutes, mais aussi d'autres types de données de base comprenant, par exemple, les primitives géométriques « courbe » et « surface ».

2.6 Registres

Les registres représentent une technique de gestion d'éléments normalisés d'information géospatiale. Le registre est un mécanisme d'enregistrement des éléments d'information en tout genre qui soutient un environnement d'information géospatial. Le contenu d'un registre constitue une ressource importante en matière d'interopérabilité, qu'il soit question d'interopérabilité sémantique, d'information multilingue ou d'évolution des normes. Le contenu d'un registre est permanent et des rapprochements sont prévus entre les éléments nouveaux et les éléments désapprouvés. Ainsi, les jeux de données patrimoniaux renvoient au même registre où sont maintenus les liens entre les éléments d'information même quand il s'agit d'éléments révisés et remplacés [9].

Beaucoup de normes d'information géographique de l'ISO définissent des modèles ou des règles de description des entités, des attributs, des relations et des métadonnées. Les instances effectives d'entités, d'attributs et de métadonnées dépendent des applications et sont définies en application des règles et des modèles. Pour citer un exemple, une « route » peut recevoir une description qui varie selon qu'elle figure dans une carte logistique des transports ou une carte cadastrale. Les registres peuvent servir à stocker les définitions des entités, attributs et métadonnées et d'autres aspects qui pourront faire l'objet d'une utilisation commune dans des applications semblables.

L'ISO définit plusieurs normes de gestion des registres à différentes fins. La norme générique de technologie de l'information pour les registres est l'*ISO 11179 Technologies de l'information – Registres de métadonnées (RM)* [52]. On y combine un « concept » et une « classe d'objets » pour établir un « concept d'élément de données ». La norme d'information géographique dans le cas des registres est l'ISO 19135⁸ [34]. Elle « spécifie les procédures à suivre pour établir, mettre à

⁸ La norme 19135 de l'ISO est en cours de révision et un des objectifs déclarés est d'assurer une compatibilité descendante.

jour et publier les registres des identifiants uniques, non ambigus et permanents et des significations qui sont attribués aux items de l’information géographique ». C’est à la fois une norme de procédure et une norme de contenu qui énonce les règles de gestion des registres.

Comme l’illustre la figure 14, un registre contient deux éléments principaux, à savoir l’élément d’information enregistré et la classe de l’élément.

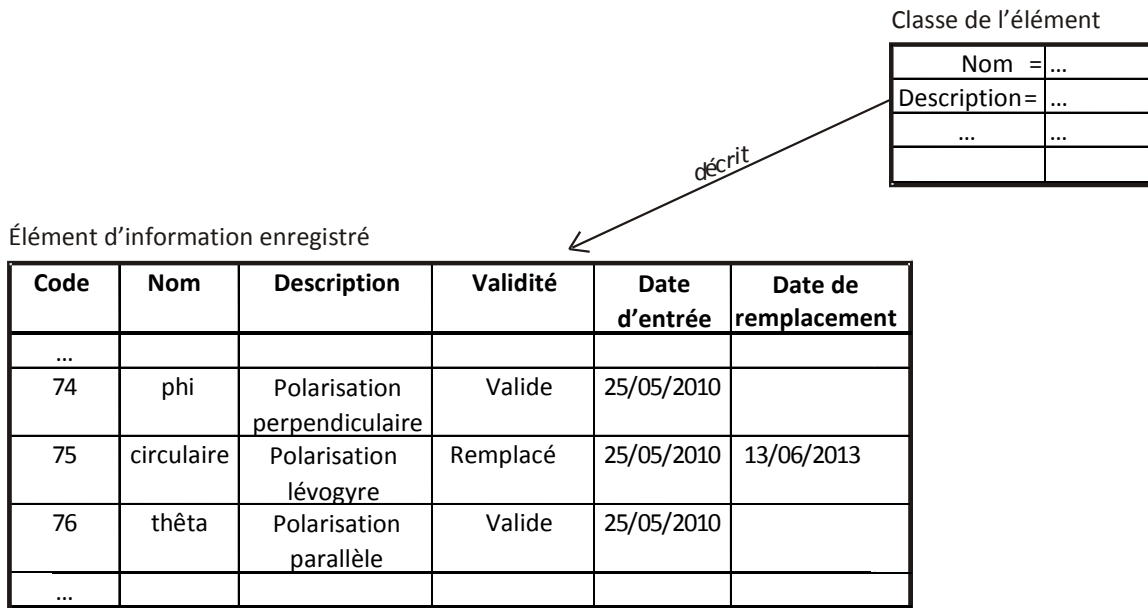


Figure 14 –Exemple de structure de registre

L’élément d’information enregistré correspond à une liste d’éléments d’information. La classe de l’élément décrit ce qu’il contient. Chaque élément a un état de validité et une date d’entrée. S’il est remplacé, la date de remplacement est également entrée. Cela veut dire que les données anciennes peuvent encore renvoyer à des éléments déjà enregistrés. On trouvera une description détaillée d’un registre dans la norme ISO 19135.

La figure 15 présente un extrait du registre de listes de valeurs codées que tient le Secteur des sciences de la Terre de RNCAN. Ces listes décrivent les valeurs qui s’offrent pour un attribut.

Class: RE_ItemClass

Documentation:

Superclasses
 ● ISO19135

Subclasses
 ● *RE_ItemClass_subClass

Types
 ✨:STANDARD-CLASS

Instances (17)

Template Slots				
	Slot Name	Documentation	Type	Cardinality
■	itemClass__*classIdentifier		Integer	1:1
■	itemClass__describedItem		RE_RegisterItem	1:*
■	itemClass__name		String	1:1
■	itemClass__technicalStandard		CI_Citation	1:1

Own Slots	
Slot Name	Value
1.	(1) Boolean
2.	(20) FloodedPolygonCL
3.	(21) BoundaryTypeCL
4.	(22) IndexTypeCL
5.	(23) SatelliteTypeCL
6.	(24) TilingPolygonCharacteristicCL
7.	(25) ExistCL
8.	(3) GenericCL
9.	(40) UnitOfMeasureSymbolCL
10.	(41) UnitOfMeasureNameCL
11.	(52) MD_ClassificationCode
12.	(56) MeasureType
13.	(8) DrawSkeletonCL
14.	(94) ContourDescriptorCL
15.	(95) ElevationPointDescriptorCL
16.	(96) SurveyorGeneralBranchRegionCL
17.	(98) GDFOrderCL

Figure 15 – Exemple de registre de listes de valeurs codées

2.7 Interopérabilité sémantique

La sémantique est l'étude des significations des mots et des locutions dans un contexte [12]. Elle traite des relations entre les signes (identifiants/noms) et ce à quoi ils se réfèrent, c'est-à-dire la signification cognitive des concepts. L'interopérabilité géosémantique est là pour faciliter la communication de l'information géospatiale entre les personnes, les organismes et les systèmes [1].

L'interopérabilité sémantique est très importante dans le cas des données géospatiales, puisqu'il peut y avoir autant de communautés d'utilisateurs dans différentes disciplines que de significations pour les mêmes entités géographiques. Ainsi, une « tour » sur une carte terrestre est une entité bâtiment. Sur une carte maritime, la tour prend le sens particulier de « point de repère » pour la navigation. Sur une carte aérienne enfin, une tour est un « obstacle vertical » que l'on se doit

d'éviter. Ces trois communautés d'utilisateurs ont donc une interprétation propre d'une même entité du monde réel.

Une ontologie est « une spécification [...] explicite d'une conceptualisation » [6]. La norme *ISO 19101-1 Information géographique – Modèle de référence – Partie 1 : Principes de base* [14] la décrit comme une « représentation formelle des phénomènes d'un univers de discours à l'aide d'un vocabulaire sous-jacent avec des définitions et des axiomes qui explicitent la signification visée et décrivent ces phénomènes et les liens qui les unissent » [traduction]. L'utilisation d'ontologies permet d'élaborer des processus d'interopérabilité sémantique de sorte que les données puissent être comprises par différentes disciplines dans le contexte qui est le leur.

Pour que l'information géospatiale soit interopérable, il faut que l'émetteur et le récepteur de l'information comprennent le sens de l'élément d'information codé et communiqué à travers un canal de transmission. Si deux personnes s'en tiennent chacune à leur propre vocabulaire et donc à leur propre compréhension de l'information, celle-ci pourrait être mal communiquée. Le type d'entité pour « tour » peut être d'une interprétation qui varie selon les communautés d'utilisateurs. Deux personnes ne communiquent pas directement. Les concepts que comprend celui qui envoie l'information doivent être convertis en bits et octets, puis reconstitués par le récepteur en concepts convenant à son propre cadre de référence. Comme les ontologies définissent les concepts et les liens qui les unissent dans un certain contexte, le raisonnement et l'inférence sont possibles [1]. On peut édifier un service de sémantique géospatiale Web à l'aide des technologies émergentes Web en gestion des ontologies et de leurs relations sémantiques. Le langage d'ontologie Web (OWL) en est l'illustration. On a donc la possibilité de créer une interopérabilité au-delà des échanges de données, ce qui permet d'intégrer les données de sources multiples à toutes sortes de fins.

Pour la création d'ontologies géospatiales, l'ISO a élaboré la norme *ISO/TS 19150-1 Information géographique – Ontologie – Partie 1 : Cadre de travail* [43]. Elle est aussi en train d'élaborer la norme *ISO 19150-2 Information géographique – Ontologie – Partie 2 : Règles pour le développement d'ontologies dans le langage d'ontologie Web (OWL)* [44]. Comme le secteur de l'information géospatiale touchera à un nombre croissant de disciplines, une interopérabilité sémantique gagnera sans cesse en importance dans la gestion des données géospatiales. La norme ISO 19150-2 sera le mécanisme de transposition d'un schéma d'application dans une ontologie Web pour que l'information géographique devienne interopérable parmi les disciplines. Ceci donne accès au « Web sémantique ». La figure 16 présente un court extrait d'une ontologie conforme à la norme ISO 19150-2 qui correspond à certains des types d'entités de la figure 2.

La figure 16 illustre ainsi ce qu'est une description ontologique simple pour le jeu d'entités hydrologiques en langage d'ontologie Web (OWL). On y définit trois classes. L'Annexe B présente une ontologie plus détaillée avec des définitions de classes et de propriétés et avec des multiplicités et des types de propriétés connexes.


```

<rdf:RDF xmlns="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet#"
  xml:base="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet"
  xmlns:example="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:iso19150-2="http://def.isotc211.org/iso19150-2/2012/base#"
  xmlns:gfm=http://def.isotc211.org/iso19109/2013/GeneralFeatureModel#>

  <owl:Ontology rdf:about="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet">
    <rdfs:label>Hydrologic feature set ontology example</rdfs:label>
    <owl:versionInfo>ed-1</owl:versionInfo>
    <owl:versionIRI rdf:resource="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://def.isotc211.org/iso19150-2/2012/base"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://def.isotc211.org/iso19109/2013/GeneralFeatureModel"/>
  </owl:Ontology>

  <!-- example:HydroFeature -->
  <owl:Class rdf:about="&example;HydroFeature">
    <rdfs:label>Hydro Feature</rdfs:label>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gfm;AnyFeature"/>
  </owl:Class>

  <!-- example:River -->
  <owl:Class rdf:about="&example;River">
    <rdfs:label>River</rdfs:label>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gfm;AnyFeature"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&example;HydroFeature"/>
  </owl:Class>

  <!-- example:FlowDirectionCL -->
  <owl:Class rdf:about="&example;FlowDirectionCL">
    <rdfs:label>FlowDirectionCL</rdfs:label>
  </owl:Class>

  (...)

</rdf:RDF>

```

Figure 16 – Exemple de description ontologique OWL

3. Produit de données

Une spécification de contenu informationnel est une documentation formelle de tous les aspects d'un jeu ou d'une série de jeux de données. Elle « décrit en détail un produit de données à des fins de production, d'utilisation, ou à d'autres fins, et constitue une description technique précise du contenu informationnel en termes d'exigences auxquelles il satisfait ou peut satisfaire⁹. » Une spécification de contenu informationnel permet de produire des données cohérentes en fonction d'un besoin particulier. Elle renferme un schéma d'application avec des métadonnées connexes et un catalogue d'entités. On y trouve aussi des critères de conformité, des métadonnées sur la qualité et des indications de codage et de présentation. On peut en outre y trouver des précisions sur le processus d'acquisition de données (critères de saisie), les mesures nécessaires de traitement dans la production de ces données et les processus de maintenance/mise à jour.

Tous les besoins en données doivent être documentés pour que l'utilisateur soit capable d'interpréter les données géospatiales et pour que le producteur puisse les produire en toute cohérence. En cartographie, la méthode classique a consisté à recueillir des données de base, à les traiter et à réaliser une série précise de cartes. Ces séries cartographiques (cartes topographiques à différentes échelles, par exemple) ont été et demeurent très importantes pour les utilisateurs qui en font usage dans leurs applications. Un tel contenu informationnel a toujours été constitué conformément à des spécifications rigides de production.

Depuis l'instauration d'une information géospatiale numérique stockée dans des entrepôts de données, les spécifications de produit sont encore plus importantes.

La superposition de couches GéoBase à la figure 17¹⁰ illustre bien ce qu'est l'intégration des produits de données reposant individuellement sur une spécification de contenu informationnel.

Pour un jeu de données produit à la suite de requêtes à un dépôt d'information géospatiale réunissant des données de sources diverses, les spécifications de produit liées aux divers apports de données de base sont le contexte qui nous indique s'il convient de combiner certains éléments de données.

La structure d'une spécification de contenu informationnel est normalisée dans la norme *ISO 19131 Information géographique – Spécifications de contenu informationnel* [32]. C'est une norme qui énonce les exigences de spécification des produits de données géographiques d'après les concepts d'autres normes d'information géographique de l'ISO.

⁹ Voir la norme ISO 19131 Information géographique – Spécifications de contenu informationnel [32].

¹⁰ Figure tirée de GéoBase à l'adresse <<http://www.geobase.ca/geobase/fr/data/>>.

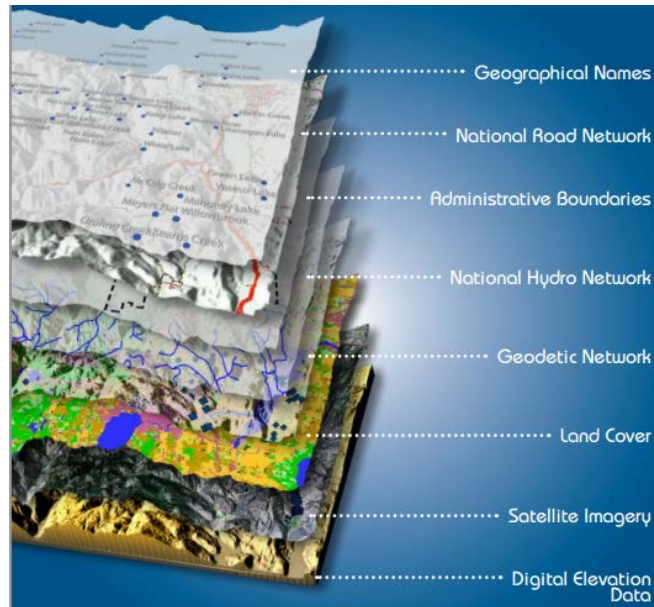


Figure 17 – Couches de GéoBase

Les utilisateurs et les gestionnaires doivent savoir qu'une spécification normalisée de contenu informationnel assure l'uniformité des jeux et des séries de jeux de données géospatiales. La norme ISO 19131 établit comment ces spécifications normalisées doivent être documentées. En utilisant l'information d'une spécification de contenu informationnel, l'utilisateur peut consulter les métadonnées et leurs définitions en matière de qualité, comprendre les éléments géométriques et savoir quel type de codage est employé de sorte que le bon logiciel puisse être choisi pour la lecture et l'interprétation des données par une interface. Si les données sont codées en GML par exemple, un service qui soutient le GML sera nécessaire pour la lecture des données.

On a besoin de spécifications de contenu informationnel et de schémas connexes pour tous les produits de données. Cela s'impose encore plus dans le cas des produits de données plus largement diffusés. Il y a des produits qui sont d'une grande importance et d'un vaste intérêt. Des produits normalisés comme ceux que diffuse GéoBase doivent s'accompagner de schémas accessibles au public dans un répertoire de schémas ouvert. Quatre spécifications de produits disponibles dans GéoBase ont été érigées en normes nationales :

- CAN/CGSB 171.101 2010 Toponymes canadiens, niveau 1 (CGIS – CGN1) [80];
- CAN/CGSB 171.102 2010 National Road Network 2.0 (CGIS – NRN2) [81];
- CAN/CGSB 171.103 2010 Canadian Digital Elevation Data, Level 1 (CGIS – CDED1) [82];
- CAN/CGSB 171.104 2010 Imagerie Landsat 7 orthorectifiée du Canada (NCIG – IOR) [83].

Toutes les spécifications de contenu informationnel doivent être accessibles à chacun dans le cas des données publiques. C'est ce à quoi on peut parvenir grâce à un registre de spécifications de produit. Ce registre s'appuie sur les répertoires de schémas, les registres de métadonnées, les dictionnaires de concepts d'entités et les registres de systèmes de référencement spatial qui composent l'environnement d'information géospatiale. Toutes les organisations ou les organismes publics (de tous les paliers de gouvernement) devraient pouvoir intégrer leurs spécifications de produit à ce registre.

La figure 18 illustre ce qu'est un registre de spécifications de contenu informationnel. On y trouve des spécifications d'intérêt de sources multiples pour le Canada, notamment des sources gouvernementales, commerciales et universitaires. Il fait référence au répertoire de schémas et aux registres d'information sur les composantes géospatiales le cas échéant.

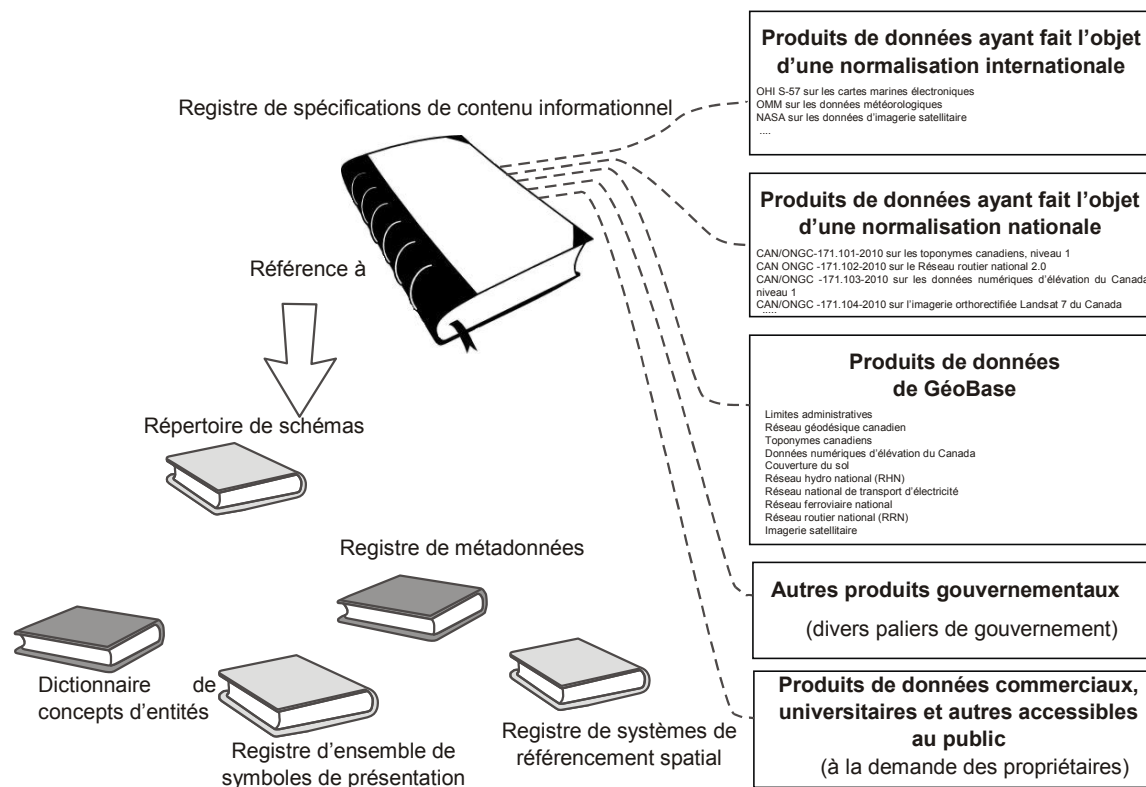


Figure 18 – Registre des spécifications de contenu informationnel

On trouve à l'Annexe C un modèle de spécification de contenu informationnel.

Une spécification de contenu informationnel décrit un seul produit de données. L'environnement d'information géospatiale présenté à la figure 1 comprend différents types de données relevant de spécifications multiples de contenu informationnel.

3.1 Produits de données vectorielles

Les types de données géospatiales abondent, qu'il s'agisse de listes de toponymes ou de statistiques liées à la localisation (répertoires toponymiques), de simulations tridimensionnelles de l'environnement physique (ce qu'on appelle souvent des traitements de simulation et de modélisation ou de représentation environnementale) ou encore de cartes ordinaires. Tous ces types de données font appel à la géométrie pour positionner les instances d'entités. Le terme « données vectorielles » vient de l'application de la géométrie vectorielle au géopositionnement ou à la délimitation spatiale des entités.

L'approche entités géographiques a été présentée à la section 2.1. Les produits de données vectorielles font ample usage de cette approche.

3.1.1 Géométrie

Une caractéristique fondamentale de l'information géospatiale est justement sa spatialité. Un ou plusieurs attributs spatiaux peuvent décrire les entités. Le jeu des représentations spatiales disponibles est défini dans la norme *ISO 19107 Information géographique – Schéma spatial*. Les attributs spatiaux peuvent être représentés par des objets géométriques ou topologiques. Les uns décrivent la géolocalisation des entités et les autres, les relations spatiales entre une entité et d'autres.

La figure 19 présente la carte vectorielle de la figure 1. Elle décrit quelques îlots au centre-ville de Montréal. Les routes sont figurées par des lignes (courbes) et une entité point est symbolisée par un carré avec la lettre M désignant une station de métro. Les courbes sont là pour représenter la forme vraie et la position relative des routes et l'entité point correspond à la position relative de la station de métro.

La figure 20 illustre une carte topologique du réseau de stations du métro de Montréal. C'est une carte entièrement topologique. Sa forme absolue ne compte pas; ce qui est représenté, c'est la connectivité entre les stations de métro. Les lignes de desserte sont représentées par des arêtes topologiques qui aboutissent à des sommets appelés nœuds.



Figure 19 -- Exemple de carte vectorielle ¹¹.



¹¹ Exemple tiré d'une numérisation de la vue satellitaire Google Maps de Montréal à l'adresse <maps.google.ca>.

Figure 20 – Exemple de carte topologique¹².

Un certain nombre de cartes comprennent des primitives à la fois géométriques et topologiques avec des nœuds, des arêtes et des faces correspondant respectivement à des points, à des courbes et à des surfaces.

On peut appliquer des contraintes topologiques pour s'assurer que les courbes ne se croisent pas par inadvertance et qu'il n'y a ni micro polygones ni brèches dans les données.

Les objets spatiaux disponibles sont présentés dans le tableau qui suit¹³ :

Objets géométriques			Objets topologiques	
Complexes géométriques	Agrégés géométriques	Primitives topologiques	Complexes topologiques	Complexes géométriques
GM_Point GM_Curve GM_Surface GM_Solid	GM_CompositePoint GM_CompositeCurve GM_CompositeSurface GM_CompositeSolid GM_Complex	GM_Aggregate GM_MultiPoint GM_MultiCurve GM_MultiSurface GM_MultiSolid GM_MultiPrimitive	TP_Node TP_Edge TP_Face TP_Solid TP_DirectedNode TP_DirectedEdge TP_DirectedFace TP_DirectedSolid	TP_Complex
NOTA Le tableau énumère seulement les classes les plus élevées d'objets spatiaux. On peut aussi trouver des sous-types.				

Tableau 1 – Objets géométriques définis par la norme ISO 19109

La norme *ISO 19137 Information géographique – Profil minimal du schéma spatial* [36] définit un ensemble minimal de primitives spatiales. Cet ensemble est commun à un grand nombre de mises en œuvre. De plus, la norme *ISO 19125-1 Information géographique – Accès aux entités simples – Partie 1 : Architecture commune* [26] [63] définit un ensemble de primitives spatiales permettant de répondre aux requêtes d'information spatiale. La norme de codage *ISO 19136 Information géographique – Langage de balisage en géographie (GML)* [35] [67] organise les primitives spatiales en plusieurs sous-ensembles à des fins de codage. Les gestionnaires et les utilisateurs doivent connaître l'ensemble disponible de primitives géométriques et la structure

¹² Adaptation de la carte du métro de Montréal à l'adresse <<http://www.stm.info/fr/infos/reseaux/metro>>. Certaines voies sur la carte produite ont été redressées délibérément en vue de mettre en valeur la nature topologique de cette carte.

¹³ Tableau tiré de la norme ISO 19109:2005 Information géographique – Règles relatives aux schémas d'application [17].

géométrique et topologique servant à décrire les données vectorielles, ainsi que les limites possibles de disponibilité des primitives spatiales selon les systèmes et les normes de codage.

3.1.2 Métadonnées

Les métadonnées peuvent être représentées dans un contenu informationnel relatif à l'ensemble de données ou à des entités ou groupes d'entités en particulier. Le schéma d'application d'un produit de données définit les éléments de métadonnées connexes. Ces métadonnées contiennent tous les éléments obligatoires définis dans la norme ISO 19115 sur les métadonnées. On peut aussi y trouver des éléments facultatifs ou conditionnels dans la norme ISO 19115 des métadonnées ou dans toute norme liée qui décrit des éléments de métadonnées. Une des fonctions premières d'une spécification de contenu informationnel est d'établir quelles métadonnées sont utilisées.

Les métadonnées peuvent aussi servir d'attributs d'entités ou de groupes d'entités. Cela permet d'appliquer une information détaillée au niveau des entités. La description des attributs qui se rattachent à des entités est la fonction même d'un schéma d'application. La spécification de contenu informationnel doit faire référence au schéma d'application lié au produit de données et indiquer la version de la ou des normes qui constituent la source des métadonnées.

De plus, on peut définir des éléments uniques de métadonnées dans le cadre du schéma d'application d'un produit. Le producteur a alors la latitude d'intégrer toute l'information qu'il juge utile. Quand des métadonnées uniques sont définies, elles doivent être entièrement décrites dans le schéma d'application.

Les utilisateurs et les gestionnaires devraient comprendre que la spécification de contenu informationnel est la documentation de tel ou tel type de données dans un environnement d'information géospatiale. Cette spécification comprend ou référence tous les éléments constitutifs des données.

3.1.3 Codage XML, GML et KML

Les formats de codage et de données tiennent une grande place dans l'échange et l'interopérabilité des données. Au fil des ans, un grand nombre de formats ont vu le jour, un si grand nombre en réalité que cette abondance a une incidence marquée sur l'interopérabilité. On peut ajouter que les formats SIG des fabricants (fichiers Shape d'ESRI, par exemple [88]) ne sont que des formats parmi tant d'autres. C'est qu'il y en a vraiment beaucoup. Certains sont des formats binaires compacts d'une haute efficacité et d'autres sont des formats autodéscriptifs d'un grand intérêt en archivage notamment.

XML¹⁴ est un format du style « langage de balisage ». Il n’offre en fait qu’un flux de texte facile à traiter par l’ordinateur où des balises sont imbriquées entre chevron « < » et « > ». Les données en XML sont omniprésentes dans Internet en raison de leur facilité de traitement. GML est ce que devient XML quand il comprend un certain nombre de balises définies pour soutenir le codage de l’information géospatiale. XML et GML sont verbeux, mais ils peuvent aussi être stockés et transférés sur et entre des systèmes presque universellement. On dispose de beaucoup d’outils pour réaliser et décoder ces formats largement utilisés. Le Comité technique 211 de l’ISO qualifie le XML de format implicite neutre. L’ISO a défini des schémas XML pour certains types de données (information géospatiale, métadonnées, registres, etc.). On peut recourir aux techniques de compression pour réduire le volume des gros fichiers de données GML. Il faut dire que ces données se compressent bien.

KML¹⁵ est un codage XML pour la visualisation de l’information géographique, ce qui comprend l’annotation des cartes et des images et le contrôle de la navigation de l’utilisateur dans les données. Il est utilisé dans Google Maps et des fusions de données basées sur Google Maps.

Les gestionnaires ou les utilisateurs auront probablement entendu parler de XML, de GML, des codages XML de métadonnées et de KML. Il importe en général de reconnaître que tous servent à des fins différentes mais bien précises.

La figure 21 illustre le codage XML des métadonnées selon la norme 19139 de l’ISO. Elle présente une description par mots clés en anglais et en français avec une délimitation par un certain nombre de balises.

```
<gmd:MD_Keywords>
  <gmd:keyword      xsi:type="gmd:PT_FreeText_PropertyType">
    <gco:CharacterString>Hydrography</gco:CharacterString>
    <gmd:PT_FreeText>
      <gmd:textGroup>
        <gmd:LocalisedCharacterString
          locale="#FR">Hydrographie</gmd:LocalisedCharacterString>
        </gmd:textGroup>
      </gmd:PT_FreeText>
    </gmd:keyword>
  (...)
</gmd:MD_Keywords>
```

Figure 21 – Exemple de chaîne simple XML

¹⁴ Langage de balisage extensible normalisé par le World Wide Web Consortium ou W3C [95].

¹⁵ Le KML (Keyhole Markup Language) a été mis au point par Google Inc. et normalisé par l’OGC [71].

Les balises confèrent une signification de sorte que la chaîne textuelle puisse être analysée. À la figure 21, les éléments d'information en bleu sont les balises XML. Ces balises viennent de l'espace de noms « gmd: » qui est défini dans la norme ISO 19139. Les indications en rouge sont des attributs de balises comme « `locale="#FR"` » où l'attribut local `LocalizedCharacterString` a la valeur « `"#FR"` », ce qui représente le français. L'information en noir est le texte effectif « Hydrographie ».

La figure 22 illustre un jeu de primitives vectorielles « polygone », « point » et « chaîne de lignes » qui utilisent l'espace de noms « `gml:` » défini dans la norme *ISO 19136 Information géographique – Langage de balisage en géographie (GML)* [67] [35]. D'autres exemples sont disponibles¹⁶.

```
<gml:Polygon>
  <gml:outerBoundaryIs>
    <gml:LinearRing>
      <gml:posList>0,0 100,0 100,100 0,100 0,0</gml:posList>
    </gml:LinearRing>
  </gml:outerBoundaryIs>
</gml:Polygon>

<gml:Point>
  <gml:posList>100,200</gml:posList>
</gml:Point>

<gml:LineString>
  <gml:posList>100,200 150,300</gml:posList>
</gml:LineString>
```

Figure 22 – Exemple de GML

Le GML procure un ensemble normalisé de balises prédéfinies pour l'information géospatiale. Ces balises ont été normalisées par l'OGC, puis par l'ISO. Les normes de l'OGC et de l'ISO sont coordonnées, mais elles sont élaborées en parallèle. Par conséquent, les gestionnaires et les utilisateurs doivent savoir quelle version de GML est utilisée dans une application.

La figure 23 illustre ce qu'est KML¹⁷. KML est conçu sous forme de couche de superposition à des données de base ou à des images de fond déjà disponibles dans un programme spécialisé de navigation comme Google Maps. Ce langage permet de personnaliser les cartes Google (on peut, par exemple, pointer un hôtel sur une carte). Il existe quelques types KML de base : repère, texte

¹⁶ On trouvera ces exemples à l'adresse <http://www.gmlcentral.com/examples/>.

¹⁷ Exemple à l'adresse https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut.

descriptif, recouvrement d'image de fond, tracé et polygone. On peut aussi appliquer des styles pour personnaliser les éléments géométriques ou les icônes (symboles).

KML est une représentation XML de données servant à afficher l'information géospatiale dans un programme spécialisé de navigation comme Google Earth ou Google Maps. Au départ, il s'agissait d'un format exclusif de Google Corporation, mais il a été normalisé par l'OGC.

Figure 23 – Exemple de KML

```
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>Simple placemark</name>
    <description>Attached to the ground. Intelligently places itself
      at the height of the underlying terrain.
    </description>
    <Point>
      <coordinates>-122.0822035425683,37.42228990140251,0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</kml>
```

Un gestionnaire ou un utilisateur doit comprendre la souplesse des codages XML de l'information géospatiale et la différence entre le codage XML des métadonnées et d'autres composantes spatiales, GML (espace de noms complet pour la représentation de l'information géospatiale) et KML (utilisé en superposition dans des services comme Google Maps).

3.2 Produits de données à base de couvertures

Les images numériques d'un téléphone intelligent ou d'un appareil photo numérique sont familières à la plupart des gens. Ils voient bien que les pixels sont les menus points qui forment une image et que le nombre de mégapixels détermine le degré de résolution de celle-ci. À la majorité des gens, l'imagerie paraît simple, mais par-delà cette simplicité apparente de la photographie classique, l'imagerie géospatiale reste très complexe. C'est une complexité qui tient à deux aspects, c'est-à-dire au concept de couverture et à l'ampleur des métadonnées nécessaires à la description de la façon dont les images sont recueillies, traitées, rectifiées et géopositionnées et dont les systèmes d'imagerie sont étalonnés et validés. La géométrie des couvertures et les métadonnées connexes font l'objet d'un certain nombre de normes de l'ISO. La norme *ISO 19123 Information géographique – Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture* [25] traite de la géométrie de base et la norme *ISO 19129 Information géographique – Structure de données pour les images, les matrices et les mosaïques* [29]. Les métadonnées en question sont définies dans plusieurs normes : *ISO 19115 Information géographique – Métadonnées*, *ISO 19115-2*

Information géographique – Métadonnées – Partie 2 : Extensions pour les images et les matrices [24], normes sur les modèles de capteurs et les fonctions de calibration et de validation (dont il sera question plus loin).

Une image n'est donc pas seulement un ensemble de pixels (éléments d'image), mais plutôt la surface visuelle créée par cet ensemble de pixels. Une fonction d'interpolation peut intervenir sur cette surface et produire des valeurs intermédiaires entre pixels. Un ensemble de pixels peut être converti en un autre ensemble d'une densité ou d'une géométrie différente. Ainsi, on peut orthorectifier une image satellitaire pour la mettre en référencement spatial par rapport à la Terre ou en géoréférencement. Dans le cas d'une image oblique d'un radar à ouverture synthétique ou à antenne latérale, cette rectification peut être importante. Un modèle d'élévations est aussi un type de couverture, tout comme une carte choroplèthe ou discontinue (carte de codes postaux, par exemple).

Une couverture est une entité qui associe des positions dans un espace borné (domaine spatiotemporel) à des valeurs d'attributs d'entités (plage de valeurs)¹⁸. Il en existe deux types, la couverture discrète et la couverture continue. La première est une fonction où les diverses zones qui recouvrent l'espace borné ont chacune une valeur d'attribut. On peut citer l'exemple d'une carte de codes postaux. Bien sûr, l'interpolation est impossible entre des codes postaux.

Un système de classification fait intervenir une couverture discrète. C'est ce qu'illustre la norme *ISO 19144-2 Information géographique – Systèmes de classification – Partie 2 : Métalangage de couverture du sol (LCML)* [42]. Les classes de couverture du sol établies par le métalangage LCML comportent une légende (un catalogue d'entités) pour les aires polygonales de cette couverture discrète. La figure 24 illustre ce qu'est la couverture du sol dans le cadre du projet Africover de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture¹⁹. Chaque aire colorée correspond à un « élément de légende » (c'est à-dire à un type d'entité du catalogue d'entités).

¹⁸ La norme ISO 19123 Information géographique – Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture [25] définit le terme « couverture ».

¹⁹ Voir l'adresse http://www.glen.org/activities/africover_en.jsp.

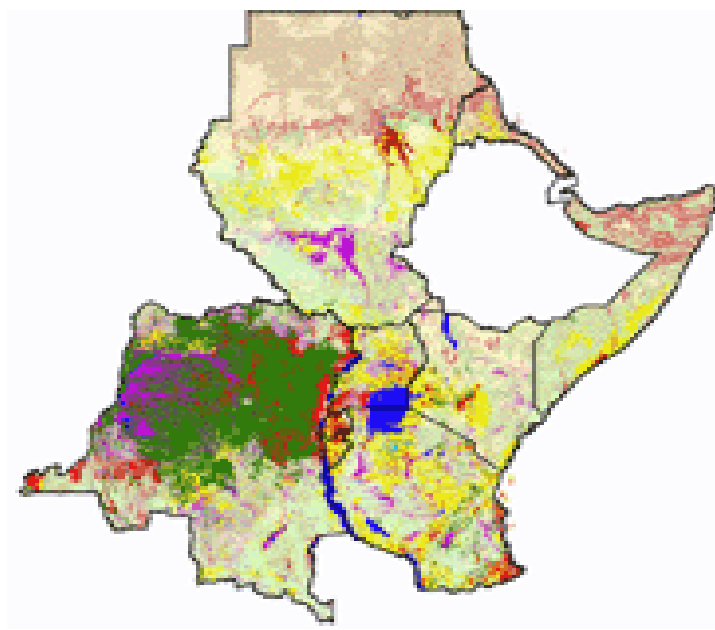


Figure 24 – Couverture discontinue d’une classification

Dans une couverture continue en revanche, la valeur entre deux points du domaine spatiotemporel est en variation continue. Citons l’exemple d’une carte des températures où les valeurs sont échantillonnées à des points précis. Les valeurs réelles de température peuvent varier dans l’intégralité du domaine, et il est possible d’évaluer mathématiquement les points intermédiaires par une fonction d’interpolation, par exemple. Une image est aussi une couverture continue, en ce sens que les valeurs d’intensité lumineuse relevées par une caméra ou un capteur peuvent varier sur tout le domaine.

Un ensemble de normes décrit la géométrie des couvertures, notamment l’organisation de l’ensemble des valeurs alimentant la fonction de couverture (voir 3.2.1). Souvent, la couverture se présente sous la forme d’un quadrillage assorti d’une règle de parcours liant les valeurs de la grille, qui peut être une matrice par exemple. Bien des structures ou organisations autres qu’en lignes et colonnes sont possibles (réseau irrégulier de triangles (TIN), par exemple).

Les métadonnées qui accompagnent l’image ou une autre couverture sont aussi importantes que l’ensemble de pixels (valeurs de grille) qui définit l’image (voir 3.2.2). Plusieurs normes définissent les métadonnées d’imagerie spéciale avec des indications sur les capteurs d’images et les techniques d’étalonnage et de validation.

Un grand nombre de codages spéciaux ont été élaborés pour l’imagerie et l’interopérabilité pose toujours un problème avec ce type de données. Un certain nombre de normes tentent de résoudre ce problème de compatibilité.

3.2.1 Géométrie des couvertures

On peut aisément se méprendre sur le concept de couverture. Il ne paraît pas naturel de considérer une image comme une surface mathématique, mais c'est pourtant ce qui doit exister si on entend traiter et rectifier une image. Il n'y a que le spécialiste qui ait à savoir comment fonctionne l'aspect mathématique. Ce que doit savoir l'utilisateur ou le gestionnaire est qu'il existe une complexité et aussi une puissance technique dans la conception des couvertures. L'utilisateur ou le gestionnaire doit également comprendre les divers types de couvertures, leurs relations et leur utilité. La norme *ISO 19123 Information géographique – Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture* décrit ces types. La norme *ISO 19129 Information géographique – Structure de données pour les images, les matrices et les mosaïques* expose comment une ou plusieurs couvertures et les métadonnées connexes s'agencent en un ensemble de données d'image, de matrice ou de mosaïque [29].

Nous décrivons ci-après les divers types de couvertures et donnons des exemples. L'utilisateur ou le gestionnaire se doit de comprendre que, si ces types paraissent fort différents, ils obéissent tous aux mêmes principes mathématiques. La différence réside dans la façon dont on organise les valeurs qui alimentent la fonction de couverture.

Un des aspects les plus familiers d'une couverture est l'image. La figure 25 présente une image optique prise par le satellite Spot Image 4 sur une région du sud du Québec²⁰. Un certain couvert nuageux est visible.

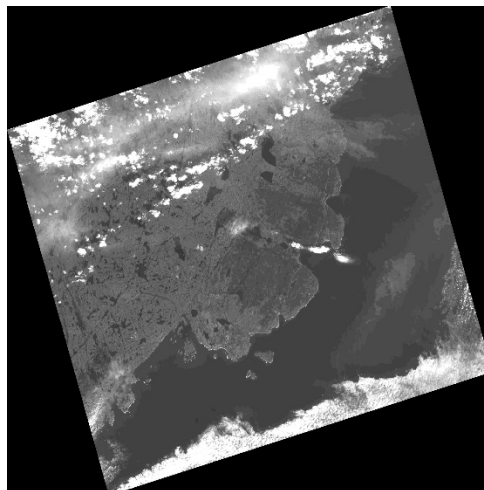


Figure 25 – Exemple d'image satellitaire

²⁰ Image à l'adresse <<http://www.geobase.ca/geobase/fr/find.do?produit=imr>> image s4_05702_5132_20071002_m20_lcc00.

Voilà un exemple de la vaste imagerie sur le Canada que nous procure GéoBase²¹.

L'image brute d'un satellite peut être visualisée, mais elle n'est pas directement exploitable tant qu'elle n'a pas été traitée. Elle doit être orthorectifiée et géoréférencée. On corrige une image en orthorectification pour que l'échelle soit uniforme et que les distorsions géométriques soient éliminées^{22 23}.

La figure 26 illustre une distorsion géométrique susceptible de se produire quand un satellite a un angle de vue oblique sur la surface incurvée de la Terre. De plus grandes distorsions sont possibles dans les images d'autres types de capteurs comme le sonar multifaisceaux ou le radar à ouverture synthétique.

Si une image est considérée comme une surface mathématique (fonction de couverture), elle peut être rajustée jusqu'à uniformité. L'image n'est plus l'ensemble de pixels d'origine, puisque de nouveaux pixels uniformément espacés sont créés par le rajustement. Une image est en réalité un ensemble de valeurs dans une matrice qui alimente une fonction de couverture.

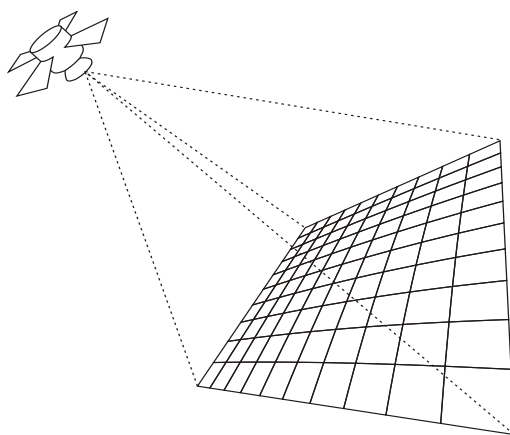


Figure 26 – Distorsion oblique d'une image satellitaire

Un quadrillage est le type de couverture le plus répandu et il est parcouru par des lignes droites. La grille peut être définie dans un système de coordonnées en lignes et colonnes, par exemple.

La figure 27 présente un quadrillage à balayage en ligne qui se présente en lignes et colonnes (sous une forme matricielle).

²¹ GéoBase à l'adresse <http://www.geobase.ca/geobase/fr/data/imagery/imr/index.html>.

²² Un tutoriel sur les principes de base de la télédétection est offert par RNCAN à l'adresse <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/9309>.

²³ On explique la distorsion géométrique d'image à l'adresse <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/9401>.

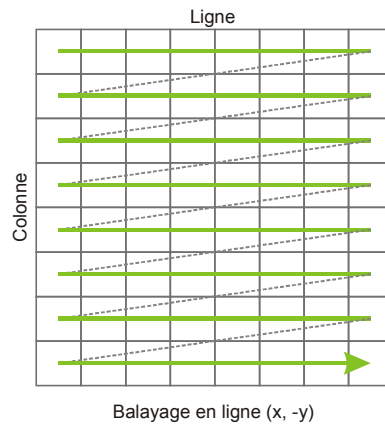


Figure 27 – Quadrillage à balayage en ligne

Il existe bien d'autres types de méthodes de parcours de grille. La figure 28 présente un parcours en ordre de Morton. Cet ordre de parcours est utile, parce qu'il intervient sur des grilles de cellules non uniformes comme dans une partition en quadrants. Il peut être étendu à trois dimensions et plus. Les techniques d'entrelacement de bits dans une indexation peuvent servir à ordonner les points de toute grille. Mentionnons notamment à cet égard les grilles qui sont d'une forme irrégulière ou dont les cases sont d'une taille variable.

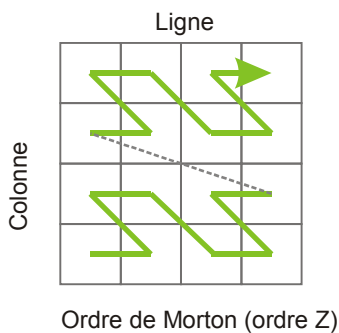


Figure 28 – Parcours en ordre de Morton

La figure 29 donne un exemple d'image matricielle par partition en quadrants dont les points sont ordonnés par la méthode de parcours en ordre de Morton. La partition en quadrants a pour avantage de permettre une haute résolution de certaines parties d'une image et l'élimination des données redondantes des parties où les valeurs sont les mêmes. Un certain nombre de SIG fonctionnent par arbre de quadrants.

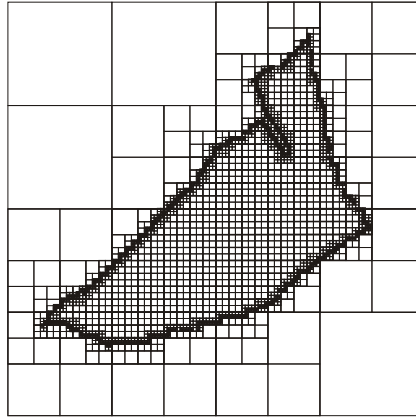


Figure 29 – Image tramée par partition en quadrants

Les grilles n'ont pas à être rectangulaires. Une tessellation en hexagones réguliers donnera une trame hexagonale, par exemple.

Divers autres types de couverture sont connus de l'utilisateur : modèle numérique d'élévations (MNE), mesures bathymétriques (levés hydrographiques) sous forme d'ensemble de points, couverture vectoriel (représentation du courant d'un cours d'eau sous forme de vecteurs d'intensité et d'orientation), polygones de Thiessen, réseau irrégulier de triangles (TIN).

La figure 30 présente une grille de valeurs d'élévation pour un modèle numérique d'élévations (MNE), qui est un ensemble ordonné de valeurs d'élévation du sol en espacement régulier.

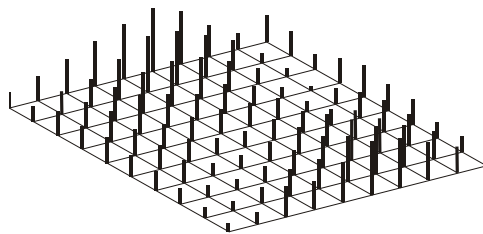


Figure 30 – Grille d'un modèle numérique des hauteurs

La figure 31 donne un exemple de carte hypsométrique avec relief ombragé qui repose sur un modèle numérique d'élévations (MNE). Elle décrit une région du nord du Québec près de la baie d'Ungava.

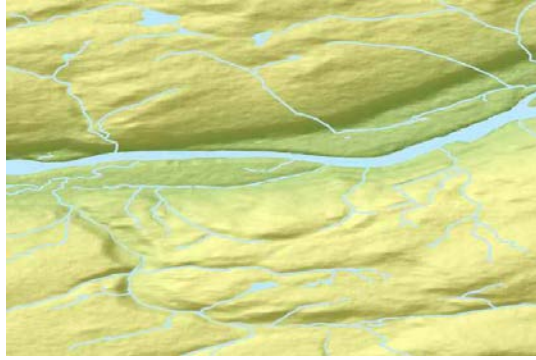


Figure 31 – Carte hypsométrique avec relief ombragé reposant sur un MNE

GéoBase fournit un vaste ensemble de données DEM pour tout le Canada²⁴.

Une couverture TIN est une autre façon de représenter le relief d'une surface. C'est ce qu'illustre la figure 32. Un réseau irrégulier de triangles est une couverture définie par des nœuds irrégulièrement répartis aux coordonnées tridimensionnelles (x, y et z) et qui forment un réseau de triangles non chevauchants. On se sert souvent de surfaces TIN dans des calculs, car il est relativement facile de calculer les intersections avec la surface.

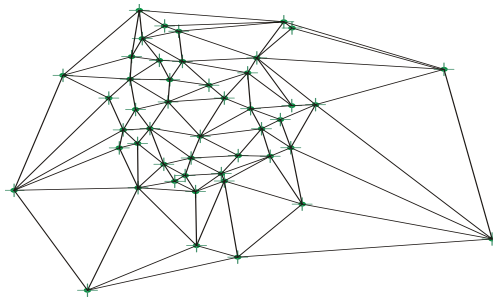


Figure 32 – Exemple de couverture TIN

Un ensemble de points est un autre type de couverture. On s'en sert souvent en océanographie pour représenter les sondages de profondeur. Un proche parent est la couverture en polygones de Thiessen qui divise une aire en un ensemble de polygones en formant un ensemble de positions plus proches du point que de tout autre point du jeu défini.

²⁴ GéoBase, <http://www.geobase.ca/geobase/fra/find.do?produit=cded>.

La figure 33 présente une partie d'une carte hydrographique²⁵ avec un ensemble de sondages de profondeur sous forme de couverture en ensemble de points²⁶. Des normes de cartographie hydrographique sont développées en conformité à la série de normes S-100 [91] de l'Organisation hydrographique internationale (OHI), lesquelles s'appuient sur les normes en information géographique de l'ISO et, en particulier, sur les normes de géométrie de couverture. La spécification de contenu informationnel des cartes marines électroniques est la norme S-101 [92]. La norme précédente pour les cartes hydrographiques de l'OHI était la norme S 57 [90].

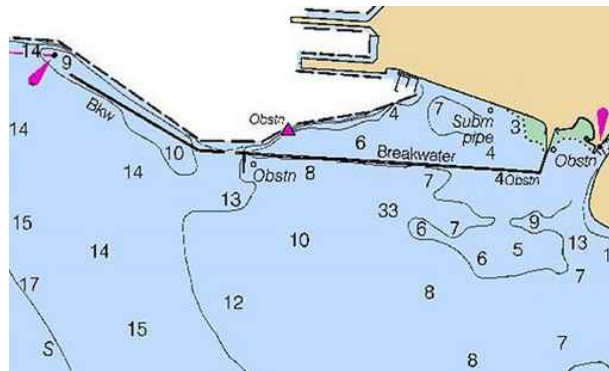


Figure 33 – Ensemble de valeurs bathymétriques dans une couverture sous forme d'ensemble de points

La figure 34 donne un exemple de couverture en champ vectoriel. Une telle couverture sert à représenter des écoulements (courants, vents, etc.). Ce type de couverture est utilisé dans la norme OHI S-111 Courants de surface [93].

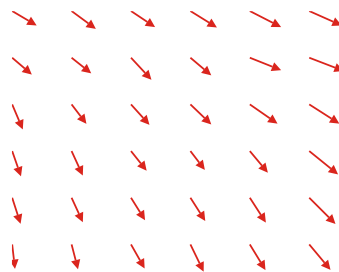


Figure 34 – Couverture en champ vectoriel

Les gestionnaires et les utilisateurs sont amenés à traiter les données d'image, de matrice et de mosaïque comme des données structurées pouvant faire l'objet d'une analyse mathématique. Les

²⁵ Les cartes canadiennes sont disponibles auprès du Service hydrographique du Canada à l'adresse <http://www.charts.gc.ca/>.

²⁶ Cette carte de valeurs échantillonnées n'a pas d'éléments d'identification et elle ne peut donc servir à la navigation (<http://www.nauticalcharts.noaa.gov/>).

données d'une couverture continue peuvent être traitées comme des valeurs matricielles et, après interpolation ou autre traitement, former une image ou une couverture nouvelle qui sera parfois d'une plus grande clarté (par élimination du bruit). Les images peuvent être fusionnées et ajustées mathématiquement. Les gestionnaires et les utilisateurs doivent aussi comprendre que les logiciels, les services et les codages varient selon les types de couverture et qu'ils sont propres à un type de couverture.

Diverses normes traitent des données d'image, de matrice et de mosaïque. Les principales normes de l'ISO dans ce domaine sont *ISO 19129 Information géographique – Structure de données pour les images, les matrices et les mosaïques* [29] et *ISO 19123 Information géographique – Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture* [25]. L'OGC a une norme abstraite *Topic 7 – Earth Imagery* [60] qui est liée à la norme *ISO 19101-2 Information géographique – Modèle de référence – Partie 2 : Imagerie* [15]. Il a aussi élaboré la norme abstraite *Topic 6 – Schema for coverage geometry and functions* [66], qui rappelle la norme ISO 19123 mentionnée plus haut. L'OGC est en train d'élaborer la norme *GML Application Schema – Coverages (GMLCOV)*, qui décrit les éléments de couverture à l'aide de GML comme langage de schéma. Ce n'est pas une norme de codage GML, mais une norme importante de structure pour les schémas. Il met également au point un certain nombre de normes de codage en fonction de ces parties de schéma, qu'il s'agisse de GeoTIFF [77], de GMLJP2 (JPEG 2000) [72] ou d'autres. Il s'aligne ainsi sur les travaux de l'ISO dans le domaine du codage et, plus particulièrement, du codage des images satellitaires de télédétection. Voir à ce sujet la norme *ISO 19163 Information géographique – Composantes de contenu et règles de codage pour les données images et matricielles* [48].

3.2.2 Métadonnées des couvertures

Les métadonnées qui accompagnent les données des images ou d'autres couvertures sont aussi importantes que l'ensemble de pixels (valeurs de grille) qui définit ces données. L'image ou la couverture dépend des capteurs et ceux-ci sont nombreux (satellite, capteur aéroporté, sonar hydrographique, etc.). La figure 25 présente une image satellitaire de base et montre comment celle-ci doit être rajustée (orthorectifiée) en référence à la Terre (géoréférencement). Il n'y a pas que le rajustement mathématique des couvertures, puisque le géoréférencement exige que la position du satellite ou d'un autre capteur soit précisément connue ou qu'il existe un certain nombre de points de repère connus au sol.

La figure 35 présente un type d'imager satellitaire que décrit la norme *ISO 19130 Information géographique – Modèles de capteurs d'images de géopositionnement* [30]. Le plan focal de la caméra se situe sur la plateforme satellitaire et le balayage se fait par oscillation du miroir et de la trace au sol du satellite. Pour déterminer la position de l'image, on doit connaître l'orbite du satellite et les caractéristiques du télescope, du miroir et des autres pièces de l'instrumentation. La norme *ISO 19159-1 Information géographique – Calibration et validation de capteurs de télédétection – Partie 1 : Capteurs optiques* [46] décrit comment étalonner une telle

instrumentation. Il s'agit de produire des métadonnées spécialisées devant accompagner une image pour qu'elle puisse être traitée.

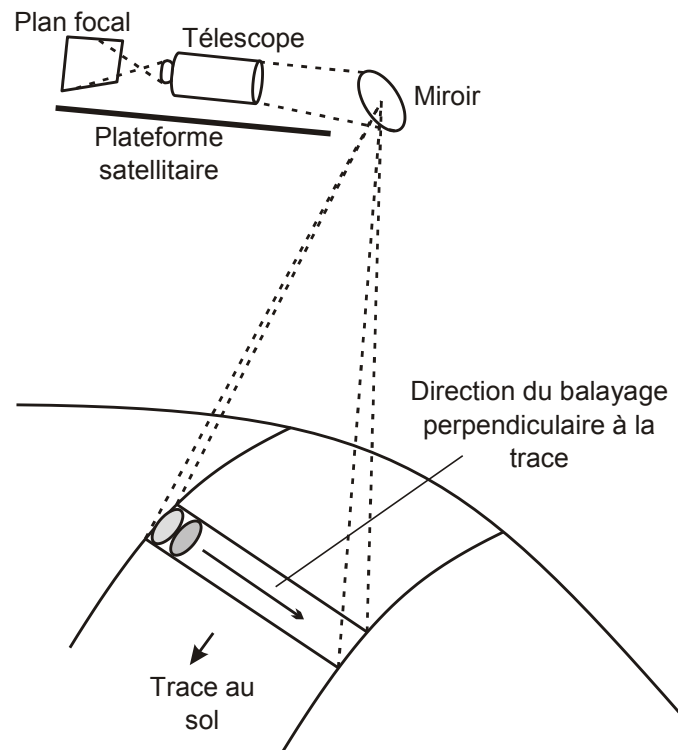


Figure 35 – Imager satellitaire à balayage en ligne

Dans la norme *ISO 19115-2 Information géographique – Métadonnées – Partie 2 : Extensions pour les images et les matrices* [24], on a étendu l'application de la norme de base sur les métadonnées aux données d'image et de matrice. La norme de base des métadonnées s'applique généralement à d'autres types de données de couverture. Mentionnons en outre deux séries de normes, soit ISO 19130-1 et 19130-2 [30] [31] portant sur les modèles de données de capteurs et ISO 19159-1 et 19159-2 [46] [47] portant sur l'étalonnage et la validation. Les éléments de métadonnées qui sont définis par ces normes doivent être inclus dans le registre de métadonnées dont parle la section 2.6.

Les utilisateurs et les gestionnaires doivent comprendre qu'il existe de nombreuses normes auxiliaires définissant les métadonnées connexes aux données de couverture. Les métadonnées accompagnant les données des couvertures et en particulier les données des images peuvent être très vastes et ne devraient pas être négligées dans une bonne interprétation des données de couverture.

3.2.3 Codage de couvertures et d'images

Les normes de codage d'images abondent et toutes ont une utilité propre. Certaines sont riches en métadonnées, d'autres sont très simple et se limitent à un seul type d'images. Comme les types de données de couverture sont si variables, les types de codage ne peuvent que l'être aussi. L'utilisateur ou le gestionnaire doit comprendre que les différents formats d'imagerie répondent à des besoins particuliers et qu'il est parfois difficile à un utilisateur de convertir les données entre formats. Parfois, ces si importantes métadonnées se perdent dans la transposition d'un format à l'autre.

Les formats de codage d'images vont du plus simple au plus spécialisé pour les données scientifiques et les types de couverture spéciaux. Tous sont modélisés par les mêmes éléments de couverture que dans la norme ISO 19123. Le principe de la séparation du « véhicule » et du « contenu » dans un codage est exposé par la norme ISO 19129. Ainsi, le contenu informatif peut recevoir une définition rigoureuse dans un modèle conceptuel (modèle UML, par exemple) sans égard au mode de codage. Un certain nombre de codages sont capables de « véhiculer » le contenu informatif. D'autres peuvent faire perdre de l'information, étant peut-être incapables de transporter tout le contenu ou ne pouvant soutenir ce type particulier de couverture. La plupart des codages visent des images structurées sous forme de quadrillages.

Le rapport technique *ISO/TR 19121 Information géographique – Imagerie et données quadrillées* [49] étudie les divers formats de codage des types de données de couverture. Le nombre de ces formats a augmenté depuis la parution de ce rapport en l'an 2000. Une liste détaillée est présentée au tableau 2.

Les utilisateurs et les gestionnaires devraient se reporter à ce tableau pour établir si des métadonnées seront perdues dans l'utilisation des différents formats de codage des couvertures.

On a besoin de diversité dans le codage des données d'images, de matrices et de mosaïques du fait de la grande variété des types de couvertures et des différences de niveaux de données. Certaines données brutes d'imagerie satellitaire exigent de vastes métadonnées pour leur traitement, alors que pour certains produits d'imagerie achevés ont besoin de beaucoup moins de métadonnées. Il reste la nécessité d'un certain degré de compatibilité entre toutes ces normes si hétérogènes.

Le comité technique 211 de l'ISO est en train d'élaborer une norme *ISO/DTS 19163 Information géographique – Composantes de contenu et règles de codage pour les données images et matricielles* [48]. Il édifie un modèle de base commun pour la compatibilité entre formats dans le domaine de l'imagerie de télédétection. Les parties qui suivent de cette norme permettent le rattachement aux divers formats de codage. Ajoutons que l'ISO et l'OGC coordonnent leurs travaux dans l'élaboration d'une méthode pour lier les codages communs de tous les types de couvertures. Les gestionnaires et les utilisateurs doivent comprendre le degré de complexité des codages de données d'images, de matrices et de mosaïques et le foisonnement de normes largement diversifiées et quelque peu incompatibles. Ils doivent également comprendre que la conversion

entre normes peut faire perdre de l'information, c'est-à-dire un certain nombre de métadonnées avec une perte de résolution par rééchantillonnage des images.

Tableau 2 -- Formats de codage des images, des matrices et des mosaïques

Format de codage	Type de données
ISO 12087-5, Technologies de l'information – Infographie et traitement de l'image – Spécification fonctionnelle pour le traitement de l'image et l'échange (IPI) – Partie 5 : Format d'échange de l'image de base (BIIF) [54]	Données d'images quadrillées avec superpositions de données vectorielles et un grand nombre d'extensions spécialisées pour le soutien de types spéciaux de données; vastes métadonnées géospatiales.
ISO/IEC 11544, Technologies de l'information – Représentation codée des images et du son – Compression progressive des images en deux tons (JBIG) [53]	Données d'images quadrillées en deux tons; absence de métadonnées géospatiales.
ISO/IEC 10918, Compression numérique et codage des images fixes de nature photographique : Prescriptions et lignes directrices (JPEG); ISO/IEC 10918-5, Technologies de l'information – Compression numérique et codage des images fixes à modelé continu : Format d'échange de fichier JPEG (JFIF) [51]	Images quadrillées à modelé continu en compression; absence de métadonnées géospatiales.
ISO/IEC 15444-1, Technologies de l'information – Système de codage d'images JPEG 2000 : Système de codage de noyau [57]	Méthodes de compression sans perte (conservation binaire) et avec perte pour le codage de données d'images quadrillées en deux tons, à teinte continue d'échelle de gris, à palette de couleurs ou à couleur continue. Possibilité d'ajouter des métadonnées balisées; définition des balises des métadonnées en codage GML.
OGC 08-054r4, GML in JPEG 2000 (GML-JP2) Encoding Standard Part 1 : Core [72]	Données JPEG 2000 avec baliseageimbriqué GML pour le codage de toute information GML; métadonnées géospatiales dans le flux de données JPEG 2000; à noter que GML peut être utilisé d'une autre manière dans un référencement externe des données JPEG 2000.
ISO/IEC 13249-5, Technologies de l'information – Langages de bases de données – Multimédia SQL et paquetages d'application – Partie 5 : Image fixe [56]	Types de données pour images fixes simples et commentaires textuels connexes dans le cadre de la norme d'interrogation de base de données SQL MM; on utilise l'image JPEG (norme ISO/IEC 10918-4) comme grand objet binaire; des métadonnées géospatiales peuvent exister dans la base de données.
ISO 12234-2, Imagerie de prises de vue électroniques – Mémoire mobile – Partie 2 : Format de données image TIFF/EP [55]	Format de fichier d'images balisées/photographies électroniques. Données d'images quadrillées sans métadonnées géospatiales.
OGC 12-100r1, GML Application Schema – Coverages – GeoTIFF Coverage Encoding Profile; GeoTIFF prochain de l'OGC dans une norme en source libre [77]	Codage TIFF avec géobalises définies soutenant quelques métadonnées géospatiales. Le DGIWG a un profil GeoTIFF qui applique des métadonnées au GeoTIFF; l'OGC élabore une norme GeoTIFF en correspondance avec les normes des couvertures de l'ISO et le DGIWG.
Le DIGEST [87] (Digital Geographic Exchange Standard) du DGIWG est maintenant considéré comme une norme ancienne mais le NSIF, sa partie relative à l'imagerie, est fort utilisée	DIGEST (annexe D), qui est connu comme le format d'échange d'images, est une encapsulation du format d'imagerie secondaire de l'OTAN (NSIF) qui porte la désignation NATO STANAG 4545 et qui est fondé sur la norme 12087-5 de l'ISO pour le format NIIF; vastes métadonnées géospatiales.

Format de codage	Type de données
IHO S-57 [90] et S-100 [91] pour la composante des données d'images et de matrices	Données d'images et de matrices pour l'hydrographie (bathymétrie, par exemple) et champs vectoriels pour les courants, d'après les normes 19123 et 19129 de l'ISO; le format de codage est HDF (Hierarchical Data Format); vastes métadonnées géospatiales pour l'hydrographie.
CEOS – famille de formats du Committee on Earth Observation Satellites pour les données d'observation de la Terre [86]	Le codage des métadonnées se fait par la norme Z39.50:1995 Application Service Definition and Protocol Specification; les données mêmes dépendent généralement des satellites; vastes métadonnées géospatiales .
EOS-HDF Format de données hiérarchisées HDF pour les données satellitaires d'observation de la Terre	Le format de codage HDF est un format en libre source élaboré par l'US National Center for Supercomputing Applications et destiné au stockage et à l'organisation de grandes quantités de données numériques. Le profil EOS est le format de la NASA en base HDF pour les missions d'observation de la Terre; vastes métadonnées géospatiales et de plateforme satellitaire .
OGC 10-090r3, NetCDF – Network Common Data Form Core Encoding Standard, version 1.0 [76] D'autres normes et spécifications de contenu informationnel ont été élaborées par l'OGC pour le NetCDF. Mentionnons que le NetCDF et la version 5 du HDF sont convergents.	Le format NetCDF est un format en libre source mis au point par l'University Corporation for Atmospheric Research (UCAR) qui décrit les données scientifiques à orientation tableau en indépendance machine, ce qui comprend les images et les matrices; il peut comprendre de vastes métadonnées avec des métadonnées géospatiales . NetCDF est plus simple (et plus limité que le format HDF).

3.3 Produits de données de GéoBase

La disponibilité des données tient une grande place comme facteur de définition dans le cas des normes. Quand des données sont librement accessibles, elles se répandent et deviennent implicitement le modèle suivi pour des normes.

GéoBase fait partie de la Carte de Base du Canada (CBC) qui assure une « couverture de carte de base continue du niveau national au niveau local, dans un environnement simple, une cartographie bien intégrée et disponible en service de carte Web »²⁷. Cette collection de cartes de base a vu le jour sous les auspices du Conseil canadien de géomatique avec le concours de Ressources naturelles Canada (RNCan), d'autres ministères fédéraux et de ministères provinciaux et territoriaux. Le but est d'établir un contexte spatial avec un accent sur le réseau de transport pour une superposition possible de données thématiques. Les sources de données du service CBC figurent au tableau 3.

GéoBase est une initiative des autorités canadiennes (gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux) qui vise à rendre accessible un ensemble normalisé de données géospatiales de qualité et à jour pour tout le territoire canadien. Cette initiative est gérée par le Conseil canadien de

²⁷ http://geogratis.gc.ca/geogratis/CBM_CBC?lang=fr.

géomatique (COCG), organisme consultatif représentant les services géospatiaux des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Tableau 3 – Sources de données de la CBC

Source de données	Échelle de données	Échelle minimale	Échelle maximale
GéoBase		1/1 000	1/30 000
CanVec	1/50 000	1/1 000	1/115 000
BNDT	1/250 000	1/115 001	1/550 000
Atlas du Canada	1/1 000 000	1/550 001	1/2 750 000
Atlas du Canada	1/7 500 000	1/2 750 001	1/13 750 000
Atlas du Canada	1/15 000 000	1/13 750 001	1/200 000 000

GéoBase donne un libre accès aux données géospatiales sur l'ensemble du Canada. Les principes de base²⁸ sont les suivants :

- qualité des données géospatiales (actualité, exactitude, cohérence et mise à jour);
- unicité des données géospatiales (données uniques recueillies ponctuellement et mises à jour au plus près de la source);
- gratuité des données et absence de restrictions pour les utilisateurs.

²⁸ <http://www.geobase.ca/>.

GéoBase donne accès à tous les utilisateurs à un service de portail Web. Son contenu se divise en neuf couches :

Tableau 4 – Couches de données de GéoBase

Limites administratives	terres autochtones, limites géopolitiques canadiennes, circonscriptions fédérales et limites municipales.
Données numériques d'élévation du Canada	quadrillages d'élévation du terrain à intervalles réguliers et à une échelle de 1:50 000 à 1:250 000.
Réseau géodésique canadien	repères géodésiques horizontaux et verticaux pour le Réseau de base canadien, les Repères altimétriques primaires, le Réseau fédéral de densification 3-D et le Réseau fédéral de densification 2-D.
Toponymes canadiens	toponymes canadiens avec leurs attributs approuvés par la Commission de toponymie du Canada (CTC).
Couverture du sol	couverture discrète de polygones vectorisés issue de la classification d'imagerie satellitaire selon une légende harmonisée pour l'agriculture et les forêts.
Réseau routier national	réseau routier intégré comprenant 1,1 million de kilomètres de voirie (réseau, noms de rue, tranches d'adresses) avec un ensemble de noms de zones peuplées à diverses échelles.
Réseau hydro national	réseau intégré des eaux intérieures canadiennes avec les lacs, les réservoirs, les rivières, les ruisseaux, les canaux, les îles, les obstacles hydrographiques et les constructions et avec un réseau filamentaire de drainage (hydrographie, réseau d'écoulement, délimitation des bassins versants, toponymes). En complément, données bathymétriques à l'échelle 1:1 M des eaux intérieures et limitrophes du Canada.
Réseau ferroviaire national	réseau intégré des chemins de fer canadiens avec les liaisons par transbordeur qui assurent un réseau ferroviaire continu.
Imagerie satellitaire	imagerie satellitaire brute ou orthorectifiée Landsat 7, Spot Image 4/5 et Radarsat-1 pour le territoire canadien avec points de contrôle.

Les données GéoBase sont disponibles dans les deux langues officielles avec des éléments textuels dans la langue choisie.

Chacune des couches de GéoBase est définie par une spécification de produit/contenu informationnel et un catalogue d'entités, s'il y a lieu. Quatre des spécifications de produit en question ont été normalisées comme normes nationales par le Comité de géomatique de l'Office des normes générales du Canada (voir la section 3 plus haut).

L'accès aux données est assuré par un géoportail qui soutient un service de découverte par métadonnées. Ce portail est disponible à l'adresse <http://geogratias.gc.ca/geogratias/search?lang=fr>.

L'utilisateur et le gestionnaire doivent savoir qu'une richesse de données géospatiales normalisées et en libre accès peuvent être téléchargées et exploitées par une interface de service Web. Les spécifications des données figurent au site Web de GéoBase pour chaque type de données. On y trouve aussi des données de référence selon les sources d'utilisation (gouvernements, entreprises et particuliers).

4. Élaboration d'un service Web

L'interface la plus fréquente avec l'information géographique est la carte classique imprimée sur papier. Ces cartes demeurent utiles, mais elles sont rapidement supplantées par les cartes électroniques dont beaucoup sont aujourd'hui téléchargeables grâce aux services Web. L'ère des services Web conjugue les facettes de l'information géospatiale qui sont propres aux sciences de la Terre et aux technologies de l'information.

La normalisation de la gestion des données et de leur diffusion par des services en ligne a eu lieu sous la direction de l'Open Geospatial Consortium (OGC), qui a élaboré sur des bases consensuelles diverses spécifications décrivant nombre d'aspects des services de données. Le Comité technique 211 de l'ISO s'occupe aussi des services de données, mais il est surtout alimenté par les travaux de l'OGC. Les normes de l'Open Geospatial Consortium évoluent au même rythme que la technologie, d'où la nécessité d'une constante surveillance devant garantir que, par exemple, l'Infrastructure canadienne de données géospatiales (ICDG) demeure à jour.

Cette section du guide traite de services Web, et notamment des modes d'accès et de traitement des données en ligne ainsi que des préoccupations qui sont associées. Ces services sont :

- service de recherche et de catalogage de données pour le Web;
- service de cartes Web;
- service d'entités géographiques Web;
- service de couvertures Web;
- service de traitement Web.

4.1 Aperçu des services Web

Les services Web remplissent un certain nombre de fonctions. Les différents services permettent à l'utilisateur de trouver, visualiser et obtenir des données pour le téléchargement de fichiers ou la fourniture de données à d'autres applications. Un exemple d'application qui utilise l'information Web est un service de géolocalisation (« service basé sur la localisation »). Les services Web permettent également de traiter des données en ligne.

La grande disponibilité de données géospatiales alimente la mise en œuvre de services de catalogage pour leur recherche au moyen de métadonnées géospatiales. Dans une requête de recherche de données par un Service de catalogue Web (CSW) [65], l'utilisateur sélectionne ses données par des éléments de métadonnées.

Le Service de cartes Web (WMS) [61] permet à l'utilisateur de visualiser les données. Dans un tel service, l'image cartographique Web corrigée selon la projection, l'échelle et la position pour une

bonne superposition à d'autres images cartographiques. L'intégration des données est le résultat de leur observation.

Un Service d'entités géographiques Web [59] diffère du Service de cartes Web, car il s'occupe de données géospatiales par opposition aux images cartographiques. Un tel service exploite des données basées sur les entités. Si les données doivent être puisées à plusieurs sources et combinées en un même ensemble, il est préférable que les catalogues d'entités de ces différentes sources aient déjà fait l'objet d'un rapprochement. Un objet d'entité d'une source doit signifier la même chose que l'objet d'entité d'une autre source en cas de fusionnement des données.

Un service de couvertures Web [75] diffère lui aussi d'un service de cartes Web, parce qu'il s'occupe de même de données géospatiales par opposition à des données cartographiques. Un tel service exploite des images et d'autres types de couvertures. Les normes assurent le soutien d'un grand nombre de types de couvertures.

Les « Services basés sur la localisation » [33] alimentent des applications particulières avec de l'information géospatiale. Ils reconnaissent un lieu (c'est souvent la localisation d'un utilisateur par un GPS) et sélectionnent les objets d'entités les plus proches. Si un utilisateur, par exemple, veut savoir où se trouve le guichet automatique le plus proche, l'application de son appareil mobile ou de son téléphone intelligent qui a pointé le lieu sur une carte serait un service de géolocalisation. De tels services exploitent les applications de dépistage de colis et de véhicules, de navigation et de recherche d'objets ou de personnes proches, ainsi que d'autres services d'information reposant sur les médias sociaux. En fait, la plupart des services sont en base « requêtes ». Si l'utilisateur fait une recherche dans Internet avec un moteur de navigateur Web comme Google, Yahoo ou Bing, le moteur pointera le lieu approximatif où il se trouve à partir de son adresse Internet et adaptera la réponse à la requête au lieu en question.

Un certain nombre de normes s'appliquent aux services Web. Le Comité technique 211 de l'ISO destine un certain nombre de ces normes plus générales d'architecture tant aux services géospatiaux qu'aux services de géolocalisation. L'OGC a défini à son tour un certain nombre de normes abstraites avec des normes pratiques de spécification de mise en œuvre de services.

4.2 Service de recherche et de catalogage de données

Un des grands services de base est le Service de catalogue Web (CSW) de l'OGC par lequel l'utilisateur recherche des données. C'est là un service de base pour une infrastructure de données spatiales et de nombreuses applications et il fonctionne à l'aide de métadonnées. On a là un secteur où les normes de données et de services sont en chevauchement. Il reste que, la découverte de données diffère de la plupart des autres services géospatiaux parce que l'utilisateur doit pouvoir trouver toutes les données nécessaires, y compris les données antécédentes. Ceci implique le soutien simultané des versions multiples d'une norme de métadonnées ou, au moins, d'un sous-

ensemble. Comme les normes sur les métadonnées évoluent, les systèmes CSW ont besoin d'un soutien des métadonnées de plusieurs versions des normes applicables, de sorte qu'une requête avec des éléments de métadonnées antécédents ou nouveaux permette de trouver les données définies par les normes anciennes ou nouvelles. La méthode de gestion des données tant nouvelles qu'antécédentes dans un environnement de services Web est avant tout une question de gestion. Ces normes évoluent, mais le recours à des ontologies et à des requêtes sémantiques gagne en importance.

Le CSW présenté à la figure 36 est tiré du portail de découverte de GéoConnexions²⁹. Cette figure présente la page de base de l'option de recherche avancée de ce portail dans une sélection de la catégorie thématique « Imagerie et carte de base » et du type de ressource « Matriciel ». L'interface graphique a permis de choisir une région du sud du Québec entre 49° de longitude nord et 45° de longitude sud et 71° de latitude est et 78° de latitude ouest.

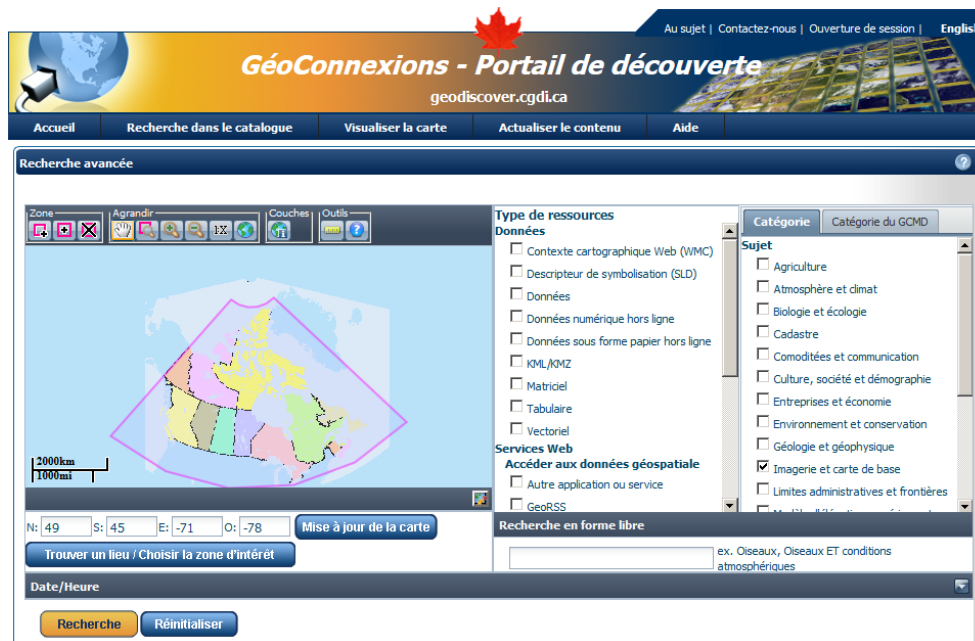


Figure 36 – GéoConnexions – Portail de découverte

Cette requête a eu des résultats multiples et elle doit donc être affinée. En l'exécutant à nouveau avec le mot clé « GéoBase », il n'y a eu seulement quelques résultats. La liste se trouve à la figure 39. Elle indique que des orthoimages des satellites SPOT Image 4 et 5 sont disponibles. La légende précise que ce sont des données canadiennes avec des métadonnées vérifiées et que cette information est gratuite.

²⁹ <http://geodiscover.cgdi.ca/web/guest/advanced-search>

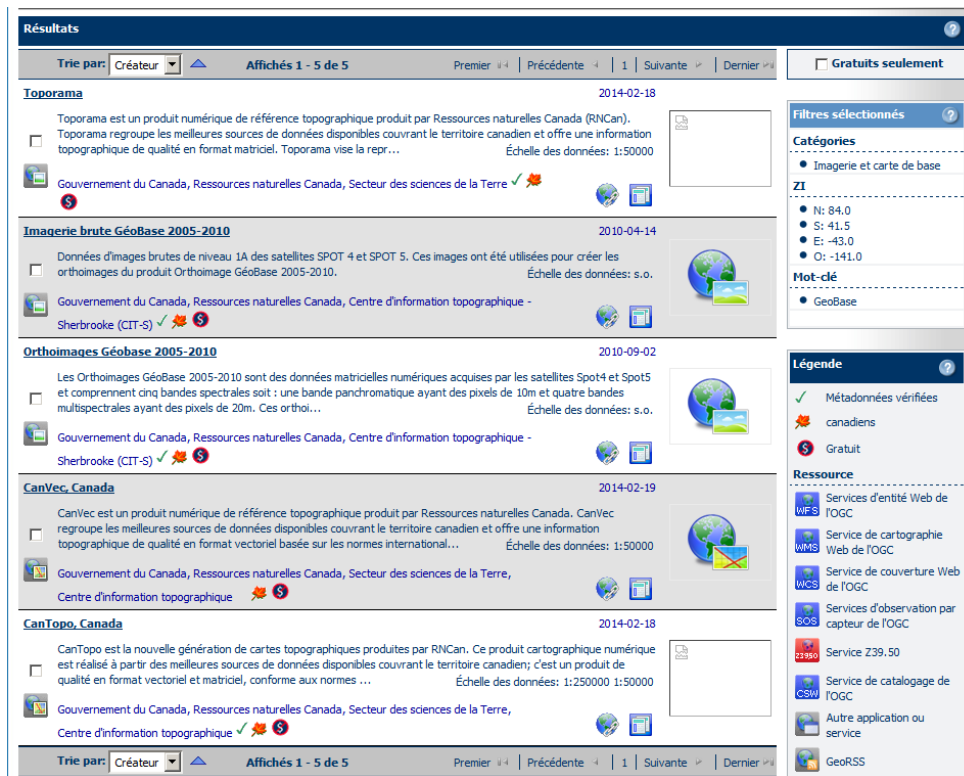


Figure 37 – Résultats d’une requête au Portail de découverte.

L’utilisateur peut choisir de visualiser les métadonnées associées. Une partie de ces métadonnées est présentée à la figure 40.

La partie Information générale des métadonnées présente un identifiant de fichier XML des métadonnées avec timbre dateur. Voici les autres éléments des métadonnées : coordonnées de personnes-ressources, information d’identification, de distribution et de qualité des données et contraintes des métadonnées.

En suivant le lien, on obtient un résumé des données d’orthoimages GéoBase. Les liens en question mènent au site Web de GéoBase et à un répertoire de fichiers où les données peuvent être téléchargées. On trouvera à l’adresse <http://geodiscover.cgdi.ca/web/guest/cbts> un exemple de mode pratique d’utilisation du Portail de découverte.

Imagerie brute GéoBase 2005-2010

1. [Information générale](#)
2. [Information sur le contact](#)
3. [Information d'identification](#)
4. [Information de distribution](#)
5. [Information sur la qualité des données](#)
6. [Contraintes des métadonnées](#)

Information générale:

Identificateur de fichier: Imagerie brute GéoBase 2005-2010.xml

Timbre dateur (AAAA-MM-JJ): 2009-09-21

Nom des normes utilisées pour les métadonnées: ISO/TC 211 Information géographique et Géomatique

Version des normes utilisées des métadonnées: ISO 19115:2003

Figure 38 – Métadonnées d'orthoimages

Un certain nombre de normes soutiennent ce portail. Voici les normes de l'OGC³⁰ qui entrent en jeu :

- OGC : 07-006r1 Catalogue Services Specification 2.0.2 – Corrigendum 2, 2007 [65];
- OGC : 13-084r2 OGC I15 (norme 19115 de l'ISO sur les métadonnées) Extension Package of CS-W ebRIM Profile 1.01, 2014 [78];
- OGC : 07-144r4 CSW-ebRIM Registry Service – Part 2 : Basic extension package 1.0.1 – Corrigendum 1, 2007 [70];
- OGC : 07-045 Catalogue Services Specification 2.0.2 – ISO Metadata Application Profile, 2007 [68].

Il y a des normes de service qui renferment des métadonnées sur les sources d'information disponibles dans un registre et permettent à l'utilisateur de rechercher les données en correspondance avec les éléments de métadonnées.

Des métadonnées alimentent les services de recherche et de catalogage de données pour le Web. L'utilisateur établit une liaison de service avec une requête de ressources, puis une requête de recherche par l'interface du Service de catalogue Web. Le système met la requête en correspondance avec les métadonnées au répertoire des métadonnées et peut-être avec les métadonnées d'autres systèmes CSW connectés. Les métadonnées décrivent le contenu du dépôt de données géospatiales. C'est ce qu'illustre la figure 39.

³⁰ Les normes de l'OGC sont en cours de révision. Les normes CSW les plus récentes sont énumérées à l'adresse <<http://www.opengeospatial.org/standards/cat>>.

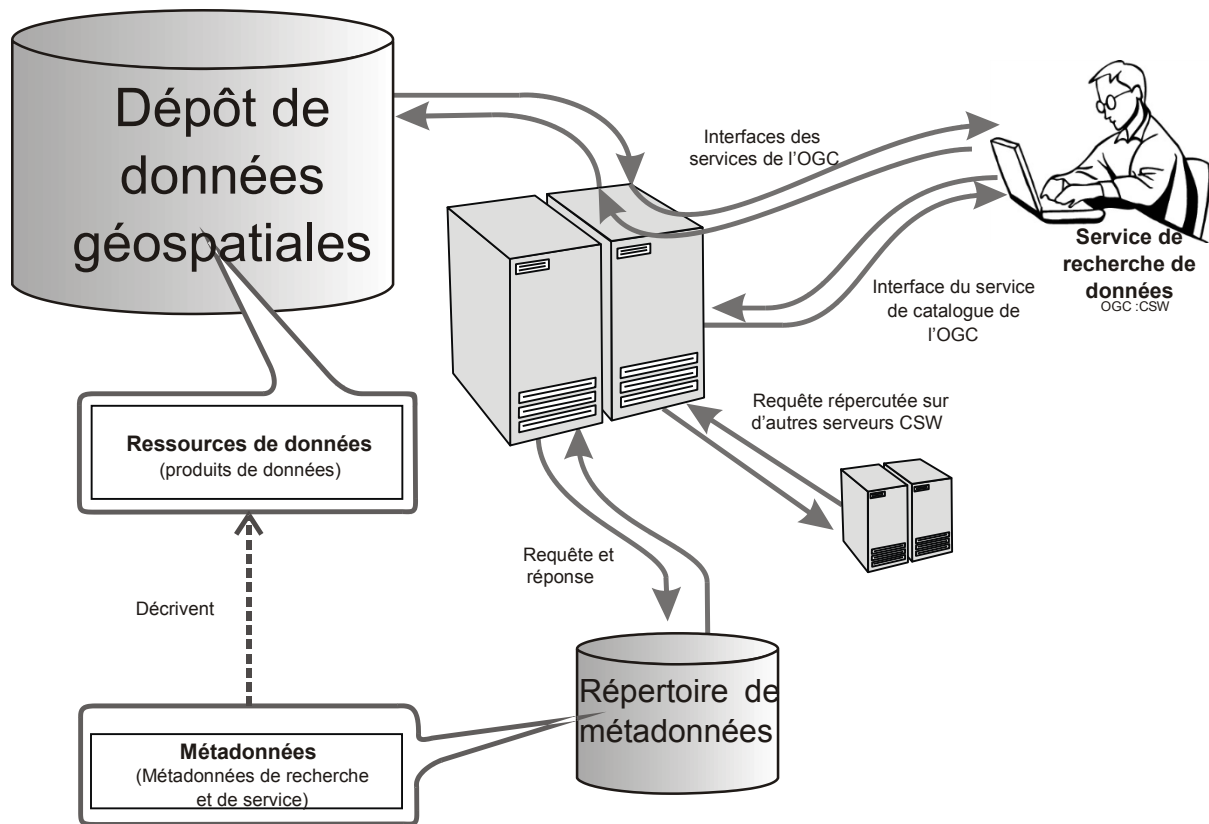


Figure 39 – Architecture de référence CSW³¹

L'accès aux données du dépôt se fait par d'autres interfaces de services de l'OGC comme le Service de cartes Web.

La figure 40 indique la séquence du protocole que définit la norme CSW. Elle montre le flux d'information par la liaison client-service.

Quand l'utilisateur accède la page Web du Portail de découverte à la figure 36, la séquence d'initialisation s'exécute. Quand il clique sur le bouton « Recherche », la commande « searchRequest » est envoyée. Après obtention d'une réponse confirmant la disponibilité des données, le système demande les enregistrements et produit la page de réponse à la figure 37.

³¹ Figure 3 de la norme OGC 07-006r1, Catalogue Services Specification [65].

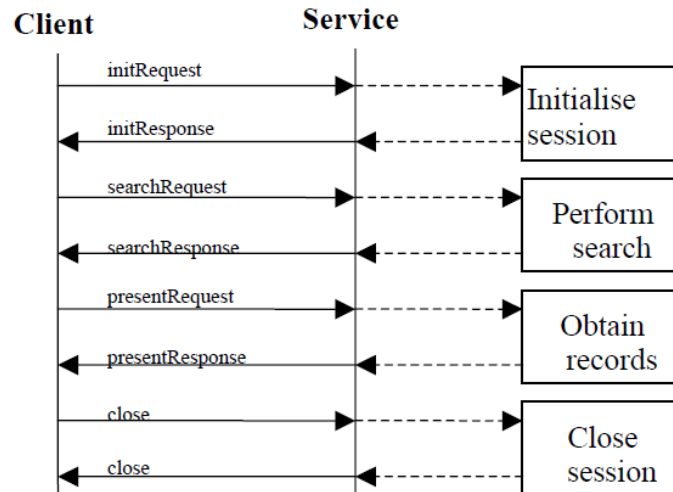


Figure 40 – Séquence de protocole CSW

Les utilisateurs et les gestionnaires doivent comprendre que le processus de recherche de données exploite des métadonnées et que ces métadonnées sont importantes. Sans une bonne description de métadonnées, l'information recherchée sera très difficile à trouver. La fonction requête du service CSW est très souple et permet des requêtes structurées selon la spécification de filtrage de l'OGC [74]. La description des données au répertoire des métadonnées renseigne sur les données, mais aussi sur les « droits numériques » et sur le caractère gratuit ou payant de l'information. Ce qui est primordial, c'est que le répertoire de métadonnées doit comporter les URL permanentes d'accès aux données. Il faut que les gestionnaires comprennent en particulier que, s'ils changent l'emplacement de stockage des données dont ils sont responsables, les systèmes CSW ne pourront plus les trouver. Les gestionnaires de données ont pour responsabilité de mettre à jour l'interface de leurs données.

Le service CSW de l'OGC soutient l'utilisation d'un parmi plusieurs langages reconnus d'interrogation pour la recherche et l'obtention de résultats par des modèles (schémas de métadonnées) et des codages de contenu. La spécification de l'OGC définit deux types d'opération, à savoir la recherche de données et leur publication. Les opérations de recherche permettent d'interroger un serveur et les opérations de publication, de gérer les métadonnées dans un catalogue.

Voici les requêtes de découverte de données :

- **GetCapabilities** – on obtient un document XML contenant les métadonnées de service sur le serveur.
- **DescribedRecord** – on obtient un schéma de l'information que soutient le service de catalogue du serveur.

- **GetRecordById** – on extrait la représentation implicite des enregistrements de métadonnées du catalogue par leur identifiant.
- **GetRecords** – on interroge les enregistrements de métadonnées du catalogue.
- **GetDomain** – on demande une description du « domaine de la valeur » pour un élément de données ou un paramètre de requête spécifié.
- **GetRepositoryItem** – le client peut extraire l'élément de répertoire correspondant à un certain objet extrinsèque.

Voici les requêtes de publication des données :

- **Harvest** – on peut créer, modifier et supprimer des enregistrements de catalogue dans un serveur; pour cette opération, il faut une authentification et, par conséquent, seuls les gestionnaires de catalogue appropriés peuvent mettre à jour celui-ci.
- **Transaction** – on définit une interface pour la création, la modification et la suppression d'enregistrements de catalogue dans un serveur.

Ces opérations peuvent être communiquées au serveur par différents protocoles HTTP. Les exemples qui suivent font intervenir la méthode Key Value Pair ou KVP.

Voici un exemple de requête GetCapabilities au Portail de découverte de l'ICDG :

```
http://geodiscover.cgdi.ca/wes/serviceManagerCSW/csw?  
request=getCapabilities&service=CSW&version=2.0.2
```

Le résultat est un document XML décrivant les ressources ou fonctions du service CSW.

Suivrait une requête DescribeRecord permettant d'obtenir le schéma des enregistrements :

```
http://geodiscover.cgdi.ca/wes/serviceManagerCSW/csw  
?request=DescribeRecord&service=CSW&version=2.0.2  
&outputFormat=application/xml  
&schemaLanguage=http://www.w3.org/XML/Schema&  
namespace=csw:http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
```

Le résultat est un document de schéma XML (document XSD) qui décrit le schéma des enregistrements.

Suivraient une ou plusieurs requêtes GetRecordByID ou une requête GetRecords avec filtre. La commande GetRecords est la requête principale de recherche de contenu de catalogue. Voici un exemple simplifié de requête GetRecords :

```
http://geodiscover.cgdi.ca/wes/serviceManagerCSW/csw?request=GetRecords
&service=CSW&version=2.0.2&constraint=...
```

Le message de réponse serait un fichier XML comprenant les objets sélectionnés au registre.

4.3 Service de cartes Web

On peut visualiser l'information géographique par le Service de cartes Web (WMS). C'est un service permettant d'afficher des images cartographiques par un logiciel client Web. Ce logiciel peut fonctionner dans un navigateur Web ou il peut s'agir d'un logiciel client réservé qui envoie directement des requêtes par l'interface type WMS. Un des aspects les plus puissants du Service de cartes Web est sa fonction de demande et de superposition de données cartographiques Web en provenance de sources multiples. Les données doivent à cette fin recevoir le même réglage d'échelle et de projection et la présentation doit aussi être réglée pour que les données de superposition n'entrent pas en conflit visuel avec la carte de fond.

Plusieurs normes de l'OGC ont établi le Service de cartes Web. De plus, l'OGC a collaboré avec le Comité technique 211 de l'ISO à l'élaboration d'une norme internationale. Voici les normes en question³² :

- OGC 06 121r9 Web Services Common Implementation Specification, 2010 [64];
- OGC 06-042 Web Map Service Implementation Specification, 2006 [62];
- OGC 05-055 Web Map Context Implementation Specification, 2005 [61];
- OGC 07-057r7 Web Map Tile Service Implementation Standard, 2010 [69];
- ISO 19128 – Information géographique – Interface de carte du serveur Web [28].

La figure 41 est un exemple d'interface du Service de cartes Web telle elle se présente à un utilisateur. Dans ce cas, les données sont sélectionnées au dépôt de données de GéoBase. Il y a plusieurs couches distinctes en superposition. Ce sont les limites administratives avec les limites municipales et les terres autochtones. Il y a aussi affichage des couches « Couverture du sol », « Toponymes canadiens » et « Réseau hydrographique national ».

³² Les normes de l'OGC sont en voie de révision. Les normes WMS les plus récentes sont énumérées à l'adresse <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> et <http://www.opengeospatial.org/standards/common>.

L'utilisateur a le loisir de modifier les paramètres de la carte en réglant la barre d'échelle, en faisant un panoramique sur l'information adjacente ou en sélectionnant différentes superpositions parmi celles qui sont disponibles dans GéoBase.

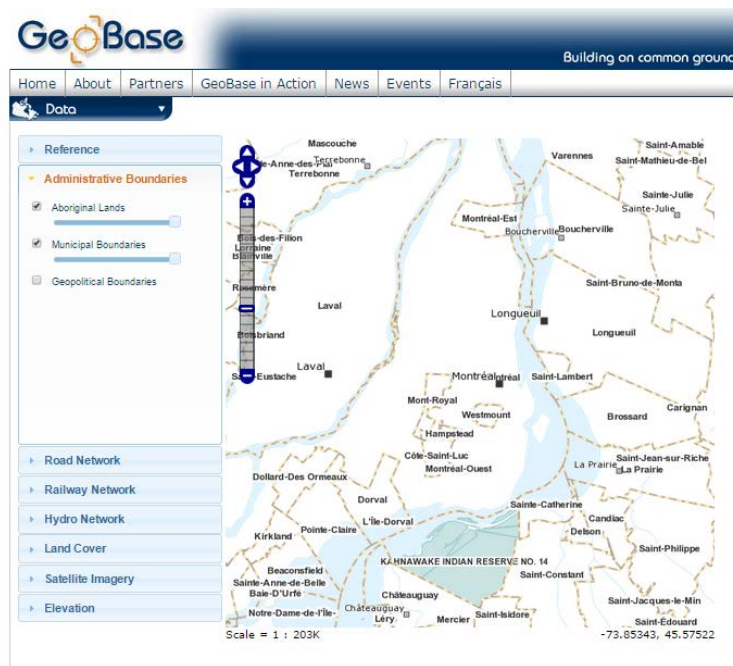


Figure 41 – Exemple d'image cartographique WMS ³³

C'est là une interface WMS de GéoBase qui vise à permettre à l'utilisateur de visualiser les fonds d'information GéoBase. Cette interface ne soutient pas l'accès à des données extérieures.

La capacité de coprésenter des images cartographiques de plusieurs sources tient une grande place dans le service WMS. GéoBase sert ses données par une interface de protocole WMS pour que le logiciel client puisse y avoir accès et les combiner avec des données d'autres sources. L'interface WMS de GéoBase est disponible aux adresses suivantes³⁴ :

- anglais : http://ows.geobase.ca/wms/geobase_en;
- français : http://ows.geobase.ca/wms/geobase_fr.

Le service WMS Toporama de RNCAN donne accès au CanVec, à la Base nationale de données topographiques (BNDT) et à l'Atlas du Canada. Son interface WMS est disponible aux adresses suivantes :

- anglais : http://wms.ess-ws.nrcan.gc.ca/wms/toporama_en;

³³ Ceci est un exemple du service WMS de GéoBase à l'adresse <http://www.geobase.ca/geobase/fr/viewer.jsp> qui n'est plus maintenu.

³⁴ L'interface WMS de GéoBase n'est maintenant plus disponible.

- français : http://wms.ess-ws.nrcan.gc.ca/wms/toporama_fr.

Les interfaces distinctes pour l'anglais et le français permettent de présenter dans la langue choisie des éléments texturaux comme les étiquettes et les toponymes.

La figure 42 présente une application de cartographie Web pour le Salvador où les données sont accessibles par différents serveurs. Les données de base viennent de l'ensemble « Shaded Relief » de l'US Geological Survey (USGS). S'ajoutent la « Mitch Base Map », la « Mitch Rivers » et la « Mitch Lakes » d'UNITEC. Les limites internationales sont tirées de la Digital Chart of the World (DCW) du DGIWG dans un serveur de l'USGS.

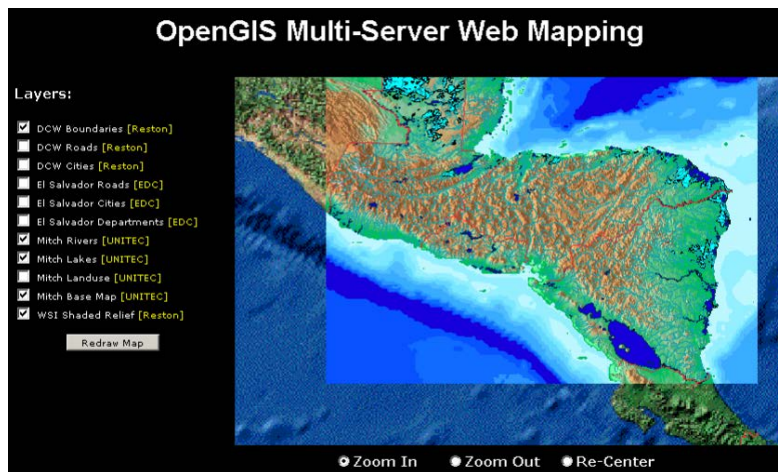


Figure 42 – Cartographie Web multiserveurs ³⁵

Comme le montre clairement cet exemple, on doit opérer un réglage d'échelle de projection des données WMS. Dans la partie de l'écran où l'information est affichée, la « Mitch Base Map » recouvre entièrement l'ensemble « Shaded Relief » de l'USGS. Les autres sources d'information sur les rivières, les lacs et les limites sont en transparence et ne se trouvent donc pas à cacher le fond.

La figure 43 présente deux configurations d'un service de cartes Web. Dans la première, on utilise une interface dans un navigateur Web. Dans ce cas, le logiciel client du service d'accès Web est distant et l'utilisateur communique avec lui par un navigateur Web ordinaire. Le logiciel client distant a accès à l'ordinateur hôte du service Web par des protocoles de l'OGC comme le protocole WMS.

³⁵ This example is from the US Federal Geospatial Data Committee at: http://www.fgdc.gov/training/nsdi-training-program/materials/GeoWebservices_Intro_20100604.pdf

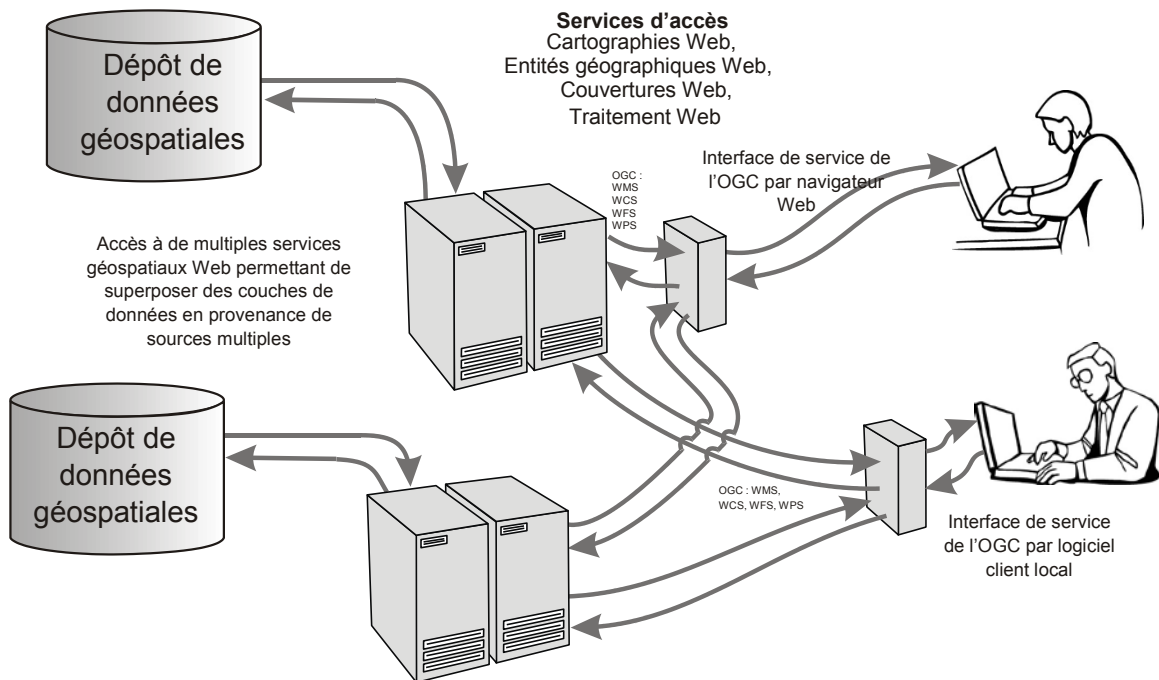


Figure 43 – Exemple de services multiserveurs Web

Dans la seconde configuration, le logiciel client du service Web est sur ordinateur local de l'utilisateur. Dans ce cas, l'ordinateur local a accès à l'ordinateur hôte du service Web par les protocoles de service de l'OGC. Dans les deux configurations, le logiciel client, distant ou local, peut avoir accès à plusieurs serveurs Web pour l'intégration des données en provenance de sources multiples.

Cette architecture est d'un même fonctionnement pour tous les services d'accès aux données de l'OGC (WMS, WCS, WFS et WPS)³⁶. En fait, les données extraites par ces divers services peuvent être combinées dans le système du client.

Le WMS définit un certain nombre de requêtes entre le logiciel client et le système hôte WMS. En voici les deux principales :

- **GetCapabilities** – on obtient un document XML décrivant les ressources WMS (format d'image cartographique, compatibilité entre versions, etc.) et les couches disponibles (boîte englobante, système de référence par coordonnées (SRC), emplacement des données (URI) et précisions sur la transparence pour les superpositions). Le serveur peut transmettre à titre facultatif une description narrative sommaire d'une couche et une liste de mots clés pouvant faciliter la recherche en

³⁶ The WFS, WCS and WPS services are described in the sections 4.4, 4.5 and 4.6.

- catalogue. Il peut aussi renvoyer à un emplacement où on pourra obtenir les métadonnées d'une couche.
- **GetMap** – on obtient une image cartographique. Les paramètres sont notamment les suivants : largeur et hauteur de la carte, système de coordonnées, style de rendu, format d'image. Un paramètre obligatoire précise le style de rendu pour chaque couche. Le système hôte peut avoir à régler la projection pour qu'il y ait correspondance avec la largeur et la hauteur spécifiées, ce qui rend possible l'alignement des couches.

Le système WMS peut soutenir à titre facultatif le type de requête supplémentaire :

- **GetFeatureInfo** – pour les couches indiquées comme interrogeables, on obtient des données sur une entité en fonction de coordonnées de l'image cartographique.

Le format de codage des commandes de ressources Get est l'HTTP (Hypertext Transfer Protocol), qui est défini dans la norme IETF RFC 2616 de l'Internet Engineering Task Force [89]. C'est là une chaîne construite avec codage HTTP Key Value Pair. Voici à quoi ressemblerait, par exemple, une opération GetMap intervenant sur une couche particulière de GéoBase :

```
http://ows.geobase.ca/wms/geobase_en?service=wms&request=GetMap&version=1.1.1
&srs=epsg:4269&bbox=-72,45.35,-71.85,45.5&width=800&height=600
&style=&format=image/png&layers=nhn:hydrography,nrn:roadnetwork,nrwn:track
```

On peut voir à la figure 44 le résultat de cette requête GetMap. Il s'agit d'une image cartographique en format « png » de la ville de Sherbrooke au Québec. Une requête semblable adressée au serveur WMS Toporama de RNCAN produit un ensemble de données en alignement, mais avec des couches différentes.

La commande GetCapabilities pour le service WMS de GéoBase serait une demande de ressources à ce serveur de cartes. On obtiendrait les données en question dans un document XML. Le fichier est trop long pour être reproduit dans le présent guide. Ainsi, le serveur de cartes de GéoBase pourrait transmettre des données dans les formats png, gif, jpeg, png 8-bit et tiff.

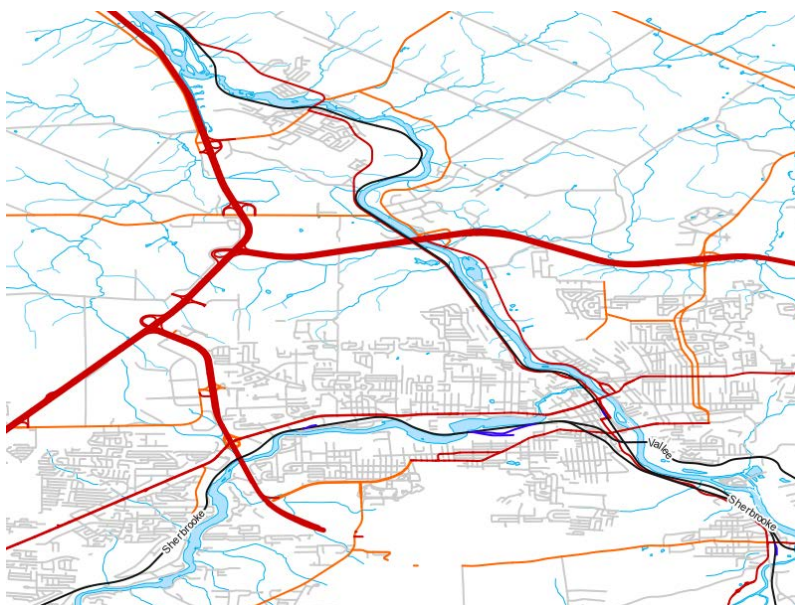


Figure 44 – Exemple de données de réponse à une requête GetMap³⁷

Les résultats de la requête GetCapabilities informeraient le logiciel client en lui permettant, par exemple, de demander les données en format d'image « png », d'où l'image de la figure 44. Voici à quoi ressemblerait la requête GetCapabilities :

http://ows.geobase.ca/wms/geobase_en?service=wms&request=GetCapabilities

Le service WMS est complexe et puissant. Les utilisateurs et les gestionnaires devraient en comprendre les capacités et fonctions et l'architecture générale de manière à pouvoir y faire appel. L'utilisation d'une interface par navigateur Web avec un logiciel client distant est limitée aux ressources fournies par l'ordinateur hôte du logiciel client. C'est habituellement un programme visualisateur des données du système hôte. Il est utile à l'exploration des sources d'information. Un logiciel client local permet à l'utilisateur ou au développeur de construire un système personnalisé d'accès aux nombreuses sources de données WMS.

Les utilisateurs et les gestionnaires devraient savoir que les entreprises et autres organismes sont nombreux à fournir un logiciel client pour le WMS (ainsi que pour d'autres services Web), y compris plusieurs gratuits ou versions en source libre. L'OGC a dressé une liste de 147 entreprises qui procurent des logiciels WMS conformes à la dernière version de la spécification³⁸, dont beaucoup sont canadiens. La plupart des SIG sont également capables d'importer des données par les protocoles WMS, WFS et WCS.

³⁷ Exemple à l'adresse <http://www.geobase.ca/geobase/fr/wms/index.html> (plus maintenue)

³⁸ <http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/?specid=50>

4.4 Service d'entités géographiques Web

Le Service d'entités géographiques Web (WFS) [59] donne un accès Web à l'ensemble d'entités servant à définir un produit de données. Avec le WMS, on a accès à une image cartographique qui peut être visualisée pour recevoir un réglage d'échelle et d'orientation. Le WFS donne accès aux entités mêmes. On peut afficher les entités avec leurs attributs d'une manière bien plus dynamique et la présentation des données peut être ajustée selon la valeur d'un attribut. On peut aussi combiner les entités obtenues par le WFS avec des entités d'autres sources pour produire des cartes entièrement nouvelles. Ces cartes peuvent aussi être analysées. On peut, par exemple, traiter la connectivité des entités d'un réseau routier pour déterminer l'itinéraire le plus court.

L'architecture de base du service WFS est la même que pour tous les services géospatiaux Web de l'OGC (voir la figure 42).

Un WFS est d'une fonctionnalité différente [73] de celle du WMS, mais il est aussi plus complexe. Le surcroît de fonctionnalité découle de la capacité du service à donner accès individuellement à des types et des instances d'entités. Les données renvoyées par le serveur WFS sont codées dans la norme GML et, à titre facultatif, dans la norme KML.

Un service d'index géographique est un profil d'application WFS. La figure 45 présente une requête WFS adressée à la Base de données toponymiques du Canada (BDTC). C'est le formulaire Web par lequel on sollicite des renseignements sur une entité unique, à savoir la ville de Sherbrooke au Québec, par exemple.

Le WFS donne un accès fin à l'information géospatiale. Par la commande Get ou Query, l'utilisateur peut sélectionner des types et des instances d'entités. À un autre niveau du service, l'utilisateur peut créer, modifier ou supprimer des entités en provenance de serveurs multiples de données géospatiales pour lesquels il a obtenu une permission d'accès. Par cette version du service, des équipes peuvent élaborer collectivement des jeux de données. Ainsi, les observateurs météorologiques pourraient produire un rapport sur les températures locales en créant une instance d'entité de relevé de température pour une région et en pouvant modifier les attributs.

Les interfaces WFS doivent être définies en XML ou GML pour qu'on puisse y exprimer des entités [59]. Le dépôt de données sur les entités géospatiales est opaque pour l'utilisateur sauf par les fonctions de l'interface WFS.

Natural Resources Canada  Canada

Energy Mining/Materials Forests Earth Sciences Hazards Explosives The North Environment

Home » Earth Sciences » Geography » Canadian Geographical Names

Geographical Names Board of Canada

Query by Geographical Name

Query the Canadian Geographical Names Data Base (CGNDB) using the name of a city, town, lake or any other geographical feature. You can narrow your search by specifying the type of feature you are searching for and the Province or Territory where the toponym is located.

Geographical name:

Field is not case sensitive, accented characters can be substituted by regular characters and wildcard characters (*) are allowed.

Feature type:

- Populated
- Administrative Areas
- Water Features
- Terrain Features
- Ice and Snow Features
- Features Associated with Vegetation
- Underground Features
- Volcanic Features
- Constructed Features
- Underssea and Maritime Features
- Unclassified

Category:

- Official
- Historical
- All

Province/Territory:

- Alberta
- British Columbia
- Canada
- International Waters

Result ordering:

- Relevance
- Alphabetic order
- Feature type
- Province/Territory

Geographical Name Search Results

Filter items:

Name	Location	Province/Territory	Feature Type
Sherbrooke	Sherbrooke; Sherbrooke	Quebec	Census Division
Sherbrooke	Sherbrooke; Sherbrooke	Quebec	Territory equivalent to an MRC
Circonscription électorale de Sherbrooke	Sherbrooke; Sherbrooke	Quebec	Provincial Electoral District
Parc scientifique de Sherbrooke	Sherbrooke; Sherbrooke	Quebec	Public Park

Showing 1 to 4 of 4 entries

Figure 45 – Requête WFS adressée à un index géographique

Les opérations WFS sont les suivantes :

- **GetCapabilities** – On obtient un document XML qui décrit les ressources WFS. Ce document indiquera quels types d'entités peuvent servir le WFS et quelles sont les opérations soutenues pour chaque type d'entités.
- **DescribeFeatureType** – On demande l'entité schéma des données servies.
- **GetFeature** – Un service d'entités géographiques Web devrait pouvoir répondre à une demande d'extraction d'instances d'entités. De plus, le client devrait pouvoir spécifier les propriétés des entités et limiter l'interrogation spatialement et non spatialement.

- **GetGmlObject** – Un service d’entités géographiques Web peut à titre facultatif répondre à une demande d’extraction d’instances d’éléments en parcourant des XLinks (liens externes ou internes vers des documents XML/GML) d’identifiants XML. De plus, le logiciel client devrait pouvoir spécifier si des éléments hiérarchisés XLinks imbriqués dans les données d’éléments renvoyées devraient également être extraits. La commande GetGmlObject fait qu’une requête peut suivre les liens comme ils sont utilisés dans les documents GML.
- **Transaction** – Un service d’entités géographiques Web peut à titre facultatif répondre à des demandes transactionnelles. Une requête Transaction comprend des opérations qui modifient des entités; ce sont les opérations de création, de mise à jour et de suppression d’entités géographiques.
- **LockFeature** – Un service d’entités géographiques Web peut à titre facultatif traiter une demande de verrouillage intervenant sur une ou plusieurs instances d’un type d’entités pour la durée d’une opération. Cela assure le soutien des transactions sérialisables.

D’après les descriptions des opérations qui précèdent, il est possible de définir trois classes de services d’entités géographiques Web :

- **WFS de base** – Le **WFS de base** mettrait en œuvre les opérations **GetCapabilities**, **DescribeFeatureType** et **GetFeature**. Ce serait en quelque sorte un service LECTURE SEULEMENT.
- **WFS XLinks** – Un **WFS XLinks** soutiendrait toutes les opérations du WFS de base et mettrait en œuvre en plus l’opération **GetGmlObject** pour les éléments XLinks locaux et/ou distants; il prévoirait comme option l’exécution d’une opération **GetGmlObject** pendant les opérations **GetFeature**.
- **WFS Transaction** – Le WFS Transaction soutiendrait toutes les opérations du WFS de base et mettrait en œuvre l’opération **Transaction** en plus. À titre facultatif, il pourrait ajouter les opérations **GetGmlObject** et/ou **LockFeature**.

La première étape dans un dialogue WFS est la production d’une requête GetCapabilities par le logiciel client. Le résultat serait la transmission d’un document des capacités du serveur. Selon les résultats, le serveur et le logiciel client entendraient dans une séquence de négociation.

Exemple de négociation : Le serveur comprend les versions 1, 2, 4, 5 et 8. Le client comprend les versions 1, 3, 4, 6 et 7. Le client demande la version 7. Le serveur répond avec la version 5. Le client demande la version 4. Le serveur répond avec la version 4 que le client comprend et la négociation est couronnée de succès.

Voici à quoi ressemblerait la requête GetCapabilities pour le WFS de la Commission de toponymie du Canada :

http://cgns.nrcan.gc.ca/wfsu/cubeserv.cgi?service=wfs&datastore=cgns
&request=getCapabilities&version=1.1.0

La figure 46 présente une partie de la réponse reçue du WFS GéoBase de la Commission de toponymie du Canada.

Le service soutient la fonction GetFeature des requêtes toponymiques pour le seul type d'entités « Commission de toponymie du Canada – Codes ».

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<WFS_Capabilities xmlns="http://www.opengis.net/wfs"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows"
xmlns:cw="http://www.cubewerx.com/cw"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" version="1.1.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
http://cgns.nrcan.gc.ca/schemas/wfs/1.1.0/wfs.xsd http://www.opengis.net/ows
http://cgns.nrcan.gc.ca/schemas/ows/1.0.0/owsAll.xsd">
<ows:ServiceIdentification> [17 lines]
  <ows:Title>
    Canadian Geographical Names Service Web Feature Service
  </ows:Title>
  (...)
  <ows:OperationsMetadata> [474 lines]
    <ows:Operation name="GetFeature">
      <ows:DCP>
        <ows:HTTP>
          <ows:Get
xlink:href="http://cgns.nrcan.gc.ca/wfsu/cubeserv.cgi?DATASTORE=cgns&"/>
          <ows:Post
xlink:href="http://cgns.nrcan.gc.ca/wfsu/cubeserv.cgi?DATASTORE=cgns"/>
          </ows:HTTP>
        </ows:DCP>
      (...)
    <FeatureTypeList> [18 lines]
    <SupportsGMLObjectList> [91 lines]
    <Filter_Capabilities xmlns="http://www.opengis.net/ogc"> [59 lines]
  </WFS_Capabilities>
```

Figure 46 – Séquence GetCapabilities du WFS

L'étape qui suit dans le dialogue WFS est la production d'une requête DescribeFeatureType. Celle-ci prendrait la forme suivante :

<http://cgns.nrcan.gc.ca/wfsu/cubeserv.cgi?service=wfs&datastore=cgns&request=describeFeatureType&typename=GEONAMES>

On obtient ainsi un schéma XML/GML permettant au logiciel client de comprendre les éléments GML utilisés par la suite dans la session. Cela comprend une liste d'attributs pour que le logiciel client puisse appliquer des filtres personnalisés aux résultats.

Suit la requête d'une entité dans le dialogue WFS. Voici un exemple où on interroge la BDTC pour obtenir les toponymes qui correspondent à « Sherbrooke ».

```
http://cgns.nrcan.gc.ca/wfsu/cubeserv.cgi?service=wfs&datastore=cgns&request=getFeature&typename=GEONAMES&filter=<Filter><PropertyIsEqualTo><PropertyName>GEONAME</PropertyName><Literal>Sherbrooke</Literal></PropertyIsEqualTo></Filter>
```

On peut voir le résultat de cette requête à la figure 45.

Cet exemple n'illustre qu'une très faible partie de la puissance du WFS de base en lecture seulement dans une interrogation simple de types et d'attributs d'entités. Il est possible d'extraire plusieurs types d'entités pour que le système client puisse réaliser des produits cartographiques personnalisés. De plus, le WFS Transaction permet à l'utilisateur de créer, mettre à jour ou supprimer des entités avec les permissions appropriées. On peut créer des applications de production répartie ou participative de données géospatiales ou de mise à jour répartie et bien d'autres applications personnalisées.

Le Service d'entités géographiques Web est plus puissant que le Service de cartes Web, mais le WMS est plus fréquemment employé. Les utilisateurs et les gestionnaires devraient comprendre que le WFS ménage un accès fin à des ensembles de données sur les entités et que, bien que l'image résultante sur un écran ressemble à un produit WMS, le WFS permet à l'utilisateur de régler l'affichage en fonction des attributs des entités, de spécifier les entités à sélectionner et de personnaliser les applications, notamment pour la création et la mise à jour. Le WFS permet l'accès aux données sur les entités. L'utilisateur et le gestionnaire devraient aussi savoir qu'il est possible de combiner les données de plusieurs sources par le WFS, mais que les jeux d'entités doivent être compatibles. On peut, par exemple, combiner des types comme des données de localisation de restaurants avec des données de cartes routières d'une source différente. La combinaison d'entités semblables de sources différentes peut causer de la confusion si les définitions des entités ne sont pas les mêmes. Si deux sources de données de cartographie routière n'ont pas la même définition d'une route, il vaudrait mieux peut-être ne pas combiner ces données. Une autoroute à quatre voies n'est pas l'équivalent d'un sentier, mais ce sont deux types relevant de la définition générique des routes.

4.5 Service de couverture Web

Le Service de couverture Web (WCS) [75] assure un accès Web aux données des couvertures. Le WCS permet à l'utilisateur d'interroger un serveur géospatial pour la sélection, le téléchargement ou l'affichage de parties de données relatives à des types de couvertures. Le service WMS procure à l'utilisateur des images cartographiques statiques qui peuvent être visualisées. Il diffère du service WCS qui transmet les données relatives aux valeurs matricielles réelles de couverture pour la description d'une image ou d'un autre type de couverture avec les métadonnées connexes. Les données de couverture que renvoie le service WCS peuvent être analysées ou traitées par l'utilisateur. Une couverture est un type d'entité et, par conséquent, le service WCS comme le service WFS offre une syntaxe riche pour l'interrogation et la sélection d'éléments d'information. La différence entre le WCS et le WFS est que le type de couverture exige un genre d'interaction différent de celui des entités géographiques vectorielles ou textuelles. La définition de sous-ensembles (découpe), la mise à l'échelle, la modification de systèmes de référence par coordonnées (SRC) et l'interpolation sont autant de facteurs différents dans un environnement de couvertures. Le WCS complète le WFS et l'utilisateur peut les employer ensemble en superposant, par exemple, des données vectorielles ou textuelles à orientation entités à une image de couverture ou en drapant une carte de données vectorielles sur un modèle numérique d'élévations en trois dimensions.

Le codage des données des couvertures exige le soutien de nombreux types de formats de codage. Ces formats ont chacun leur utilité; certains sont hautement efficaces, d'autres sont faciles à interpréter, et ainsi de suite. Le tableau 2 les décrit. Le modèle de codage du service WCS est appelé GMLCov (GML Coverage). Au départ, GML était uniquement applicable à la couverture en quadrillage. À l'heure actuelle, le modèle GMLCov admet la plupart des géométries de couverture permises par la norme d'échange *ISO/DTS 19163 Information géographique – Composantes de contenu et règles de codage pour les données images et matricielles*, qui acceptera le modèle GMLCov et permettra le rattachement à une multitude d'autres formats de codage. Pour le moment, le WCS soutient les formats GeoTIFF, NetCDF, JPEG200 et GMLJP2 (GML imbriqué dans le JPEG200). Il soutient également des données en plusieurs parties où les données de couverture sont partiellement codées dans un des nombreux formats d'imagerie et où d'autres données (des métadonnées surtout) sont codées en GML.

Le WCS est complété par un service de traitement de couvertures Web (WCPS). Ce dernier définit un langage de filtrage et de traitement de couvertures matricielles multidimensionnelles sous forme, par exemple, de données de détection, de simulation, d'imagerie ou de statistique. Il est lié au Service de traitement Web (voir la section 4.6). Il permet d'évaluer une fonction de couverture pour une localisation et de filtrer les résultats. Ainsi, un service WCPS pourrait faire une analyse de délimitation (arêtes) d'une image.

Certains aspects du WCS sont encore en chantier, et on compte à ce jour moins de serveurs pour le WCS que pour les services WMS et WFS.

La figure 47 présente une carte des températures du monde obtenue à la suite d'une requête WCS. L'image est codée dans le format JPEG.

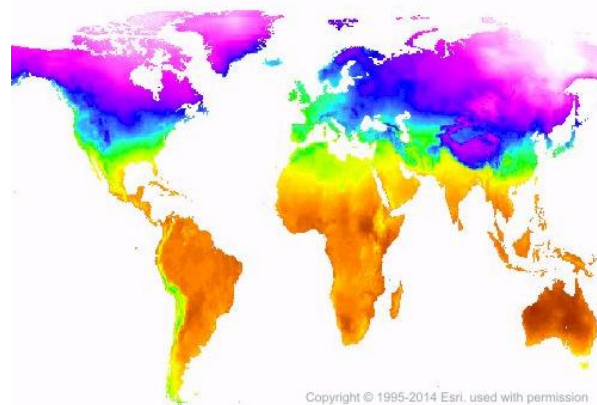


Figure 47 – Résultat d'une requête WCS portant sur une carte des températures

Elle vient de la commande WCS `GetCapabilities`, puis en succession des commandes `DescribeCoverage` et `GetCoverage`. Ce sont les commandes de base du service WCS, mais bien d'autres commandes sont disponibles. Voici une description des commandes de base :

- **GetCapabilities** – On obtient un document XML/GML des métadonnées de service qui décrit les ressources WCS et précise les types de couvertures et les codages susceptibles d'être obtenus et les opérations soutenues.
- **DescribeCoverage** – Avec cette requête, on obtient une description complète d'une ou de plusieurs couvertures en format GML.
- **GetCoverage** – Avec cette requête, on obtient une couverture dans un des formats de codage soutenus.

Le WCS de base établit les fonctions fondamentales d'extraction spatiotemporelle. On peut ainsi faire une découpe dans une aire (ou un volume) de couverture avec une boîte englobante ou une mise en tranches. On peut aussi découper sur l'étendue spatiale d'un ensemble de données de couverture et réduire la dimension de la couverture ainsi obtenue. Les deux opérations dépendent du type de couverture et peuvent comporter une réorganisation des données par une méthode différente de parcours dans la matrice de valeurs résultantes.

Voici les requêtes adressées à un serveur WCS sur la plateforme ArcGIS d'ESRI³⁹ pour la production de l'image de la figure 47.

La requête `GetCapabilities` est de la forme suivante :

³⁹ Nous utilisons cet exemple avec la permission d'ESRI Inc. à l'adresse <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//01540000603000000>.

<http://sampleserver3.arcgisonline.com/ArcGIS/services/World/Temperature/ImageServer/WCSServer?SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&REQUEST=GETCAPABILITIES>

Les résultats de cette commande indiquent que le serveur WCS « sampleserver3 » héberge un « ensemble de données de mosaïque contenant une collection d'images des températures mensuelles moyennes à la surface du globe de 1950 à 2009 » et que le service soutient les commandes du WCS de base et emploie le système de coordonnées WGS84.

D'après les résultats de cette commande, le logiciel client de l'utilisateur envoie alors la requête **DescribeCoverage** :

<http://sampleserver3.arcgisonline.com/ArcGIS/services/World/Temperature/ImageServer/WCSServer?SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&REQUEST=DescribeCoverage&COVERAGE=1>

Les résultats de cette commande disent que les données de couverture se situent dans une enveloppe latitude-longitude de -179,99 à 180 degrés et de -55,5 à 83,5 degrés. Ils décrivent également le type de couverture comme une grille rectifiée et un ordre de parcours avec une plage définie, et ce, par rapport au système de coordonnées EPSG 4326 (ou WGS84). Ils indiquent en outre que la méthode d'interpolation au point le plus proche est soutenue et que les formats de codage GeoTIFF, NITF, HDF et PNG sont acceptables.

Le logiciel client produit ensuite la requête **GetCoverage** :

http://sampleserver3.arcgisonline.com/ArcGIS/services/World/Temperature/ImageServer/WCSServer?SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&REQUEST=GetCoverage&COVERANGE=1&CRS=EPSG:4326&RESPONSE_CRS=EPSG:4326&BBOX=-158.203125,105.46875,158.203125,105.46875&WIDTH=500&HEIGHT=500&FORMAT=jpeg

Les utilisateurs et les gestionnaires doivent connaître l'utilité du WCS, mais aussi savoir que ce service est à la fine pointe du progrès et que ses mises en œuvre ne sont pas encore répandues. À mesure qu'évoluera la technologie WCS, ce service trouvera sa place dans l'ensemble des services géospatiaux Web et permettra à l'utilisateur de combiner librement des données de couvertures et des données d'entités dans des cartes composites. Avec le nouveau Service traitement de couverture Web (WCPS), le WCS permet aussi une analyse en ligne d'imagerie géospatiale et de données scientifiques ou statistiques. Les utilisateurs et les gestionnaires devraient enfin savoir que des groupes d'élaboration de normes tant de l'OGC que de l'ISO s'emploient à résoudre les questions d'incompatibilité des formats qui nuisent actuellement à l'intégration des données des images, des matrices et des mosaïques.

4.6 Service de traitement Web

Le Service de traitement Web (WPS) permet à un client de demander l'exécution d'un processus dans l'ensemble des services géospatiaux Web. L'utilisateur peut demander qu'un processus disponible soit exécuté en indiquant comment le résultat devra être manipulé (traitement ultérieur par un service WMS, par exemple, des données produites par une requête WPS).

Le Service de traitement Web est très souple. Il peut offrir tout type de service géospatial de traitement dans un réseau. Le type de traitement dépend des applications et de leurs serveurs. Un WPS peut être aussi simple que le calcul de la distance entre deux points ou aussi complexe que l'exploitation d'un modèle météorologique. Le WPS fournit l'interface. Certains services offerts de traitement peuvent eux-mêmes être normalisés ou il peut s'agir de services personnalisés pour des données particulières.

La figure 48 présente la réponse à une requête portant sur des données du Réseau hydrographique national en provenance du Service de cartes Web (WMS) de GéoBase. Cette requête ressemble à la requête de la figure 43. L'image cartographique de base obtenue indique le régime d'écoulement du bassin fluvial près de Mont-Joli au Québec.

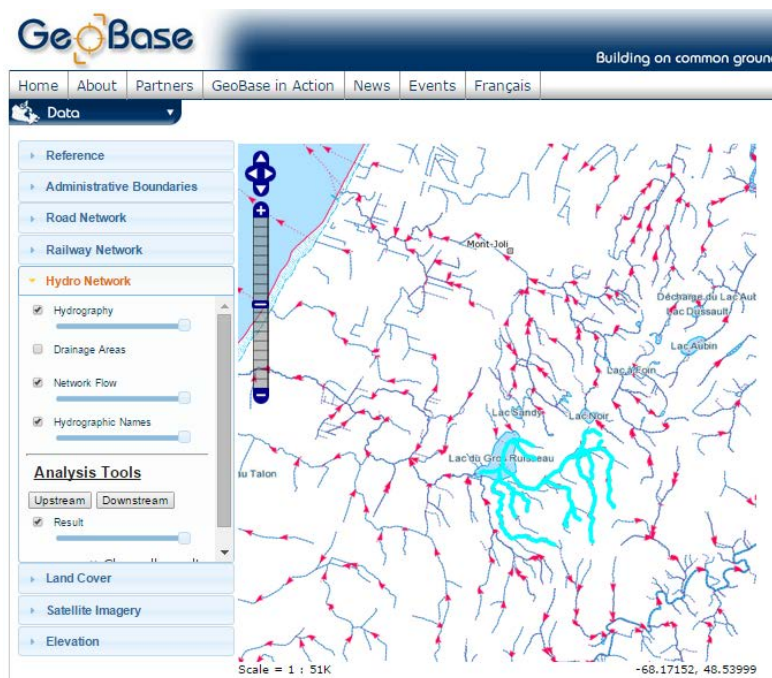


Figure 48 – Traitement WPS de données sur le régime d'écoulement

Il n'y avait pas que cette carte de base, puisqu'on avait demandé que le Service de traitement Web fasse un calcul à partir des données d'écoulement de réseau hydrographique pour toutes les eaux en amont du lac du Gros Ruisseau, petit lac à proximité de Mont-Joli.

Le Service de traitement Web (WPS) fonctionne en gros comme les autres services géospaciaux Web. Trois opérations y sont définies :

- **GetCapabilities** – On obtient un document XML décrivant les métadonnées de service pour les ressources WPS. Ces ressources peuvent être très variables. Les questions d'analyse peuvent varier selon les serveurs pour des types particuliers de données. Ainsi, la fonction d'analyse de réseau hydrographique dans le serveur WMS de GéoBase fait que le service WPS intervient uniquement sur les données de régime d'écoulement de bassin hydrographique. L'opération GetCapabilities fournit le nom et la description générale de chacun des traitements offerts par le service WPS.
- **DescribeProcess** – On obtient un document XML qui décrit le traitement avec ses entrées, ses sorties et les formats soutenus. Les entrées peuvent être des URL accessibles par le Web qui appellent d'autres traitements (service WFS, par exemple) pour la fourniture des données. Les sorties peuvent être des images susceptibles d'être mises en superposition dans un service WMS ou des données dans des formats se prêtant à un transfert à d'autres traitements. En d'autres termes, les requêtes WPS peuvent être répercutées.
- **Execute** – On obtient les résultats du traitement dans un des formats indiqués dans la requête DescribeProcess.

La première étape dans une session WPS est l'envoi de la commande GetCapabilities. La forme est la suivante :

```
http://www.geobase.ca/geoserver/ows?request=GetCapabilities&version=1.0.0&service=wps
```

Le résultat de cette commande est un fichier XML indiquant que le serveur WPS soutient les requêtes GetCapabilities, DescribeProcess et Execute. Sont également soutenus les sous-traitements « JTS:area », « JTS:boundary », « JTS:buffer » et « JTS:centroid », ainsi qu'une foule d'autres sous-traitements comme « egp:NHNUppstreamEn », « egp:NHNDownstreamEn », « egp:NHNUppstreamFr » et « egp:NHNDownstreamFr ». Ces quatre derniers sous-traitements calculent les filaires d'écoulement de réseau en amont et en aval d'un point.

Le logiciel client se sert des résultats de cette commande pour produire la requête **DescribeProcess** :

```
http://www.geobase.ca/geoserver/ows?request=DescribeProcess&version=1.0.0&service=wps
```

Le résultat de cette commande est un XLink XML vers l'emplacement du schéma décrivant le traitement. Dans le présent cas, le schéma se trouve au répertoire de schémas de l'OGC.

Le logiciel client de l'utilisateur envoie ensuite la requête Execute, qui comprend l'identifiant de type de service (WPS, par exemple), le nom de l'opération (EXECUTE), l'identifiant de processus de la réponse GetCapabilities, la référence aux entrées de données pour le processus, l'identifiant de la forme de réponse et la langue des données textuelles.

[http://www.geobase.ca/geoserver/ows?request=Execute&version=1.0.0&service=wps,](http://www.geobase.ca/geoserver/ows?request=Execute&version=1.0.0&service=wps)
(...)

Les utilisateurs et les gestionnaires devraient comprendre que le Service de traitement Web permet de construire des applications personnalisées pour les données géospatiales. Ce service est très souple. Il est défini depuis longtemps, mais il n'a pas été intégré à une foule de services Web parce qu'il fonctionne au sommet d'une hiérarchie de services Web comme le WMS, le WFS et le WCS qui doivent être en place avant que le WPS ne puisse être mis en œuvre. À mesure que s'élèvera le niveau de mise en œuvre des autres services Web, les mises en œuvre du WPS se multiplieront pour un accès intégré aux données géospatiales.

5. Conclusion

Ce guide sur les normes est là pour montrer en quoi les normes se situent à la base même d'une infrastructure de données spatiales. Ce sont des normes qui régissent autant la teneur en information que les modes d'accès à celle-ci.

Il existe une diversité de normes à différents niveaux d'abstraction pour décrire autant la structure générale de l'information géospatiale que les services qui y donnent accès. Certaines normes ont un caractère très général et présentent surtout de l'intérêt pour le planificateur ou l'architecte de systèmes de haut niveau. D'autres sont très spécifiques et décrivent en détail quels bits et octets doivent être communiqués par telle ou telle interface. Enfin, des normes très importantes définissent des ressources comme les catalogues d'entités, les registres de métadonnées et autres qui s'appliquent à l'ensemble d'une structure de données spatiales à des fins de compatibilité.

L'utilisateur ou le gestionnaire doit connaître globalement ce cadre normatif, mais sans avoir à assimiler le détail d'un grand nombre de ces normes. Les utilisateurs, les gestionnaires et les développeurs de produits de données devraient être conscients de ce qui suit :

- Les produits de données géospatiales sont structurés dans un schéma d'application normalisé. Le schéma des données constitue le cœur même de l'interprétation des données produites.
- Les données géospatiales sont à orientation entités. Les entités géographiques sont définies dans un catalogue d'entités et les définitions peuvent venir d'un dictionnaire de concepts. Le catalogue d'entités définit également les attributs qui peuvent se rattacher aux entités.
- Les aspects géométriques et temporels de la description d'une entité sont définis par un schéma spatial normalisé.
- Un système normalisé de référence spatiale assure le géopositionnement ou le référencement à la Terre (géoréférencement).
- Une spécification de contenu informationnel est la documentation d'un type de données dans un environnement d'information géospatiale. Elle décrit ou référence tous les éléments constitutifs des données.
- Les données doivent être codées pour être échangées. Il existe un grand nombre de codages (XML, GML, KML, etc.), tout comme un grand nombre de codages d'images. Tous ont une utilité propre.
- Les données d'images, de matrices et de mosaïques sont des données structurées pouvant faire l'objet d'une analyse mathématique. Une couverture est un type d'entité géospatiale.
- Les divers formats d'imagerie répondent à des besoins particuliers et la conversion des données entre formats est parfois difficile.

-
- L'utilisateur et le gestionnaire doivent savoir que cette richesse de données géospatiales normalisées est librement disponible pour téléchargement et par interface de services Web.
 - Les services Web comportent des interfaces normalisées qui conviennent à des types de données normalisés. Il existe des services normalisés de recherche de données (Service de catalogue Web), de cartes Web (visualisation des données), d'entités géographiques Web (accès fin aux données à orientation entités), de couverture Web (accès aux données d'images, de matrices et de mosaïques) et de traitement Web (exécution de calculs dans le Web).
 - Un certain nombre de services sont à plusieurs niveaux comme le Service d'entités géographiques Web qui permet les apports des utilisateurs à la mise en œuvre d'applications (données « participatives », incidents à signaler, etc.).

Bibliographie

Références :

- 1 Brodeur J, Handbook of Geographic Information, Springer Verlag, Berlin, 2012, Pages 589-609.
- 2 Danko D, Handbook of Geographic Information, Springer Verlag, Berlin, 2012, Pages 359-390.
- 3 Defence Geospatial Information Working Group (of NATO and allied nations) <https://www.dgiwg.org/>.
- 4 DGIWG Feature Data Dictionary <https://www.dgiwg.org/FAD/>.
- 5 European Petroleum Survey Group (EPSG), < <http://www.epsg.org/> >.
- 6 Gruber T.R., A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220, 1993. < <http://tomgruber.org/writing/ontologia-kaj-1993.htm>>.
- 7 Organisation hydrographique internationale <<http://www.IHO.int/>>.
- 8 Organisation internationale de normalisation (ISO), Comité technique 211 sur l'information géographique et la géomatique <<http://www.isotc211.org/>>.
- 9 O'Brien C.D., Lott R, Handbook of Geographic Information, Springer Verlag, Berlin, 2012, Pages 613-629.
- 10 Object Modeling Group (OMG) <http://www.omg.org/>.
- 11 Open Geospatial Consortium <http://www.opengeospatial.org/>.
- 12 "Semantics", Merriam-Webster dictionary, 2014, < <http://www.merriam-webster.com/>>.
- 13 US DOD Joint Publication 3-13, Joint Chiefs of Staff, Washington, 2012, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_13.pdf.

Normes ISO/TC 211 :

- 14 ISO 19101-1 – Information géographique – Modèle de référence
- 15 ISO 19101-2 – Information géographique – Modèle de référence – Partie 2 : Imagerie
- 16 ISO 19107 – Information géographique – Schéma spatial
- 17 ISO 19109 – Information géographique – Règles de schémas d'application
- 18 ISO 19110 – Information géographique – Méthodologie de catalogage des entités
- 19 ISO 19111 – Information géographique – Système de références spatiales par coordonnées
- 20 ISO 19113 – Information géographique – Principes qualité
- 21 ISO 19114 – Information géographique – Procédures d'évaluation de la qualité
- 22 ISO 19115 – Information géographique – Métadonnées
- 23 ISO 19115-1 – Information géographique – Métadonnées – Partie 1 : Principes de base

- 24 ISO 19115-2:2009 – Information géographique – Métadonnées – Partie 2 : Extensions pour les images et les matrices
- 25 ISO 19123 – Information géographique – Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture
- 26 ISO 19125-1 Accès aux entités simples – Partie 1 : Architecture commune
- 27 ISO 19126 – Information géographique – Dictionnaires de concepts de caractéristiques et registres
- 28 ISO 19128 – Information géographique – Interface de carte du serveur Web
- 29 ISO 19129 – Information géographique – Structure de données pour les images, les matrices et les mosaïques
- 30 ISO 19130 – Information géographique – Modèles de capteurs d’images de géopositionnement
- 31 ISO 19130-2 – Information géographique – Modèles de capteurs d’images de géopositionnement – Partie 2 : SAR, InSAR, lidar et sonar
- 32 ISO 19131 – Information géographique – Spécifications de contenu informationnel
- 33 ISO 19132 – Information géographique – Services basés sur la localisation – Modèle de référence
- 34 ISO 19135 – Information géographique – Procédures pour l’enregistrement d’éléments
- 35 ISO 19136 – Information géographique – Langage de balisage en géographie (GML)
- 36 ISO 19137 – Information géographique – Profil minimal du schéma spatial
- 37 ISO 19138 – Information géographique – Mesures de la qualité des données
- 38 ISO 19139 – Information géographique – Métadonnées – Implémentation de schémas XML
- 39 ISO 19139-2 – Information géographique – Métadonnées – Mise en œuvre des schémas XML – Partie 2 : Extension pour l’imagerie et les données maillées
- 40 ISO 19142 – Information géographique – Service d’accès aux entités géographiques par le Web
- 41 ISO 19143 – Information géographique – Codage de filtres
- 42 ISO 19144-2 – Information géographique – Systèmes de classification – Partie 2 : Métalangage de couverture du sol (LCML)
- 43 ISO 19150-1 – Information géographique – Ontologie – Partie 1 : Cadre de travail
- 44 ISO 19150-2 – Information géographique – Ontologie – Partie 2 : Règles pour le développement d’ontologies dans le langage d’ontologie Web (OWL)
- 45 ISO 19157 – Information géographique – Qualité des données
- 46 ISO 19159-1 – Information géographique – Calibration et validation de capteurs de télédétection – Partie 1 : Capteurs optiques
- 47 ISO 19159-2 – Information géographique – Calibration et validation de capteurs de télédétection – Partie 2 : Lidar
- 48 ISO/DTS 19163 – Information géographique – Composantes de contenu et règles de codage pour les données images et matricielles
- 49 ISO/TR 19121 – Information géographique – Imagerie et données quadrillées

Autres normes de l'ISO :

- 50 ISO/IEC 8211 – Technologies de l'information – Spécifications pour fichier de données descriptif pour l'échange d'information
- 51 ISO/IEC 10918 – Technologies de l'information – Compression numérique et codage des images fixes de nature photographique : Prescriptions et lignes directrices; ISO/IEC 10918-5 – Technologies de l'information – Compression numérique et codage des images fixes à modelé continu : Format d'échange de fichier JPEG (JFIF)
- 52 ISO/IEC 11179-1:2004 – Technologies de l'information – Registres de métadonnées (RM) – Partie 1 : Cadre
- 53 ISO/IEC 11544 – Technologies de l'information – Représentation codée des images et du son – Compression progressive des images en deux tons (JBIG)
- 54 ISO/IEC 12087-5 – Technologies de l'information – Infographie et traitement de l'image – Spécification fonctionnelle pour le traitement de l'image et l'échange (IPI) – Partie 5 : Format d'échange de l'image de base (BIIF)
- 55 ISO/IEC 12234-2 – Imagerie de prises de vue électroniques – Mémoire mobile – Partie 2 : Format de données image TIFF/EP
- 56 ISO/IEC 13249-5 – Technologies de l'information – Langages de bases de données – Multimédia SQL et paquets d'application – Partie 5 : Image fixe
- 57 ISO/IEC 15444-1 – Technologies de l'information – Système de codage d'images JPEG 2000 : Système de codage de noyau
- 58 ISO/IEC 19505-1:2012 – Technologies de l'information – Langage de modélisation unifié OMG (OMG UML) – Partie 1 : Infrastructure; ISO/IEC 19505 1:2012 Langage de modélisation unifié OMG (OMG UML) – Partie 2 : Superstructure.

Normes de l'OGC :

- 59 OGC 02-058, Version: 1.0.0 Web Feature Service Implementation Specification, 2002.
- 60 OGC 04-107 Abstract Specification Topic 7: The Earth Imagery Case Version 5, 2004.
- 61 OGC 05-055 Web Map Context Implementation Specification, 2005.
- 62 OGC 06-042, Version: 1.3.0, OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, 2006.
- 63 OGC 06-103r4 Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture.
- 64 OGC 06-121r9 Web Services Common Implementation Specification, 2010.
- 65 OGC: 07-006r1 Catalogue Services Specification 2.0.2 - Corrigendum 2, 2007.
- 66 OGC 07-011 Abstract Specification Topic 6: Schema for coverage geometry and functions Version 7, 2006.
- 67 OGC 07-036 Geography Markup Language (GML) Encoding Standard V3.2.1, 2007 <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.
- 68 OGC: 07-045 Catalogue Services Specification 2.0.2 -ISO Metadata Application Profile, 2007.

-
- 69 OGC 07-057r7 Web Map Tile Service Implementation Standard, 2010.
 - 70 OGC: 07-144r4 CSW-ebRIM Registry Service – Part 2: Basic extension package 1.0.1 - Corrigendum 1, 2007.
 - 71 OGC 07-147r2 KML (Keyhole Markup Language) V2.2.0, 2008
<http://www.opengeospatial.org/standards/kml>.
 - 72 OGC 08-054r4, GML in JPEG 2000 (GML-JP2) Encoding Standard Part 1: Core.
 - 73 OGC 09-025r2, Version: 2.0.2, OGC Web Feature Service 2.0 Interface Standard, 2014.
 - 74 OGC 09-026r2, Filter Encoding 2.0 Encoding Standard – V2.0.2.
 - 75 OGC 09-110r4, Version: 2.0.1, OGC WCS 2.0 Interface Standard- Core, 2012 and OGC Interface Service Extension standards.
 - 76 OGC 10-090r3, NetCDF - Network Common Data Form Core Encoding Standard version 1.0.
 - 77 OGC 12-100r1, GML Application Schema - Coverages - GeoTIFF Coverage Encoding Profile, and the upcoming OGC GeoTIFF.
 - 78 OGC: 13-084r2 OGC I15 (ISO19115 Metadata) Extension Package of CS-W ebRIM Profile 1.01, 2014.

Normes canadiennes et américaines :

- 79 CAN/CGSB-171.100-2009 North American Profile of ISO 19115:2003 – Geographic Information – Metadata (NAP – Metadata).
- 80 CAN/CGSB-171.101-2010 Canadian Geographical Names, Level 1 (CGIS – CGN1).
- 81 CAN/CGSB-171.102-2010 National Road Network 2.0 (CGIS - NRN2).
- 82 CAN/CGSB-171.103-2010 Canadian Digital Elevation Data, Level 1 (CGIS - CDED1).
- 83 CAN/CGSB-171.104-2010 Landsat 7 Orthorectified Imagery over Canada (CGIS - ORI).
- 84 Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM) from the U.S. Federal Geographic Data Committee (FGDC).
- 85 Treasury Board of Canada Secretariat Standard (Standard on Geospatial Data)
<https://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-eng.aspx?id=16553§ion=text>.

Autres normes :

- 86 CEOS - Committee on Earth Observation Satellites family of formats for Earth Observation data < wgiss.ceos.org >.
- 87 DIGEST (DIgital Geographic Exchange STandard), DGIWG Defence Geospatial Information Working Group, www.DGIWG.org.
- 88 ESRI Shapefile Technical Description, ESRI Corporation, July 1998,
<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>.

-
- 89 IETF RFC 2616 Hypertext Transfer Protocol (HTTP) Internet Engineering Task Force standard.
 - 90 IHO S-57 IHO TRANSFER STANDARD for DIGITAL HYDROGRAPHIC DATA Edition 3.1 - November 2000, International Hydrographic Bureau (IHB), Monaco.
 - 91 IHO S-100 The Universal Hydrographic Data Model- January 2010, International Hydrographic Bureau (IHB), Monaco.
 - 92 IHO S-101 ENC Product Specification, International Hydrographic Bureau (IHB), Monaco.
 - 93 IHO S-111 Surface Current Product Specification, International Hydrographic Bureau (IHB), Monaco.
 - 94 TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing) US Census Bureau <http://www.census.gov/geo/maps-data/data/tiger.html>.
 - 95 WC3 TR/2006/REC-xml11-20060816, Extensible Markup Language (XML) 1.1 (Second Edition), World Wide Web Consortium (W3C), 2006 <http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/>.

Annexe A - Aperçu de l'UML

Le Langage de modélisation unifié (UML) [58] est un langage orienté objet et normalisé qui a été mis au point par l'Object Modeling Group (OMG) [10]. Son modèle logique décrit les objets et les classes d'objets qui composent un système. Il décrit les liens entre les classes d'objets et les attributs encapsulés. Des services manipulent l'état (comportement) des classes. L'UML est largement utilisé dans toutes les normes géospatiales de l'ISO, ainsi que par l'OGC. Le Comité technique 211 de l'ISO tient à jour un modèle normalisé où s'intègrent toutes les classes UML définies dans l'ensemble des normes de l'organisme.

L'UML est un langage de spécification technique qui s'adresse aux experts qui élaborent techniquement des systèmes et des données. Les utilisateurs et les gestionnaires gagneront à acquérir une compréhension générale de ce qu'est l'UML et de la façon dont il est utilisé dans les normes. Une compréhension globale permet de lire les normes et en facilite même l'assimilation à un haut niveau.

Les classes peuvent s'assembler en paquetages. Beaucoup de normes ont un seul paquetage pour toutes les classes visées, mais certaines comme les normes sur les métadonnées en ont de nombreux pour les différents aspects visés.

Il y a, par exemple, la norme ISO 19115 sur les métadonnées qui présente un grand nombre de paquetages pour les différents aspects traités. La Figure A 1 indique quatre paquetages de cette norme où le paquetage « Information de métadonnées sur l'ensemble d'entités » référence les paquetages « information sur le contenu » et « information sur la distribution ». Ces paquetages référencent à leur tour le paquetage « Citation et information sur les parties responsables ». Toutes les classes d'un paquetage doivent comporter des noms uniques.

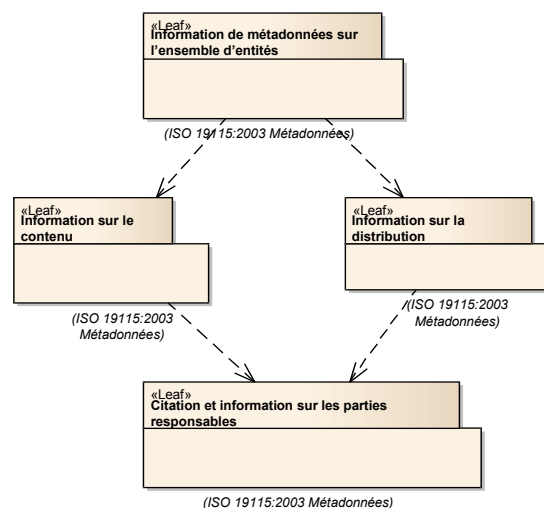


Figure A 1 – Exemple de paquetages.

La Figure A 2 présente la même structure hiérarchique qu'à la Figure 2. On y trouve une classe « Entité hydrographique » et trois sous-classes, à savoir « Bassin versant », « Plan d'eau » et « Cours d'eau ». Chaque sous-classe est un sous-type de la classe mère et elle en hérite l'ensemble des caractéristiques et des attributs. En d'autres termes, la classe « Bassin versant » soutient aussi les attributs « featureID » et « metadataReference » qui sont hérités de la classe mère.

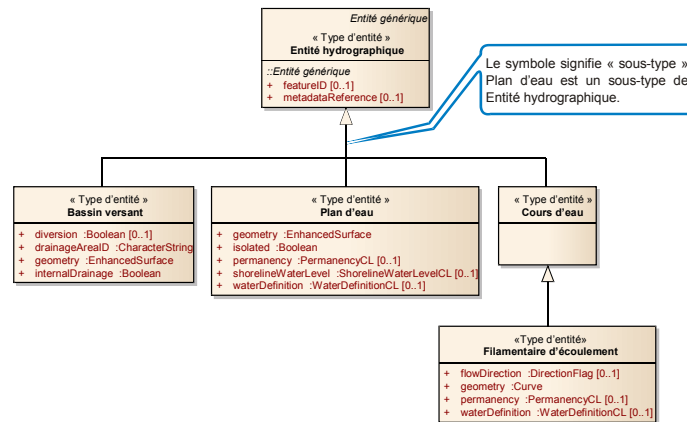


Figure A 2 – Hiérarchie et sous-typage des classes

La classe « Filamentaire d'écoulement » est un sous-type de « Cours d'eau » à l'échelon suivant de la hiérarchie. Les chiffres figurant à la suite des attributs indiquent la multiplicité. Ainsi, [0..1] signifie 0 à 1 occurrence (à titre facultatif). Les attributs prennent des valeurs booléennes ou les valeurs définies dans une autre classe comme la liste de valeurs codées « WaterDefinitionCL ».

Les objets peuvent aussi se présenter en plusieurs parties. C'est ce qu'illustre la Figure A3 qui constitue l'UML pour l'exemple de la Figure 3. L'extrémité à forme losange indique l'agrégation et les chiffres, la multiplicité.

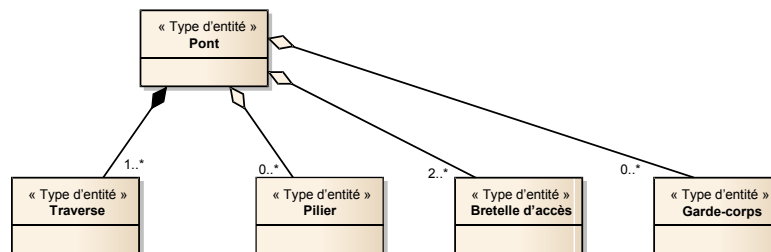


Figure A 3 – Agrégation et composition

Le pont comprend au moins une traverse et deux bretelles d'accès et peut avoir des piliers et un garde-corps en plus. La traverse représente une forte association (agrégation). Il ne pourrait y avoir

de pont sans qu'on y trouve au moins une traverse. Les chiffres des associations indiquent la multiplicité. Nous avons omis les attributs pour simplifier.

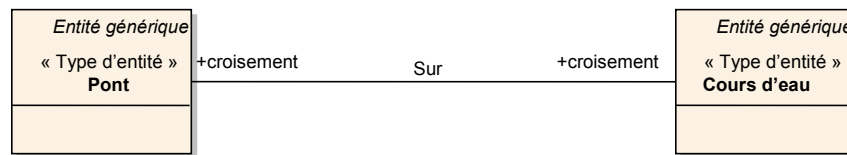


Figure A 4 – Relations entre les classes

La Figure A 4 indique la relation entre l'entité pont et l'entité cours d'eau de la Figure 3.

D'autres relations entre classes peuvent s'exprimer dans le langage UML. On peut également définir des méthodes de mise en œuvre d'interfaces pour les classes. L'UML est un langage vaste et expressif, mais la compréhension de certaines de ses structures simples facilitera la lecture des normes géospatiales.

Annexe B - Exemple d'ontologie OWL

Le Langage d'ontologie Web (OWL) dans cette annexe représente les classes de la Figure 2 et de la Figure A.2 en partie. Il définit trois classes et deux propriétés avec les multiplicités et les types d'association, de sorte que la sémantique des objets puisse être comprise.

```
<rdf:RDF xmlns="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet#"
  xml:base="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet"
  xmlns:example="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:iso19150-2="http://def.isotc211.org/iso19150-2/2012/base#"
  xmlns:gfm="http://def.isotc211.org/iso19109/2013/GeneralFeatureModel#">

  <owl:Ontology rdf:about="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet">
    <rdfs:label>Hydrologic feature set ontology example</rdfs:label>
    <owl:versionInfo>ed-1</owl:versionInfo>
    <owl:versionIRI rdf:resource="http://standardsUserGuideExamples.org/hydrologicFeatureSet"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://def.isotc211.org/iso19150-2/2012/base"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://def.isotc211.org/iso19109/2013/GeneralFeatureModel"/>
  </owl:Ontology>

  <!-- example:HydroFeature -->
  <owl:Class rdf:about="&example;HydroFeature">
    <rdfs:label>Hydro Feature</rdfs:label>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gfm;AnyFeature"/>
  </owl:Class>

  <!-- example:River -->
  <owl:Class rdf:about="&example;River">
    <rdfs:label>River</rdfs:label>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gfm;AnyFeature"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&example;HydroFeature"/>
  </owl:Class>

  <!-- example:FlowDirectionCL -->
  <owl:Class rdf:about="&example;FlowDirectionCL">
    <rdfs:label>FlowDirectionCL</rdfs:label>
  </owl:Class>

  <!-- example:flowDirection -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="&example;flowDirection">
    <rdfs:label>Flow direction</rdfs:label>
```

```

    <rdfs:domain rdf:resource="&example;WaterLinearFlow"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&example;FlowDirectionCL"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- example:WaterLinearFlow -->
<owl:Class rdf:about="&example;WaterLinearFlow">
  <rdfs:label>WaterLinearFlow</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gfm;AnyFeature"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&example;HydroFeature"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="&example;flowDirection"/>
      <owl:maxCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="&example;flowDirection"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="&example;DirectionFlag"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="&example;geometry"/>
      <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="&example;geometry"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="&example;Curve"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

<!-- example:Curve -->
<owl:Class rdf:about="&example;Curve">
  <rdfs:label>Curve</rdfs:label>
</owl:Class>

<!-- example:geometry -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&example;geometry">
  <rdfs:label>Geometry</rdfs:label>
  <rdfs:domain rdf:resource="&example;WaterLinearFlow"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&example;Curve"/>
</owl:ObjectProperty>

</rdf:RDF>

```

Annexe C - Modèle pour une spécification de contenu informationnel

Instructions relatives au modèle à appliquer

Ce modèle vise à faciliter la création d'un document conforme à la norme ISO 19131 Information géographique – Spécifications de contenu informationnel. Il constitue un sous-ensemble des options qu'énonce cette norme. Il contient toutes les zones obligatoires et une bonne partie des zones facultatives. Cela devrait suffire pour la majorité des spécifications en question. Quand le contenu informationnel présente des particularités qui ne sont pas prises en compte dans le modèle, on se reportera à la norme ISO 19131 pour ajouter ou modifier des spécifications.

Explications sur la façon d'appliquer le modèle :

[Texte]	Texte explicatif devant aider à appliquer le modèle. Il doit être retranché dans la spécification définitive.
<Texte>	Texte à remplacer par une valeur réelle (information sur le produit de données).
{texte}	Texte descriptif à conserver et/ou à modifier, s'il y a lieu (on retranche les accolades).
Section ombrée	Section prescriptive à caractère facultatif qui doit être remplie le cas échéant, sinon elle doit être retranchée.
(DV)	Texte qui s'applique seulement à des données vectorielles (point, ligne et aire). Cette étiquette doit être retranchée dans le document définitif.
(DC)	Texte qui s'applique à des données de types de couvertures (valeurs tramées, échantillonnées, etc.). Cette étiquette doit être retranchée dans le document définitif.
(DM)	Texte qui s'applique seulement à des données de grille (matrice de points). Cette étiquette doit être retranchée dans le document définitif.
Section obligatoire	Toutes les sections obligatoires doivent être remplies et incluses dans le document. Quand leur contenu est inconnu, une explication doit être comprise.

C 1 Aperçu

C 1.1 Titre

[Titre servant à la promotion du produit.]

[Exemple :] <Réseau routier national>.

C 1.2 Date de référence

[Date de création de la spécification du produit. (AAAA-MM-JJ)]

[Exemple :] {Date de création de la spécification du produit :} <2007-06-01>

C 1.3 Partie responsable

[Lieu de la personne ou de l'organisme (coordonnées de personne-ressource) responsable du produit ou de sa diffusion avec le nom de la personne ou de l'organisme, l'adresse complète de voirie, le numéro de téléphone, le numéro de télécopieur, l'adresse de courriel, le site Web ...]

[Exemple :]

<GéoBase

Ressources naturelles Canada, Géomatique Canada

Centre d'information topographique

2144, rue King Ouest, bureau 010

Sherbrooke (Québec), Canada J1J 2E8

Téléphone : 1-800-661 2638 (Canada et États-Unis)

Télécopieur : (819) 564-5698

Courriel : soutiengeobase@RNC.gc.ca

URL : <http://www.geobase.ca>>

C 1.4 Langue

[Liste des langues disponibles de rédaction de la spécification du produit.]

{Langues dans lesquelles la spécification du produit est disponible d'après la norme ISO 639-2 :

eng – anglais

fra – français}

C 1.5 Termes et définitions

[La description des termes employés dans la spécification du produit prend la forme suivante :]

<Terme 1>

<Définition 1>

<Terme 2>

<Définition 2>

<...>

[Cette section peut aussi prendre la forme d'un renvoi à un répertoire terminologique.]

C 1.6 Abréviations et acronymes

[La description des abréviations et acronymes employés dans la spécification du produit prend la forme suivante :]

<Abréviation/sigle 1> <Définition 1>

< Abréviation/sigle 2> <Définition 2>

<...>

C 1.7 Description informelle du produit de données

[Une description informelle vise à présenter brièvement la spécification du produit et à permettre à un être humain de mieux comprendre celle-ci. Elle renferme de l'information générale sur le produit, ce qui peut comprendre les aspects suivants :]

<Contenu de l'ensemble de données.

Étendue (spatiotemporelle) des données.

Fin précise pour laquelle les données doivent être ou ont été recueillies.

Sources d'information et modes de production des données.

Maintenance/mise à jour des données.>

C 2 Domaine d'application de la spécification

[Un document de spécification de contenu informationnel peut contenir plusieurs sections « Domaine d'application de la spécification », mais le plus souvent une seule section est nécessaire et elle vise toute la spécification du produit.]

[Quand il y a plusieurs domaines d'application, les sous-sections sont répétées par pas d'accroissement numérique.]

Exemple :

2.1 Domaine d'application <Nom du domaine d'application 1>

2.1.1 Identification du domaine d'application

...

2.2 Domaine d'application <Nom du domaine d'application 2>

2.2.1 Identification du domaine d'application

...]

{Cette section décrit le domaine d'application qui renvoie à l'information des sections qui suivent sur le produit.}

<Dans cette spécification, un seul domaine d'application est utilisé.>

[ou] <Dans ce produit en plusieurs parties, {x} énoncés de domaine d'application sont utilisés>

C 2.1 Identification du domaine d'application

[L'identification du domaine d'application sert à référencer les autres sections du document.]

<Identifiant de domaine d'application. Quand il existe plusieurs domaines d'application, le terme « Global » est employé et, dans ce cas, il s'applique à l'énoncé principal de domaine d'application.>

C 2.2 Niveau

[Nom du niveau hiérarchique des données correspondant au domaine d'application (voir ISO 19115 pour la liste de valeurs codées – code de domaine d'application)]

{Ce domaine d'application renvoie au niveau suivant d'après la norme ISO 19115 :}

[Exemple :]

<006 – série, 005 – ensemble de données, ...>

C 2.3 Nom du niveau

[Nom du niveau hiérarchique des données correspondant au domaine d'application.]

<On écrit le nom du niveau. Exemple : Réseau routier national, CanVec, RHN>

C 2.4 Description du niveau

<Description détaillée du niveau des données correspondant au domaine d'application.>

C 2.5 Étendue

{Cette section décrit l'étendue spatiotemporelle du domaine d'application.}

[Si la section 2.5.2, 2.5.3 ou 2.5.4 est en blanc, la section 2.5.1 devient obligatoire et doit donc être remplie.]

C 2.5.1 Description

<Description de l'étendue spatiotemporelle des données.>

C 2.5.2 Étendue verticale

[On explique les particularités de l'étendue verticale, s'il y a lieu.]

[Quand cette section est utilisée, la sous-section Plan vertical est facultative.]

C 2.5.2.1 Valeur minimale

<Étendue verticale (hauteur) minimale de l'ensemble de données.>

C 2.5.2.2 Valeur maximale

< Étendue verticale (hauteur) maximale de l'ensemble de données.>

C 2.5.2.3 Unité de mesure

<Unités de l'information sur l'étendue verticale.>

C 2.5.2.4 Plan vertical

<Unités de l'information sur l'étendue verticale.>

C 2.5.3 Étendue horizontale

[On explique les particularités de l'étendue horizontale, s'il y a lieu.]

C 2.5.3.1 Longitude ouest

<Longitude ouest limite [180..180] de l'étendue de l'ensemble de données.>

C 2.5.3.2 Longitude est

<Longitude est limite [180..180] de l'étendue de l'ensemble de données.>

C 2.5.3.3 Latitude sud

<Latitude sud limite [-90..90] de l'étendue de l'ensemble de données.>

C 2.5.3.4 Latitude nord

<Latitude nord limite [-90..90] de l'étendue de l'ensemble de données.>

C 2.5.4 Étendue temporelle

[On explique les particularités de l'étendue temporelle, s'il y a lieu.]

[Période visée par le contenu de l'ensemble de données. Si l'étendue temporelle est un moment fixe, les sections « Date de début » et « Date de fin » sont identiques.]

C 2.5.4.1 Date de début

<Date de début sous la forme AAAA-MM-JJ.>

C 2.5.4.2 Date de fin

<Date de fin sous la forme AAAA-MM-JJ.>

C 2.6 Couverture

<Couverture à laquelle s'applique l'information.>

C 3 Identification du produit de données

C 3.1 Titre

<Titre du produit de données.>

C 3.2 Titre alternatif

<Nom abrégé ou autre par lequel le produit de données est connu.>

C 3.3 RÉSUMÉ

< Petit résumé du produit (le quoi).>

C 3.4 OBJET

< Résumé des intentions à la base de l'élaboration du produit (le pourquoi).>

C 3.5 Catégorie thématique

[Thèmes principaux du produit (voir ISO 19115 pour l'énumération des valeurs codées – code de catégorie thématique).]

{Thèmes principaux du produit selon la définition de la norme ISO 19115 :}

[Exemples :]

<010 – Couverture du sol – cartes de base d'imagerie

012 – Eaux intérieures>

C 3.6 Type de représentation spatiale

[NOTE : Cette section est facultative dans la norme.]

[Forme de la représentation spatiale (voir ISO 19115 pour la liste de valeurs codées – code de type de représentation spatiale).]

<On choisit une valeur : 001 – vectoriel, 002 – matriciel, 003 – textuel (textTable), 004 – TIN, 005 – stéréomodèle, 006 – vidéo.>

C 3.7 Résolution spatiale

[NOTE : Cette section est facultative dans la norme.]

[Facteur d'échelle pour une compréhension générale de la densité des données spatiales dans le produit (ex. : 50 000). S'il y a plusieurs échelles, on indique les dénominateurs de ces échelles.]

{Dénominateurs des valeurs de résolution spatiale des données :}

[Exemple :]

<10 000 – 50 000.>

C 3.8 Description géographique

C 3.8.1 Autorité

[Nom de l'autorité responsable de la description du code (3.8.2) de région (voir Citation dans ISO 19115).]

{Organisation internationale de normalisation (ISO)}

C 3.8.1.1 Titre

[Nom de la personne ou de l'organisme responsable.]

{Norme de codage des régions :

ISO 3166-1:1997 Codes des noms de pays et de leurs subdivisions – Partie 1 : Codes des noms de pays.}

C 3.8.1.2 Date

[Date de référence de l'autorité sous la forme de la norme ISO 19103.]

{Date de référence de la norme 3166 1 de l'ISO :

1997 10-01}

C 3.8.1.3 Code de type de date

[Événement à la base de la date de référence d'après ISO 19115 : liste de valeurs codées – code de type de date : 001 – création, 002 – publication, 003 – révision.]

{Type de date d'après la norme ISO 19115 :}

[Exemple :]

<002 – publication>

C 3.8.2 Code

<Code de la région visée par le produit. >

{Code de la région visée par le produit d'après la norme ISO 3166-1 :}

[Exemple :]

<CA – Canada>

C 3.8.3 Code de type d'étendue

[Il s'agit d'indiquer si le polygone englobe une aire visée ou non par les données.]

[On écrit : 0 – exclusion ou 1 – inclusion.]

{Type de code du polygone qui délimite l'étendue d'après la norme ISO 19115 :}

<0 – exclusion ou 1 – inclusion>

C 3.9 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description de l'identification du produit. Cette section renvoie à un seul domaine d'application et pointe toujours sur l'énoncé principal « Global ».]

{Global}

C 4 Contenu et structure des données

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application. Voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

Cette section varie selon le type de modèle de données à documenter, un modèle d'entités ou un modèle de type de couverture. Dans le premier cas, la section 4.2.2 Catalogue d'entités doit être précisée et, dans le second, la section 4.3 doit être remplie.]

C 4.1 Description

<On doit inclure une description narrative du modèle de données et de la structure de l'information.>

C 4.2 Information sur les entités (DV)

C 4.2.1 Schéma d'application

[Un schéma d'application est une description formelle de la structure et du contenu des données. C'est là un modèle conceptuel décrit dans un langage de schéma conceptuel comme UML. On doit y représenter les types d'entités, les types de propriétés (avec les types d'attributs), les opérations, les fonctions d'association et les relations et contraintes liées aux types d'association. Les types d'attributs portent sur les propriétés descriptives, géométriques et temporelles. Les associations sont des relations spatiotemporelles comme les relations topologiques. Il peut aussi y avoir des relations non spatiales (propriété des bâtiments, par exemple) entre les types d'entités.]

<Référence à un modèle UML ou autre décrivant le schéma d'application>

C 4.2.2 Catalogue d'entités

[La spécification de contenu informationnel doit notamment décrire chaque entité du produit. Le catalogue d'entités peut faire partie de la spécification du produit ou cette spécification peut renvoyer à un catalogue d'entités extérieur. Ce catalogue doit toujours suivre la norme ISO 19110 Information géographique – Méthodologie de catalogage des entités.

Un catalogue d'entités décrit les types d'entités avec les attributs qui s'y rattachent et leurs valeurs, ainsi que les types d'association entre les types d'entités et les opérations portant sur ces mêmes entités. La description de tous les types d'entités dans le schéma d'application doit figurer dans ce catalogue.]

<Référence à un catalogue décrivant les entités utilisées dans le produit.>

C 4.3 Information sur la couverture (DC)

C 4.3.1 Description

<Description technique de la couverture.>

C 4.3.2 Type de couverture

[Type de couverture. Il est préférable de choisir un type de couverture indiqué dans ISO 19123 Information géographique – Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture.]

<Valeurs possibles d'une couverture continue : quadrillage, polygones de Thiessen, trame hexagonale, réseau irrégulier triangulé (TIN), courbes segmentées.

Valeurs possibles d'une couverture discontinue : points, points de grille, courbes, surfaces, solides.>

C 4.3.3 Spécification

[Information supplémentaire sur la couverture d'après la section CV_Coverage dans ISO 19123 Information géographique – Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture.]

C 4.3.3.1 Étendue du domaine

[Étendue (spatiotemporelle) du domaine de la couverture. Pour plus de détails sur le domaine, on se reporte à la section 2.5 du présent document (cette section correspond à la section EX_EXTENT dans la norme ISO 19115).]

[Exemple :] <Masse terrestre canadienne pavée par le SNRC.>

C 4.3.3.2 Type de plage

[Type de plage de valeurs de la couverture. Il s'agit d'une liste de noms d'attributs et de types de données pour les valeurs de la plage.]

[Exemple : Carte couleur à balayage comme un produit CanMatrix]

<Nom : Radiométrie>

<Valeur : Entiers (0 255)>

C 4.3.3.3 Règle du point homologue

[Règle indiquant la méthode employée pour pointer dans une couverture sur une position où se trouvent au moins deux objets géométriques. NOTA : La valeur de pointage peut varier selon l'application utilisée.]

<Les valeurs possibles sont indiquées sur la liste de valeurs codées pour la règle du point homologue dans la norme ISO 19123 : moyenne, basse, haute, totale, initiale, terminale.>

[NOTE : La valeur de pointage peut varier selon l'application utilisée.]

C 4.4 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description du contenu et de la structure des données.]

[Exemple :] {Global}

C 5 Systèmes de référence

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application; voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

Le document de spécification de contenu informationnel doit comprendre de l'information définissant le système de coordonnées du produit.]

C 5.1 Système de référence spatiale

[On peut décrire un système de référence spatiale en renvoyant à un registre extérieur contenant les paramètres de système ou en décrivant le système d'après ISO 19111 Information géographique – Système de références spatiales par coordonnées s'il s'agit d'un système de coordonnées ou d'après ISO 19112 Information géographique – Système de références spatiales par identificateurs géographiques s'il s'agit d'une relation avec un autre objet comme un pays, une adresse ou un code postal.]

[On décrit le système de référence spatiale (plan de référence, système de coordonnées, unités (degrés avec décimales, mètres...), nombre de décimales.)]

[Exemple :]

<Données spatiales exprimées en coordonnées géographiques de latitude (φ) et de longitude (λ) par rapport au Système canadien de référence spatiale NAD83CSRS (North American Datum 1983). La valeur de longitude est négative pour les positions à l'ouest du méridien origine (0°). L'unité de mesure est le degré exprimé en valeur réelle à 7 décimales.>

C 5.1.1 Autorité

[NOTA : Cette section est facultative dans la norme.]

C 5.1.1.1 Titre

[Nom du registre contenant les paramètres du système de référence spatiale.]

{Registre contenant les paramètres du système de référence :}

[Exemple :] <Ensemble de données sur les paramètres géodésiques de l'EPSG >

C 5.1.1.2 Date

[Date de référence de la norme ISO 19103 pour le format du registre contenant les paramètres du système de référence.]

{Date de référence:}

[Exemple :] <2007-02-08>

C 5.1.1.3 Code de type de date

[Événement à la base de la date de référence d'après ISO 19115 pour la liste de valeurs codées – code du type de date : 001 – création, 002 – publication, 003 – révision.]

{Type de date d'après la norme ISO 19115 :}

[Exemple :] <002 – publication>

C 5.1.1.4 Partie responsable

[Lieu de la personne ou de l'organisme (coordonnées de personne-ressource) responsable du registre des systèmes de référence; le nom de l'organisme et le site Web devraient au moins être inclus.]

[Exemple :]

<OGP (International Association of Oil and Gas Producers)

URL : <http://www.epsg.org>>

C 5.1.2 Code

[Identifiant alphanumérique du système de référence ou CRSID (identifiant du système de coordonnées) indiqué dans le registre des systèmes de référence.]

{Identifiant du système de référence ou CRSID (identifiant du système de coordonnées) :}

[Exemple :] <4140>

C 5.1.3 Espace de codage

[NOTA : Cette section est facultative dans la norme.]

[Nom ou identifiant de la personne ou de l'organisme responsable de l'espace de codage des paramètres du registre des systèmes de référence.]

[Exemple :] <EPSG – European Petroleum Survey Group>

C 5.1.4 Version

[NOTA : Cette section est facultative dans la norme.]

[Version des paramètres du registre des systèmes de référence.]

[Exemple :] <6.12>

C 5.2 Système de référence linéaire (SRL)

[On indique la façon dont les données SRL sont exprimées dans le produit : pourcentage, distance, coordonnées géographiques, etc.]

Si la référence spatiale employée pendant la création des données SRL diffère de celle qui est indiquée pour les autres données spatiales du produit, on doit le préciser dans cette section.]

[Exemple :]

<Les données SRL fournies sont exprimées en pourcentage calculé selon le système de référence spatiale X. Les valeurs de pourcentage se présentent en nombres réels de 0 à 100.>

C 5.3 Système de référence temporelle

<On remplit cette section d'après ISO 19108 Information géographique – Schéma temporel. Elle s'applique seulement si le système de référence temporel n'est pas le calendrier grégorien.>

C 5.4 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description des systèmes de référence.]

[Exemple :] {Global}

C 6 Qualité des données

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application. Voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

Tous les éléments et sous-éléments décrivant la qualité des données doivent être documentés d'après les normes ISO 19113 Information géographique – Principes qualité, *ISO 19114 Information géographique – Procédures d'évaluation de la qualité* et *ISO 19115 Information géographique – Métadonnées* ou d'après les nouvelles normes *ISO 19157 Information géographique – Qualité des données* et *ISO 19115-1 Information géographique – Métadonnées – Partie 1 : Principes de base*. Si un élément relatif à la qualité ne s'applique pas, on doit indiquer « Sans objet » ou « Inconnu ». Dans le cas des sous-éléments qui s'appliquent (présence, absence, cohérence logique ...), on doit préciser le niveau de qualité attendu, la méthodologie servant à obtenir les résultats et/ou les résultats de toutes les mesures prises pour vérifier la qualité requise.]

C 6.1 Exhaustivité (DV)

<On décrit le contexte général de l'exhaustivité des données (présence ou absence d'entités et de leurs attributs et relations).>

C 6.1.1 Présence

[Données présentes en excédent dans l'ensemble de données.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.1.2 Absence

[Données absentes dans l'ensemble de données.]

<On décrit la méthodologie et les résultats ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.2 Cohérence logique

[Degré d'adhésion aux règles logiques applicables à la structure de données, aux attributs et aux relations (la structure des données peut être conceptuelle, logique ou matérielle).]

C 6.2.1 Cohérence conceptuelle

[Adhésion aux règles applicables au schéma conceptuel.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.2.2 Cohérence du domaine

[Adhésion aux valeurs des domaines de la valeur.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.2.3 Cohérence du format

[Degré de conformité des données stockées avec la structure matérielle de l'ensemble de données.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.2.4 Cohérence topologique

[Justesse des caractéristiques topologiques explicitement codées de l'ensemble de données.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.3 Exactitude du positionnement

[Exactitude du positionnement des entités.]

C 6.3.1 Exactitude du positionnement par rapport aux valeurs absolues (DV, DM)

[Fidélité des valeurs mentionnées des coordonnées par rapport aux valeurs acceptées comme vraies.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.3.2 Exactitude du positionnement par rapport aux valeurs relatives (DV, DM)

[Fidélité du positionnement relatif des entités de l'ensemble de données par rapport aux valeurs relatives acceptées comme vraies.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.3.3 Exactitude du positionnement des données matricielles (DM)

[Fidélité des valeurs des positions des données matricielles par rapport aux valeurs acceptées comme vraies.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.4 Exactitude temporelle

[Exactitude des attributs et des relations temporels des entités.]

C 6.4.1 Exactitude d'une mesure du temps

[Justesse des valeurs temporelles d'un élément (erreurs mentionnées de mesure du temps).]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.4.2 Cohérence temporelle

[Justesse de l'ordre des événements ou des séquences mentionnés.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.4.3 Validité temporelle

[Validité des données par rapport au temps.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.5 Exactitude thématique

[Exactitude des attributs quantitatifs et justesse des attributs non quantitatifs et des classes et relations d'entités.]

C 6.5.1 Justesse des classes thématiques

[Comparaison des classes des entités ou des attributs avec un univers de discours (p. ex., vérité de terrain, ensemble de données de référence, etc.).]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.5.2 Exactitude des attributs non quantitatifs

[Exactitude des attributs non quantitatifs.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.5.3 Exactitude des attributs quantitatifs

[Exactitude des attributs quantitatifs.]

<On décrit la méthodologie, les résultats attendus et/ou les résultats obtenus ou on écrit « Sans objet » ou « Inconnu ».>

C 6.6 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description de la qualité des données.]

[Exemple :] {Global}

C 7 Acquisition des données

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application. Voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

C 7.1 Description

[La spécification du produit peut renseigner sur la façon dont les données ont été acquises ou doivent l'être.]

<Quand cette section de la spécification du produit est incluse, elle doit contenir un énoncé sur l'acquisition des données qui doit être une description générale des sources et des processus à utiliser.>

C 7.2 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description de l'acquisition des données.]

[Exemple :] {Global}

C 8 Maintenance des données

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application. Voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

C 8.1 Description

[La spécification du produit peut renseigner sur la façon dont les données ont été acquises ou doivent l'être.]

<Quand cette section de la spécification du produit est incluse, elle doit contenir un énoncé sur l'acquisition des données qui doit être une description générale des sources et des processus à utiliser. Cela peut comprendre la fréquence de la mise à jour.>

C 8.2 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description de la maintenance/mise à jour des données.]

[Exemple :] {Global}

C 9 Présentation

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application. Voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

[La spécification du produit peut renseigner sur la façon dont les données que renferme l'ensemble de données doivent être présentées graphiquement sous forme de tracé ou d'image.]

<Quand cette information est incluse, elle doit prendre la forme d'une référence à un double ensemble de règles et de spécifications de présentation. On doit définir le catalogue des présentations d'après ISO 19117 Information géographique – Présentation.]

[NOTA : Seules les sous-sections obligatoires de la section CI_CITATION dans la norme ISO 19115 sont indiquées dans le présent modèle.]

C 9.1 Titre <Nom>

[Titre du document sur les spécifications de présentation du produit.]

[Exemple :]

<Système national de référence cartographique – cartes polychromes, Normes et spécifications, version 2.0, Centre d’information topographique, Ressources naturelles Canada.>

<On remplace <Nom> par Carte polychrome.>

C 9.2 Date

[Date des spécifications de présentation du produit sous la forme AAAA-MM-JJ.]

{Date des spécifications de présentation du produit :}

[Exemple :] <2001-09>

C 9.3 Code de type de date

[Événement à la base de la date de référence d’après ISO 19115 pour la liste de valeurs codées – code de type de date : 001 – création, 002 – publication, 003 – révision.]

{Type de date d’après la norme ISO 19115 :}

[Exemple :] <002 – publication>

C 9.4 Référence au domaine d’application de la spécification

[On indique le domaine d’application de la spécification (2.1) qui correspond à la description de la présentation des données.]

[Exemple :] {Global}

C 10 Livraison du contenu informationnel

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d’application. Voir l’exemple sur le pas d’accroissement numérique à la section 2.]

La spécification du produit doit indiquer tout besoin d’information sur la livraison du produit. Il doit notamment s’agir du format et du support de livraison. Cette section peut être répétée selon le nombre de formats et de supports des données.

Les sections 10.1 et 10.2 sont répétées selon le nombre de formats et de supports de livraison.]

C 10.1 Information sur le format de livraison <Nom du format >

C 10.1.1 Nom du format

[Nom du format des données.]

<On choisit : Shape, GML, DGN, DXF, GeoTIFF ...>

C 10.1.2 Version

<Version du format.>

C 10.1.3 Spécification

<Nom d'un sous-ensemble, d'un profil ou d'une spécification de produit pour le format.>

C 10.1.4 Structure du fichier

<Structure du fichier de livraison.>

C 10.1.5 LANGUE

[Langue(s) utilisée(s) dans l'ensemble de données d'après ISO 639-2.]

<On choisit : eng-anglais; fra-français; ...>

{Langues utilisées dans l'ensemble de données d'après la norme ISO 639-2 :}

[Exemple :]

<eng-anglais

fra-français>

C 10.1.6 Jeu de caractères

[Le nom du jeu de caractères est obligatoire s'il diffère de la liste des caractères de la norme ISO 10646-1.]

[Voir ISO 19115 pour la liste de valeurs codées – code de jeu de caractères.]

C 10.2 Information sur le support de livraison <Nom du support >

C 10.2.1 Unités de livraison

[Description des unités de livraison.]

[Exemples :] <Pavés du Système national de référence cartographique, couches, régions ...>

C 10.2.2 Taille du transfert

<Taille estimative d'une unité dans le format spécifié; la valeur de taille est exprimée en méga-octets.>

C 10.2.3 Nom du support

[Nom du support des données.]

<On choisit : CD-ROM, DVD, transfert de fichier ...>

C 10.2.4 Autre information sur la livraison

[Autre information sur la livraison.]

C 10.3 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description de la livraison du produit.]

[Exemple :] {Global}

C 11 Information supplémentaire

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application. Voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

Cette section de la spécification de contenu informationnel peut comprendre tout autre aspect du produit non mentionné ailleurs dans cette spécification.]

C 11.1 Description

<On écrit toute information supplémentaire.>

C 11.2 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description de l'information supplémentaire.]

[Exemple :] {Global}

C 12 Métadonnées

[Cette section peut être répétée si le produit a plusieurs domaines d'application. Voir l'exemple sur le pas d'accroissement numérique à la section 2.]

Les éléments de métadonnées de base définis dans ISO 19115 doivent être inclus dans le produit. Tout élément supplémentaire devant être fourni doit être indiqué dans la spécification de contenu informationnel. On doit préciser le format et le codage des métadonnées dans la spécification du produit.

On pourrait indiquer au besoin un lien vers un autre document qui contient les éléments détaillés de métadonnées décrivant le produit.]

<On écrit « Sans objet » s'il n'y a pas de métadonnées supplémentaires pour le produit.>

C 12.1 Référence au domaine d'application de la spécification

[On indique le domaine d'application de la spécification (2.1) qui correspond à la description des métadonnées. Cette section renvoie à un seul domaine d'application et pointe toujours sur l'énoncé principal « Global ».]

{Global}