

L'interopérabilité des systèmes d'information géographique

Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du Bachelor HES

par :

Kerhervé Jean-Christophe

Conseiller au travail de Bachelor :

Daehne Peter

Genève, le 8 août 2008

Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)

Filière IG

Déclaration

Ce travail de Bachelor est réalisé dans le cadre de l'examen final de la Haute école de gestion de Genève, en vue de l'obtention du titre Bachelor HES. L'étudiant accepte, le cas échéant, la clause de confidentialité. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans le travail de Bachelor, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celle du conseiller au travail de Bachelor, du juré et de la HEG.

« J'atteste avoir réalisé seul le présent travail, sans avoir utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie. »

Fait à Genève, le 8 août 2008

Kerhervé Jean-Christophe

Remerciements

Je remercie mon père Pierre Kerhervé pour les références et les documents des Nations Unies qu'il m'a fournis.

Sommaire

Un système d'information géographique (SIG) est un outil informatique permettant d'organiser et présenter des données spatialement référencées. L'interopérabilité de systèmes d'information géographique est la capacité que possèdent ces systèmes à partager la découverte, l'accès et l'utilisation de leurs informations respectives.

Actuellement les méthodes utilisées pour la recherche, l'accès, la description et l'appui à l'utilisation des données diffèrent d'un SIG à l'autre. Les projets de partage d'information géographique entre des SIG nécessitent des développements d'interfaces spécifiques, pouvant entraîner des délais et coûts importants de réalisation. Il y a donc un besoin de faciliter la recherche, l'accès, la description et l'utilisation des données géographiques, c'est-à-dire assurer une meilleure interopérabilité des SIG. La question est de déterminer ce qu'il faut faire pour rendre interopérables des SIG et en particulier il est nécessaire de définir de quelle manière l'application de normes peut favoriser l'interopérabilité des SIG.

À partir des années 1995, l'ISO et l'OGC ont commencé à développer des normes pour les SIG facilitant l'interopérabilité des SIG. L'ISO et l'OGC ont déjà publié plus d'une soixantaine de normes et continuent à travailler sur des normes complémentaires. L'ISO s'est intéressée à la modélisation du monde réel fondée sur le concept d'entités géographiques y compris leurs définitions, attributs, associations et opérations. L'ISO a développé une méthodologie pour créer des schémas d'application utilisant la modélisation UML pour la représentation des données et des métadonnées. L'OGC s'est intéressée aux services et a développé des spécifications pour accéder et télécharger les données. Les travaux des deux organismes sont complémentaires. L'ISO a adopté des normes OGC et l'OGC a repris les aspects méthodologie et modélisation de l'ISO dans ses documents de base. Dans le futur on peut s'attendre à ce que l'ISO adopte d'autres normes OGC.

Les normes ISO et OGC développées définissent des interfaces normalisées entre SIG. L'application de ces interfaces normalisées pour la mise en œuvre de SIG est essentielle pour faciliter le développement et la mise en œuvre de services de découverte et d'accès aux données et métadonnées. Les normes ISO et OGC offrent des méthodologies normalisées pour la description des données, des métadonnées et des services fondées sur des concepts de modélisations du monde réel. C'est un facteur essentiel d'interopérabilité de SIG, facilitant l'utilisation des services et des données.

L'harmonisation des modèles est favorisée par l'échange et le partage des profils de la mise en œuvre des normes et des catalogues d'entités entre les diverses communautés géographiques. En effet, ces informations peuvent être utilisées comme références croisées, évitant ainsi des duplications dans les définitions des entités.

Les systèmes d'information géographiques sont des systèmes complexes utilisés et appelés à être de plus en plus utilisées par les entreprises et les particuliers à travers le monde ; en effet leur utilisation répond aux besoins en information géographique dans de nombreux domaines, en particulier celui du développement durable et le contrôle de l'environnement.

L'interopérabilité est essentielle afin de gagner en temps et en traitement dans développement et la mise en œuvre de SIG. L'évolution des technologies de l'information (web, portail) et l'évolution de la normalisation grâce aux travaux de l'ISO et de l'OGC contribuent conjointement au développement et la mise en œuvre efficace de SIG interopérables.

Des initiatives mondiales comme celle d'UNSID et des initiatives régionales comme en Europe celle d'INSPIRE, fondées sur les normes ISO et OGC, ouvrent la voie à des services de découverte et d'accès aux données spatiales pour tous. Les SIG deviendront un jour tous accessibles à travers un chaînage ou une hiérarchie de portails.

Ce travail de diplôme comprend un exemple pratique d'interopérabilité entre 4 SIG, y compris des exemple de création de catalogue d'entités, de schéma d'application de données et de métadonnées et d'instance de données et de métadonnées ainsi qu'un exemple de représentation de divers types de données sur une même carte.

Table des matières

Déclaration.....	i
Remerciements	ii
Sommaire.....	iii
Table des matières.....	v
Liste des Tableaux	vii
Liste des Figures.....	viii
1. Introduction.....	1
1.1 Problèmes actuels d'interopérabilité	1
1.1.1 <i>Service de découverte et d'accès aux données et métadonnées</i>	2
1.1.2 <i>Description, représentation et utilisation des données et métadonnées</i>	2
1.2 Exposé de la problématique	4
2. Système d'information géographique et interopérabilité.....	5
2.1 Définitions	5
2.2 Les domaines d'applications	7
3. Travaux sur la normalisation pour l'interopérabilité des SIG	8
3.1 Rappel historique du développement des normes d'interopérabilité ...	8
3.2 Rôles de l'ISO et OGC	9
3.2.1 <i>ISO</i>	9
3.2.2 <i>OGC</i>	10
3.3 Les normes ISO 19100.....	11
3.4 Extrait des normes OGC	12
3.5 Interaction entre l'ISO et l'OGC	13
3.6 Synthèse des normes ISO.....	14
3.6.1 <i>La modélisation des données et métadonnées, y compris les aspects d'harmonisation des modèles</i>	14
3.6.1.1 <i>La modélisation et série ISO 19100</i>	14
3.6.1.2 <i>Le Catalogue d'entités</i>	17
3.6.1.3 <i>Les schémas d'application</i>	18
3.6.1.4 <i>Le schéma des métadonnées</i>	21
3.6.1.5 <i>Le Jeux de données et métadonnées associées</i>	23
3.6.1.6 <i>Spécifications de contenu informationnel</i>	24
3.6.1.7 <i>L'imagerie</i>	26
3.6.1.8 <i>Harmonisation des modèles</i>	28
3.6.2 <i>Les services d'accès à et échange de l'information géographique</i> .	30
3.6.2.1 <i>L'architecture des services</i>	30
3.7 Synthèse des normes OGC.....	33
3.7.1 <i>Présentation des données</i>	33
3.7.2 <i>Les services</i>	35
3.8 Complémentarité des normes OGC et ISO	37

4. Applications de la normalisation à la mise en œuvre de SIG interopérables	38
4.1 Les enjeux.....	38
4.2 L'application des normes dans le monde	39
4.3 L'application des normes en Europe	41
4.3.1 <i>Méthodologie INSPIRE.....</i>	43
4.3.2 <i>Les services.....</i>	45
4.3.2.1 <i>Service de découverte</i>	47
4.3.2.2 <i>Service d'affichage</i>	48
5. Conclusion	49
5.1 Application des normes ISO et OGC	49
5.1.1 <i>Services de découverte et d'accès aux données et métadonnées</i>	49
5.1.2 <i>Description, représentation et utilisation des données et métadonnées.....</i>	49
5.2 Mise en œuvre de SIG interopérables	50
Bibliographie	51
Annexe 1 : Exemple d'application des normes ISO et OGC pour la présentation des métadonnées et données.....	52

Liste des Tableaux

<i>Tableau 1 – Liste des normes ISO 19100</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 2 – Normes OGC.....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 3 – Liste des normes ISO-OGC.....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 4 – Annexe Inspire.....</i>	<i>42</i>

Liste des Figures

<i>Figure 1 – Exemple d’application de transfert de données géographiques de plusieurs SIG vers un SIG</i>	1
<i>Figure 2 - Services de découverte, d’accès et d’utilisation de données</i>	3
<i>Figure 3 - Architecture du schéma CSMF de la série ISO 19100</i>	16
<i>Figure 4 - L’échange de données selon un schéma d’application</i>	20
<i>Figure 5 - Utilisation des métadonnées dans un portail</i>	22
<i>Figure 6 – Relation des métadonnées et données</i>	23
<i>Figure 7 – Encodage et échange des données</i>	24
<i>Figure 8 – Imagerie format Raster</i>	27
<i>Figure 9 – Imagerie format Vecteur</i>	27
<i>Figure 10 – Profils</i>	28
<i>Figure 11 – Registres, dictionnaire et catalogue</i>	29
<i>Figure 12 – Architecture des services</i>	30
<i>Figure 13 – chaînage des portails</i>	40
<i>Figure 14 – Inspire</i>	41
<i>Figure 15 – Use Case : service de découverte</i>	47
<i>Figure 16 – Use Case : service d’affichage</i>	48
<i>Figure 17 - Organigramme de méthodologie</i>	54
<i>Figure 18 – Communication entre SIG</i>	55
<i>Figure 19 – Envoi des données et transformation</i>	56
<i>Figure 20 – Résultat sur Google Earth</i>	57

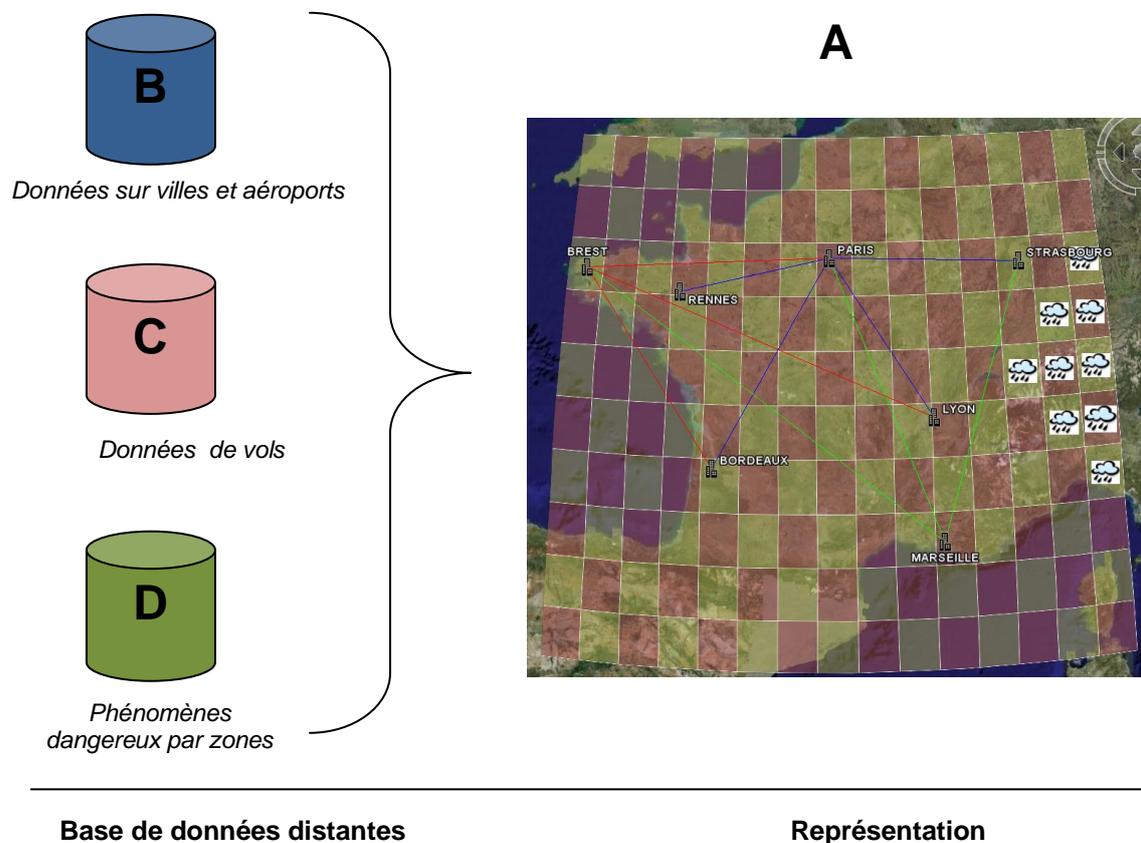
1. Introduction

1.1 Problèmes actuels d'interopérabilité

Un système d'information géographique (SIG) est un outil informatique permettant d'organiser et présenter des données spatialement référencées. L'interopérabilité de systèmes d'information géographique est la capacité que possèdent ces systèmes à partager la découverte, l'accès et l'utilisation de leurs informations respectives.

Nous allons considérer (voir figure 1) le cas d'un organisme A qui souhaite représenter sur une même carte des informations de villes et aéroports, de vols et des alertes concernant des phénomènes naturels dangereux.

Figure 1 – Exemple d'application de transfert de données géographiques de plusieurs SIG vers un SIG



1.1.1 Service de découverte et d'accès aux données et métadonnées

L'organisme du SIG A doit commencer par effectuer une recherche de SIG qui pourra lui fournir ces informations. Dans le cas de SIG interopérables, l'organisme A peut accéder à des portails offrant des services de découverte pour les types de données recherchées (voir figure 2).

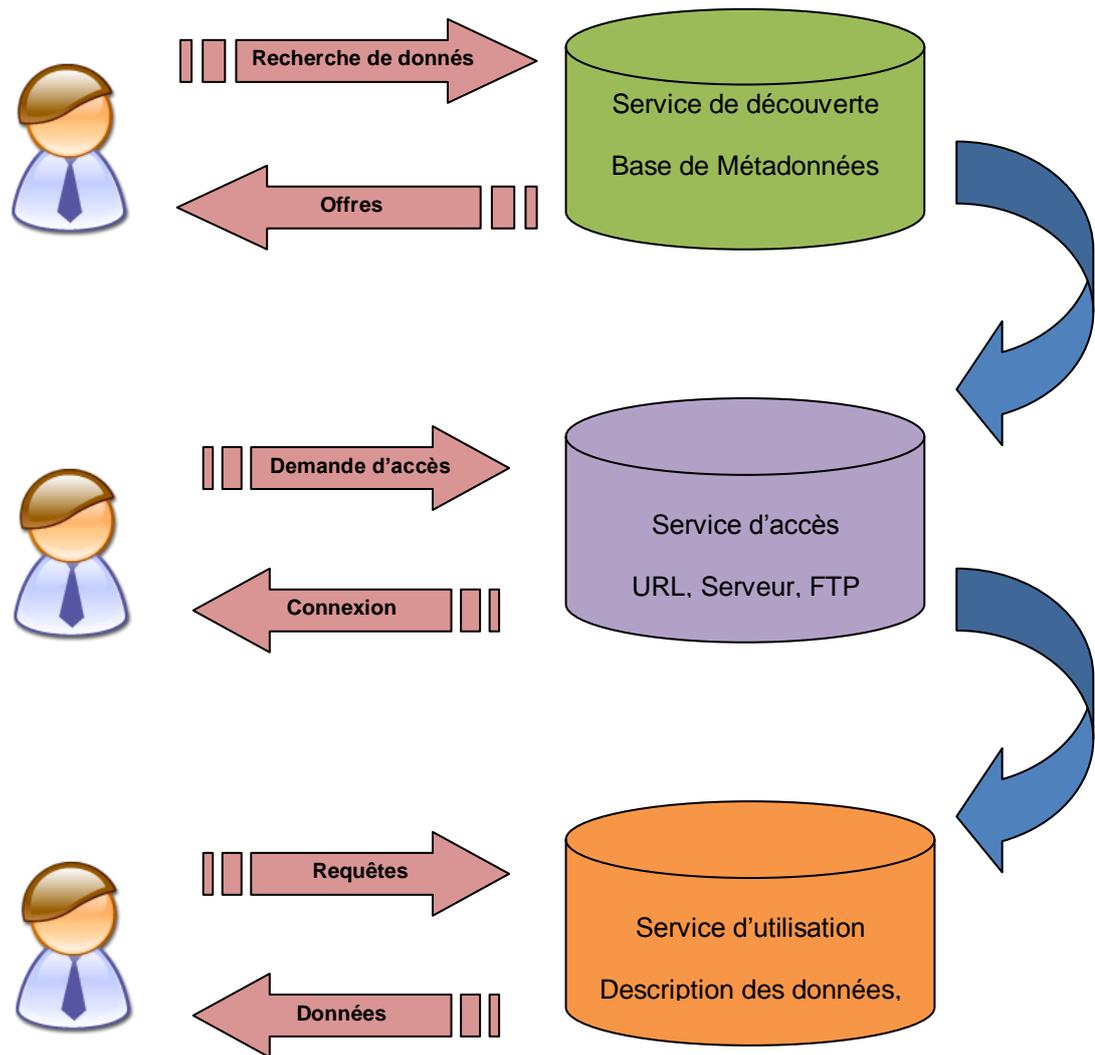
Actuellement le cas le plus probable est que les données ou métadonnées recherchées d'au moins un sinon plusieurs des SIG ne soient pas accessibles à partir d'un portail offrant un service de découverte. L'organisme A doit entreprendre des démarches administratives auprès des organismes qui ont le potentiel d'offrir les informations recherchées. Ce processus est long et coûteux et n'est pas sûr d'aboutir à un résultat positif.

Après avoir identifié les SIG B, C et D, l'organisme A doit accéder aux données et métadonnées via le portail ou par d'autres méthodes selon les possibilités des SIG B, C et D. Dans le cadre d'un portail, l'organisme A est invité à accéder aux données via des liens URL (voir figure 2). Sinon la méthode d'accès ou la mise en œuvre d'un moyen d'échange de données devra être définie au cas par cas souvent par contacts de personnes à personnes, et peut nécessiter des développements d'applications différentes pour l'accès aux données de chacun des SIG B, C et D.

1.1.2 Description, représentation et utilisation des données et métadonnées

Après avoir réalisé la connexion avec les SIG B, C et D, l'organisme A doit importer les données et métadonnées de ces SIG B, C et D dans son propre SIG. Ceci implique que le SIG A interprète la structure de données et métadonnées de B, C et D. Si le formalisme utilisé pour la description de ces données et métadonnées est spécifique pour chaque SIG B, C et D, le SIG A doit s'adapter à chacun de ces formalismes (voir figure 2).

Figure 2 - Services de découverte, d'accès et d'utilisation de données



1.2 Exposé de la problématique

Actuellement les méthodes utilisées pour la recherche, l'accès, la description et l'appui à l'utilisation des données diffèrent d'un SIG à l'autre. Les projets de partage d'information géographique entre des SIG nécessitent des développements d'interfaces spécifiques, pouvant entraîner des délais et coûts importants de réalisation. Il y a donc un besoin de faciliter la recherche, l'accès, la description et l'utilisation des données géographiques, c'est-à-dire assurer une meilleure interopérabilité des SIG. La question est de déterminer ce qu'il faut faire pour rendre interopérables des SIG et en particulier il est nécessaire de définir de quelle manière l'application de normes peut favoriser l'interopérabilité des SIG.

Le travail s'intéressera :

- à l'état des travaux menés par des organismes de normalisation comme l'ISO ou l'OGC et portant sur la normalisation visant à garantir l'interopérabilité des SIG,
- à des applications de cette normalisation à la mise en œuvre de SIG interopérables.

2. Système d'information géographique et interopérabilité

2.1 Définitions

« Un GIS (Geographical Information System ; en français SIG, Système d'information géographique) est un outil informatique permettant d'organiser et présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et cartes. »

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_d%27information_g%C3%A9ographique

« Une SDI (Spatial Data Infrastructure; en français IDS, Infrastructure de Données Spatiales) est un système informatique qui intègre un ensemble de services (catalogues, serveurs, logiciels, données, applications, pages web ...) utilisés pour la gestion de l'information géographique (cartes, orthophotoplans, images satellitaires, ...). »

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Spatial_Data_Infrastructure

Le SIG assure les fonctions suivantes :

- *Définition de la structure des données :*

Le système d'information géographique intègre l'ensemble des structures de données (objets, tables, relations, etc.), suite à l'analyse conceptuelle du jeu de données.

- *Acquisition et entrée des données et métadonnées :*

Le système d'information géographique permet de récupérer, intégrer, compiler ou collecter les données géographiques, comme par exemples les données d'un réseau d'observation, des données de trafic routier ou de la pollution atmosphérique. Les données peuvent aussi être saisies manuellement. Les métadonnées sont des données sur les données ; elles sont particulièrement utilisées par les moteurs de recherche pour la mise en œuvre du service de découverte.

- *Analyse des données :*
Il est possible d'élaborer des produits à partir de données de base, par exemple l'établissement de statistiques.
- *Service de découverte :*
Le service de découverte de données permet à l'utilisateur de rechercher des données qui l'intéressent, en général grâce à un moteur de recherche d'un portail.
- *Service d'accès :*
Le portail donne des informations à l'utilisateur sur les moyens d'accéder aux données comme par exemple des liens vers un serveur.
- *Service d'utilisation :*
Les informations nécessaires à l'utilisation des données sont fournies à l'utilisateur.

2.2 Les domaines d'applications

- *Environnement*

Étudier, contrôler l'évolution de l'environnement pour un site donné

- *Particulier*

La navigation GPS

- *Pompier, Police*

Étude du terrain, stratégie

- *Armée*

L'étude d'une stratégie militaire en cas de conflit

- *Protection civile*

Comment évacuer une ville lors d'une catastrophe naturelle

- *Tourisme*

Endroits à visiter, chemins à emprunter

- *Génie civil*

Endroit stratégique pour le développement d'un projet urbain ou industriel

- *Culture*

Où semer, quand, pourquoi

- *Télécom*

Installation d'antenne ou de balise

- *Biologie*

Étude de la faune et de la flore

- *Météorologie*

Étude de l'évolution du climat, prévision météorologique

3. Travaux sur la normalisation pour l'interopérabilité des SIG

3.1 Rappel historique du développement des normes d'interopérabilité

Les disciplines de cartographie et de géographie ont subi des changements conséquents durant les 50 dernières années grâce aux innovations technologiques telles que les ordinateurs et la modélisation dans les années 60.

La technologie informatique adaptée à la cartographie durant les années 70 a permis de créer la cartographie assistée par ordinateur et dans les années 75 les programmes informatiques basés sur la topologie et la géographie ont vu le jour, menant à l'émergence des SIG.

De 1985 à 1995 la technologie des SIG c'est considérablement répandue.

De 1995 à 2000 les bases de données des entreprises et le déploiement d'information géographique sur Internet ont rapidement positionné une nouvelle technologie basée sur l'information.

Depuis les années 2000 beaucoup d'organisations ont collecté, traité, géré et utilisé l'information géographique. Ils intègrent de plus en plus des services WEB dans leur environnement.

L'augmentation des applications nomades ont créé le besoin d'obtenir des fonctions de localisation par Internet, non pas accessible uniquement pour la communauté géographique mais par n'importe qui.

Le développement de standards géographiques est long et difficile pour les organisations et est limité à quelques régions et une minorité d'utilisateurs.

À partir des années 1995, l'ISO et l'OGC ont commencé à développer des normes pour les SIG.

Ces initiatives ont pour but de gagner la confiance et la reconnaissance de la communauté de la cartographie et de la géographie afin de montrer la nécessité d'avoir un standard international.

SOURCE http://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2122/687806/ISO_TC_211_Geographic_information_Geomatics_.pdf?nodeid=1002196&vernum=0

3.2 Rôles de l'ISO et OGC

3.2.1 ISO

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est le plus grand producteur et éditeur mondial de Normes internationales. L'ISO est un réseau d'instituts nationaux de normalisation de 157 pays, selon le principe d'un membre par pays, dont le Secrétariat central, situé à Genève, Suisse, assure la coordination d'ensemble. L'ISO est une organisation non gouvernementale qui jette un pont entre le secteur public et le secteur privé. Bon nombre de ses instituts membres font en effet partie de la structure gouvernementale de leur pays ou sont mandatés par leur gouvernement, et d'autres organismes membres sont issus exclusivement du secteur privé et ont été établis par des partenariats d'associations industrielles au niveau national. L'ISO permet ainsi d'établir un consensus sur des solutions répondant aux exigences du monde économique et aux besoins plus généraux de la société.

Source : <http://www.iso.org/iso/fr/about.htm>

3.2.2 OGC

L'Open Geospatial Consortium (OGC) est un consortium international industriel qui se compose de plus de 270 entreprises, administrations et hautes écoles qui se sont fixés comme objectif de développer de manière consensuelle des spécifications d'interfaces publiques. Les spécifications de l'OGC soutiennent des solutions interopérables telles que Web, applications mobiles, Location Based Services (LBS) ainsi que des solutions informatiques en général, afin de leur ajouter une référence spatiale. Avec les spécifications de l'OGC, les développeurs devraient être capables de rendre des géoinformations complexes et les services se basant sur celles-ci accessibles à une variété d'utilisateurs et d'applications.

Source : http://www.gis.ethz.ch/Interoperability2005/Text/Interop_05_FR.pdf page 2

3.3 Les normes ISO 19100

La série ISO 19100 concerne l'information géographique. Il existe environ 50 normes différentes concernant ce domaine (voir tableau 1), chacune ayant un thème bien défini (représentation de données et métadonnées, et services)

Tableau 1 – Liste des normes ISO 19100

No	Thème abordé
19101	Modèle de référence
19102	Modèle de référence 2 ^e partie (imageries)
19103	Schéma de langage conceptuel
19104	Terminologie
19105	Conformité et essais
19106	Profils
19107	Schéma spatial
19108	Schéma temporel
19109	Règles de schéma d'application
19110	Méthodologie de catalogage des entités
19111	Système de références spatiales par coordonnées
19112	Système de références spatiales par identificateurs géographiques
19113	Principes qualité
19114	Procédures d'évaluation de la qualité
19115	Métadonnées
19116	Services de positionnement
19117	Présentation
19118	Codage
19119	Services
19120	Normes fonctionnelles
19121	Imagerie et données quadrillées
19122	Qualification et accréditation du personnel
19123	Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture
19124	Composante d'imagerie et donnée rectangulaire
19125-1	Accès aux entités simples -- Partie 1: Architecture commune
19125-2	Accès aux entités simples -- Partie 2: Option SQL
19126	Dictionnaires de concepts de caractéristiques et registres
19127	Codes et paramètres géodésiques
19128	Interface de carte du serveur Web
19129	Structure de données pour les images, les matrices et les mosaïques
19130	Modèle de capteur et de données pour l'imagerie et les données en grille
19131	Spécifications de contenu informationnel
19132	Services basés sur la localisation -- Modèle de référence
19133	Services basés sur la localisation -- Suivi et navigation
19134	Services basés sur la localisation -- Routage et navigation multimodes
19135	Procédures pour l'enregistrement d'éléments
19136	Langage de balisage en géographie (GML)
19137	Profil minimal du schéma spatial
19138	Mesures de la qualité des données
19139	Métadonnées -- Implémentation de schémas XML
19141	Schéma des entités mobiles
19142	Services d'accès aux entités géographiques par le web
19143	Codage de filtres
19144	Systèmes de classification -- Partie 1: Structure de système de classification
19145	Systèmes de classification -- Partie 2: Système de classification de couverture végétale
19146	Vocabulaires
19149	Langage pour l'expression des droits
19151	Schéma d'indentification de la position dynamique

3.4 Extrait des normes OGC

Tableau 2 – Normes OGC

Normes OGC
Catalogue Service
Coordinate Transformation
Filter Encoding
Geography Markup Language
Geospatial eXtensible Access Control Markup Language (GeoXACML)
Grid Coverage Service
KML
Observations and Measurements
Sensor Model Language
Sensor Observation Service
Sensor Planning Service
Simple Features
Simple Features SQL
Web Coverage Service
Web Feature Service
Web Map Service

3.5 Interaction entre l'ISO et l'OGC

Fin 1998, l'OGC et l'ISO ont signé un accord de travail qui permet aux deux organisations de bénéficier mutuellement de leur travaux. Ainsi les documents de la série ISO 19100 ont été incorporés dans les documents de base de l'OGC (abstract specifications in English), d'autre part certaines normes OGC sont devenues des standards ISO 19100.

Source :
http://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact_id=7560 page 8

Tableau 3 – Liste des normes ISO-OGC

Normes OGC	Norme ISO
Simple Features SQL	ISO 19125-2
Web Map Service	ISO 19128
Geography Markup Language	ISO 19136
Web Feature Service	ISO 19142
Filter Encoding	ISO 19143

3.6 Synthèse des normes ISO

La série ISO 19100 a pour but de normaliser la définition, la description et la gestion de l'information géographique. Un des objectifs de la série 19100 est de faciliter l'interopérabilité des SIG. Chaque norme porte sur un aspect spécifique de l'information géographique. Ces normes peuvent être regroupées dans deux thèmes principaux : la modélisation des données et métadonnées, et les services.

3.6.1 La modélisation des données et métadonnées, y compris les aspects d'harmonisation des modèles

3.6.1.1 La modélisation et série ISO 19100

La modélisation conceptuelle est la base du développement de la série ISO 19100. La série 19100 utilise les concepts du CSMF (Conceptual Schema Modelling Facility). Le schéma du CSMF (voir figure 1) représente un haut niveau d'abstraction du domaine géographique. Il est décomposé en 4 niveaux, chaque niveau servant de modèle aux niveaux inférieurs qui sont ainsi des instances des niveaux supérieurs.

- *Le niveau méta-méta-modèle*

Le méta-méta modèle définit les concepts du méta-modèle. La série 19100 ne définit pas de règles pour ce niveau ; les concepts sont définis en langage naturel. Un concept de base de la série 19100 est celui d'entité (« feature » en anglais), qui est défini comme la représentation abstraite d'un phénomène du monde réel associé à une position relative sur la terre; des exemples d'entités sont les routes, les villes, les aéroports, les bâtiments.

- *Le niveau méta-modèle*

Le méta-modèle détermine:

- Le modèle général des entités (GFM) (ISO 19109), qui est un modèle pour le catalogue d'entités défini au niveau modèle. Il définit les concepts d'attributs, d'opération, de type et de relation et fournit la structure du catalogue (voir figure 3).
- Un langage de schéma conceptuel (CSL), qui est un langage formel fondé sur un formalisme conceptuel pour représenter des schémas conceptuels. Le CSL choisi pour la série de normes 19100 est l'« Unified Modelling Language » (UML) pour le développement de modèles d'information géographique définis dans le niveau modèle applicatif. La spécification technique ISO 19103 est un guide de l'utilisation d'UML pour la création de systèmes d'information géographique et de modèles de services

- *Le niveau modèle*

Ce niveau détermine:

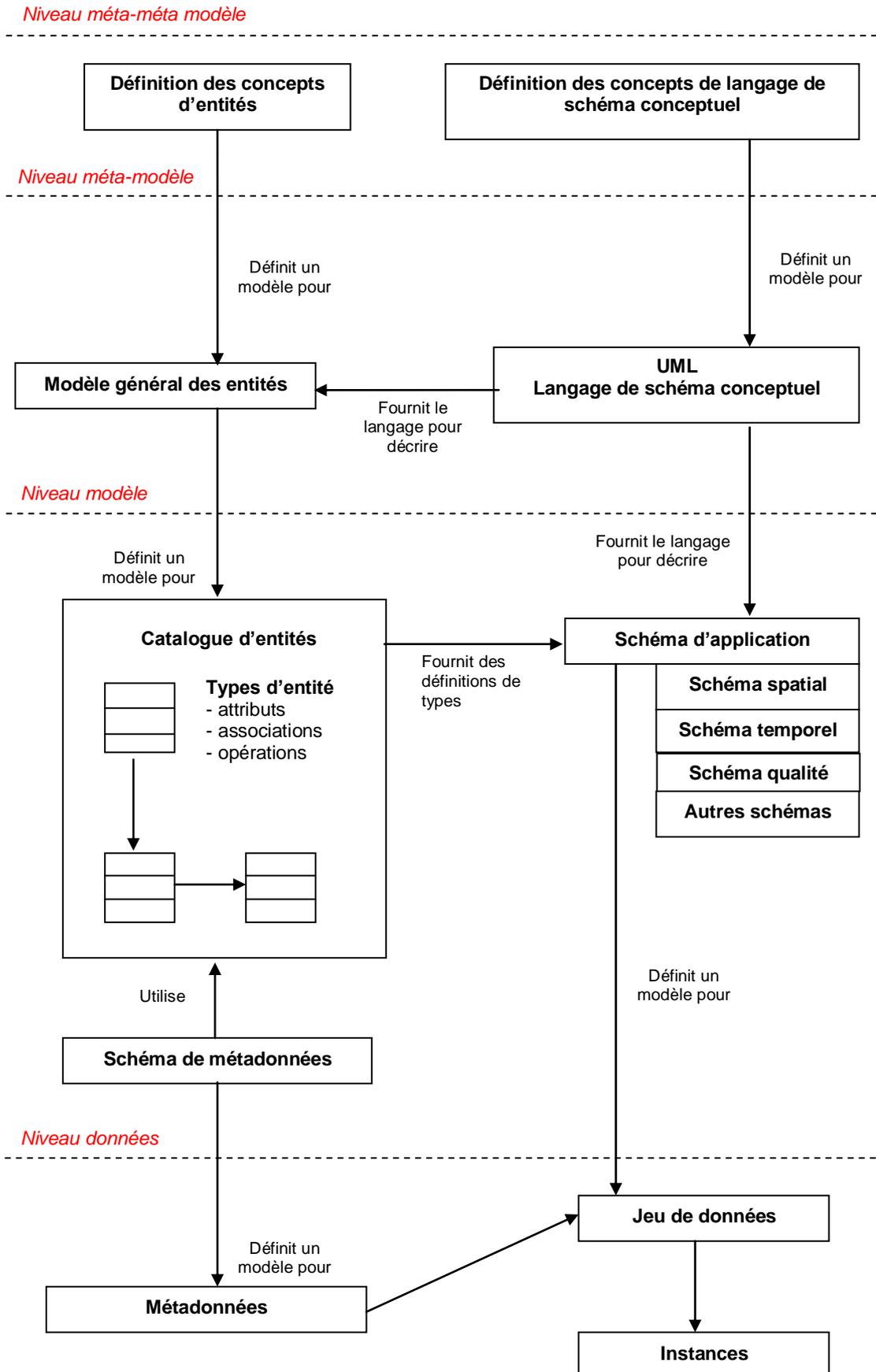
- Le catalogue d'entités (ISO 19110) qui contient les types d'entités avec leurs définitions, attributs, associations et opérations (les objets du monde réel) ; c'est une instance du modèle général d'entités ;
- Le schéma d'application (ISO 19109) et ses composants, qui décrivent l'organisation et la structure du jeu de données, notamment en utilisant les entités définies dans le catalogue d'entités ;
- Le schéma de métadonnées, qui décrit l'organisation et le contenu des métadonnées (ISO 19115).

- *Le niveau des données*

Ce niveau contient les informations géographiques, notamment les jeux de données comprenant des instances des entités et les métadonnées décrivant ces jeux de données

Figure 3 - Architecture du schéma CSMF de la série ISO 19100

Source : ISO 19101



3.6.1.2 Le Catalogue d'entités

Le catalogue des entités (ISO 19110) est décrit par le modèle général d'entités défini dans la couche méta-modèle. Le catalogue contient l'ensemble des définitions des types d'entité avec leurs attributs, opérations et relations du monde réel comme par exemple un pont et un lac avec leurs attributs et opérations respectifs tel que la hauteur du pont, la profondeur du lac, le fait que le pont peut se lever et s'abaisser etc.

La norme 19110 définit la méthodologie pour cataloguer les types d'entités et spécifie comment la classification des types d'entités est organisée dans le catalogue et comment elle est présentée aux utilisateurs d'un jeu de données.

Le catalogue d'entités peut se référer au dictionnaire des entités (ISO 19126) qui fournit des définitions basiques et de l'information supplémentaire sur le jeu de concepts. Un même dictionnaire peut être utilisé dans un ou plusieurs catalogues d'entités.

La norme 19110 peut être utilisée comme une base pour la définition de la modélisation du monde réel pour une application particulière ou pour standardiser des aspects généraux de la modélisation du monde réel pour plusieurs applications.

3.6.1.3 Les schémas d'application

Par assurer que les données soient compréhensibles par plusieurs systèmes et utilisateurs, les structures de données pour les données d'accès ou d'échange doivent être largement documentées. Le schéma d'application contient une description précise et complexe de la structure et du contenu des données; un schéma d'application est ainsi associé à un jeu de données. Le schéma d'application est exprimé selon le langage de représentation des données UML.

La norme 19109 définit un ensemble de règles pour la création de schémas d'application et ainsi facilite l'acquisition, le traitement, l'analyse, le transfert et la représentation de données géographiques à travers plusieurs systèmes. En cas d'échange de données, les règles de la norme 19109 sont utilisées par le fournisseur et le client pour :

- Construire un schéma d'application pour l'échange de données
- Interpréter la sémantique des données transférées en respectant les données du client
- Déterminer les transformations nécessaires entre les jeux de données

La mise en relation du schéma d'application du fournisseur avec celui du client peut être difficile voir impossible si les deux schémas divergent trop. L'application de ces règles va conduire à un accord des deux parties sur la création d'un schéma d'application commun qui servira d'interface et de protocole de communication entre le client et le serveur.

Le schéma d'application (ISO 19109) se réfère au catalogue d'entités pour décrire de manière précise et complète la structure d'un jeu de donnée particulier en utilisant une série de composants de la norme ISO 19100 (19107 - schéma spatial , 19108 - schéma temporel, 19111 - système de références spatiales par coordonnées, 19112 - système de références spatiales par identificateurs, 19113 - schéma de qualité). Le schéma d'application utilise une série d'attributs dans le catalogue d'entités pour la description de la structure du jeu de données.

La norme 19107 fournit des schémas conceptuels pour décrire et manipuler les caractéristiques spatiales des entités géographiques. Les opérateurs spatiaux sont des fonctions et des procédures qui vont permettre d'utiliser, créer, faire des requêtes, modifier et supprimer des objets spatiaux. La norme 19107 définit une taxonomie de ces opérateurs afin de créer une norme pour leur définition et leur implémentation.

La norme 19108 fournit des schémas conceptuels pour décrire les caractéristiques temporelles d'un jeu de données. De nombreux jeux de données ont besoin d'informations temporelles. Un schéma conceptuel avec des caractéristiques temporelles va augmenter la capacité de l'information géographique à être utilisée par des applications de simulation ou de prédiction. Dans cette norme le temps est traité indépendamment de l'espace.

La norme 19111 définit un schéma conceptuel pour la description de coordonnées spatiales, décrit les données minimums requises pour la définition de 1, 2 ou 3 dimensions spatiales et décrit les informations requises pour les changements des valeurs des coordonnées d'un système de références de coordonnées vers un autre. Cette norme inclut optionnellement les références spatiotemporelles.

La norme 19112 définit un schéma conceptuel pour les références spatiales basées sur les identificateurs géographiques ; elle établit un modèle général pour la référence spatiale en utilisant des identifiants géographiques, définit les composants d'un système de référence spatial et définit les composants essentiels des listes des entités géographiques.

La norme 19113 fournit un guide pour les producteurs pour la description de la qualité de leurs données ; il y a deux composants de qualité : la vue d'ensemble des éléments de qualité qui fournissent des informations non quantitatives de qualité et les éléments de qualité qui fournissent des informations quantitatives de qualité.

La norme 19114 établit un cadre de travail de procédure d'évaluation de la qualité pour un jeu de données géospatiales afin que les producteurs puissent valider les spécifications de leur produit et les besoins des utilisateurs.

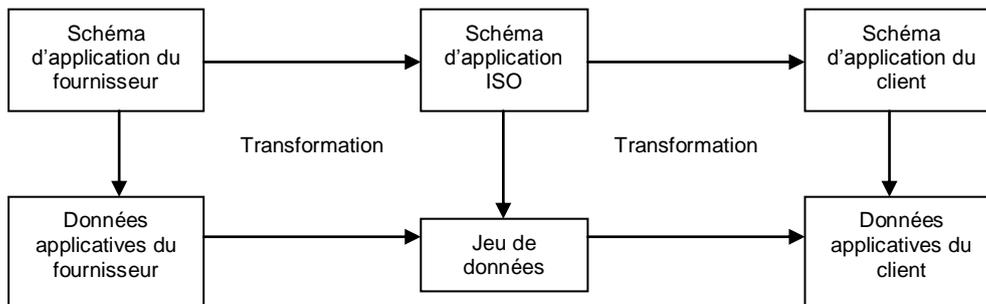
Le schéma d'application est une documentation complète du jeu de données, en se basant sur ce dernier il est plus facile d'adapter son jeu de données à celui de son client pour un transfert de données. La figure 4 montre comment transférer un jeu de données d'un fournisseur vers un client en utilisant un schéma d'application unique comme protocole d'échange.

Etapes :

1. Le client et le fournisseur se mettent d'accord pour la création d'un schéma d'application pour l'échange de données. Ce schéma d'application doit être développé en utilisant les schémas d'application du client et du fournisseur.
2. Le fournisseur doit être capable de transformer ces données applicatives en jeu de données selon le schéma d'application défini par les 2 parties.
3. Le client doit être capable de transformer le jeu de données en données de son schéma d'application.

Remarque : le schéma d'application ne suffit pas forcément pour la compréhension totale du jeu de données, l'ensemble du niveau modèle applicatif, à savoir le catalogue d'entités et le schéma de métadonnées en plus du schéma d'application devrait être idéalement transmise au client.

Figure 4 - L'échange de données selon un schéma d'application

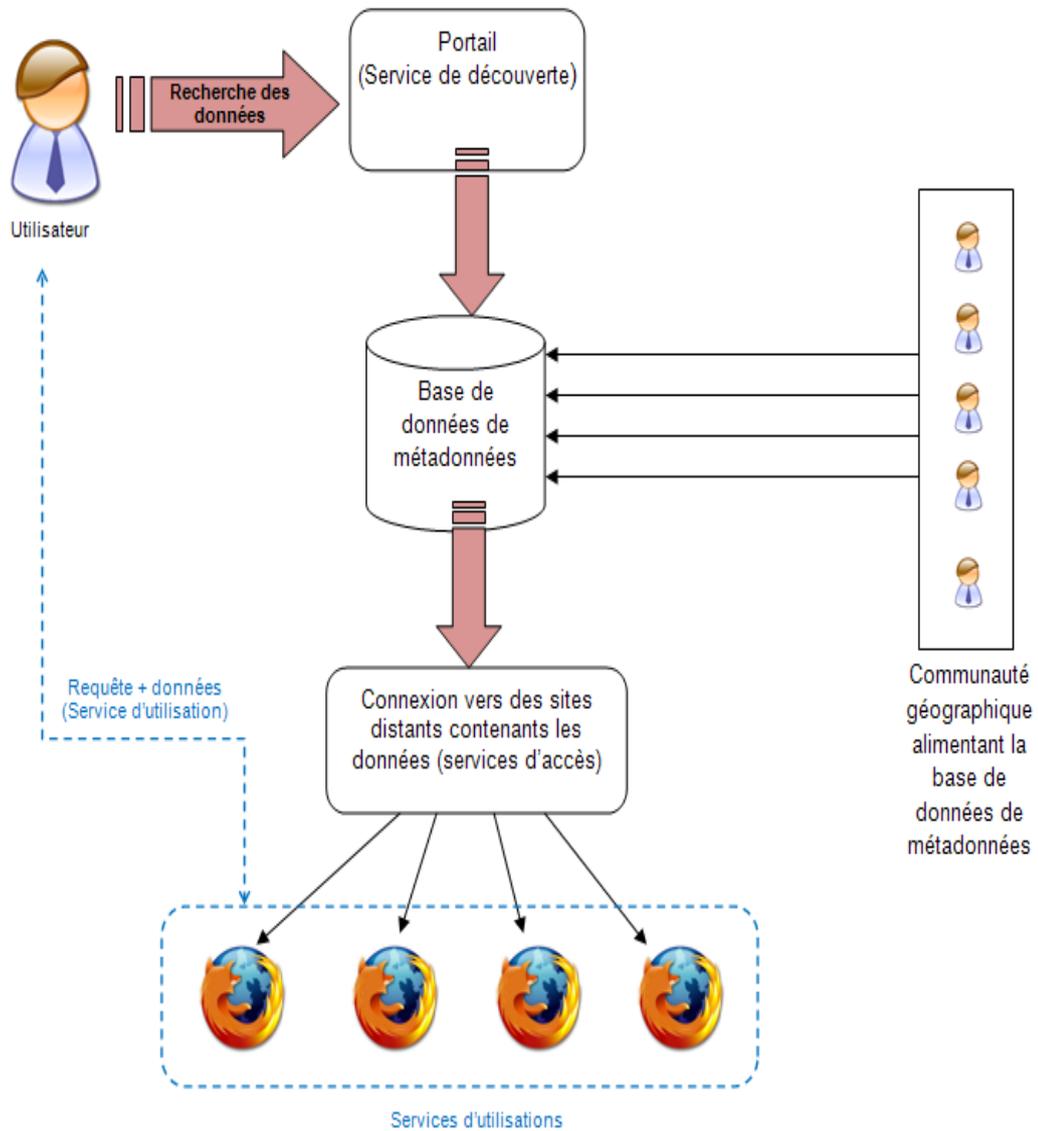


Source : ISO 19109

3.6.1.4 Le schéma des métadonnées

Un jeu de données est décrit par une métadonnée. La norme ISO 19115 définit un schéma pour les métadonnées. Les sections de ce schéma sont classées en sections obligatoires et optionnelles. Ces sections contiennent par exemple des informations sur l'auteur, les fréquences de mise à jour, la provenance, le type de données, la zone couverte par le jeu de données, l'URL de la base de données etc. Les métadonnées sont essentielles pour la création et la mise en œuvre du service de découverte (portail) (voir figure 5); en effet un portail se fonde sur un catalogue de métadonnées décrivant un ensemble de jeux de données pour satisfaire des requêtes d'utilisateurs portant sur la disponibilité de certaines données : les requêtes sont définies par exemple par des choix dans des listes préétablies correspondant à des sections des métadonnées, le portail sélectionne les métadonnées correspondantes et les soumet à l'utilisateur.

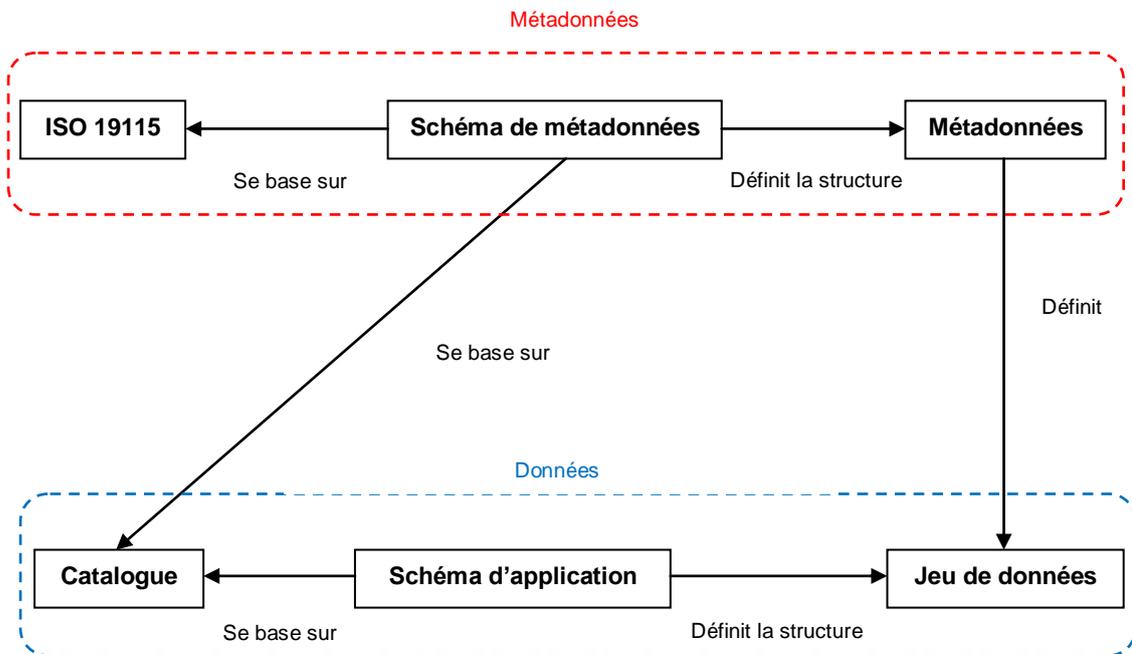
Figure 5 - Utilisation des métadonnées dans un portail



3.6.1.5 Le Jeux de données et métadonnées associées

Le schéma d'application (19109) se réfère au catalogue d'entités (19110) pour la définition d'un jeu de données et le schéma des métadonnées se réfère au catalogue d'entité (19110) et à la norme ISO 19115 pour la définition des métadonnées qui vont documenter le jeu de données (voir figure 6).

Figure 6 – Relation des métadonnées et données

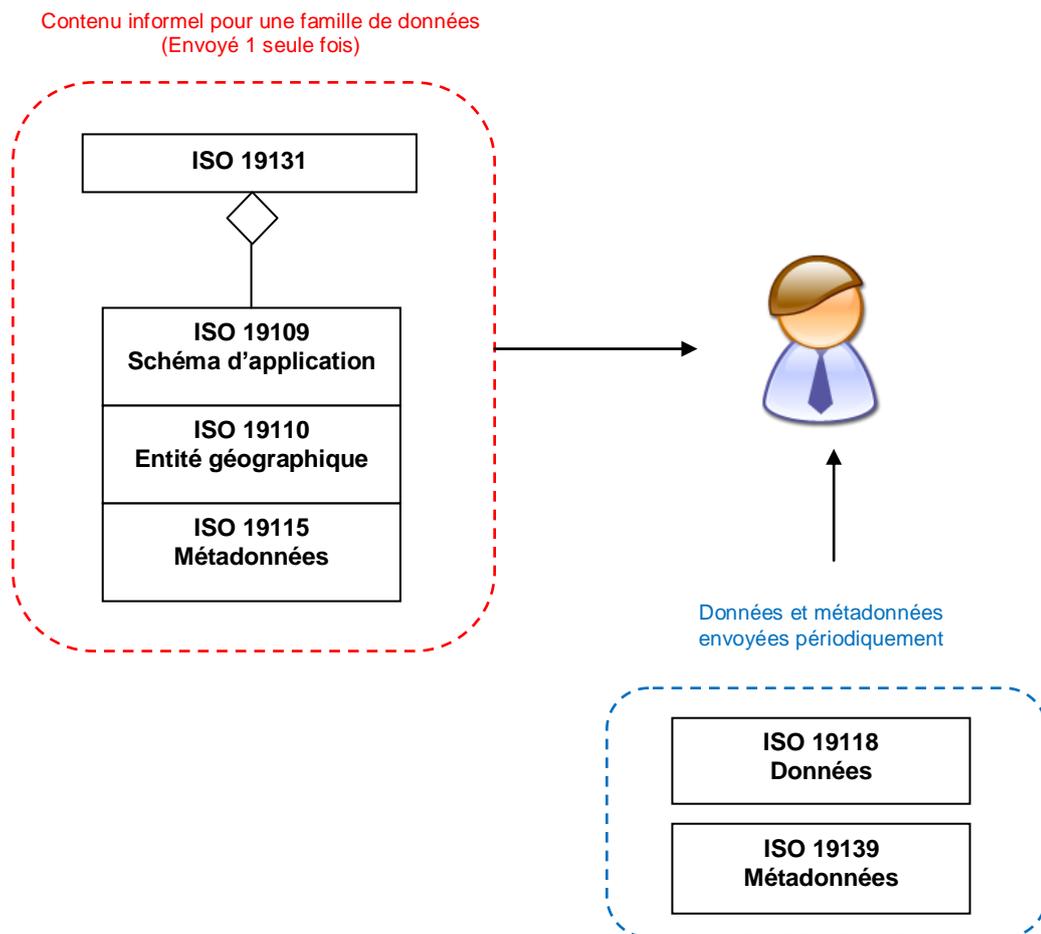


3.6.1.6 Spécifications de contenu informationnel

Pour faciliter le transfert des données et des métadonnées, la série 19100 définit des règles de codage indépendantes des méthodes ou systèmes utilisés pour la mise en œuvre des SIG. La norme 19118 définit les règles de codage du jeu de données au format XML et la spécification technique 19139 celles de codage des métadonnées au format XML.

A la manière d'un abonnement l'utilisateur reçoit tous d'abord la documentation complète des données pour une même famille de produits et reçoit ensuite périodiquement les données et métadonnées associées. Le traitement de ces données reçus de façon périodiques se fait alors très facilement car la documentation est connue depuis le début (voir figure 7).

Figure 7 – Encodage et échange des données



La spécification de contenu informationnel est une description détaillée d'un jeu de données ou d'une série de jeux de données permettant la création, l'utilisation et la diffusion de ces jeux de données. C'est une description technique précise du produit en termes de besoin. La spécification de contenu informationnel définit comment un jeu de donnée devrait être. Les métadonnées associées avec le produit devraient définir comment est le produit.

La spécification peut être :

- Créée par des développeurs pour spécifier leur produit
- Utilisée par les utilisateurs pour faire état de leurs besoins

Le but de l'ISO 19131 est de proposer un guide pour la création de la spécification de contenu informationnel et de produire une liste complète d'items utilisés pour spécifier les produits.

La spécification de contenu informationnel devrait contenir :

- Le catalogue d'entités
- Le schéma d'application
- Le schéma de métadonnées

De ce fait l'échange des données est faite de manière standardisée ; l'utilisateur va recevoir en plus des données une documentation très complexe pour qu'il puisse comprendre, analyser et interpréter les données de façon à ce qu'il puisse les adapter à son environnement de manière plus bien plus rapide et précise qu'il en aurait été si on lui avait transmis directement les données sans aucune documentation annexe.

L'annexe 1 de ce document présente un exemple d'échange de données.

3.6.1.7 L'imagerie

Les normes suivantes sont spécialisées dans le domaine de l'imagerie :

- 19121 : Imagerie et données rectangulaires
- 19123 : Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture
- 19124 : la composante d'imagerie et données rectangulaires
- 19129 : Structure de données pour les images, les matrices et les mosaïques
- 19130 : Modèles de données de capteurs pour l'imagerie et les données rectangulaires

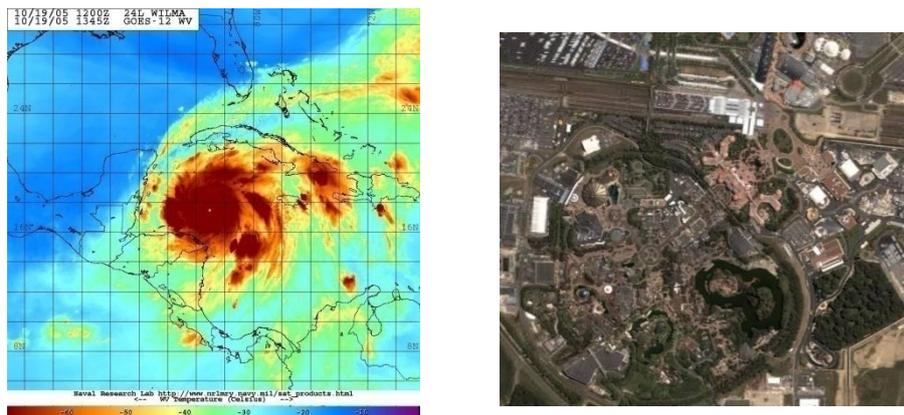
Toutes ces normes fournissent un ensemble de règles et de procédures pour la création, la récupération ou la modification de cartes et de matrices.

Il y a 2 modes de représentation de l'information dans un SIG

3.6.1.7.1 Le format Raster

Le mode raster permet de stocker de l'information relative à des plans ou diverses images (voir figure 8). Les données sont stockées dans une matrice de pixels composant l'image. Chaque point de la carte peut contenir diverses entités (température, route, lac etc.)

Figure 8 – Imagerie format Raster



3.6.1.7.2 Le format Vecteur

Représentation d'entités géographiques telles que les routes, lacs, maisons, panneaux, chemin de fer etc. (voir figure 9). Ceux-ci peuvent être de 3 types :

- Point : représente des entités élémentaires (balise, panneaux, etc.)
- Multi-ligne : permet de représenter des courbes telles que des routes ou des rivières
- Polygone : permet de représenter des surfaces comme des pays ou des lacs

Figure 9 – Imagerie format Vecteur

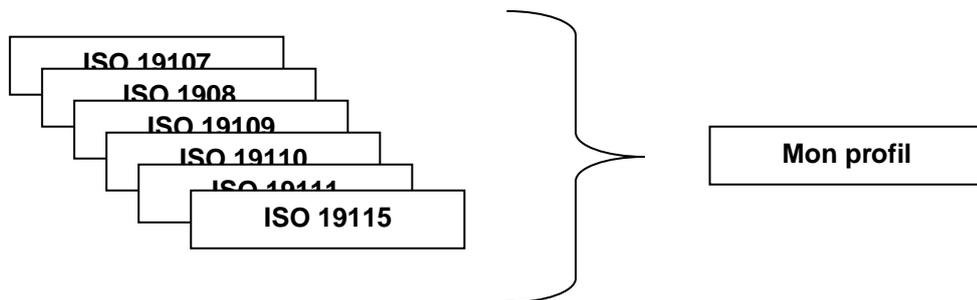


3.6.1.8 Harmonisation des modèles

L'harmonisation des modèles est favorisée par l'échange et le partage des informations suivantes entre les diverses communautés géographiques: les profils et notamment les catalogues. En effet, ces informations peuvent être utilisées comme des références croisées, évitant ainsi des duplications dans les définitions des entités.

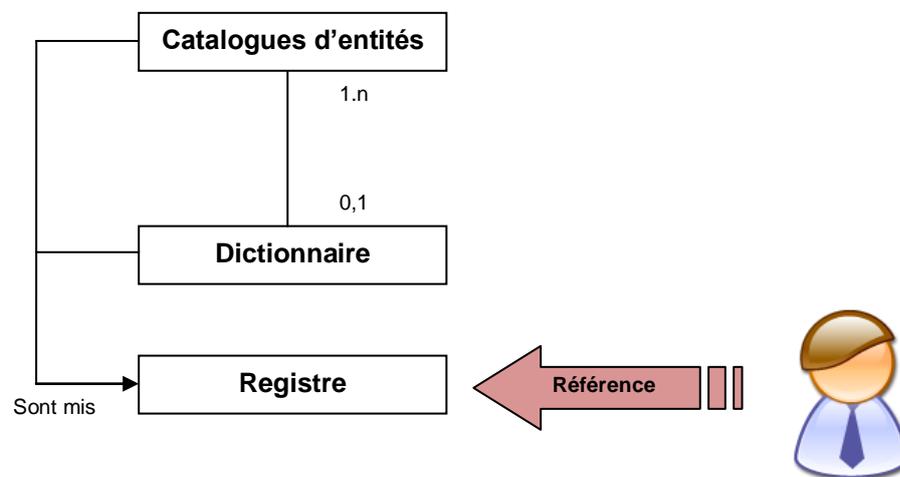
La série 19100 constitue un ensemble complexe de normes ; un utilisateur n'a pas le besoin ni l'intérêt à mettre en œuvre l'ensemble de la série, mais uniquement une partie définie dans un profil (ISO 19106). Un profil peut être enregistré comme une norme ISO (voir figure 10).

Figure 10 – Profils



Le catalogue et le dictionnaire des entités peuvent être gérés comme des registres (ISO 19126 et ISO 19135) afin de servir de sources et de références pour des registres similaires gérés par diverses communautés géographiques (voir figure 11).

Figure 11 – Registres, dictionnaire et catalogue



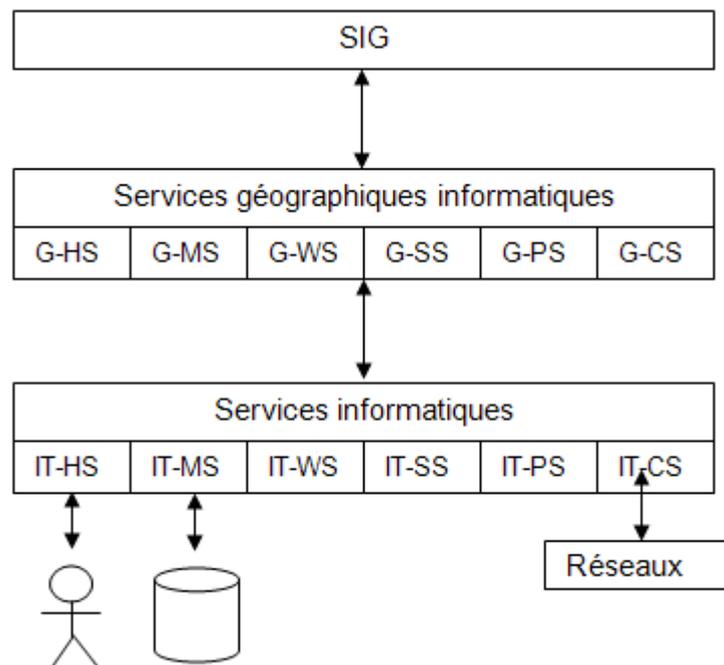
3.6.2 Les services d'accès à et échange de l'information géographique

3.6.2.1 L'architecture des services

Le modèle de référence pour l'architecture des services pour la série ISO 19100 est une implémentation du modèle de référence de l'environnement des systèmes ouverts (OSE).

Selon la norme ISO 19119, un service est une partie distincte d'une fonctionnalité qui est fournie par une entité à travers une interface. Les services fournissent des capacités de manipuler, transformer, gérer et représenter l'information et sont essentiels pour l'interopérabilité entre systèmes distants et différents. On distingue 6 principaux types de services informatiques, auxquels on associe les services géographiques informatiques qui servent d'interfaces (API) entre les services informatiques et les SIG (voir figure 12).

Figure 12 – Architecture des services



Source : 19101

- *Le service d'interactions humaines (HS)*

Les services HS gèrent les interfaces entre l'homme et les SIG. La norme 19117 définit un schéma décrivant la représentation de l'information géographique dans une forme compréhensible par les humains, y compris une méthodologie de la description des symboles. Cette norme ne porte pas sur la normalisation des symboles

- *Le service de gestion des modèles (MS)*

Les services MS gèrent la gestion et la manipulation et du stockage des métadonnées, des schémas d'application et de jeux de données. Ces services sont fondés sur les normes, qui normalisent la structure des catalogues d'entités, des schémas d'application et des schémas de métadonnées (19107, 19108, 19109, 19110, 19111, 19112, 19113, 19114 et 19115).

- *Le service de tâches (WS)*

Les services WS concernent les flux de tâches associées à l'information géographique, y compris le traitement des commandes d'achat et de vente d'informations géographiques (ISO 19119).

- *Le service de gestion du système (SS)*

Les services SS concernent la gestion des utilisateurs et la gestion des performances. (ISO 19119).

- *Le service de traitement (PS)*

Les services PS concernent le traitement de l'information (calculs, transformation, conversion de données etc.). La norme 19116 est un exemple de conversion de coordonnées.

- *Le service de communication (CS)*

Les services CS concernent l'encodage et le transfert d'informations géographiques dans un réseau. La norme 19118 spécifie les besoins pour la définition de règles de codage pour l'échange de données géographiques. Une règle de codage permet à l'information géographique définie par un schéma d'application d'être codée dans une structure de données indépendante appropriée au transport et au stockage. La norme 19118 définit les règles de codage basées sur des schémas UML, la création de service de codage et les règles de codage XML. La série ISO 19100 définit plusieurs types de services :

- 19128 : les services de cartographie web qui permettent de retourner des cartes et des images (voir paragraphe suivant)
- 19132-33-34 : les services basés sur la localisation qui permettent à un utilisateur nomade d'avoir accès à des services géographiques de type GPS ou de tracking ;
- 19142 : les services d'entité web qui permettent de récupérer des entités.

3.7 Synthèse des normes OGC

L'OGC a deux groupes de standards, la présentation des données et les services.

Les paragraphes suivants vont décrire les normes les plus importantes dans chacun des groupes.

3.7.1 Présentation des données

- *Geographic Markup Language – GML (ISO 19136)*

Le GML fournit un environnement de travail ouvert et neutre pour l'encodage en XML de la description du schéma d'application ainsi que transport et le stockage de l'information géographique.

- *KML (Keyhole Markup Language-en évaluation),*

C'est un format de données permettant de modéliser, transporter et stocker des données en format KML. Le .KML est un format typique à Google (suite à l'achat de la compagnie Keyhole) et est exploité dans les produits Google Earth, Google Maps et Google Mobile. Les produits Google étant tellement populaires, ce format a été dernièrement soumis à l'étude de l'OGC, afin d'étudier la possibilité d'en faire une norme, tout comme le .GML, avec lequel il partage quelques similarités de structure et de grammaire. Les membres de l'OGC seront consultés à ce sujet en mars prochain.

Source : http://www.gis.ethz.ch/Interoperability2005/Text/Interop_05_FR.pdf

- *Sensor Model Language (SML)*

Ce document définit les composantes des traitements associés à la mesure et la transformation après mesure des observations.

- *Observations and Measurements (Observations et mesures)*

Une observation est une action dont le résultat est associé à une valeur qui décrit un phénomène ; elle est modélisée en tant qu'entité. Le document traite de la description et l'encodage pour les observations et les mesures modélisées en tant que schéma d'application.

- *Coordinate Transformation (La transformation de coordonnées)*

Cette norme fournit une interface en ce qui concerne les systèmes de coordonnées et les transformations des coordonnées. Elle fournit également un package de systèmes de coordonnées pour la gestion de dimensions multiples (nD).

- *Simple Feature (ISO 19125-1)*

Ce document décrit l'architecture commune pour les entités géographiques simples (point, courbe, surface, etc.).

3.7.2 Les services

- *Catalogue Service (Le service de catalogue)*

Ce document OGC spécifie les interfaces et l'environnement de travail pour la publication et l'accès aux catalogues de métadonnées par des requêtes.

- *Filter Encoding (L'encodage de filtre) (ISO 19143)*

Ce document fournit un outil de filtrage de données en langage XML afin de retourner un sous ensemble de jeu de données selon des critères spécifiques.

- *Geospatial Extensible Access Control Markup Language – GeoXACML*

Ce document traite du contrôle et de la protection d'accès aux données géographiques.

- *Grid Coverage Service*

Ce document fournit une interface qui permet la communication entre les systèmes dans le but d'interroger, visualiser et traiter des images de type raster.

- *Sensor Observation Service*

Ce document établit les protocoles permettant l'accès aux observations en provenance de capteurs ou de système de capteurs d'une manière normalisée.

- *Sensor Planning Service :*

Ce document définit une interface pour programmer des capteurs. Par exemple cet interface peut être utilisé pour piloter une caméra.

- *Simple Feature SQL (ISO 19125-2)*

Ce document fournit un standard (SQL) pour le stockage, la récupération, l'insertion et la mise à jour d'entités géographiques.

- *Web Coverage Service*

Il fournit un accès très détaillé à des jeux de données complexes couvrant une zone qui peuvent être interprétés et exploités au lieu d'être simplement affichés.

Le WCS fournit trois opérations

- *GetCapabilities* : retourne un fichier XML qui décrit le service ainsi qu'une brève description des jeux de données qui peuvent être demandés par le client
- *DescribeCoverage* : retourne un fichier XML de la description complète et détaillée du jeu de données demandé par le client
- *GetCoverage* : retourne le jeu de données-demandé par le client

- *Le Web Feature Service (ISO 19142)*

Il fournit des opérations de création, modification, suppression et d'interrogation sur un magasin de données pour des instances de données géographiques.

Les données sont retournées au format GML et les opérations sont invoquées en utilisant le protocole HTTP.

Cette norme définit comment coder les messages de requêtes ainsi que les réponses.

- *Web Map Service (ISO 19128)*

Le Web Map Service (WMS) définit des procédures pour accéder à des cartes de données spatiales référencées dynamiquement pour l'information géographique. Une carte est une représentation d'informations géographiques telle qu'une image digitale pouvant être affichée sur un écran d'ordinateur par exemple aux formats PNG, GIF ou JPEG.

Cette norme spécifie 3 procédures

- *getCapabilities* : retourner la description de la carte depuis un server
- *getMap* : retourner la carte depuis un server
- *getFeatureInfo* : interroger le serveur sur les entités affichables sur la carte

3.8 Complémentarité des normes OGC et ISO

De nombreuses entreprises sont des membres actifs de l'OGC et attendent d'elle la définition d'interfaces communes plutôt que de devoir les développer elles-mêmes y compris les adaptations nécessaires entre des interfaces non-interopérables, et plutôt que devoir un jour adapter leur propre interface à des normes imposées par l'ISO.

Les membres de l'ISO sont d'abord les agences nationales de normalisation et s'intéressent plus aux aspects méthodologie et modélisation.

Les travaux des deux organismes sont ainsi complémentaires. Ceci explique que l'ISO a adopté 5 normes OGC et que l'OGC a repris les aspects méthodologie et modélisation de l'ISO dans ses documents de base. Dans le futur on peut s'attendre à ce que l'ISO adopte d'autres normes OGC, comme la norme KML.

4. Applications de la normalisation à la mise en œuvre de SIG interopérables

4.1 Les enjeux

L'OGC et l'ISO travaillent depuis plus de 10 ans dans le développement de normes visant à faciliter l'interopérabilité des SIG.

Il y a une prise de conscience évidente de point de vue socio-économique et un intérêt commun de partager les bases de données afin de permettre aux utilisateurs (entreprise, particulier) d'avoir accès à l'information géographique de tous pays à travers le monde.

Des organismes internationaux comme l'ONU et la Commission Européenne ont commencé depuis quelques années à considérer la mise en œuvre de ces normes.

4.2 L'application des normes dans le monde

Le groupe de travail géographique de l'information des Nations Unies (UNGIWG) est un réseau des professionnels travaillant dans les domaines de la cartographie et de la science de l'information géographique à établir l'infrastructure spatiale de données de l'ONU requise pour réaliser le développement durable. L'UNGIWG traite les questions relatives aux SIG et a notamment la création de l'infrastructure de données spatiales pour les Nations Unies (UNSDI)

La vision d'UNSDI est celle d'un cadre géospatiale complet et décentralisé de l'information qui facilite la prise de décision à de divers niveaux en permettant l'accès, la récupération et la diffusion des données et des services géospatiale d'une manière rapide.

Source : <http://www.unqiwg.org>

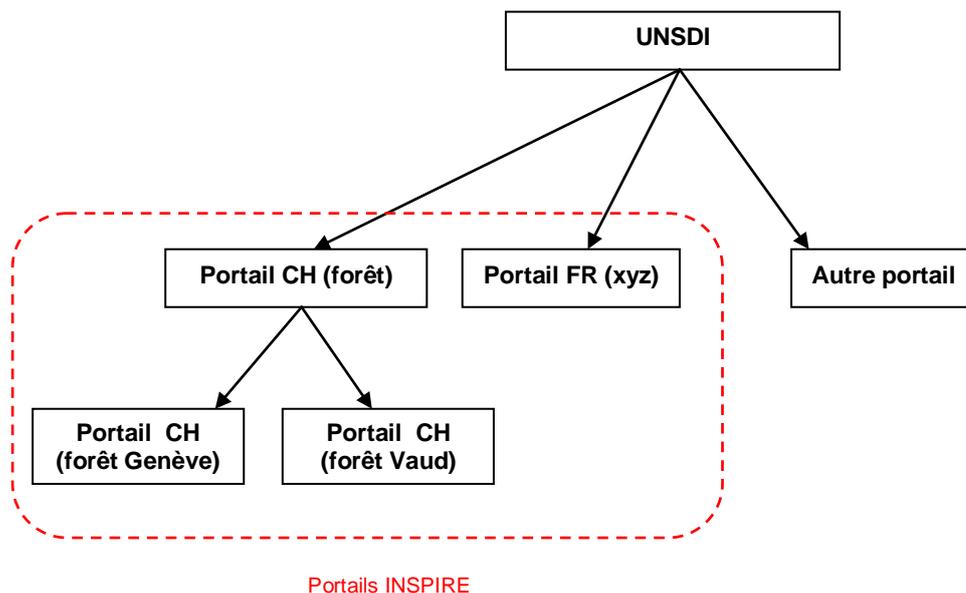
L'UNSDI est une infrastructure de données spatiales pour les nations unies, un portail de l'information géospatiale. Le portail de l'UNSDI peut se voir comme un super portail qui permet d'accéder directement via une recherche à des portails spécifiques contenant des liens vers l'information recherchée.

Exemple :

Un utilisateur veut connaître les informations relatives aux forêts en suisse romande.

L'utilisateur ne sait pas où rechercher ses informations ; il peut donc se rendre sur le portail de l'UNSDI et effectuer une recherche en cascade qui va le conduire vers les portails de Suisse Romande concernant les forêts (voir figure 13).

Figure 13 – chaînage des portails

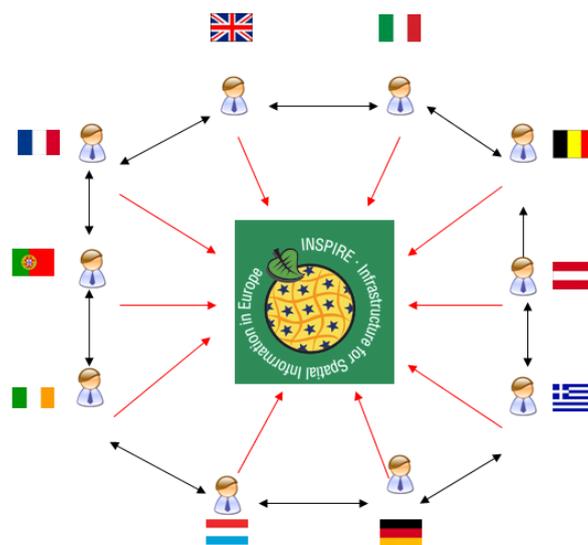


4.3 L'application des normes en Europe

INSPIRE est une initiative de la Communauté Européenne pour la surveillance environnementale de la Terre, qui a pour but la création d'une infrastructure de données géographiques normalisées fondée sur les normes ISO. Le but de cette infrastructure est d'assister les prises de décisions et les activités en rapport avec l'environnement. Les pays membres devront se conformer aux règles de mise en œuvre pour assurer l'interopérabilité, mettre en place les différents services (accès, affichage etc.) et tenir à jour leurs métadonnées. Toute administration publique ayant des rapports avec l'environnement devra se conformer à cette initiative.

Si tous les pays Européens harmonisent leurs données, leurs services et leurs échanges, les enjeux seront conséquents pour les pays membres, car la connaissance sera désormais partagée avec un gain de temps énorme (recherche, transformation etc.) Les utilisateurs du système INSPIRE seront nombreux, comme les différentes autorités de tout niveau pour l'aide à leur prise de décision, les collectivités territoriales, les universités et les organismes de recherche et le public (voir figure 14).

Figure 14 – Inspire



Il y a 34 types de données géographiques réparties dans 3 Annexes qui correspondent à un ordre de priorité pour l'application de la norme : les données de l'Annexe doivent être mises à disposition en 1er etc.

Tableau 4 – Annexe Inspire

Annexe I	Annexe III
Référentiels de coordonnées	Unités statistiques
Système de maillage géographique	Bâtiments
Dénomination géographique	Sols
Unités administratives	Usage des sols
Parcelles cadastrales	Santé et sécurité des personnes
Réseaux de transport	Services d'utilité publique et services publics
Hydrographie	Installation de suivi environnemental
Site protégés	Lieux de production et site industriels
	Installations agricoles et aquacoles
Annexe II	Répartition de la population / démographie
Altitude	Zone de gestion, de restriction ou de réglementation et unités de déclaration
Occupation des terres	Zones à risques naturels
Ortho-imagerie	Conditions atmosphériques
Géologie	Caractéristiques géographiques météorologiques
	Caractéristiques géographiques océanographiques
	Régions maritimes
	Régions biogéographiques
	Habitats biotopes
	Répartition des espèces
	Sources d'énergie
	Ressources minérales

4.3.1 Méthodologie INSPIRE

Afin d'assurer que les infrastructures des membres soient compatibles et transparentes à travers le réseau, il est nécessaire d'adopter des règles communes

Les règles portent sur les données et les métadonnées

- *Les métadonnées*

La norme ISO 19115 (métadonnées) et la norme ISO 19119 (services) ont été identifiées comme normes de base pour la réalisation de ces règles communes sur les métadonnées. INSPIRE spécifie tous les éléments de qualités et les sous-éléments qui doivent être fournis en accord avec l'ISO 19113 et l'ISO 19138.

- *Les données*

INSPIRE définit un modèle conceptuel de très haut niveau commun aux thèmes très divers d'INSPIRE se basant sur la série 19100. INSPIRE a développé une méthodologie pour le développement de l'harmonisation et la spécification des données, elle est fondée sur une approche cyclique et sur les besoins des utilisateurs.

Les spécifications des données se fonde sur les thèmes d'INSPIRE mais le processus de développement se base sur des use-cases.

Etapes :

- *Développement des USE-CASE*

Les besoins des utilisateurs sont définis sous la forme de use-cases qui vont permettre la description de la vue du monde réel. Cette description est faite selon les règles établies dans la norme ISO 19103 (langage de schéma conceptuel) pour le langage UML.

- *Initialisation du développement des spécifications des données*

Un expert de l'information géographique va transformer ces use-cases en une première spécification de données selon les règles de la norme ISO 19131 (Spécifications de contenu informationnel) ainsi qu'un 1er schéma d'application pour faciliter les prochaines étapes.

- *L'analyse AS-IS*

Cette étape analyse l'information disponible de chaque état membre disponible pour un thème particulier. (base de données, PDF, documents divers etc.)

- *L'analyse GAP*

Cette étape compare le résultat de chaque analyse AS-IS avec le 1er schéma d'application et contrôle si les ressources sont suffisantes pour satisfaire les besoins des utilisateurs.

- *Développement des spécifications des données*

Développement des spécifications de contenu informationnel selon la norme ISO 19131 et le langage de schéma conceptuel définis dans la norme ISO 19103 (UML)

Cette étape se centre sur :

- L'identification des entités (ISO 19110) et le développement d'un catalogue d'entités associé (ISO 19126)
- Le développement d'un schéma d'application (ISO 19109) et le développement d'un schéma d'application GML pour le transfert (ISO 19136)
- *Implémentation et Test*

Les résultats des étapes précédentes sont testés dans des conditions réelles.

4.3.2 Les services

Un service de découverte donne accès à un catalogue de métadonnées ; les métadonnées sont des informations qui permettent de rendre les ressources compréhensibles et partageables pour les utilisateurs.

Le service de découverte INSPIRE permet de consulter des catalogues qui vont contenir des métadonnées sur des données spatiales.

Les catalogues permettent de :

- D'organiser et de gérer les données pour la découverte et l'accès
- De découvrir de l'information provenant de plusieurs sources
- De récupérer et de stocker les ressources indexées par le catalogue

Il y a 5 services pour les besoins de la directive INSPIRE

- Les services de découverte
- Les services d'affichage
- Les services de téléchargement
- Les services de transformation
- Les services qui permettent l'invocation des services de données spatiales

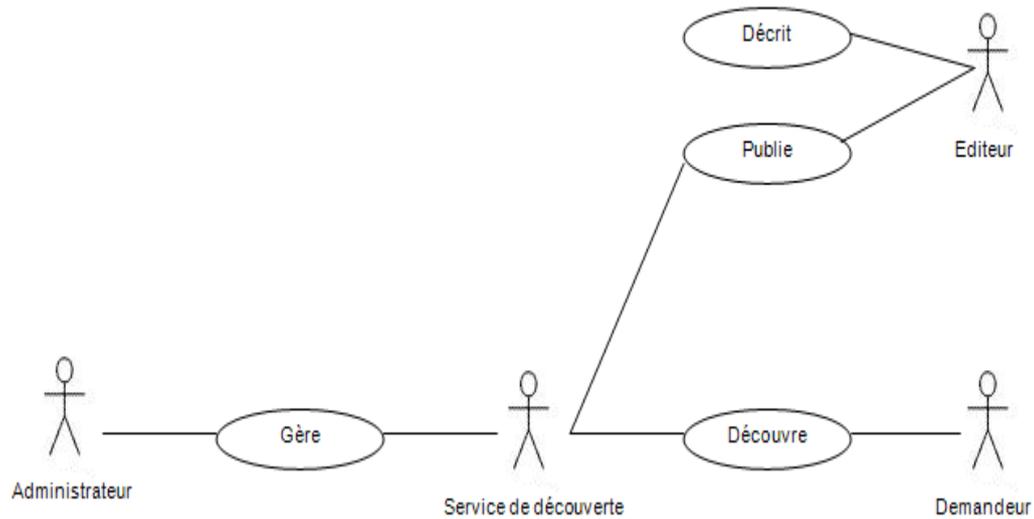
Les services les plus fondamentaux sont le service de découverte et le service d'affichage

Les normes ISO utilisées sont les suivantes

- 19115 : les métadonnées utilisées dans le service de découverte.
- 19119 : la création de services
- 19128 : le service de cartographie (WMS)
- 19139 : l'encodage des métadonnées en XML pour le transfert et l'échange

4.3.2.1 Service de découverte

Figure 15 – Use Case : service de découverte



Source : Draft implementing rules for discovery and view services

Les acteurs :

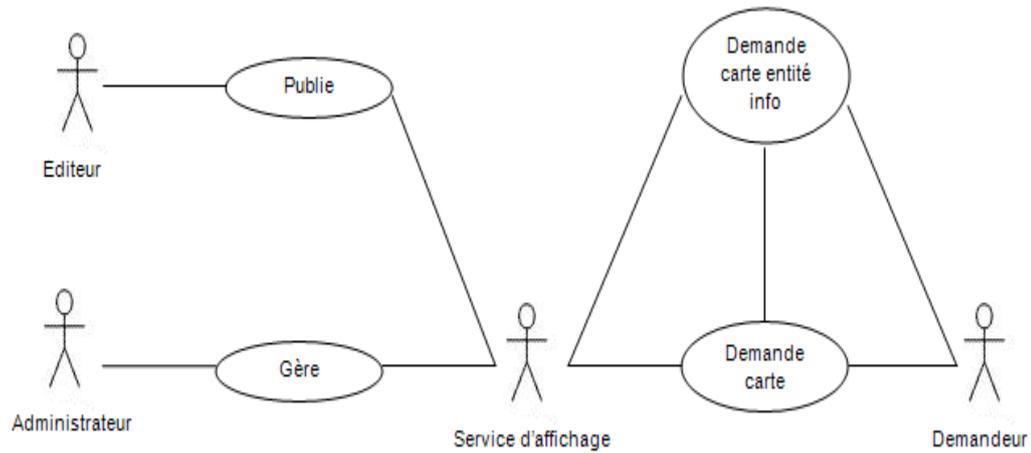
- L'éditeur : il publie des métadonnées dans un catalogue
- Le demandeur : il cherche des métadonnées dans un catalogue
- Le service de découverte : le système qui prend en charge la découverte et la publication
- Administrateur : il gère le service de découverte

Le Use case :

- Décrit : l'éditeur décrit sa ressource (la description des métadonnées)
- Publie : l'éditeur publie sa ressource dans un catalogue (les métadonnées)
- Découvre : le demandeur découvre une ressource après avoir interrogé le serveur
- Gère : la gestion du service de découverte

4.3.2.2 Service d'affichage

Figure 16 – Use Case : service d'affichage



Source : Draft implementing rules for discovery and view services

Les acteurs :

- L'éditeur : il publie des couches à travers un service d'affichage
- Le demandeur : il cherche des couches et veut les visualiser
- Le service de découverte : système qui permet l'affichage d'une ou plusieurs couches
- Administrateur : il gère le service d'affichage

Le Use case :

- Publie : l'éditeur publie ses couches
- Demande carte : le demandeur demande la carte de cette couche
- Demande carte entité info : une fois la carte reçue, le demandeur peut demander des informations sur les entités pointé sur la carte
- Gère : la gestion du service d'affichage

5. Conclusion

5.1 Application des normes ISO et OGC

5.1.1 Services de découverte et d'accès aux données et métadonnées

Les normes ISO développées sur l'initiative des agences nationales de normalisation et les normes OGC développées sur l'initiative des industries définissent des interfaces normalisées entre des Infrastructures de Données spatiales (IDS) associées aux SIG. L'application de ces interfaces normalisées pour la mise en œuvre d'IDS et SIG associées est essentielle pour faciliter le développement et la mise en œuvre de services de découverte et d'accès aux données et métadonnées.

5.1.2 Description, représentation et utilisation des données et métadonnées

Les normes ISO et OGC offrent des méthodologies normalisées pour la description des données, des métadonnées et des services fondées sur des concepts de modélisations du monde réel. C'est un facteur essentiel d'interopérabilité de SIG, facilitant l'utilisation des services et des données. L'harmonisation des modèles est favorisée par l'échange et le partage des profils de la mise en œuvre des normes et les catalogues d'entités entre les diverses communautés géographiques. En effet, ces informations peuvent être utilisées comme références croisées, évitant ainsi des duplications dans les définitions des entités.

5.2 Mise en œuvre de SIG interopérables

Les systèmes d'information géographiques sont des systèmes complexes utilisés et appelés à être de plus en plus utilisées par les entreprises et les particuliers à travers le monde ; en effet leur utilisation répond aux besoins en information géographique dans de nombreux domaines, en particulier celui du développement durable et le contrôle de l'environnement. L'interopérabilité est essentielle afin de gagner en temps et en traitement dans développement et la mise en œuvre de SIG.

L'évolution des technologies de l'information (web, portail) et l'évolution de la normalisation grâce aux travaux de l'ISO et de l'OGC contribuent conjointement au développement et la mise en œuvre efficace de SIG interopérables.

Des initiatives mondiales comme celle d'UNSID et des initiatives régionales comme en Europe celle d'INSPIRE, fondées sur les normes ISO et OGC, ouvrent la voie à des services de découverte et d'accès aux données spatiales pour tous. Les SIG deviendront un jour tous accessibles à travers un chaînage ou une hiérarchie de portails.

Bibliographie

- Source principales

Normes ISO 19100 : <http://www.isotc211.org/>

Normes OGC : <http://www.opengeospatial.org/standards/>

INSPIRE : <http://www.ec-gis.org/inspire/>

Google Earth : <http://earth.google.com/>

- Sources secondaires

OGC abstract specifications :

http://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact_id=7560

United Nation Geographical Information Working Group : <http://www.ungiwg.org>

OGC (GML, WMS, WFS) :

http://www.gis.ethz.ch/Interoperability2005/Text/Interop_05_FR.pdf

À propos de l'ISO : <http://www.iso.org/iso/fr/about.htm>

ISO Business Plan :

http://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2122/687806/ISO_TC_211_Geographic_information_Geomatics_.pdf?nodeid=1002196&vernum=0

Définition IGS :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_d%27information_g%C3%A9ographique

Définition SDI : http://fr.wikipedia.org/wiki/Spatial_Data_Infrastructure

Annexe 1 : Exemple d'application des normes ISO et OGC pour la présentation des métadonnées et données

L'exemple reprend le cas exposé dans l'introduction (figure 1) :

Un client, par exemple une société de services de consultants, a besoin d'accéder à des informations sur des villes, des aéroports, des vols d'une compagnie aérienne et des phénomènes naturels dangereux pouvant survenir en France, et souhaite les présenter sur une même carte. Les SIG suivants vont lui faire permettre d'accéder à ces informations en appliquant les normes ISO:

- L'IGN fournit les informations sur les villes ;
- L'administration de la circulation aérienne fournit les informations sur les aéroports ;
- La compagnie aérienne fournit les informations sur les vols ;
- La sécurité civile fournit les informations sur des phénomènes naturels dangereux.

La figure 17 montre la séquence d'étapes (organigramme) suivie par chacun des 4 SIG pour préparer les 5 fichiers suivants : le catalogue d'entités (voir 3.6.1.2), le schéma d'application des métadonnées (voir 3.6.1.4), le schéma d'application des données (voir 3.6.1.3), l'instance de métadonnées et l'instance de données (voir 3.6.1.5) selon les normes ISO de la série 19100.

Les catalogues d'entités ont des références croisées afin de partager les sources (voir 3.6.1.8 – harmonisation des modèles) ; ainsi le catalogue d'entités de la compagnie aérienne se réfère pour la définition des aéroports à celui de l'administration de la circulation aérienne qui se réfère à celui de l'IGN pour la définition des villes (voir figure 18).

Les métadonnées des 4 SIG sont placées dans des portails fournissant des services de découverte (voir figure 2); grâce au chaînage de portails (voir 4.2), le client peut effectuer une recherche des informations, notamment en utilisant les mots clés (keywords) inclus dans les métadonnées. Le résumé du contenu des données inclus dans le champ « abstract » des métadonnées est renvoyé par le portail pour lui permettre de confirmer la sélection des données. Les adresses URL inclus dans les métadonnées permettent d'identifier et d'accéder aux serveurs qui fournissent des services d'accès et d'utilisation des données (voir figure 2). Le client peut accéder aux

catalogues d'entités, aux schémas d'application des métadonnées, aux schémas d'application des données et aux instances de métadonnées et de données.

L'intégration de ces données dans le SIG du client et leur traitement sont grandement facilités par le fait que ces fichiers sont décrits et présentés selon la même méthodologie grâce à l'application des normes ISO. Le catalogue d'entités est essentiel pour comprendre le contenu des données et les utiliser, notamment grâce aux définitions ; le schéma d'application des données décrit l'organisation et la structure des données, et facilite l'importation des données dans le SIG.

Le traitement par le client consiste à présenter les informations sous forme de fichiers en format KML tel que normalisé par l'OGC (voir 3.7.1). Les données des fichiers KML peuvent être visualisées sous Google Earth par superposition de couches (voir figures 1 et 19).

Présentation des fichiers de l'exemple

Les fichiers de l'exemple se trouvent dans le dossier « EXEMPLE » ; chaque sous-dossier représente un des organismes cité dans la page ci-dessus. Chacun de ses sous-dossier contient deux dossiers, un nommé « IN » qui contient les fichiers bruts ainsi que la documentation attachée à ces fichiers et un dossier nommé « OUT » contenant les fichiers KML pour la représentation des données sous Google Earth. Les éléments ou champs des schémas d'application des métadonnées (ISO 19115) ont été limités à l'essentiel afin de simplifier la présentation des métadonnées.

Figure 17 - Organigramme de méthodologie

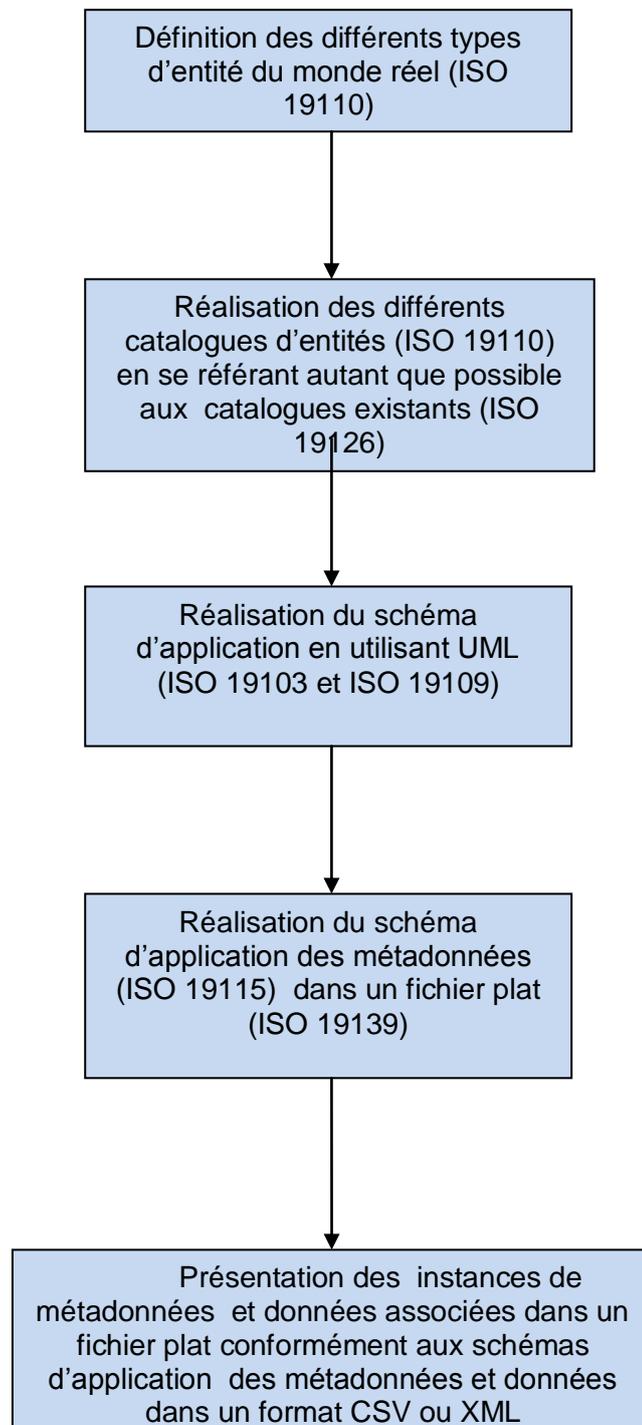


Figure 18 – Communication entre SIG

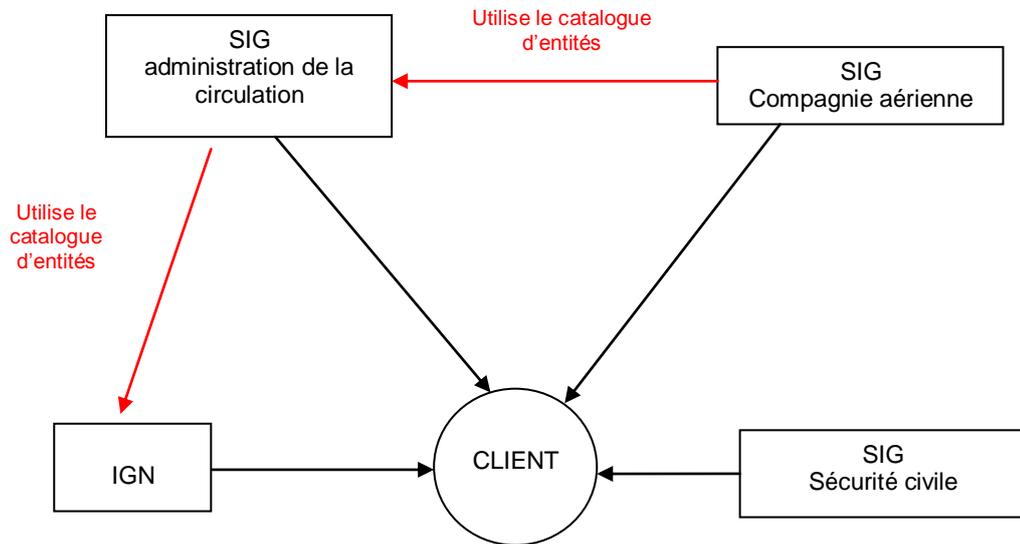


Figure 19 – Envoi des données et transformation

**Administration de la circulation :
fichier reçus**



Traitement client



Résultat : fichier kml

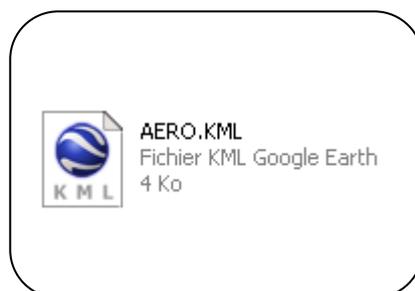
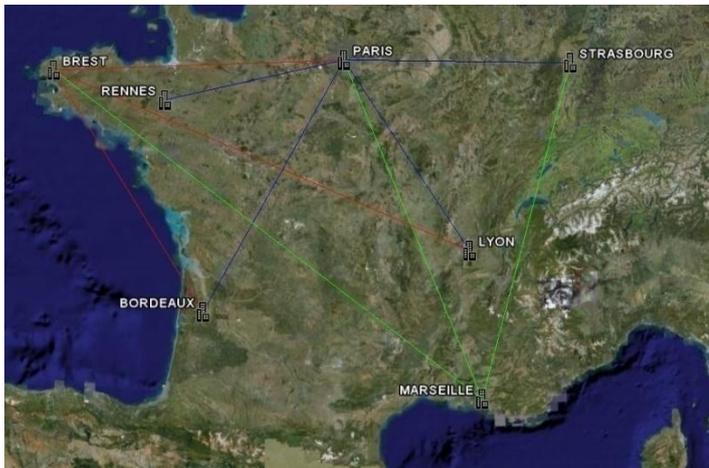


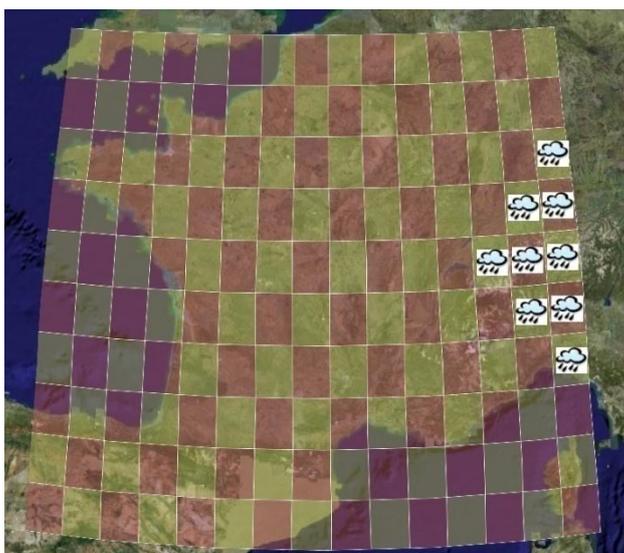
Figure 20 – Résultat sur Google Earth



Représentation des villes



Représentation des vols



Représentation des zones et des alertes