

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

PROJET DE 15 CRÉDITS À  
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
À L'OBTENTION DE LA  
MAÎTRISE EN TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION  
M.Ing

PAR  
FOFANA KANCO SÉDAR

L'APPRENTISSAGE DE LA NOUVELLE TECHNOLOGIE DE BASES DE  
DONNÉES GÉOSPATIALES

MONTRÉAL, LE 10 DÉCEMBRE 2006

© droits réservés de Fofana Kanco Sédar

CE PROJET A ÉTÉ ÉVALUÉ  
PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

M. Alain April, directeur de projet,  
Département de génie logiciel et de TI à l'École de technologie supérieure

< M. ou Mme Nom du professeur >, codirecteur de <projet, mémoire ou thèse>  
<Nom du département> à l'École de technologie supérieure

< M. ou Mme Nom du président du jury >, président du jury  
<Nom du département> à l'École de technologie supérieure

< M. ou Mme Nom du membre du jury >, membre du jury  
<Compagnie>

< M. ou Mme Nom du membre du jury >, examinateur externe  
<Compagnie>

IL A FAIT L'OBJET D'UNE PRÉSENTATION DEVANT JURY ET PUBLIC  
LE 10 DÉCEMBRE 2006  
À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

# L'APPRENTISSAGE DE LA NOUVELLE TECHNOLOGIE DE BASES DE DONNÉES GÉOSPATIALES

Fofana Kanco Sédar

## SOMMAIRE

Le présent projet s'intéresse à l'apprentissage de la nouvelle technologie de bases de données géospatiales dans le cadre du corpus universitaire. Dans ce contexte, il est important de préciser que ce type d'apprentissage peut, dépendamment de niveau de connaissance de la clientèle visée, du programme, du cycle universitaire et de l'objectif du cours, viser au moins un des quatre niveaux de compétences et d'habiletés cognitives déterminées par la méthode d'ingénierie de systèmes d'apprentissage (MISA). Ces quatre niveaux de compétences sont : la sensibilisation, la familiarisation, la maîtrise et l'expertise. Ce rapport contient fondamentalement trois chapitres, une introduction et une conclusion. En plus de ces aspects fondamentaux, on y trouve d'autres composants pertinents et très essentiels pour le lecteur, tels que le résumé, les remerciements, les références bibliographiques, les annexes, la listes des tableaux et figures, le glossaire et une liste de définition des abréviations.

L'introduction définit le projet de l'apprentissage de bases de données géospatiales, sa problématique, son contexte, ses objectifs et la méthodologie utilisée pour atteindre ces objectifs.

**Chapitre 1** : explique les principes fondamentaux et les concepts généraux des bases de données géospatiales afin d'appréhender leur finalité et leur fonctionnement dans divers applications de l'informatique distribuée et autres domaines socioéconomiques. Ce chapitre explique aussi deux types d'infrastructures des données géospatiales (Infrastructure canadienne et mondiale de données géospatiales) et quelques

technologies impliquées dans la production et l'utilisation des nouvelles technologies de bases de données géospatiales.

**Chapitre 2** : Explique la mise en œuvre d'une base de données géospatiales avec Oracle 10g2 et décrit comment programmer un exemple simple de base de données géospatiales : le processus, les étapes, les astuces et les fonctionnalités fondamentales avec Oracle 10g2 et propose une série d'amélioration pour la performance et l'ergonomie.

**Dans le chapitre 3** , nous procédons à une analyse critique de la documentation Oracle 10g disponible sur les concepts fondamentaux et enjeux des bases de données géospatiales. Nous y établissons la liste des points d'amélioration que nous avons identifiés pour enrichir les informations sur les bases de données géospatiales et leur utilité technologique, stratégique, économique, environnementale et organisationnelle. Nous terminons ce chapitre par l'identification argumentée des raisons pour lesquelles il est important d'enseigner cette nouvelle technologie de bases de données géospatiales dans le corpus universitaire.

**Conclusion** : Enfin, nous faisons un bilan du travail réalisé et déterminons les perspectives d'avenir et de recherche avant de conclure par un bilan personnel.

Les principes fondamentaux, les principaux concepts, faits et procédures décrits ou présentés dans ce document sont illustrés soit par une figure, soit par un tableau ou par des exemples concrets afin de simplifier l'apprentissage et la compréhension à un lecteur qui ne possède pas de connaissance de bases dans cette nouvelle technologie de bases de données géospatiales. Notre but est de faciliter la compréhension des concepts, des choses et des phénomènes liés aux bases de données géospatiales à ces lecteurs non initiés.

**L'APPRENTISSAGE DE LA NOUVELLE TECHNOLOGIE DE BASES DE  
DONNÉES GÉOSPATIALES**

Fofana Kanco Sédar

ABSTRACT

<Texte>

## **AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS**

### AVANT-PROPOS

Dans une société et une économie tendant à se baser de plus en plus sur la connaissance, l'investissement dans les ressources humaines et la formation tout au long de la vie sont devenus des objectifs fondamentaux. En effet, la compétitivité d'un pays dépend en grande partie de la qualité de ses ressources humaines. Le nombre de diplômés ne cessant de croître, il est nécessaire de développer une offre diversifiée et d'assurer une formation de haute qualité correspondant aux exigences des emplois et des méthodes de travail. La formation continue universitaire est donc orientée vers les besoins de la société et les aspirations individuelles de ses participants. En constituant un lien entre le monde scientifique et le monde du travail, elle représente une forme efficiente et effective du transfert de technologies et de savoirs de pointe.

Très jeune, la technologie de bases de données géospatiales est très vite devenue une plaque tournante d'un grand nombre de toutes ces technologies de pointe. Son apprentissage offre des avantages considérables à l'apprenant lui-même, à sa communauté et à la société toute entière.

Sur le plan socioéconomique : la disponibilité d'informations géospatiales de qualité offre un environnement favorable à la définition d'une planification utile et adéquate de divers services aux citoyens (santé, prévention, prestation d'aide de tout genre, etc..) et à la diffusion de l'information auprès de la population. (Voir l'annexe 1).

Sur le plan environnemental : les applications des bases de données géospatiales peuvent favoriser une saine gestion de la santé environnementale grâce à la qualité et à l'accessibilité des données géospatiales du domaine environnemental.

Sur le plan technologique: Les BDG sont des réservoirs de ressources et services pour les développeurs d'applications. Elles aident le consommateur fini à prendre des décisions éclairées.

Sur le plan stratégique : Les BDG fournissent les informations sur les points stratégiques de la terre. En cas de conflit armé, elles informent sur la position ennemie ou celle des amis.

À la lumière de toutes ces informations, nous pouvons dire que l'apprentissage des nouvelles technologies de bases de données géospatiales dans le corpus universitaire, peut apporter de manière évidente, une grande valeur ajoutée dans l'économie nationale et internationale.

Le contenu de ce rapport tente d'élucider non seulement les principes et concepts fondamentaux des bases de données géospatiales, mais aussi leur finalité et leur utilité économique, technologique, environnementale et sociale.

### REMERCIEMENTS

La réalisation d'un projet n'est jamais une œuvre individuelle, même si le long et parfois difficile chemin qui mène à l'accomplissement de ce projet se parcourt pour l'essentiel seul, en faisant face à soi-même, à ses doutes et ses hésitations. Elle est le fruit de nombreuses collaborations, rencontres, échanges, expériences. Aussi voudrais-je saisir cette occasion pour exprimer toute ma gratitude à l'ensemble des personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail, en m'accordant, temps, écoute, conseils, expérience et parfois réconfort qui m'ont tout d'abord enrichi et muri, ensuite permis de progresser, de m'améliorer, d'apprendre et me découvrir mieux encore moi-même.

Ainsi, je tiens particulièrement à remercier, tout d'abord, le professeur Alain April, responsable du Laboratoire GÉOLOG pour l'honneur qu'il a bien voulu me faire en acceptant de me diriger dans la réalisation de ce projet. Je le remercie également, pour toute la « sensibilité » géospatiale qu'il a su me transmettre. Elle était en effet d'un intérêt primordial pour mener à bien le défi que représentait ce projet de maîtrise et ceci malgré le nombre relativement restreint de fois où nous nous sommes réunis. Nos discussions m'ont apporté beaucoup de ressources et d'éclairage.

Je remercie aussi monsieur « .....Président de jury» pour l'honneur qu'il a bien voulu me faire en acceptant de présider le jury de ce projet, ainsi que pour le grand intérêt qu'il a porté à mes travaux.

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
SOMMAIRE.....	iii
ABSTRACT.....	v
AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES FIGURES.....	xiii
LE GLOSSAIRE.....	xv
INTRODUCTION.....	23
Résumé.....	23
Contexte et justification de la recherche.....	24
Problématique.....	25
Objectifs.....	26
Méthodologie de la recherche.....	27
Critères de sélection et de rétention d'informations.....	27
Utilité d'informations retenues.....	28
Le rapport de la recherche.....	29
Conclusion générale du rapport de recherche.....	29
CHAPITRE 1.....	30
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	30
1.1 Introduction.....	30
1.2 Géospatial.....	30
1.3 Les métadonnées géospatiales et leur importance.....	31
1.4 Données géospatiales.....	32
1.4.1 Qualité des données géospatiales.....	34
1.4.2 Dimensions d'une donnée géospatiale.....	35
1.4.2.1 Dimensions spatiales.....	35
1.4.2.2 Dimension temporelle.....	37
1.4.2.3 Finalité des données géospatiales.....	38
1.5 Base de données géospatiales (BDG).....	38
1.5.1 Architecture d'une base de données géospatiales.....	39
1.5.2 Représentation d'une BDG.....	40
1.5.3 Qu'est-ce qu'une représentation en contexte informatique?.....	41
1.5.4 Représentation (s) multiples.....	42
1.6 Les principes fondamentaux des BDG.....	43
1.6.1 Les principes de base.....	44
1.6.2 Principes structuraux.....	45

1.6.2.1	Principes de production des BDG.....	45
1.6.2.1.2	Conception d'une BDG.....	45
1.6.2.1.3	Modélisation d'une BDG.....	46
1.6.2.1.4	Implémentation, implantation et fonctionnement d'une BDG .....	47
1.6.2.1.6	Hétérogénéité de BDG.....	50
1.6.2.1.7	Intégration des données géospatiales.....	51
1.6.2.1.7.2	Interopérabilité des BDG .....	54
1.6.2.2	Principes d'exploitation et d'utilisation des BDG .....	54
1.6.2.2.1	Les utilisateurs des BDG .....	55
1.6.2.2.2	Gestion et mise à jour d'une base de données géospatiales.....	55
1.7	Les applications des BDG.....	56
1.8	Les infrastructures des BDG.....	57
1.9	Synthèse de la revue sur les bases de données géospatiales .....	58
1.10	Conclusion du chapitre 1 .....	59
<b>CHAPITRE 2 MISE EN ŒUVRE ET PROGRAMMATION AVEC ORACLE 10g2 ..</b>		<b>61</b>
	Introduction.....	61
2.2	Explication de la mise en œuvre d'une BDG avec Oracle 10g2.....	61
2.2.1	Description de l'Oracle et Oracle Spatial 10g v2 .....	62
2.2.2	Conditions de la mise en œuvre .....	64
2.2.3	Éléments fondamentaux de la mise en œuvre.....	66
2.2.4	Mise en œuvre de la bibliothèque PL/SQL.....	69
2.2.5	Mise en œuvre des paramètres.....	71
2.2.6	Mise en œuvre des menus .....	72
2.2.6.1	Description de la mise en œuvre du menu standard .....	72
2.2.6.2	Description de la mise en œuvre du menu instantané.....	73
2.2.7	Mise en œuvre des unités de programme.....	73
2.2.8	Mise en œuvre de blocs de données.....	74
2.2.9	Mise en œuvre des composants.....	76
2.2.10	Mise en œuvre des groupes d'enregistrements .....	77
2.2.11	Mise en œuvre des états .....	79
2.2.12	Mise en œuvre de différents Items.....	80
2.2.13	Mise en œuvre des alertes .....	81
2.2.14	Structure d'une base de données Oracle .....	82
2.2.15	Les limites des forms .....	83
2.2.16	Import / Export.....	84
2.2.17	Mise en œuvre de la librairie Webutil.....	85
2.3	Description de comment programmer une BDG avec Oracle 10g2 ..	86
2.3.1	Les outils de développement Oracle 10g2 .....	86
2.3.2	Les contraintes de la programmation avec Oracle.....	87
2.3.3	La programmation proprement dite et ses étapes .....	90
2.3.4	Dictionnaire de données.....	92
2.3.5	Création des tables et des classes de tables.....	94
2.3.6	Création d'une table standard .....	95

2.3.7	Création d'une table Objet.....	96
2.3.8	Création des triggers PL/SQL.....	98
2.3.9	Création des fonctions et procédures PL/SQL.....	100
2.3.10	Création d'une fonction.....	102
2.3.11	Création de Packages PL/SQL.....	106
2.3.12	Création d'une table XML.....	107
2.3.13	Spécification des fichiers.....	111
2.3.14	Intégration des modules.....	113
2.3.15	Implantation et mise en application de la bases de données.....	113
2.3.16	Tests, évaluation et validation.....	114
2.3.17	Documentation du logiciel.....	114
2.4	Conclusion du chapitre 2.....	115
CHAPITRE 3 ANALYSE CRITIQUE.....		119
Introduction	119	
<Titre>	119	
CONCLUSION		120
RECOMMANDATIONS.....		121
ANNEXE 1 La Géomatique contribue à l'amélioration de services aux citoyens.....		122
ANNEXE 2 Description de l'architecture d'une BDG selon plusieurs points de vue...		123
ANNEXE 3 Guide d'utilisation de GéoMedia et ses fonctionnalités.....		124
ANNEXE 4 Principe fondamental de la complexité et application en BDG.....		131
ANNEXE 5 Quelques exemples de conflits d'intégration spécifiques aux BDG.....		132
ANNEXE 6 Normalisation d'une base de données relationnelles.....		133
ANNEXE 7 Les différents processus de mise à jour des données géospatiales.....		135
ANNEXE 8 Perspectives de recherche et d'innovation en BDG.....		137
ANNEXE 9 Modélisation des règles spécifiques.....		138
ANNEXE 10 Les étapes d'implantation d'une base de données géospatiales.....		139
ANNEXE 11 Nature des conflits structurels des données géospatiales.....		140
ANNEXE 12 Les principales fonctions de l'Oracle Spatial 10g v2.....		141
ANNEXE 13 Diagramme d'activités détaillant la méthode de recherche.....		149
ANNEXE 14 Concept et cadre conceptuel définissant la qualité.....		150
ANNEXE 15 Processus de modélisation du monde réel en modèle conceptuel.....		151
ANNEXE 16 Niveau d'abstraction dans la conception d'une base de données.....		152
ANNEXE 17 Modèle multidimensionnel.....		154

ANNEXE 18 Liste des divers types de données Oracle .....	155
ANNEXE 19 L'éditeur graphique des menus .....	157
ANNEXE 20 Mise en œuvre et manipulation d'un bloc de données .....	161
ANNEXE 21 Les éléments exportables et importable .....	172
ANNEXE 22 Oracle XML DB .....	174
ANNEXE 23 GéoWeb : Évaluation .....	176
BIBLIOGRAPHIE .....	182

## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 - Échelle de compétences selon la méthode MISA.....	43
Tableau 2 – Espace disque requise pour NTFS .....	65
Tableau 3 - Exemple de segment de type table géré dans le dictionnaire .....	93
Tableau 9 - Liste des événements déclencheurs .....	99
Tableau 6 – Les icônes de l'éditeur PL/SQL .....	116
Tableau 7 – Les listes déroulantes de l'éditeur PL/SQL.....	117

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 - Dimensions des données dans un SIG. ....	36
Figure 2 - Données vectorielles & données matricielles .....	36
Figure 3 - Exemples de différences de représentation entre deux BD.....	41
Figure 4 - Les principales fonctions de ArcView, ArcInfo et ArcEditor.....	47
Figure 5 - Une liste des principales fonctions d’ArcEditor .....	48
Figure 6 - Une liste des principales fonctions d’ArcInfo.....	48
Figure 7 - Fonctionnement simplifié du système MUM.....	49
Figure 8 - Stratégies d’intégration de schémas. ....	52
Figure 9 – Les étapes du processus d’intégration des bases de données classiques .....	53
Figure 10 - Exemple de processus d’intégration de deux BDG.....	53
Figure 11 - Architecture de la configuration Single .....	65
Figure 12 - Architecture de la configuration « Serveur dédié » .....	66
Figure 13 – Le navigateur d’objets .....	69
Figure 14 – Attachement de bibliothèque.....	70
Figure 15 – Palette des propriétés pour la création des paramètre .....	71
Figure 16 – Palette des propriétés pour la création du menu .....	72
Figure 17 – Paramètres d’un nouveau groupe d’enregistrements.....	78
Figure 18 – Définition des valeurs associées au nouveau groupe d’enregistrements.....	79
Figure 19 – Application nouvel état - Création .....	80
Figure 20 – Palette des propriétés d’un état.....	80
Figure 21 – Alerte et ses propriétés .....	82
Figure 22 - Structure physique d’une base de données oracle.....	83
Figure 24 - Représentation schématique de l’import/export .....	85
Figure 25 - Représentation schématique d’un trigger.....	99
Figure 26 - Mise en œuvre du processus de traitement d’un trigger .....	100
Figure 27 – Syntaxe de la création d’une procédure.....	101
Figure 28 – Déclaration des paramètres.....	101

Figure 29 - Syntaxe de la programmation d'une fonction avec Oracle .....	103
Figure 30 - Représentation schématique d'un package .....	106
Figure 32 - Syntaxe de la création d'un package de la partie implémentation .....	107
Figure 33 - Fenêtre de l'édition de tout code PL/SQL .....	116
Figure 34 – Palette de syntaxes : choix de types de construction .....	117
Figure 35 – Palette de syntaxe : choix de fonction souhaitée .....	118

## LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

ANSI/NISO :	American National Standards Institute/National Information Standards Organization
API :	Application Program Interface (interface de programmation d'application)
ASDI :	Australian Spatial Data Infrastructure
ASP :	Active Server Pages (pages de serveur actives)
BDG:	Base de données géospatiales
ESRI:	Environmental Systems Research Institute Inc
ETL :	Extraction, Transformation and Loading
ICDG:	Infrastructures canadiennes des données géospatiales
IDS :	Infrastructure de données spatiales
IDG :	Infrastructure de données géospatiales
IMDS:	Infrastructure mondiale de données spatiales (Global Spatial Data Infrastructure, GSDI)
GML:	Geography Markup Language (langage de balisage géographique)
MISA :	Méthode d'ingénierie de systèmes d'apprentissage
MUM :	Manuel à l'Usager Multidimensionnel
NaLIS :	National Infrastructure for Land Information System (Malaisie)
NASA :	National Aeronautics and Space Administration
NGDC :	National Geospatial Data Clearinghouse de la NSDI
NGDF :	National Geospatial Data Framework (Royaume-Uni)
NSDI :	National Spatial Data Infrastructure (États-Unis)
NSIF:	National Spatial Information Framework (Afrique du Sud)
ODBC:	Open Database Connectivity
PNDF :	Programme national de données sur les forêts
RCCST :	Réseau canadien de connaissances en sciences de la Terre
RÉSÉ :	Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques
RL :	Réseau local
SIG :	Systèmes d'information géographique : outil permettant de stocker, d'analyser et de représenter les données géographiques ou les données géospatiales

SQL :	Structured Query Language (langage de requête structuré)
SQLNet :	Structured Query Language Network (Réseau de Langage de requête structuré)
XML :	Extensible Markup Language (langage de balisage extensible)
UT :	Unité territoriale
UTE :	Unité territoriale élémentaire
UTS :	Unité territoriale supplémentaire

## LE GLOSSAIRE

Les expressions ou termes suivants se trouvant dans le corps de ce document sont définis ci-dessus. Ces définitions visent à clarifier le sens de ce rapport du projet d'application portant sur « l'apprentissage de bases de données géospatiales ». Nous avons déployé d'importants efforts pour assurer l'uniformité sémantique de ces termes. Cependant, la terminologie continue d'évoluer. Cela peut avoir d'impact sur le sens de certains termes.

Terme ou expression	Définition
Application	Ensemble des programmes qui exécutent une ou des fonction (s) spécifique (s) pour un utilisateur.
Application géospatiales	Est une application qui intègre ou utilise les bases de données ou les technologies géospatiales
Architecture	Structure organisationnelle et environnement opérationnel de l'infrastructure de données géospatiales, incluant les relations et ses parties et les principes et lignes directrices qui orientent sa conception et son évolution.
Architecture conceptuelle	Vue d'ensemble des services, des données, de la technologie et de l'environnement institutionnel de l'ICDG. L'architecture conceptuelle décrit, de façon générale, ce qu'inclura l'ICDG et quel en sera le fonctionnement.
Architecture de référence	Plan d'action technique qui identifie et définit les services de l'ICDG et indique les interfaces de ces services.
Bases de données	une base de données est un système informatique permettant d'enregistrer, de stocker de manière structurée et de gérer les informations (ex : SQL server, Oracle, ACCES, Sybase, etc..). Les systèmes de téléinformation font souvent appel à plusieurs bases de données pour traiter et gérer toute sorte d'information ( ressources, parcours pédagogique, dossiers des clients, objets

	géospatiaux, etc..)
Bases de données géospatiales(BDG)	Ainsi donc, une base de données géospatiales est système informatique qui permet d'acquérir, d'enregistrer, de traiter, de gérer et d'exploiter les données géospatiales.
Couverture	Une représentation continue d'une portion de la surface terrestre. Une couverture peut être une collection d'entités (comme un jeu de données vectorielles) ou un ou plusieurs attributs représentés sur une matrice ou une grille.
Client	Composante logicielle permettant d'accéder à un service. Le Guide de l'ICDG fait la distinction entre un client (partie inanimée du processus) et un utilisateur (personne qui utilise un ordinateur, un programme, un réseau ou un service connexe).
Données	Les données sont des éléments d'information distincts, particulièrement de l'information organisée pour permettre l'analyse, le raisonnement ou la prise de décisions. Elles sont habituellement formatées d'une manière spéciale et existent sous diverses formes. Les données de l'ICDG comprennent des cartes, des images-satellites, des publications et toutes autres données de caractère géospatial fournies par des organisations canadiennes et internationales.
Données cadastrales	Il faudrait continuer à imposer des frais de transaction pour la mise à jour de données cadastrales aux échelons municipaux et provinciaux. Il faudrait également poursuivre les efforts pour intégrer les bases de données cadastrales aux bases de données d'évaluation foncière.
Données-cadre	Ensemble des données géospatiales qui constituent l'architecture de référence pour toutes les géodonnées de l'infrastructure de données géospatiales.
Données-cadres fondamentales	De telles données devraient être offertes gratuitement à titre de biens publics, c.-à-d. distribuées sous licence gratuite, pour en encourager l'utilisation, l'uniformisation et la normalisation.
Données géoliées	Données référencées avec un ensemble désigné de caractéristiques géographiques sans inclure la description spatiale de celles-ci. Les données géoliées constituent habituellement des données de caractéristiques présentées sous forme de données tabulaires (comme des chiffres sur la population), qui font référence à un cadre connu (comme des provinces) et où les éléments (les provinces) sont mentionnés grâce à leur identificateur unique (comme le nom de la province). Les données géoliées font référence à toutes les données de

caractéristiques qui ne sont ni rattachées directement, ni liées aux coordonnées géographiques auxquelles elles s'appliquent. (Biblio. UQAM)

Données géospatiales	Données présentant de l'information de positionnement géographique explicite, comme celle d'un réseau routier issu d'un SIG ou une image satellite à référence géographique. Les données géospatiales peuvent inclure des données de caractéristiques qui décrivent celles présentées dans un ensemble de données.
Donnée géoréférencée	Les données géoréférencées sont des données statistiques qui ont une zone d'attribut géographique : par exemple, les données du recensement canadien. En couplant la table d'attributs des données statistiques avec celle des données géospatiales, par le biais de la zone commune d'attribut géographique, il est alors possible de représenter et d'analyser des phénomènes statistiques selon des modèles spatiaux.
Domaines thématiques	Cartographie, atmosphère, services de répertoire, sciences de la Terre et géologie, glaces et océans, environnement, logiciels et systèmes, foresterie, levé de terrain, utilisation du sol, agriculture, distribution des données, éducation et formation, valeur ajoutée, organisme gouvernemental.
Échelle	L'échelle des cartes représente le rapport entre la distance sur la carte et la distance réelle sur le terrain. À l'échelle de 1/50 000, par exemple, 1 unité de mesure sur la carte.
Entrepôt de données	Un entrepôt de données destiné à soutenir le processus décisionnel de gestion. La création d'un entrepôt de données comprend le développement de systèmes permettant d'extraire les données des systèmes d'exploitation, ainsi que l'installation d'un système de gestion de base de données qui permet aux gestionnaires d'accéder d'une manière souple aux données.
ETL	Outil informatique destiné à extraire des données de diverses sources (bases de données de production, fichiers, Internet, etc.), à les transformer et à les charger dans un entrepôt de données.
Événement	Occurrence d'intérêt pour les utilisateurs ou les développeurs de l'ICDG. Les événements peuvent être des éléments comme l'ajustement d'une caractéristique dans une couche de données-cadre, une inondation dans le Bassin de la rivière Rouge ou la diffusion d'une nouvelle spécification pour un service de l'ICDG.

GéoBase	GéoBase est une initiative des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux sous la gouverne du Conseil canadien de la Géomatique.
Géocommerce	Un secteur économique émergent qui exploite les utilisations commerciales des données et des services du domaine géospatial.
GéoConnexions	est une initiative nationale de partenariat entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, le secteur privé et les universités qui travaillent à l'élaboration de l'ICDG, afin de faciliter l'accès aux données, outils et services géographiques du Canada sur Internet.
Géodonnées	Données spatiales à référence géographique comme un réseau routier ou une image satellite. Les géodonnées décrivent de manière explicite l'étendue spatiale d'un ensemble de caractéristiques ou une surface mesurable. Elles comprennent les données tant géospatiales que géoliées.
GéoGratis	GéoGratis : un portail de données géospatiales gratuites qui permet aux utilisateurs de télécharger des données à l'échelle du pays. GéoGratis utilise l'API XML de la couche commerciale du Portail de découverte de GéoConnexions pour extraire des descriptions de produits du Portail de découverte de GéoConnexions, puis les convertit du format XML au format HTML pour l'affichage. Web : ( <a href="http://geogratias.icdg.gc.ca">http://geogratias.icdg.gc.ca</a> )
Géospatial	Se rapporte à toute entité dont la position est déterminée par rapport à la surface de la terre. Dans le cadre des SIG, le terme « géospatial » est plus précis que « géographique », car il est souvent utilisé dans des contextes qui ne comportent pas de représentation graphique ou de carte de l'information.
Géomatique	La science et la technologie visant la collecte, l'analyse, l'interprétation, la diffusion et l'utilisation de données géospatiales. La Géomatique s'intègre à une large gamme de disciplines, y compris l'arpentage, les systèmes de positionnement global, la cartographie et la télédétection.
GéoMedia	GéoMedia est une technologie d'Intergraph qui permet de concevoir, d'implanter et d'accéder à un entrepôt de données spatiales ou géospatiales Oracle sur le web.
Information de référence spatiale	Tous les champs de métadonnées dans cette section sont optionnels. Une partie ou l'ensemble des champs peut s'appliquer selon le produit que vous inscrivez. Remplissez tout champ qui vous paraît pertinent et qui s'applique à votre produit, puisque l'information supplémentaire sera très précieuse pour les utilisateurs.
Information sur la	Tous les champs de métadonnées dans cette section sont optionnels, étant

qualité des données	<p>donné qu'ils sont spécifiques à de nombreux types de données. Il est cependant recommandé de prendre connaissance de ces champs. Remplissez tout champ qui vous paraît pertinent et qui s'applique à votre produit, puisque l'information supplémentaire sera très précieuse pour les utilisateurs qui recherchent des données.</p>
Information géospatiale	<p>L'information géospatiale comprend des cartes topographiques, aéronautiques et marines, divers types de cartes telles que des cartes géologiques, agricoles et forestières, des levés officiels, le cadastre, des photographies aériennes et des images-satellites.</p>
Infrastructure	<p>Environnement logiciel de support fiable, analogue à un réseau routier ou à un réseau de télécommunications, qui facilite l'accès à de l'information géographique en utilisant un ensemble minimal de pratiques, de protocoles et de spécifications normalisés.</p>
Infrastructure canadienne de données géospatiales (ICDG)	<p>Infrastructure Internet constituée de l'ensemble des développements des partenaires des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, ainsi que du secteur privé, lesquels sont en train de créer la technologie, les normes, les systèmes d'accès et les protocoles nécessaires pour harmoniser toutes les bases de données géospatiales du Canada et les rendre disponibles sur Internet.</p>
Infrastructure de données spatiales (géospatiales) (IDS)	<p>L'ensemble de base pertinent des technologies, des politiques et des mesures institutionnelles qui servent à faciliter la disponibilité des données spatiales et l'accès à celles-ci. Une infrastructure de données spatiales constitue une base pour la découverte, l'évaluation et l'application de données spatiales par des utilisateurs et des fournisseurs de tous les niveaux de gouvernement, du secteur commercial, du secteur sans but lucratif et du milieu universitaire, et parmi les citoyens en général.</p>
Infrastructure mondiale de données spatiales (IMDS) (Global Spatial Data Infrastructure, GSDI)	<p>L'IMDS est une organisation mondiale et ouverte qui coordonne l'organisation, la gestion et l'utilisation des données géospatiales et d'activités connexes. La promotion de l'IMDS se fait grâce à plusieurs nations et organisations représentées par un comité directeur de l'IMDS. Ce comité directeur multinational est formé de représentants de tous les continents, et de tous les secteurs (gouvernements, universités, secteur privé). La définition de l'IMDS, adoptée lors de la deuxième conférence sur l'IMDS, en décrit bien les objectifs : «L'IMDS englobe les politiques, structure organisationnelle, données, technologies, normes, mécanismes de livraison et ressources</p>

	<p>financières et humaines nécessaires afin que ceux et celles qui travaillent à l'échelle mondiale et régionale ne soient pas entravés dans l'atteinte de leurs objectifs». (<a href="http://www.gsdi.org/">http://www.gsdi.org/</a>)</p>
Interface	<p>Spécification pour un ensemble d'opérations d'une composante qui sont rendues disponibles à l'externe à d'autres composantes. L'état et la fonctionnalité d'une composante sont cachés et ne sont accessibles à l'externe que par l'intermédiaire des interfaces des composantes. Les interfaces ne sont que les parties « publiques » ou « visibles » de la composante. La même interface peut être fournie par quelques composantes et utilisée par plusieurs composantes ou applications.</p>
Interface de programmation d'application (API)	<p>L'interface (conventions d'appel) par laquelle un programme d'application accède à des systèmes d'exploitation et à d'autres services. Une interface API est un outil qui permet de développer des interfaces utilisateurs personnalisées. L'interface Web API offre une interface programmable au Portail de découverte de GéoConnexions.</p>
Inventaire	<p>Un catalogue qui énumère des produits individuels. La plupart des bases de données se composent d'inventaires et de catalogues. On compte environ 50 000 unités de la même mesure sur le terrain. L'échelle des cartes s'exprime souvent comme une fraction représentative ou comme une échelle graphique.</p>
Langage de balisage géographique – GML	<p>Spécification XML ouverte permettant le transfert d'entités géographiques par Internet.</p>
Métadonnées	<p>Les métadonnées ou (information sur les données) sont des données sur des données. Elles décrivent comment, quand et par qui un jeu particulier de données a été recueilli, et comment les données sont formatées. Les métadonnées sont essentielles à la compréhension de l'information enregistrée dans les entrepôts de données.</p>
Métadonnées géospatiales	<p>La spécification des métadonnées des données géospatiales d'une IBG définit les normes de contenu d'après lesquelles des registres pairs sont considérés comme étant compatibles avec des registres de cette infrastructure à des fins de conservation des descriptions de ressources de données géospatiales.</p>
Norme	<p>Document qui précise un domaine technologique avec une portée bien définie, généralement publié par un organisme de normalisation et selon un processus officiel.</p>

Opération	<p>Une interaction entre un client et un serveur, ayant pour résultat un transfert d'information ou une action. Une opération peut être soit une interrogation (p. ex. une requête-réponse), soit une annonce (p. ex. un avis).</p>
Organisation	<p>Dans le contexte de base de données géospatiales, une organisation désigne des ministères fédéraux et provinciaux ainsi que des administrations municipales, des organisations sans but lucratif, des établissements d'enseignement (universités, collèges), de même que des organisations commerciales qui offrent des données, des services et des ressources de nature géospatiale</p>
Organisation internationale de normalisation (ISO)	<p>Une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation, représentant plus de 130 pays. La mission de l'ISO est de promouvoir le développement des travaux de normalisation et des activités connexes dans le monde, afin de faciliter l'échange international des biens et des services et d'accroître la coopération dans les sphères de l'activité intellectuelle, scientifique, technologique et économique. Les travaux de l'ISO donnent lieu à des ententes internationales qui sont publiées sous forme de normes internationales.</p>
Partage des données.	<p>Encourager et permettre le libre-échange et le partage des données géospatiales au sein des gouvernements et avec d'autres ordres de gouvernement.</p>
Portail de découverte de GéoConnexions	<p>Le Portail de découverte de GéoConnexions est à la fois un moteur de recherche conçu pour le domaine géospatial et un mécanisme de découverte pour l'ICDG. Il permet aux utilisateurs de découvrir, d'évaluer et d'obtenir des ressources dans l'ICDG. (<a href="http://geodecouverte.icdg.ca/">http://geodecouverte.icdg.ca/</a>)</p>
Registre	<p>Liste des ensembles de données et des services distincts ou d'autres éléments qu'une organisation met à la disposition des utilisateurs</p>
Réplication	<p>une répllication est un moyen mis en oeuvre pour que les informations d'une base de données soient répliquées sur plusieurs machines afin d'améliorer les performances d'accès ou d'en assurer la sécurité</p>
Ressources pédagogiques	<p>l'ensembles des ressources utilisées pour soutenir les activités d'apprentissage : apport de connaissances, entraînement, étude de cas et tests. Ces ressources peuvent comprendre : les livres électroniques, les programmes de simulation, les fichiers des tableurs ou les outils spécifiques pour l'apprentissage envisagé.</p>
Spatio-temporelles	<p>Concept qualifiant l'évolution dans le temps et dans l'espace.</p>
Schéma	<p>Les schémas XML et GML expriment des vocabulaires communs et permettent aux machines d'exécuter des règles établies par de individus. Un schéma</p>

	<p>permet de définir la structure, le contenu et la grammaire des documents XML et GML.</p> <p>La méthode de référence spatiale indirecte est le système d'objets utilisé dans un jeu de données pour représenter l'espace. Le domaine peut prendre les valeurs « Ponctuel », « Vectoriel » ou « Matriciel ».</p> <p>Installation physique d'une composante qui livre un service et permet la réalisation de ses opérations. Exemple :</p>
Structure des données spatiales	
Serveur	<p>Un ordinateur sur un réseau, qui est consacré à un objectif particulier et qui contient toutes les données et exécute toutes les fonctions essentielles pour atteindre cet objectif (<a href="http://www.congressonlineproject.org/glossary.html#S">http://www.congressonlineproject.org/glossary.html#S</a>).</p>
Serveur de toponymie	<p>Dictionnaire des instances d'une ou plusieurs catégories de fonctionnalités contenant de l'information relative à une position.</p>
Service	<p>Ensemble d'opérations, accessible par l'intermédiaire d'une ou de plusieurs interfaces, qui permet à un utilisateur de définir une action importante pour lui.</p> <p>Un service est fourni par un serveur.</p>
Spécification	<p>Document rédigé par un consortium, un fournisseur ou un utilisateur qui définit un domaine technologique avec une portée bien définie, et qui s'adresse essentiellement aux développeurs en tant que guide pour la mise en œuvre. Une spécification n'est pas nécessairement une norme officielle.</p>
Système d'information géographique (SIG)	<p>Système informatique permettant de saisir, stocker, vérifier, intégrer, manipuler, analyser et afficher des données positionnées à la surface de la terre.</p> <p>Un SIG peut être utilisé pour traiter divers types de cartes. Celles-ci peuvent prendre la forme de plusieurs</p>
Technologie SOLAP	<p>« un type de logiciel qui permet la navigation rapide et facile dans les bases de données spatiales et qui offre plusieurs niveaux de granularité d'information, plusieurs thèmes, plusieurs époques et plusieurs modes d'affichage synchronisés ou non : cartes, tableaux et diagrammes » ( Bédard 2004 ).</p>
Types de travail et de produits	<p>Consultation, imagerie par satellite, bases de données, logiciel, statistiques, ingénierie, recherche.</p>

## **INTRODUCTION**

Cette introduction de projet de recherche descriptive porte sur les bases de données géospatiales et contient une dizaine de composantes : résumé, contexte et justification, problématique, objectifs, critères de sélection et de rétention d'informations, l'utilité d'informations retenues, liens entre informations retenues et notre sujet d'étude, rapport général du projet et la conclusion.

### **Résumé**

Les applications géospatiales sont l'un des domaines où l'utilisation des techniques des bases de données connaît un formidable essor depuis les années 90. Bien avant cette époque, cette technologie était encore exclusivement réservée à des spécialistes. Aujourd'hui, l'utilisation de données géospatiales touche un public de plus en plus large. Longtemps cantonnés dans les applications traditionnelles de cartographie, aujourd'hui les systèmes d'information géographiques (SIG) sont utilisés dans des domaines très variés, comme par exemple : la mise en œuvre de stratégies de prévention ou de planification (pour la protection de l'environnement, la distribution des services publics aux citoyens, l'aménagement du territoire, l'étude de la démographie, etc.), ou le géomarketing pour les applications commerciales, ou encore la stratégie dans le domaine de transport (terrestre, maritime et aérien), etc..

Les besoins des utilisateurs des données géospatiales et la spécificité des bases de données géospatiales sont incompatibles avec les SIG actuels qui ne sont qu'une adaptation plus ou moins manquée des systèmes de gestion de bases de données (SGBD) classiques. Cette incompatibilité crée un écart entre ce que devrait être un système de gestion d'information géospatiale et les SIG actuels. Les études permettant de comprendre et de développer les bases de données géospatiales répondant efficacement

aux besoins grandissant des utilisateurs actuels de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales mobilisent beaucoup de chercheurs et experts en la matière.

Ce projet de recherche descriptive a pour but d'identifier, de définir et d'expliquer clairement les principes et les concepts fondamentaux de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales; d'expliquer leur importance sur les plans : stratégique, économique, technologique, environnemental et même juridique. L'élément central de ce projet est l'apprentissage de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales. Son objectif principal est d'élucider les fondements théoriques et pratiques de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales pour les fins éducatives. Les principes qu'un apprenant doit connaître pour mieux utiliser ces nouvelles technologies de base de données géospatiales (aussi bien dans le cadre de production que de consommation). Pour atteindre cet objectif principal et le but fixé, nous avons utilisé une méthode à trois étapes : revue bibliographique, le prototype et l'analyse critique.

### **Contexte et justification de la recherche**

Les nouvelles technologies des bases de données géospatiales ont apparu récemment mais il y a très peu d'enseignement formel de ce domaine dans les cursus universitaires. L'obstacle principale de ce « manque » d'enseignement des bases de données géospatiales dans les cursus universitaires est dû au fait qu'il y a très peu de documentation fournie par les constructeurs des bases de données commerciales qui permette de comprendre comment utiliser ces nouvelles technologies. Il devient donc très important que des études approfondies permettant d'expliquer clairement les principes fondamentaux, des avantages et la finalité de ces nouvelles technologies soient réalisées pour rendre disponibles les éléments pertinents permettant non seulement de comprendre ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales, mais aussi de les promouvoir afin de sensibiliser à leur apprentissage dans les cursus universitaires.

## **Problématique**

Il existe actuellement une augmentation considérable des utilisateurs non experts des données géospatiales. Ces utilisateurs non-experts de l'information géospatiales sont exposés à la manipulation de ce type de données, ainsi qu'à l'hétérogénéité des sources de ces données, et donc de leur qualité. L'utilisation de données géospatiales dans des processus de prise de décision n'est pas toujours faite de manière avertie. « La probabilité que les usagers considèrent les informations affichées par les systèmes comme exactes est forte, étant donné leur représentation numérique » (Chrisman, 1990; Morrison, 1995). Hunter (1999) mentionne que les cartes traditionnelles contenaient généralement dans leurs marges certaines informations quantitatives concernant la précision de celles-ci, telles que des estimations des erreurs de positions horizontale et verticale. Malheureusement, dans l'âge numérique, la plupart de ces informations manquent aux résultats des SIG, les nouveaux utilisateurs de ces informations sont également souvent inconscients des pièges potentiels pouvant résulter de mauvaises utilisations des données et des technologies associées » (traduction libre) (Hunter, 1999 – p. 633). 1998; Hunter, 2001; Gervais, 2004). Toutefois de nombreux cas ont eu des conséquences plus graves et ont causé des pertes de vies humaines ou des dégâts matériels majeurs, ces cas ayant souvent fini devant des tribunaux (Gervais, 2004).

Étant donné que les données géospatiales sont de plus en plus utilisées dans les processus de prise de décision et dans des domaines de plus en plus variés, les cas de mauvaise utilisation et donc d'accidents et de litiges, ont de fortes chances d'augmenter. (Epstein et al., 1998). Hunter (1999) pensent même que cette tendance pourrait aller jusqu'à la remise en cause de l'utilisation des systèmes d'information géographique.

En conséquence, pour réduire ces risques de mauvaise utilisation, les utilisateurs non-experts devraient pouvoir mieux évaluer l'adéquation de ces données à leur utilisation

(fitness for use). Toutefois, il est difficile, voire impossible, pour ces utilisateurs non-experts d'évaluer l'adéquation des données, cette évaluation impliquant de nombreuses caractéristiques, documentées à différents niveaux de détails et généralement communiquées dans un langage hermétique pour des non-experts. Pour y arriver, deux solutions s'imposent : la nécessité de faire un apprentissage adéquat de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales (leur structure, leur fonctionnement et leur manipulation) ou de faire appel à un expert.

Quelle est donc la finalité d'une nouvelle technologie de bases de données géospatiales? Quels avantages son apprentissage peut-il procurer dans les cursus universitaires et quels sont ses principes fondamentaux? Quel niveau de compétences peut-on viser dans un apprentissage de bases de données géospatiales en milieu universitaire?

## **Objectifs**

Les objectifs de ce projet d'application se divisent en deux parties : l'objectif principal qui consiste à élucider les fondements théoriques et pratiques de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales et les objectifs secondaires que nous présentons en cinq points :

- Fournir des explications précises et illustrées permettant aux experts et aux spécialistes de se reconnaître et de s'identifier et, aux non initiés, de comprendre et apprendre facilement ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales.
- Ressortir clairement l'importance et l'utilité de ces nouvelles technologies sur les plans : technologique, économique, stratégique et environnemental. Cet objectif permettra de démontrer pourquoi il est essentiel d'apprendre ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales dans les cursus universitaires.
- Sensibiliser à la prise de conscience des possibilités de gestion et d'analyse des données géospatiales.

- Expliquer les principales méthodes et technologies de gestion de données géospatiales et comment utiliser ces méthode et outils.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons choisi d'utiliser une méthode à deux grandes étapes.

### **Méthodologie de la recherche**

Pour atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés pour ce projet d'application portant sur l'apprentissage des nouvelles technologies des bases de données géospatiales, nous avons choisi d'utiliser une méthode à deux grandes étapes: la première étape est celle de la recherche bibliographique. Elle comprend la recherche, la cueillette d'informations pertinentes, la sélection et le traitement d'informations retenues, incluant l'étude du prototype existant pour le travail du deuxième chapitre de ce projet. de recherche descriptive. La deuxième partie est consacrée à la rédaction du rapport de la recherche. Celui-ci comprend trois chapitres : revue bibliographique, explication de la mise en œuvre et description de comment la programmer un exemple simple d'une base de données géospatiales avec Oracle 10g v2 et en dernier essor analyse critique de la documentation Oracle porte sur le sujet. Voici le résumé schématique de cette méthode à l'annexe 13:

### **Critères de sélection et de rétention d'informations**

Les critères ayant motivé le choix de nos informations sont :

- la pertinence de l'information vis-à-vis de la question d'étude, nos objectifs et le rapport entre la problématique et l'objectif principal: éliciter les fondements théoriques et pratiques des nouvelles technologies des bases de données géospatiales;
- la qualité du document et le poids de son contenu pour nos objectifs;

- l'âge du texte (entre 0 et 10): s'il est vieux de 10 ans et que le concept est d'actualité et qu'il est pertinent pour notre sujet et nos objectifs, il est alors considéré comme un document utile et utilisable.

En conséquence, tous les documents que nous avons choisis ici pour cette lecture sont pertinents, utiles et utilisables pour ce travail. Ils ont tous un lien direct avec la question d'étude et le poids de chaque information enregistrée dans ce rapport d'analyse a un impact dans la poursuite et l'atteinte de nos objectifs visés. Enfin, la quantité et la qualité des informations que nous présentons dans ce rapport semblent largement utiles et peuvent suffisamment nous aider à atteindre nos objectifs.

### **Utilité d'informations retenues**

Par leur qualité et leur pertinence, ces informations établissent un pont solide entre nos objectifs et la question de l'étude qui est la suivante :

Pourquoi doit-on apprendre les nouvelles technologies de bases de données géospatiales dans le corpus universitaire? Quelle est la finalité de cet apprentissage? Quels sont au juste, les principes fondamentaux de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales ?

Toutes les informations que nous avons retenues nous permettent non seulement d'atteindre nos objectifs, mais aussi de répondre efficacement à toutes ces questions. Ce qui justifie leur utilité. Comme nous l'avons justifié plus haut, ces informations retenues sont en rapport direct avec la question d'étude et lient cette question d'étude à nos objectifs visés. La pertinence de ces informations retenues, leur liens d'avec le sujet d'étude nous ont conduit à la rédaction du présent rapport de la recherche descriptive sur les BDG.

## **Le rapport de la recherche**

Il est composé de trois chapitres :

Le chapitre 1 porte sur la revue bibliographique. Dans ce chapitre, nous expliquons les principes fondamentaux des bases de données géospatiales, leur utilité, leurs avantages et leur finalité dans le contexte de l'apprentissage dans les cursus universitaires de même que les infrastructures permettant l'implantation et l'exploitation de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales.

Le chapitre deux étudie le design d'un prototype utilisant une base de données Oracle 10g. Dans ce chapitre, nous expliquons la mise en œuvre d'une base de données géospatiales avec Oracle Spatial 10g. Nous faisons une description d'une application géospatiale illustrée par des exemples concrets. Le troisième volet de ce chapitre porte sur le développement d'un laboratoire (max 5 heures) pour appliquer le concept théorique) accompagné d'une petite présentation Powerpoint (5-7 acétates).

Le troisième chapitre est consacré à l'analyse critique de la documentation et des exemples disponibles chez Oracle permettant à un spécialiste d'apprendre ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales.

## **Conclusion générale du rapport de recherche**

Notre conclusion contient 4 rubriques : un résumé global, une discussion, une synthèse, une série de recommandations et les perspectives de la recherche.

# CHAPITRE 1

## REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

### 1.1 Introduction

Ce premier chapitre porte sur la revue bibliographique concernant les bases de données géospatiales. Il couvre spécifiquement les aspects suivants : les principes fondamentaux, le fondement théorique et pratique, les caractéristiques, les applications, la gestion, le fonctionnement, l'utilité, la finalité, les infrastructures, et les perspectives de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales. Le chapitre fait aussi un survol des différentes technologies des bases de données actuellement utilisées aux Canada et ailleurs dans le monde en insistant particulièrement sur Oracle Spatial 10g2 que nous utiliserons particulièrement dans le chapitre2 pour expliquer la mise en œuvre d'une base de données géospatiales et décrire avec précision comment programmer un exemple simple avec Oracles Spatial 10g2. Mais avant tout, il est important de faire comprendre que toute technologie permettant de créer ou d'acquérir, de stocker, de gérer et d'utiliser les données multidimensionnelles ayant une caractéristique spatio-temporelle est une technologie de bases de données géospatiales.

### 1.2 Géospatial

Le concept géospatial est un qualificatif qui désigne tout ce qui peut se situer par rapport à la terre. Donc sur le plan géophysique, tout objet ou phénomène pouvant se situer géographiquement peut être qualifié d'objet ou de phénomène géospatial. Dans ce même contexte, tout objet ou phénomène géospatial peut être considéré comme « donnée géospatiale ».

Le problème de la géospatialité s'explique par le fait que les solutions d'informations décisionnelles (BI : Business intelligence) ne sont pas efficaces pour: ETL (Extract, Transform and Load) pour les données géospatiales, l'agrégation des données géospatiales et les traitements spatiaux.. Car, elles n'ont pas été développées avec le « Spatial » à l'esprit. Les solutions commerciales d'aujourd'hui limitent la capacité de prise de décision des utilisateurs. Cela nécessite un programme de recherche dans cinq axes principaux pour permettre de résoudre ce problème d'inefficacité des systèmes de gestion de base de données géospatiales actuels. (voir l'annexe 13). Ces axes de recherche doivent viser à mieux concevoir les bases de données géospatiales, à mieux évaluer la qualité des informations obtenues, à développer les technologies requises ou innover avec les technologies existantes, à adapter l'informatique décisionnelle et distribuée à la création d'un environnement de données géospatiales propres à la prise de décision efficace sur les régions et les territoires et à faciliter l'agrégation automatique des données multi-sources et multimédia en information décisionnelle.

### **1.3 Les métadonnées géospatiales et leur importance**

Le concept de métadonnées est bien connu des personnes qui travaillent avec les données spatiales. Dans le contexte géospatial, un répertoire de pays, de capitale économique et/ou politique, les grandes villes du monde est un exemple concret de métadonnées géospatiales. Ces métadonnées contiennent divers renseignements pertinents : nom du pays, de la capitale et des villes importantes, une brève description de la situation politique, économique, culturelle et environnementale. Cette structuration des métadonnées offre la possibilité à l'utilisateur de faire une recherche par mot clé ou par sujet. Ce type d'information peut être compilé pour divers produits. Dans le cas d'un produit comme une image-satellite numérique qui constitue en elle-même les données, les métadonnées sont composées de textes ou de valeurs descriptives qui décrivent les caractéristiques et les propriétés de l'image. On peut retrouver notamment le nom et le numéro du satellite, la date et l'heure d'acquisition de l'image, la région géographique

représentée par l'image, les renseignements sur les traitements appliqués à l'image ou le distributeur.

Enfin, les métadonnées sont importantes pour la création de centres d'échange de données géospatiales où les utilisateurs potentiels peuvent rechercher, trouver et comparer des données décrites de façon très détaillée. Elles peuvent être structurées en plusieurs niveaux, allant d'une simple liste de renseignements de base sur une collection de produits à un document complexe et détaillé au sujet d'un produit ou d'un service particulier. Le principal avantage des métadonnées, c'est qu'elles offrent à l'utilisateur une description et un historique complet des données ou du service. Ainsi, elles constituent un outil essentiel permettant d'évaluer les données géospatiales ou le service. Les métadonnées structurées et complètes permettent de rechercher des entrées d'après des paramètres spécifiques (p. ex. des positions géographiques précises exprimées en latitude et longitude). Elles permettent également de découvrir des ressources adaptées à des besoins spécifiques.

Dans le contexte géospatial, les métadonnées ont une valeur ajoutée à l'information. Elles en permettent la compilation et le repérage. La structure des métadonnées est très complexe pour un utilisateur ordinaire. Il nécessite beaucoup d'améliorations surtout au niveau de l'indexation des données.

#### **1.4 Données géospatiales**

Les données géospatiales sont des éléments d'information distincts, particulièrement de l'information organisée pour permettre l'analyse, le raisonnement ou la prise de décisions. Elles sont habituellement formatées d'une manière spéciale et se présentent sous diverses formes : il peut s'agir de chiffres ou de texte sur une feuille de papier, de bits ou d'octets enregistrés dans une mémoire électronique, ou encore de faits enregistrés dans le cerveau d'une personne, des cartes ou des images de tout genre. Exemples : les

données de l'ICDG comprennent des cartes, des images satellites, des publications et toutes autres données de caractère géospatial fournies par des organisations canadiennes et internationales. Elles sont offertes dans différents formats, dont MapInfo et ArcView qui correspondent à des logiciels spécialisés dans une manipulation des données cartographiques. Dans les années 90, leur utilisation était exclusivement réservée aux membres de la communauté universitaire (professeurs, étudiants et employés) et ce, uniquement dans le cadre de leurs activités académiques et de recherche et à quelques experts dans le monde des affaires. Aujourd'hui, ces données géospatiales sont devenues accessibles à tout le monde. Ce qui augmente le risque d'erreurs liées à l'absence de connaissance de ces nouvelles technologies de bases de données géospatiales.

Les données géospatiales sont des représentations de phénomènes du monde réel selon des points de vue particuliers. Ainsi, pour une étendue spatiale donnée, un plan cadastral pourra représenter le territoire sous la forme de parcelles, tandis qu'une carte topographique représentera ce même territoire sous la forme de bâtiments, rivières, routes, courbes de niveau, etc. En général, une donnée géospatiale doit comprendre de l'information précise sur l'emplacement géographique de éléments. Un réseau routier tiré d'un SIG ou une image-satellite géoréférencée sont des exemples de données géospatiales. Les données géospatiales peuvent inclure des données d'attributs qui décrivent les entités contenues dans le jeu de données. Un jeu de données est un groupement de données par sujet, par thème ou par type.

Pour une utilisation homogène, les données géospatiales sont généralement converties en Format de sortie : XML/GML avec le toponyme et les coordonnées du point en latitude et longitude. Un XML/GML renferme une ou plusieurs entités. Les données de sortie peuvent comporter plusieurs entités si les critères de recherche correspondent à plusieurs lieux géographiques. Une organisation structurée de toutes ces entités donne un produit sémantiquement saisissable et compréhensible au point de vue « géospatiale ». C'est l'information géospatiale. Cette information géospatiale (géo-info) comprend des cartes topographiques, aéronautiques et marines, divers types de cartes telles que des cartes

géologiques, agricoles et forestières, des levés officiels, le cadastre, des photographies aériennes et des images-satellites.

Les « ensembles de données géospatiales » sont des collections de renseignements qui peuvent être mis en correspondance ou positionnés de façon à permettre aux utilisateurs de faire des recherches, des analyses et des plans. Les ensembles de données géospatiales sont beaucoup plus que des cartes : ils permettent aux utilisateurs de combiner divers types de données pour produire des résultats plus pertinents ou de meilleure qualité.

#### **1.4.1 Qualité des données géospatiales**

Les données géospatiales rencontrent en partie les mêmes problèmes que les données plus traditionnelles ou les produits, de manière plus générale, en regard de la qualité. Les problèmes de documentation de la qualité ont connu un intérêt croissant lors de la dernière décennie, entre autres en raison de l'accroissement de la diffusion des données entre organisations (Goodchild, 1995; Chrisman, 1999; Veregin, 1999). La dualité de point de vue entre producteurs et utilisateurs de données vis à vis du concept de qualité apparaît également dans le domaine spatial (Frank, 1998; Tastan et Altan, 1999). Bien que la qualité soit définie par le concept de *fitness for use*, les producteurs utilisent en général le concept de qualité pour la seule qualité interne et nomment *fitness for use* la qualité externe. Voir la figure (A) de l'annexe 14. L'évaluation de la qualité interne consiste alors dans l'identification des objets représentant les mêmes phénomènes dans les deux jeux de données (c.à.d. processus d'appariement) pour ensuite les comparer pour un ensemble de critères reliés par exemple aux composantes spatiales, sémantiques et temporelles. La figure (B) de l'annexe 14 présente la dualité entre producteurs et utilisateurs de données.

Étant donné le grand volume d'information à comparer, le temps de traitement qui serait nécessaire pour évaluer la qualité de chaque donnée, la disponibilité d'autres données suffisamment exactes pour permettre une comparaison, etc., les producteurs de données procèdent généralement à un échantillonnage, jugé représentatif de l'ensemble des données, allant permettre d'évaluer la qualité de l'ensemble des données produites. Différents types d'échantillonnage peuvent être utilisés, dépendant entre autres de la taille et de la distribution de la population globale (Faïz, 1999; ISO-TC/211, 2002).

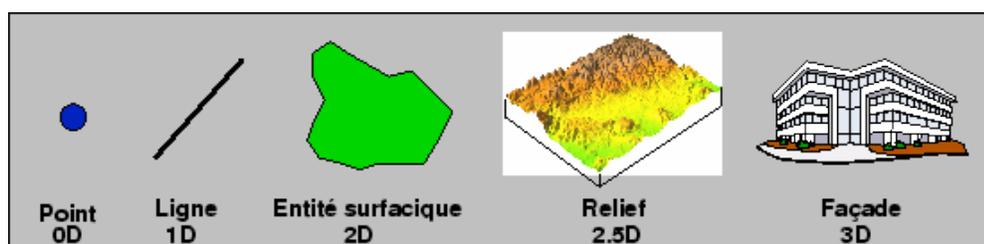
À notre avis, il est très important de bien comprendre les principes fondamentaux entourant les dimensions des données géospatiales avant de pouvoir trouver les critères et les outils permettant de mesurer leur qualité.

## **1.4.2 Dimensions d'une donnée géospatiale**

Les dimensions des données géospatiales se divisent en deux grandes catégories : dimension spatiale et dimension temporelle.

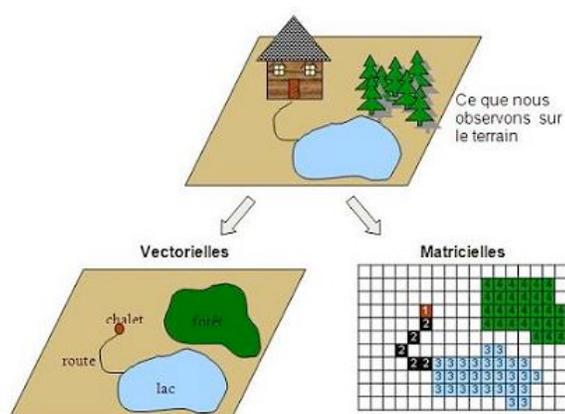
### **1.4.2.1 Dimensions spatiales**

Dans les SIG, la représentation courante de l'espace géospatial est bidimensionnelle. Mais dans les faits, cet espace géospatial est tridimensionnel. Nous le percevons directement par nos sens et nos moyens de mesure. Nous pouvons s'y déplacer dans toutes les dimensions. Trois dimensions ou 3D (prononcer « troidé ») est un terme générique que l'on utilise pour désigner notre vision du monde qui nous entoure. En informatique, la 3D est un défi car elle doit être représentée sur un écran en deux dimensions. De nombreux calculs sont donc nécessaires. Les données spatiales sont disponibles sous forme unidimensionnelle (1D), bidimensionnelle (2D), ou pseudo-tridimensionnelle (3D). Les descriptions des facettes des corps (par exemple, les façades des bâtiments ou les versants) sont les seules données réellement stockées sous forme 3D (voir figure ci-dessous).



**Figure 1 - Dimensions des données dans un SIG.**

La représentation des données spatiales par des points, lignes et polygones, définies par les coordonnées des points, illustre ces éléments graphiques élémentaires. Ces données sont également représentées par des modèles vectoriels et parfois par modèles matriciels ou la combinaison des deux. (cas de multimédia). La figure ci-dessous présente une illustration des données vectorielles versus des données matricielles.



**Figure 2 - Données vectorielles & données matricielles**  
(Source : Bibliothèque : Université Laval)

«Les données vectorielles sont des données représentant des entités géographiques par des points, lignes et polygones organisés en couches d'information. Cette structure s'oppose à la structure matricielle, dans laquelle les données sont organisées en cellules de quadrillage (ou pixels) auxquelles sont assignés des attributs ». (Bibliothèque UQAM). Les données vectorielles sont constituées d'éléments ou objets tels que des points, des lignes, des polygones, des surfaces, des volumes représentant les objets visibles sur le terrain. Exemples d'objet : bâtiment, parcelle, route, limite communale, rivière, zone

boisée, canalisation, poteau électrique, etc.. À chaque objet sont associées des coordonnées géographiques (x, y dans un plan, et parfois z pour l'altitude) et également des informations alphanumériques (attributs) décrivant les objets représentés et les relations qui existent entre eux. Exemples d'attribut : nom et adresse du propriétaire et fonction du bâtiment, numéro de parcelle, type de revêtement de la route, nombre d'habitants de la commune, débit de la rivière, type de végétation, date de pose de la canalisation, date de dépôt d'un rapport.

Dans un contexte géospatial, l'organisation des données en couches correspond aux attributs des régions de l'étude dont la dimension temporelle peut se définir sur une base instantanée.

#### **1.4.2.2 Dimension temporelle**

La dimension temporelle est aussi importante que la dimension spatiale pour l'étude et la compréhension des phénomènes géospatiaux. Car, c'est à partir de la dimension temporelle d'une entité ou d'un phénomène qu'il est possible et facile de comprendre la nature des changements qui affectent les différents phénomènes et entités de la terre et même de l'univers. La dimension temporelle permet aussi d'analyser la dynamique de ces changements et d'étudier des relations de causalité permettant d'expliquer ces changements. Contrairement à l'espace, le temps est unidimensionnel. Il va du passé vers le futur. Dans le développement d'un SIG, on doit intégrer une structure de données permettant de décrire les changements en relation avec les concepts de dates, de versions, d'événements et de processus. On doit aussi incorporer des mécanismes permettant d'exprimer les liens topologiques entre les entités et les processus dans le continuum spatio-temporel. Dans un SIG, les entités spatiales changent de localisations, de géométrie et de topologie avec le temps. Ce qui complexifie l'information à stocker dans la base de données géospatiales. Il arrive souvent que ces informations deviennent désuètes. On doit donc proposer et conforter un langage de programmation capable de

prendre en considération la complexité des données, des relations spatio-temporelles entre les entités. C'est ce que tentent de faire Oracle Spatial 10g2 et GéoMedia.

### **1.4.2.3 Finalité des données géospatiales**

Les données géospatiales permettent de répondre à la question où est-ce sur terre? Elles donnent des renseignements sur les caractéristiques, les rapports entre les choses, les idées, les phénomènes et le facteur temps en relation avec tous ces aspects. Ainsi, en plus de montrer où sont les forêts, les circonscriptions électorales, les secteurs de recensement, les rivages, les ports, etc., les données géospatiales révèlent leur interrelation et l'évolution de celle-ci au fil du temps. Comme elles permettent d'extrapoler les tendances et d'anticiper les changements, on peut s'en servir pour faire des plans et des prévisions. Enfin, les données géospatiales participent et simplifient la résolution des problèmes de gestion d'informations dans plusieurs domaines d'activités humaines, économiques, informatiques, environnementales et stratégiques. Leur exploitation se fait dans un système complexe appelé « Base de données géospatiales ».

## **1.5 Base de données géospatiales (BDG)**

Une base de données est un système informatique permettant d'enregistrer, de stocker de manière structurée et de gérer les informations (ex : SQL Server, Oracle, ACCES, Sybase, etc..). Les systèmes de téléinformation font souvent appel à plusieurs bases de données pour traiter et gérer toute sorte d'information (ressources, parcours pédagogique, dossiers des clients, objets géospatiaux, etc..). Lorsque cette base de données sert à l'acquisition, au stockage, à la gestion et à l'exploitation des données géospatiales, on parle alors de base de données géospatiales. À cet effet nous pouvons dire qu'une base de données géospatiales est système informatique qui permet d'acquérir, d'enregistrer, de traiter, de gérer et d'exploiter les données géospatiales.

Une base de données géospatiales est une base de données multi-représentations dont l'objectif principal est de répondre aux deux questions suivantes: 1- Comment créer une base de données multi-représentations à partir des bases de données existantes? Cette question pousse à aborder les problèmes de la modélisation et de la détection de correspondances entre schémas, spécifications de données, ainsi que de la gestion des raccords, des redondances et des incohérences. À cet effet, le problème de l'intégration reste un enjeu majeur pour les actions de recherche à court terme. Deux solutions sont à envisager pour cette problématique de création d'une base de données géospatiales à partir des bases de données existantes : l'intégration et l'interopérabilité qui font partie des « principes fondamentaux des nouvelles technologies de bases de données géospatiales. 2- Comment gérer et manipuler une base de données multi-représentations? Cette question convie les chercheurs et experts en bases de données géospatiales à aborder les problèmes de la propagation des mises à jour entre diverses représentations, ainsi que ceux de la visualisation et de l'analyse de données avec représentation multiple. L'étude des aspects relatifs à l'architecture logicielle pour la mise à jour et aux infrastructures des bases de données géospatiales peut apporter des compléments de réponses à cette question. Ces infrastructures de bases de données géospatiales reposent généralement sur quatre types d'architecture possibles.

### **1.5.1 Architecture d'une base de données géospatiales**

Les données géospatiales et thématiques sont gérées par deux composantes distinctes mais inter-reliées (espace et temps). L'architecture d'une base de données comporte trois composantes distinctes et inter-reliées pour permettre de gérer harmonieusement ces composantes spatiales, thématiques et temporelles. Le développement d'un SIG spatio-temporel doit intégrer une structure de données permettant de décrire les changements en relation avec les concepts de dates, de versions, d'événements et de processus. Il doit aussi incorporer des mécanismes pour exprimer les liens topologiques entre les entités et les processus, dans l'espace et dans le temps. Il doit enfin comporter un langage de

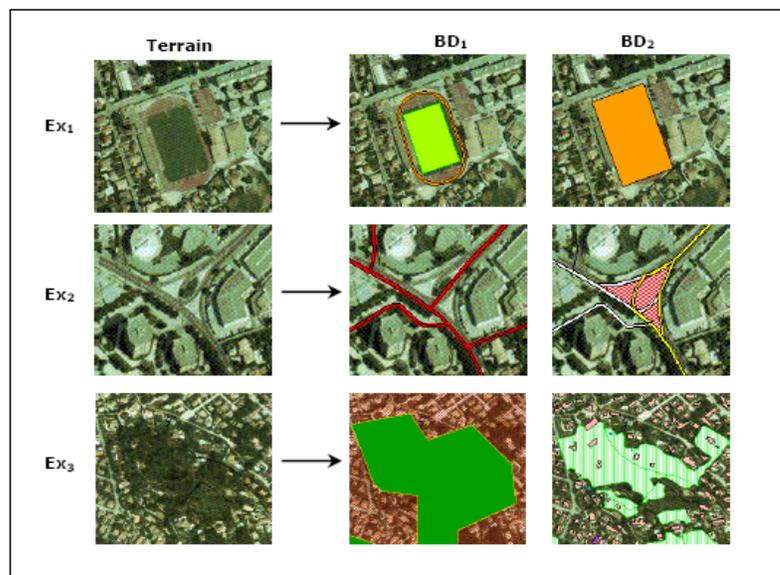
programmation capable de prendre en compte la complexité des relations spatiales et temporelles entre les entités. Il existe généralement quatre types d'architectures possibles pour la construction d'une base de données géospatiales:

- Architecture centralisée : tous les composants sont installés sur une seule machine qui contrôle tout le système et tout le Géoréseau. Un Géoréseau est un réseau de distribution des données géospatiales.
- Architecture client/serveur : dans ce type d'architecture, différentes possibilités de distribution de composants sur différents serveurs. Les requêtes sont émises par l'utilisateur sur le client. Elles sont traitées par le serveur multimédia. Plusieurs serveurs spécialisés sont interconnectés.
- Architecture distribuée : plusieurs SGBD (système de gestion de base de données) sont exécutés sur plusieurs machines. Les données multimédias – géospatiales sont stockées sur différents sites. Les utilisateurs y accèdent depuis différents sites.
- Architecture parallèle : contient plusieurs disques et plusieurs processeurs. Le traitement parallèle d'informations permet de minimiser le coût de recherche et transfert d'objets multimédias ou d'objets géospatiaux.

Chacune de ces architectures a ses avantages et ses inconvénients. Le choix d'une architecture dépend essentiellement des objectifs et de ressources disponibles pour la réalisation d'une base de données géospatiales que l'on veut avoir. L'architecture d'une base de données géospatiales est si complexe que sa description doit se faire selon plusieurs points de vue. (Voir annexe 2).

### **1.5.2 Représentation d'une BDG**

Cette partie comprend deux points: L'explication du concept de représentation d'une connaissance (objet ou phénomène) et celle de la représentation multiple. Voici un exemple de différences de représentation de deux bases données :



**Figure 3 - Exemples de différences de représentation entre deux BD**  
Sheeren, 2005

### 1.5.3 Qu'est-ce qu'une représentation en contexte informatique?

Une représentation peut être une forme de traduction de la pensée par des relations de correspondance (concepts, images, règles, etc.) ou une traduction par des signes (ou avec des réseaux de signes) d'une réalité physique ou conceptuelle. La représentation d'un concept peut également devenir symbolique. On peut décrire une représentation par le mandat donné par une institution ou une personne à une autre institution ou personne, d'assurer certaines missions. En mathématiques, une fonction définie sur un groupe et à valeurs dans un espace d'applications linéaires est considérée comme une représentation.

En général, une représentation peut être définie comme l'idée incomplète et provisoire de ce qui est la vérité sur un objet donné. La représentation des connaissances se fait toujours par des graphes, des symboles, des signes et de schémas. Elle ne se fait pas par des mots, ni par des phrases. Des schémas et des dessins sont utilisés pour noter les connaissances concernant les animaux, les plantes, etc. dans les études de sciences naturelles. La représentation graphique des données géospatiales permet de faciliter

l'analyse et l'interprétation de ces données. Il faut toutefois prendre garde à ne pas se laisser abuser par des translations de coordonnées et de jeux graphiques sur les couleurs, la perspective ou l'épaisseur des traits destinés parfois à masquer ou minimiser une information importante.

Grâce à la complexité des données géospatiales et la validité des différentes méthodes de représentation de ces données, les experts de ce domaine de technologies géospatiales font appel à une forme de représentation appelée « Représentation multiple».

#### **1.5.4 Représentation (s) multiples**

Le terme multi-représentation s'applique lorsqu'on parle de différentes formes représentations d'un même espace ou d'un même ensemble d'objets qui forment un «Tout», selon différents niveaux de détail ou tout simplement de différents points de vue. Ce terme peut aussi s'appliquer aux diverses représentations possibles des processus. Les avantages de cette méthode de représentation multiple d'une information géospatiales sont : la simplicité, la précision, la clarté, la concision et la complétude de l'information. On y trouve les informations pertinentes et nécessaires pour la compréhension de cette connaissance procédurale. Les besoins croissants des utilisateurs pour ces données géospatiales et le souci pertinent des développeurs d'applications de satisfaire les besoins de ces utilisateurs d'informations géospatiales ont entraîné la naissance et la croissance rapide des nouvelles technologies de bases de données géospatiales. En plus de leurs aspects multidimensionnels, les données stockées, manipulées, gérées et exploitées dans une base de données géospatiales sont aussi de nature : multimédias, géographiques, orienté-objet, d'action et de décision, relationnel-objet, hiérarchique, inter-reliées (en réseau), et surtout distribuée. Cela permet d'envisager la réutilisabilité de certains schémas par exemple d'une base de données multimédia ou relationnelles dans un projet de base de données géospatiales.

## 1.6 Les principes fondamentaux des BDG

Un principe est une « connaissance abstraite prenant la forme d'une énoncé, décrivant les propriétés des objets, établissant des liens de causes à effets entre des objets (le pourquoi), ou déterminant dans quelles conditions appliquer une procédure (la quand). Un principe prend le plus souvent la forme de: (Si telle condition, alors telle condition ou telle action). Dans le cas où la condition implique une autre condition, on dira qu'il s'agit d'un principe relationnel (le pourquoi). « Dans le cas où la condition implique une action, on dira qu'il s'agit d'un principe d'action (le quand) ». (Paquette, Crevier et Aubin, 1998, p. 288). Un principe est qualifié de fondamental lorsqu'il joue un rôle majeur dans la compréhension, le fonctionnement et la raison d'être d'une technologie, d'une science, d'un procédé ou d'une application. À cet effet, nous pouvons dire que les principes fondamentaux d'une nouvelle technologie de bases de données géospatiales est l'ensemble des connaissances et règles régissant cette nouvelle technologie de bases de données géospatiales. Les explications de ces principes fondamentaux visent à identifier les besoins réels d'apprentissage des technologies de bases de données géospatiales dans les cursus universitaires. Un besoin d'apprentissage est un « écart entre la compétence actuelle et visée d'un public cible ou d'un apprenant pour une connaissance donnée ». Le besoin d'apprentissage pour une connaissance est calculé pour chaque public cible. Il représente la différence entre la compétence visée et la compétence du départ sur une échelle de compétences à 12 niveaux.: sensibilisation (0, 1, 2) , familiarisation (3, 4, 5), maîtrise (6, 7, 8), expertise (9, 10, 11). (Paquette, Crevier et Aubin, 1998, p. 282).

**Tableau 1 - Échelle de compétences selon la méthode MISA.**

Échelle de compétences												
État	Sensibilisation			Familiarisation			Maîtrise			Expertise		
Valeur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Symbole	S-	S	S+	F-	F	F+	M-	M	M+	E-	E	E+

Source : (Gilbert Paquette, Françoise Crevier, Claire Aubin : 1998, p. 299)

Il existe deux types de principes fondamentaux dans le domaine des bases de données géospatiales à connaître: les principes de base et les principes structuraux.

### **1.6.1 Les principes de base**

Dans une technologie de base de données géospatiales, les principes fondamentaux de base sont exclusivement liés à la qualité des données, ses caractéristiques, son approche hiérarchique, sa dimension d'analyse, son indicateur et les systèmes informant l'utilisateur de cette qualité. Au point de vue principes, la qualité de données géospatiales est représentée comme un ensemble de caractéristiques qui les rendent aptes à satisfaire les besoins définis par les utilisateurs pour une application. C'est la correspondance entre l'état d'une donnée géospatiale et le besoin exprimé par l'utilisateur de cette donnée. IL s'agit ici, d'un concept beaucoup plus large qu'une simple notion de précision et d'exactitude que nous avons expliquée précédemment. Ce concept définit et précise les caractéristiques de la qualité de données géospatiales: (Accessibilité, Couverture, Définition, Généalogie, Légitimité et précision). Ces caractéristiques sont fondées sur une approche hiérarchique de la qualité de donnée. Cette approche hiérarchique est basée sur les principes suivants: la qualité d'une donnée doit tenir compte de tous les critères, la qualité d'un objet doit tenir compte de son existence, de l'ensemble de ses données descriptives, géométriques et temporelles et la qualité d'une classe d'objet doit tenir compte de la qualité de chaque objet membre de cette classe. En conséquence, la qualité d'une base de données géospatiales doit tenir compte de toutes les classes d'objets qui la composent. Les dimensions qui nous permettent d'analyser cette qualité sont les suivantes: 1- Chaque critère de la qualité peut représenter une dimension d'analyse en soi. 2- Chaque critère de la qualité peut être analysé selon les dimensions sémantiques structurelles, géométriques et temporelles qui définissent ce critère. On doit tenir compte de la variation temporelle et spatiale de la qualité. 3- Chaque critère de la qualité peut être analysé selon les dimensions «état» et «besoin». Le système qui informe les utilisateurs sur la qualité de données (MUM) est

aussi considéré comme un principes fondamental de bases. Ce système doit être : rapide et simple à utiliser, adaptable, interactif et convivial, informatif, intuitif et proactif.

Nous venons donc de vous présenter principes de base liés aux nouvelles technologies de bases de données géospatiales. Nous allons maintenant vous présenter les principes structuraux en trois points : principes de production, d'exploitation et les infrastructures indispensables pour l'implantation et le fonctionnement des BDG.

## **1.6.2 Principes structuraux**

Les structuraux regroupent les principes de production, d'exploitation et d'utilisation.

### **1.6.2.1 Principes de production des BDG**

Ces principes comprennent: la conception, la normalisation, la modélisation, l'implémentation, le fonctionnement, la complexité dont le principe est donné à la annexe 4, l'hétérogénéité, l'intégration et l'implantation. Ils se complètent par les infrastructures et les applications.

#### **1.6.2.1.2 Conception d'une BDG**

La conception d'une base de données géospatiales se fait de la même manière que les bases de données traditionnelles. Cette étape de l'abstraction est primordiale dans la réalisation de la base de données. Elle permet de définir les besoins, les ressources à déployer, la clientèle visée et les objectifs de qualité à atteindre. Le processus de conception d'une base de données peut se résumer par le figure de l'annexe 15. Dans ce processus de conception de base de données il y a quatre niveaux d'abstraction : schémas externes, le modèle conceptuel, le modèle logique. Voir la représentation schématique des niveaux d'abstraction à l'annexe 16. Les considérations de performance sont importantes dans le principe de conception, et influencent le modèle physique. Les

redondances sont réduites par le principe de normalisation qui consiste à créer des schémas relationnels répondant au standard appelé «Forme normale» permettant de respecter les contraintes de dépendances. La normalisation permet d'imposer les contraintes aux relations d'une base de données, de vérifier qu'une décomposition est à une jonction conservatrice et de guider la structuration des schémas relationnels. En conséquence, nous pouvons dire que la normalisation permet de rendre une base de données plus efficace possible par la suppression des redondances inutiles. Voir le détail sur la normalisation à l'annexe 6.

### **1.6.2.1.3 Modélisation d'une BDG**

La modélisation d'une base de données géospatiales est un processus par lequel on construit un modèle de connaissances\* pour répondre à certains objectifs d'un système de gestion de bases de données géospatiales. « Le processus de modélisation comporte notamment les tâches suivantes : l'orientation du modèle et le choix d'une catégorie de modèles\*, la construction d'un graphe (initial) incluant les besoins d'apprentissage, le développement d'un modèle par niveaux, l'identification des sous-modèles associés aux unités d'apprentissage\* ou aux instruments, la validation et la révision des sous-modèles.» (Paquette, Crevier et Aubin, 1998, p.287). Une base de données géospatiales (Géodatabase) est un modèle de données orienté objet mis en place par ESRI qui représente les entités géographiques et les attributs sous forme d'objets et de relations tout en étant intégré à un système de gestion de bases de données relationnelles. Une géodatabase peut contenir des objets, tels que des classes d'entités, des jeux de classes d'entités, des tables non spatiales et des classes de relations. On rencontre généralement quatre types de modèles: modèle entités-association, modèle orienté-objet, Orienté-relationnel et modèle multidimensionnel. Tout ce qu'on doit comprendre maintenant est que la modélisation d'une base de données géospatiales n'est pas très différente de la modélisation des bases de données traditionnelles. La seule différence notable se situe au

niveau de la multidimensionnalité des BDG. Voir le résumé explicatif du modèle multidimensionnel à l'annexe 17

#### 1.6.2.1.4 Implémentation, implantation et fonctionnement d'une BDG

On a beau concevoir impeccablement une base de données géospatiales, sans l'implémentation qui doit la concrétiser et la rendre fonctionnelle, utilisable et gérable, on ne pourra jamais l'implanter dans une infrastructure géospatiale. L'implémentation d'une base de données géospatiales se compose d'un ensemble de spécifications de différentes fonctions pédagogiques, structurelles, opérationnelles, organisationnelles et médiatique de l'environnement géospatial (SIG). «Les spécifications d'implémentation sont rédigées à l'intention des ingénieurs logiciel dans le but de définir précisément les limites et le mode de fonctionnement des composantes conformes à une spécification d'implémentation. L'objectif d'une spécification d'implémentation est d'être suffisamment complète et précise pour que des composantes conformes rédigées par deux ingénieurs distincts puissent non seulement fonctionner ensemble, mais également être instantanément compatibles l'une avec l'autre dans le contexte d'un système complet ». (GéoConnexions, 2005). La technologie GIS de ESRI (Environmental Systems Research Institute Inc.) met à la disposition des développeur des bases de données géospatiales une panoplie de fonctionnalités puissantes et variées permettant d'implémenter presque toutes les fonctions de la BDG. En voici un résumé :

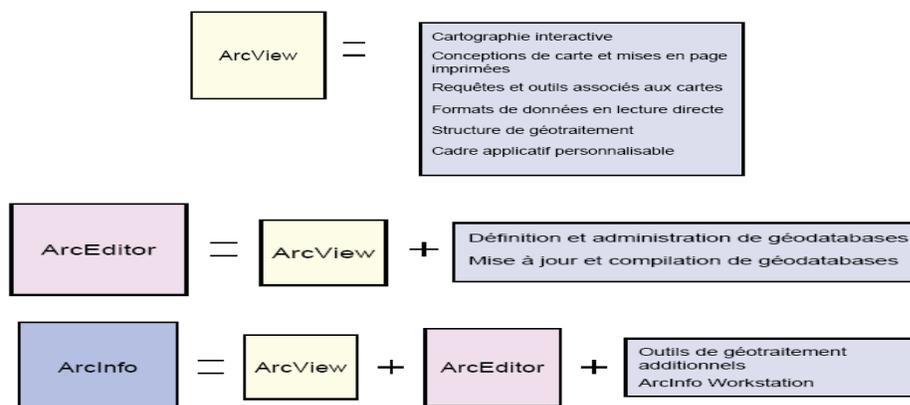
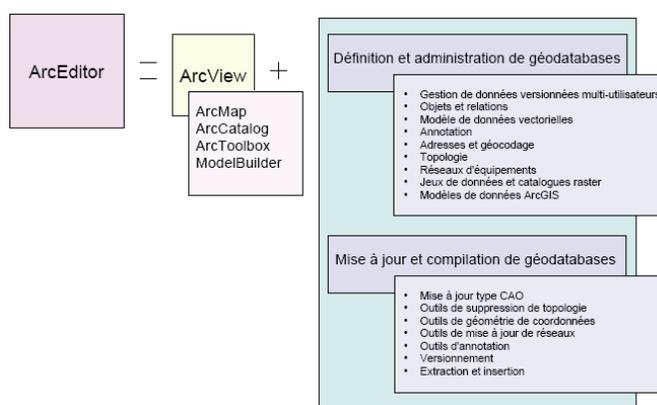


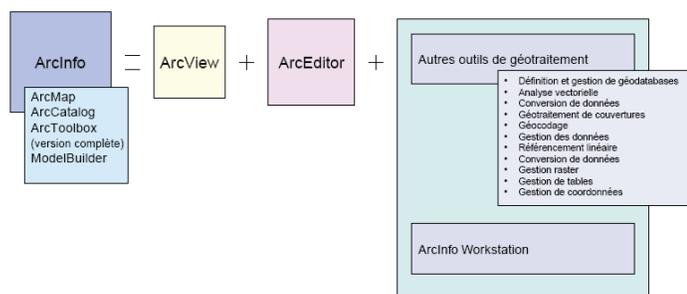
Figure 4 - Les principales fonctions de ArcView, ArcInfo et ArcEditor

ArcView offre de nombreuses fonctionnalités intéressantes, notamment : outils de symbologie et de modification enrichis, gestion des métadonnées et projection à la volée. ArcEditor possède les mêmes fonctionnalités qu’ArcView auxquelles s’ajoutent des fonctions de mise à jour avancées.



**Figure 5 - Une liste des principales fonctions d’ArcEditor**  
(Source : ESRI, 2006)

Comme le démontre la figure ci-dessous, ArcInfo combine toutes les fonctionnalités d’ArcView et d’ArcEditor ainsi qu’une fonctionnalité de géotraitement avancée. ESRI nous rappelle de l’importance de la version ArcInfo de ArcToolbox. La version ArcInfo d’ArcToolbox est importante pour les sites qui génèrent et créent des bases de données géospaciales.

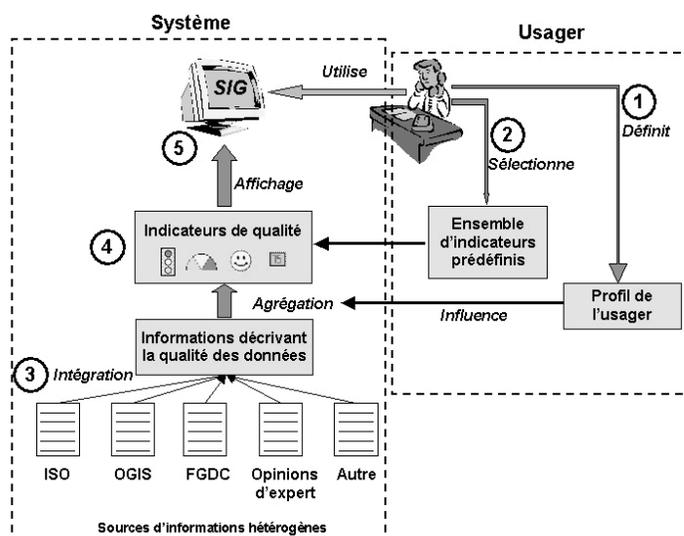


**Figure 6 - Une liste des principales fonctions d’ArcInfo**  
(Source : ESRI, 2006)

« Plusieurs extensions facultatives sont disponibles pour ArcGIS Desktop. Les extensions vous permettent d’effectuer des tâches telles que le géotraitement des rasters

et les analyses en trois dimensions. Toutes les extensions peuvent être utilisées par chacun des produits (ArcView, ArcEditor et ArcInfo) ». (ESRI, 2006). Pour avoir plus de détails, consultez les adresses suivantes: <http://www.esricanada.com>, et <http://www.esri.com/news/arcnews/arcnews.html>.

Une base de données conçue, modélisée, implémenté et testée (Ok), doit être implantée dans une infrastructure géospatiale. La phase d'implantation se divise en 4 étapes: l'implantation de la structure des tables, le peuplement de ces tables, l'agrégation des données et finalement la configuration de l'interface. Voir l'annexe 10: *les étapes d'implantation d'une BDG*. Une fois la BDG implantée dans une infrastructure de données géospatiales appropriée, le développeur réalise les tests pour vérifier son bon fonctionnement. Le fonctionnement d'une base de données géospatiales est le principe qui permet au système d'information géospatiale d'interagir avec les utilisateurs. Dans ce principe, quatre facteurs sont déterminants: l'accessibilité, le mode de fonctionnement, la sécurité et l'intégrité de données. Nous pouvons résumer le principe de fonctionnement d'une base de données géospatiales par la figure ci-dessous. Il se compose de deux modules: système et utilisateur.



**Figure 7 - Fonctionnement simplifié du système MUM.**  
(Manuel à l'Usager Multidimensionnel)

Les utilisateurs de données géospatiales sont de plus en plus confrontés au problème complexe de l'évaluation de l'adéquation de données à un usage défini. Étant donné la disponibilité croissante de sources de données, les jeux de données sont plus que jamais hétérogènes et complexes à interpréter. L'information décrivant la qualité des données est disponible mais demeure souvent elle-même hétérogène sémantiquement et spatialement, inaccessible, hermétique, et finit en pratique par être négligée par la plupart des utilisateurs. Une personne doit en fait pouvoir développer une expertise solide pour comprendre correctement les métadonnées et évaluer l'adéquation de jeux de données, ou l'extrait de ces jeux pour des usages spécifiques dans des endroits précis et pour des périodes variables. Une telle tâche complexe peut impliquer des milliers de métadonnées partiellement corrélées. En conséquence, des experts en qualité des données doivent pouvoir s'aider par des outils permettant d'identifier des problèmes potentiels et de synthétiser les informations nécessaires pour écrire leur opinion dans un rapport impliquant leur responsabilité professionnelle.

Un des défis principaux de la gestion des données géospatiales provient du fait que les données sont hétérogènes, multidimensionnelles, multimédia et se trouvent dans des bases de données différentes et dans des formats différents. Cette hétérogénéité à multiformes augmente la complexibilité des BDG dont nous résumons le principe à l'annexe 4 et affecte l'interopérabilité des systèmes.

#### **1.6.2.1.6 Hétérogénéité de BDG**

L'hétérogénéité des bases de données géospatiales est un problème qui freine leur interopérabilité. La capacité d'interagir des bases de données géospatiales est limitée par leur multiple hétérogénéité : structurelle, syntaxique et sémantique. À cela s'ajoute l'hétérogénéité des infrastructures géospatiales. L'hétérogénéité sémantique correspond à la différence de signification entre les concepts. La différence entre les modèles cognitifs de deux individus qui, par exemple, associent des signaux

identiques à des phénomènes différents et des signaux différents aux mêmes phénomènes, illustre bien l'hétérogénéité sémantique. Puisque les modèles cognitifs se développent par l'observation de phénomènes dans un contexte particulier, le contexte joue donc un rôle important dans l'hétérogénéité sémantique des concepts. Il devient nécessaire de considérer le contexte dans lequel les phénomènes sont observés pour résoudre l'hétérogénéité sémantique entre les concepts. Les ontologies sont reconnues pour maintenir la signification accordée aux concepts d'une base de données. Dans les bases de données géospatiales, les ontologies décrivent un ensemble de concepts avec leur définition, leurs propriétés, leur géométrie et leur temporalité selon le contexte duquel ils sont abstraits. L'hétérogénéité structurelle se préoccupe des différences dans la modélisation des données. Cette hétérogénéité provoque des conflits aux niveaux : concept, propriété géométrique et temporalité comme l'illustre le tableau de l'annexe 11.

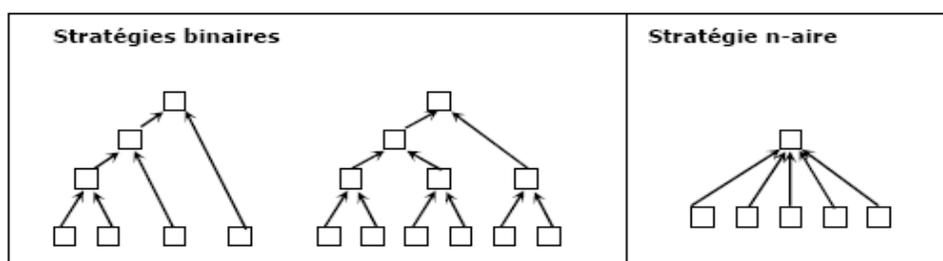
#### **1.6.2.1.7 Intégration des données géospatiales**

La question de l'hétérogénéité est aujourd'hui au cœur des réflexions pédagogiques dans le domaine de développement et d'utilisation des bases de données géospatiales. Les systèmes d'intégration de données offrent des architectures d'interopérabilité sur une fédération de sources de données distribuées, autonomes et hétérogènes. Les entrepôts de données, les systèmes de médiation et les architectures P2P ou des application B2B sont des exemples d'infrastructures qui permettent l'intégration de données, c'est-à-dire l'accès à des données produites par des sources différentes et autonomes. L'accès se fait généralement par le réseau Internet à travers des schémas virtuels, des métadonnées et des correspondances sémantiques. L'hétérogénéité des données extraites des sources nécessite leur réconciliation, c'est-à-dire leur mise en conformité par rapport au schéma du médiateur avant de les délivrer à l'utilisateur. «L'intégration de sources de données hétérogènes nécessite de disposer d'une compréhension approfondie de la sémantique des données. Cette sémantique est en particulier véhiculée par les contraintes d'intégrité

telles que les dépendances fonctionnelles qui généralisent la notion de clef ou les dépendances d'inclusion qui généralisent la notion de clef étrangère.

#### 1.6.2.1.7.1 Schéma d'intégration des BDG

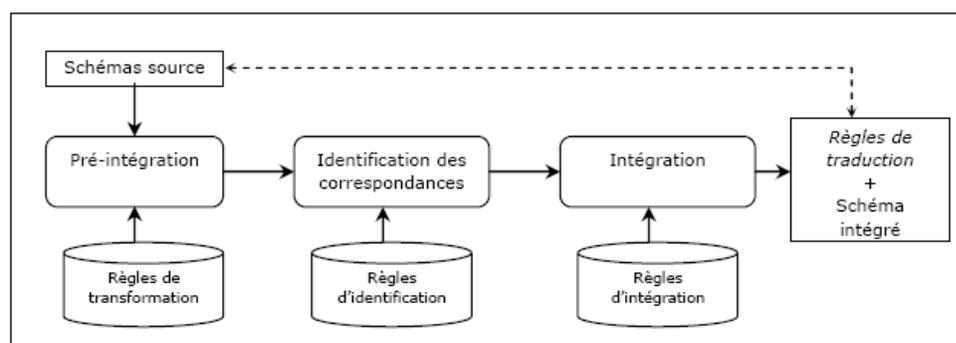
La production du schéma intégré est guidée par une stratégie d'intégration. Celle-ci dépend du nombre de schémas à unifier et de leur complexité. Comme le démontre la figure ci-dessous, il peut s'agir des stratégies binaires (seuls deux schémas sont intégrés à la fois. Différentes démarches incrémentales peuvent être adoptées pour intégrer plusieurs schémas) ou des stratégies n-aires (tous les schémas sont intégrés en une seule passe). Selon [Batini et al. 1986], la qualité du schéma intégré peut être évaluée en terme d'exhaustivité (pas de perte d'information), de clarté et de la minimalité (pas de redondances).



**Figure 8 - Stratégies d'intégration de schémas.**

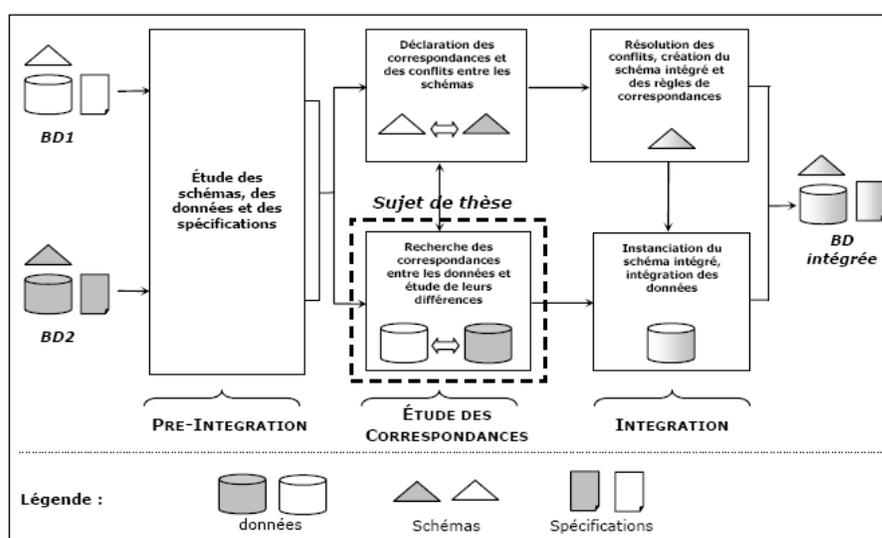
Il est également nécessaire de définir les règles de traduction qui permettent de passer du schéma intégré aux schémas source, et inversement. Ces règles seront exploitées par le module de requête du système intégré. Celui-ci se charge de décomposer les requêtes effectuées sur le schéma global en sous requêtes adaptées aux schémas locaux pour extraire l'information demandée. Enfin, tout bon système d'intégration doit intégrer une structure de données permettant de décrire les changements en relation avec les concepts de dates, de versions, d'événements et de processus, incorporer des mécanismes pour exprimer les liens topologiques entre les entités et les processus, dans l'espace et dans le temps, comporter un langage de programmation capable de prendre en compte la complexité des relations spatiales et temporelles entre les entités. Selon Parent et

Spaccapietra,1996, les étapes du processus d'intégration des bases de données classiques permettant d'aboutir à système fédéré comme l'illustre la figure ci-dessous.



**Figure 9 – Les étapes du processus d'intégration des bases de données classiques**

La dernière étape du processus est l'intégration proprement dite. Elle se caractérise par la résolution des conflits décrits dans l'annexe 11 et la réconciliation des données en cas d'incohérence, l'élaboration du schéma intégré, la production des règles de traduction qui permettent de passer des schémas, la source au schéma intégré. La méthode de résolution des conflits et l'élaboration du schéma intégré doivent tenir compte de l'objectif de l'intégration. Comme l'illustre la figure ci-dessous, l'intégration de BD géographiques requiert un travail important au niveau des schémas et des données.



**Figure 10 - Exemple de processus d'intégration de deux BDG**

Ces trois solutions contribuent grandement à rendre le système d'information géospatiale plus interopérable.

#### **1.6.2.1.7.2 Interopérabilité des BDG**

«L'interopérabilité technique est la capacité que possèdent des systèmes informatiques hétérogènes à fonctionner conjointement, grâce à l'utilisation de langages et de protocoles communs, et à donner accès à leurs ressources de façon réciproque. Elle implique qu'un programme tournant sur un système ouvert fonctionne également sur un autre système». (OQLF). L'interopérabilité a besoin de plus qu'une bonne connectivité technique puisqu'elle nécessite l'utilisation d'éléments comme des interfaces de programmation et des formats de données standardisés. L'interopérabilité de données géospatiales peut être considérée comme un processus de communication entre les utilisateurs et les bases de données où chaque utilisateur et chaque base de données possèdent une représentation des objets et des phénomènes géospatiaux qui lui sont propres mais compréhensible et compatible avec la représentation des autres. Nous pouvons ainsi définir l'interopérabilité comme étant un état de compatibilité qui permet à deux ou plusieurs systèmes informatiques hétérogènes tels que «Bases de données géospatiales » de se communiquer, d'interagir, d'échanger et de partager ou de mettre en commun leurs ressources et services pour mieux répondre aux besoins d'une clientèle donnée (utilisateurs). Les bases de données géospatiales sont des systèmes d'information ouverts. Leur exploitation et la qualité de leur fonctionnement dépendent grandement de leur interopérabilité

#### **1.6.2.2 Principes d'exploitation et d'utilisation des BDG**

Cette catégorie de principes fondamentaux regroupe les éléments suivants: l'acquisition, la conservation, la gestion et mise à jour, l'utilisation et l'interopérabilité.

### **1.6.2.2.1 Les utilisateurs des BDG**

Les utilisateurs sont les consommateurs des données géospatiales. Ils se divisent en quatre catégories: 1- Fournisseurs: les fournisseurs de données géospatiales et des services web, 2- Développeurs : les créateurs d'applications pouvant utiliser les BDG pour d'autres groupes, 3- Distributeurs : ceux qui ventent et soutiennent les applications géospatiales destinées aux utilisateurs finals, 4- Utilisateurs finals: sont les consommateurs finals des données géospatiales. Ces derniers consomment de l'information géospatiale à des fins de prise de décisions. Dans la plupart des cas, ces utilisateurs finals comptent sur les applications pour produire des données immédiatement consommables.

### **1.6.2.2.2 Gestion et mise à jour d'une base de données géospatiales**

Nous considérons la gestion d'une base de données géospatiales comme un ensemble d'outils et principes pour le stockage, la récupération et la maintenance qui organise les diverses séries de données sous des formes permettant une actualisation rapide et exacte. Les données du système doivent être organisées et stockées de façon à permettre un accès facile pour des analyses indépendantes et la maintenance des données. La gestion de données spatio-temporelles dans les systèmes d'information géospatiaux nécessite des approches spécifiques en termes de modélisation, de structuration, d'interrogation, de visualisation et d'analyse des données. Ces approches sont pluri thématiques et pluridisciplinaires, et demandent le concours de différents domaines informatiques: système d'information, base de données, intelligence artificielle, etc.. Les administrateurs ou les gestionnaires de bases de données géospatiales déterminent le mode d'accès aux données, la sécurité et l'authentification.

La sécurité et l'authentification sont essentielles au traitement des données géospatiales globales et au déroulement des activités. Même un service simple comme le rendu d'une carte à l'aide d'un serveur de cartes Web a des incidences sur la sécurité. Diverses

sources de données géographiques peuvent présenter des niveaux de sensibilité différents sur le plan des personnes qui sont autorisées à les visualiser. La nécessité de recourir à des mécanismes de sécurité et d'authentification augmente dès que le partage de l'information s'effectue de manière ouverte et interopérable, en particulier lors d'activités de création ou de mise à jour de données. Ces services sont : 1-**Accès protégé**: les interactions entre les composantes sont privées (évite l'interception illicite) et l'intégrité est assurée (empêche toute tentative d'altération). 2-**Accès vérifié**: les communications sont authentifiées et signées. 3-**Accès autorisé**: l'accès aux services et aux données est contrôlé par la vérification de l'identité et de la fonction de l'utilisateur ou du client demandeur.

La mise à jour d'une base de données géospatiales est une activité importante qui permet de maintenir ou même d'accroître la qualité des services et les ressources disponibles dans cette base de données. Le mécanisme de mise à jour d'une base de données géospatiales est amplement détaillé dans [Badard et Lemarié, 1999]. Dans ce mécanisme de mise à jour de données, il existe généralement quatre fonctions : ajouter et supprimer un document, ajouter et modifier des associations de la mise à jour, ajouter et modifier les services de recherche, fréquence de mise à jour. Voir annexe7

## 1.7 Les applications des BDG

Une application est généralement définie comme un ensemble de programmes qui exécutent une ou plusieurs fonctions spécifiques pour l'utilisateur. C'est l'interlocuteur direct de l'utilisateur. Dans une bases de données géospatiales les applications jouent beaucoup de rôles primordiaux : ouverture et affichage de l'interface, accès aux données, interaction avec le système, fonctionnement, gestion et mise à jour des données. Dans une base de données géospatiales, les applications utilisent les données des services web pour permettre aux utilisateurs de produire et analyser les informations géospatiales afin de prendre des décisions éclairées.

À notre avis, une base de données sans application ni infrastructure est considérée comme un arbre sans feuille ni racine. Car sans infrastructure, son implantation devient très difficile voire impossible. Et sans application permettant de l'exploiter, son fonctionnement et son utilisation deviennent impossibles aussi. C'est pour cette raison que nous incluons les applications et les infrastructures dans les principes fondamentaux des bases de données géospatiales. Selon une étude réalisée par Pôle Québec de Chaudière–Appalaches, « 80% des activités économiques impliquent un facteur de localisation géographique ». Au Québec, les domaines les plus concernés par les applications géospatiales sont : Agriculture, Assurance&finances, distribution, Éducation & Santé, Énergie, Infrastructures urbaines, Ressources humaines, Télécommunications et Transport. Voir détail au : [www.pole.qc.ca](http://www.pole.qc.ca). Le bon fonctionnement d'une application de BDG dépend du degré de son intégration dans une infrastructure fonctionnelle, adéquate et conviviale.

## **1.8 Les infrastructures des BDG**

Une infrastructure de base de données géospatiales est un lieu d'hébergement et de travail (domicile et bureau) de cette base de données. Le fonctionnement et l'utilisabilité de la BD dépendent en grande partie de la confortabilité, la convivialité, la cohérence des fonctionnalités et l'efficacité de l'infrastructure qui l'accueille. Les années 1990 ont été marquées par un foisonnement de technologies géomatiques (par exemple SIG, GPS, télédétection) qui ont rendu possible l'analyse de l'information géospatiale dans une foule d'applications. Actuellement, plus de 54 pays sont en train de se doter d'une infrastructure de données géospatiales. À l'aide d'Internet, ces infrastructures exploitent la puissance de la Géomatique, en permettant de partager des données spatialement corrélées et interopérables. Une infrastructure de données géospatiales doit comprendre les éléments suivants: 1- Guichet unique pour découvrir des jeux de données et des services, 2- Données-cadre/fondamentales communes, 3- Normes et interopérabilité,

pour favoriser le partage des données dans un réseau distribué, 4- Boîtes à outils qui permettent aux développeurs de construire des applications en ligne selon des normes établies pour partager et appliquer l'information géospatiale, 5- Engagement des hautes instances de l'organisation, pour régler les questions stratégiques et culturelles importantes, 6- Mécanismes de consultation des utilisateurs finaux pour s'assurer que l'infrastructure est pertinente et utile.

La tendance actuelle est à la décentralisation des données et à la création de réseaux distribués. Il existe actuellement plusieurs types d'infrastructures de données géospatiales dont l'infrastructure canadienne de données géospatiales (ICDG), voir les détails au: [GéoConnexions](#) et l'infrastructure mondiale de données géospatiales dont les détails sont disponibles à l'adresse suivante: (<http://www.gsdi.org/>).

### **1.9 Synthèse de la revue sur les bases de données géospatiales**

Les principes fondamentaux des nouvelles technologies de bases de données géospatiales que nous venons d'expliquer dans ce chapitre 1 de recherche descriptive se regroupent en deux catégories : les principes de base qui définissent et élaborent le spectre de qualité des données géospatiales et les principes structuraux qui décrivent les processus de production, d'exploitation, de fonctionnement, de gestion et d'utilisation des données géospatiales. Une bases de données géospatiales ne peut fonctionner adéquatement sans une infrastructure appropriée qui l'héberge et la rend utilisable. Les applications géospatiales de type générique et/ou spécialisées sont des programmes qui intègrent ou utilisent les bases de données géospatiales. Ces ensembles des programmes exécutent une ou des fonction (s) spécifique (s) pour un utilisateur.

Entant que systèmes ouverts et souvent distribués, les BD et les infrastructures géospatiales doivent être interopérables. Les premières solutions préconisées consistent à une intégration par fédération ou par similitude. L'intégration des données de

différents médias, de différentes sources, de différents formats et de différents standard et normes permet de les rendre plus homogènes et agréables à manipuler. Mais malheureusement, la multidimensionnalité des données géospatiales, l'hétérogénéité des sources, de représentations, de formats et de standards constituent un problème majeur pour cette intégration. De plus, l'augmentation rapide de la taille des données, ajoutée à l'hétérogénéité et leur dynamisme posent d'importants défis aux producteurs et gestionnaires des bases de données géospatiales. Tous ces problèmes peuvent être réglés ou voir leur ampleur diminuer en adoptant des meilleures pratiques de conception, de programmation, du choix de l'infrastructure et d'implantation de la base de BDG. Les mesures telles que la normalisation (voir annexe 6) pour éviter les redondances inutiles, l'homogénéisation pour régler le problème d'hétérogénéité, le respect des normes et standards pour favoriser l'interopérabilité, harmoniser l'exploitation et les échanges avec d'autres systèmes et l'amélioration des algorithmes de compression afin de réduire d'avantage (et sans perte), le volume de données à stocker et/ou à transporter.

D'une manière générale, les technologies géospatiales visent à intégrer plusieurs types de bases de données dans une base de données géospatiales afin de les rendre compatibles, simples et rentables. Au niveau le plus simple du marché, les technologies géospatiales sont utilisées pour la productivité personnelle. De nombreuses fonctionnalités sont fournies en tant que services Web ciblés (par exemple, les localisateurs de magasins ou la cartographie Web). Ces technologies couvrent presque tous les domaines d'activités économiques et sociales.

### **1.10 Conclusion du chapitre 1**

Ce chapitre 1 portant sur la revue bibliographique nous permis d'explorer et d'expliquer les différents principes fondamentaux des bases de données géospatiales, depuis le concept « géospatial » jusqu'à la consommation des données géospatiales en passant par la production, l'exploitation et la gestion. Les principes de base portent exclusivement

sur la qualité des données géospatiales et les ressources permettant de mesurer cette qualité par les utilisateurs. Alors que les principes structuraux abordent, définissent, expliquent, orientent et encadrent les spécificités de la production, de l'exploitation, des infrastructures et de la gestion des bases de données géospatiales. Les principes d'intégration et d'interopérabilité jouent un rôle de compatibilité et d'homogénéité permettant la mise en commun et le partage des ressources et les services. La réalisation, l'implantation, la gestion et l'utilisation des bases de données renferment un certain nombre de problèmes auxquels les développeurs et les utilisateurs des bases de données doivent faire face. Le défi des producteurs est particulièrement lié à : 1- l'hétérogénéité et la multiplicité des sources complexifient la production, la gestion et l'utilisation des données géospatiales. 2- une augmentation rapide du volume de données dans la BDG, vient compliquer d'avantage la gestion et l'utilisation des systèmes de gestion d'information géospatiale. Cette augmentation rapide de volume des données géospatiales pose d'énormes problèmes de stockage, de gestion et de transport de ces données. 3- l'inefficacité des systèmes de gestion de données géospatiales actuels entraîne beaucoup d'erreurs d'opérations dans la gestion, la mise à jour et l'utilisation des données. 4- les bases de données géospatiales souffrent aussi de manque de véritables normes et standards. À cet effet, les experts, les chercheurs et les producteurs d'environnements (SIG, SGBD) de développement des bases de données géospatiales se mobilisent dans cinq axes de recherche (Architecture et standardisation, représentation et visualisation, acquisition, exploitation et gestion de données) pour trouver de solutions adéquates à ces problèmes. Voir annexe 8.

## CHAPITRE 2

### MISE EN ŒUVRE ET PROGRAMMATION AVEC ORACLE 10g2

#### Introduction

Dans le chapitre 1 de ce rapport de recherche descriptive sur l'apprentissage de bases de données géospatiales, nous avons expliqué les principes fondamentaux de base et des principes structurés de ces bases de données géospatiales, les différentes formes de représentation des données et les caractéristiques des infrastructures géospatiales qui constituent le centre d'hébergement et de bureaux pour ces bases de données géospatiales. Ce chapitre 2 se consacre exclusivement sur l'explication de la mise en œuvre et la description de comment programmer un exemple simple d'une base de données géospatiales avec Oracle 10g v2.

#### 2.2 Explication de la mise en œuvre d'une BDG avec Oracle 10g2

Avant de passer à l'explication de la mise en œuvre d'une base de données géospatiales, nous trouvons pertinent de faire une brève présentation de ce système de gestion de base de données relationnelles qui contient d'excellentes ressources de développement et de gestion des bases de données traditionnelles, mais moins adaptées pour les bases de données géospatiales. La mise en œuvre d'une base de données géospatiales est un processus de construction qui permet de planifier, de concevoir, de réaliser, d'implanter et de faire fonctionner une base de données géospatiales. Un des outils permettant de faire cette aisément cette mise en œuvre est l'Oracle 10g2.

### 2.2.1 Description de l'Oracle et Oracle Spatial 10g v2

Oracle est un SGBD (système de gestion de bases de données) édité par la société du même nom (Oracle Corporation - <http://www.oracle.com>), leader mondial des bases de données et dont la première version remonte à 1977. Oracle est un SGBD permettant d'assurer la définition et la manipulation des données, la cohérence des données, la confidentialité des données, l'intégrité des données, la sauvegarde et la restauration des données et la gestion des accès concurrents.

Outre la base de données, la solution Oracle est un véritable environnement de travail constitué de nombreux logiciels permettant notamment une administration graphique d'Oracle, de s'interfacer avec des produits divers et d'assistants de création de bases de données et de configuration de celles-ci. Oracle spatial est la meilleure technologie d'Oracle destinée à la conception, à la réalisation, à l'implantation et à la gestion des bases de données géospatiales complexes. Ces deux technologies permettent aux développeurs de concevoir, de réaliser et de gérer les bases de données géospatiales très complexes et de grande qualité. Oracle Spatial est une technologie de base de données géospatiales qui permet de gérer les informations géographiques, notamment les réseaux routiers, les couvertures de services mobiles et les banques de données de Géolocalisation de clients. Elle permet également aux développeurs de système répartis de réaliser les applications capables de savoir où vous vous trouvez, où vous allez et ce que vous trouverez une fois parvenu à destination. Les caractéristiques et les principes fondamentaux de l'Oracle Spatial sont basées sur:

- «Services basés sur la localisation - Les services basés sur la localisation aident les utilisateurs à évaluer et à comprendre les relations complexes qui existent entre les divers types d'entreprises. Oracle Spatial permet aux décideurs d'examiner les relations entre employés ou bureaux, recettes par région, données démographiques des clients, et équipements tels que routes, ponts, conduites de gaz et réseaux téléphoniques et électriques.

- Accès universel - Les services basés sur la localisation doivent être disponibles via navigateurs Internet et dispositifs mobiles. Oracle Spatial est unique en ce qu'il ne stocke les données de localisation qu'une seule fois, les rendant ainsi accessibles aux navigateurs Web et dispositifs sans fil et même à d'autres applications de gestion.
- Performances et évolutivité élevées - Les services basés sur la localisation sans fil et les systèmes d'informations géographiques d'entreprise requièrent les performances et l'évolutivité les plus élevées. Seul Oracle est capable de répondre à ces besoins.
- Facilité de développement - N'importe quel développeur d'applications est capable de déployer des services de cartographie et de localisation sans fil Internet.
- Disponibilité, fiabilité, facilité de gestion et sécurité d'entreprise. Oracle fournit une infrastructure fiable qui est extensible, sûre et flexible. Le résultat ? Des besoins de formation moindres, un cycle de développement et de test plus court, une gestion plus efficace des données, et un accès 24heures sur24 et 7jours sur 7.
- Puissants partenariats - Oracle entretient des relations stratégiques avec les principaux fournisseurs de systèmes d'informations géographiques (GIS) et de services basés sur la localisation ». (Oracle Spatial, 2006 )

À partir des ces principes, nous pouvons dire que l'Oracle Spatial est une technologie idéale pour les clients qui souhaitent développer les applications de commerce électronique, les sites Web et les ASP sans fil permettant de fournir des services de géolocalisation tels que des cartes ou plans, des itinéraires, des pages jaunes et GPS, etc..

PostgreSQL est un environnement de gestion de bases de données. Gratuit et de code source libre, il offre une extension PostGIS lui permettant ainsi d'inclure les fonctions spatiales nécessaires au stockage de données spatiales. Ses fonctions géospaciales sont généralement équivalentes à celles offertes d'Oracle. Oracle Spatial 10g v2 est un environnement de représentation, d'acquisition, de production, d'implantation et de

gestion des données géospatiales. Il fonctionne généralement selon le principe « Relationnel-objet ». Il permet de créer essentiellement une base de données relationnelle qui intègre des types d'objets et méthodes conçues spécifiquement pour gérer les informations spatiales. Ce n'est donc pas une base de données typiquement orienté objet comme nous le connaissons, mais plutôt une utilisation du principe de types de données abstraits. La méthode «Object relationnelle» permet d'éviter la première forme normale du principe de la normalisation. Voir les détail sur la normalisation à l'annexe 6. Si Oracle Spatial 10g v2 est conçu spécifiquement pour le développement et la gestion des bases de données géospatiales (Voir les plus importantes fonctions l'Oracle Spatial 10g 2 à l'annexe 12), la suite de développement d'Oracle 10g2 se compose aujourd'hui des produits suivants:

- Oracle Jdeveloper Environnement intégré de développement d'applications java et web services
- Oracle Forms Atelier de développement rapide d'applications basées sur le PL/SQL
- Oracle Designer Atelier de modélisation, génération de code et retro-engineering
- Oracle Software Configuration Manager Outil de gestion des développements multi-développeurs, multi-sources
- Oracle Reports Générateur d'états multi-formats (PDF, html, fichiers CSV, etc.)
- Oracle Discoverer Outil d'interrogation, de reporting, d'analyse et de publication
- Oracle Wharehouse Builder Outil d'analyse des données et méta-données de la base
- Oracle Business Intelligence Beens Ensemble de fonctions graphiques .

Avec tous ces produits, le développeur est en mesure de faire la mise en œuvre, la programmation et la gestion de tout type de base de données y compris la base de données géospatiales. Mais certaines fonctions (SIG) peuvent être importées pour mieux répondre aux spécificités multidimensionnelles des bases de données géospatiales.

### **2.2.2 Conditions de la mise en œuvre**

La machine sur laquelle la mise en œuvre et la programmation avec Oracle 10g2 doit avoir les spécifications suivantes :

Tableau 2 – Espace disque requise pour NTFS

Installation Type	TEMP Space	SYSTEM DRIVE:\Program Files\Oracle	Oracle Home	Data Files *	Total
Basic Installation	125 MB	3.1 MB	905 MB	1.03 GB	2.04 GB
Advanced Installation: Enterprise Edition	125 MB	3.1 MB	905 MB **	950 MB **	1.94 GB **
Advanced Installation: Standard Edition	125 MB	3.1 MB	905 MB **	950 MB **	1.94 GB **
Advanced Installation: Personal Edition	125 MB	3.1 MB	905 MB **	950 MB **	1.94 GB **

L'installation et la configuration de l'Oracle 10g2 doivent être réalisées avec succès afin d'accéder l'interface de travail permettant de faire la mise en œuvre et la réalisation d'un programme ou d'une application géospatiale. Il est important de savoir qu'il existe trois types de configuration de l'oracle sur un poste de travail :

1- Single task Oracle : une configuration qui combine le processus serveur et processus utilisateur propre à une utilisation locale. En voici l'architecture:

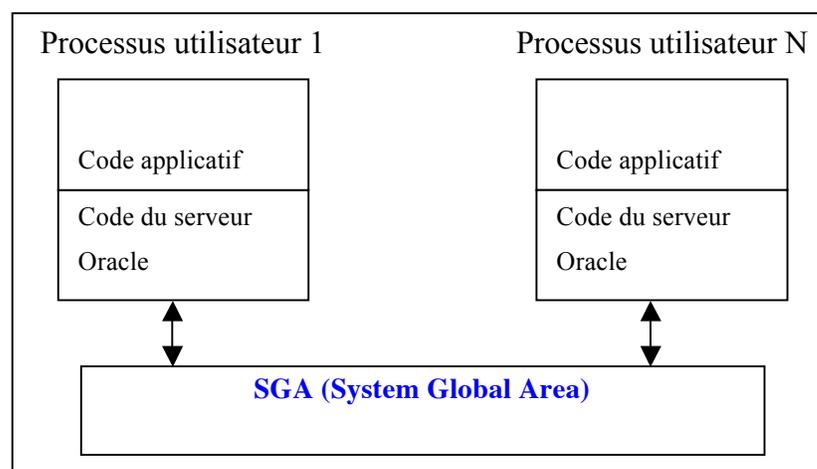


Figure 11 - Architecture de la configuration Single

2- Server dédié est une configuration appelée TWO – TASK où le code du processus utilisateur séparé de celui du processus serveur. Ainsi, à tout processus utilisateur est associé un processus serveur. Voici à quoi ressemble son architecture :

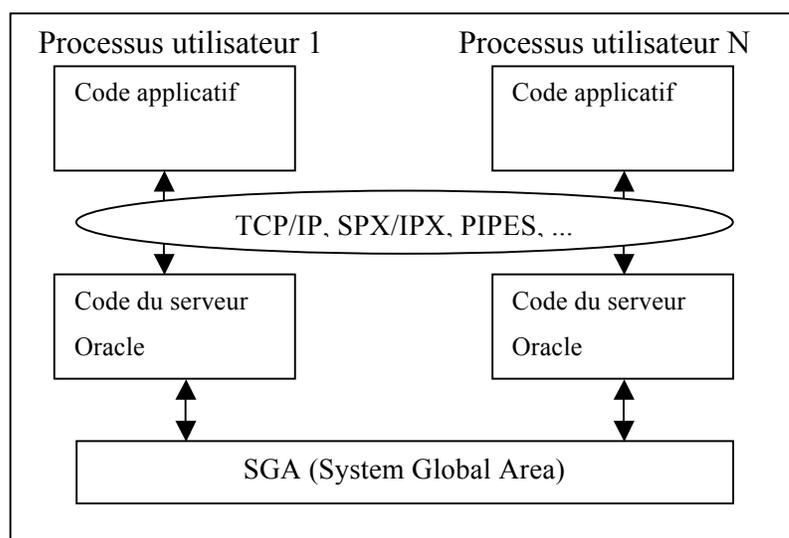


Figure 12 - Architecture de la configuration « Serveur dédié »

3- Serveur multithread permet une meilleure exploitation des ressources, mais plus complexe et plus exigeant. Les instructions sur l'installation et la configuration sont gratuitement disponibles en ligne aux adresses suivantes: [Installation du client Oracle 10.2](#), [Installer Oracle Enterprise Manager 10g Grid Control](#)

Un apprentissage de familiarisation aux fonctionnalités et au fonctionnement de l'environnement est nécessaire afin d'optimiser le processus de mise en œuvre ou de programmation avec Oracle 10g2. Cette familiarisation avec l'environnement permet surtout d'éviter la perte de temps inutile.

### 2.2.3 Éléments fondamentaux de la mise en œuvre

Forms Builder est l'outil de conception qui permet de créer et éditer les fichiers source suivants: Formulaires (\*.fmb), Menus (\*.mmb), Librairies PL/SQL (\*.pll), Librairies d'objets (\*.olb) et Palettes de couleurs (\*.pal). Il permet également d'afficher l'arborescence des objets de la base de données et d'éditer le code des fonctions, procédures, packages, triggers, types et méthodes objet.

Avec Forms Builder, vous pouvez donc concevoir vos écrans, menus et états sur une plateforme Windows, les livrer sur le système Unix cible où une simple compilation permet d'obtenir une version exécutable adéquate. L'outil de conception s'organise autour de 4 fenêtres principales: le navigateur d'objets, l'éditeur de présentation (formulaire / menu), l'éditeur de code PL/SQL et la palette de syntaxe. Forms Builder est donc l'outil principal de la mise en œuvre et la programmation des bases de données de tout genre Base de données géospatiales comprise avec Oracle 10g2. Les principaux éléments de la mise en œuvre d'une base de données géospatiales avec oracles 10g2 sont : la bibliothèque PL/SQL, les paramètres, les menus, les unités de programme, les blocs de données, les groupes d'enregistrements, les composants logiciels, les composants javabeans, les états, les fenêtres de travail, les items (textes, calculs, images) et les alertes. Etc.. Une application Forms est constituée d'un ensemble de composants. L'unité de base d'une application Forms est le Module. Un module peut gérer les composants suivants:

- Attributs visuels [Visual attributes]
- Alertes [Alerts]
- Bibliothèques PL/SQL [Libraries]
- Blocs de données [Blocks]
- Canevas [Canvas]
- Classes de propriété [Property classes]
- Déclencheurs [Triggers]
- États [Reports]
- Éditeurs [Editors]
- Fenêtres [Windows]
- Groupes d'enregistrements [Record groups]
- Groupes d'objets [Object groups]
- Liste de valeurs (LOV) [List of values]
- Menus
- Menus instantanés [Popup menus]
- Paramètres [Parameters]
- Unités de programme [Program units]

La mise en œuvre globale d'une base de données avec Oracle 9i/10g se fait à travers la mise en œuvre de ces composants. Voici les étapes de la mise en œuvre dans vos modules Forms :

- Ouvrez votre module
- Attachez la librairie fjtable\_2.pll
- Ouvrez la librairie d'objets obj\_fjtable\_2.olb
- Glissez le groupe d'objets GRP\_FJTABLE\_xxx dans votre forme (noeud: Groupes d'objets) en cliquant sur le bouton copie par référence.

Selon le système de coordonnées défini dans votre module, glissez le Groupe d'objets correspondant:

- GRP\_FJTABLE\_PIXEL
- GRP\_FJTABLE\_CM
- GRP\_FJTABLE\_INCH
- GRP\_FJTABLE\_POINT
- GRP\_FJTABLE\_CHAR
- Déplacez le bloc BL\_JFMENU en fin de liste des blocs dans le navigateur d'objets.
- Déplacez le canevas CV\_JFMENU en fin de liste des canevas dans le navigateur d'objets.
- Éditez le trigger When-New-Form-Instance pour ajouter l'appel de la procédure d'initialisation:

When-New-Form-Instance

PKG\_JTABLE.Init

```
( PC$Can_Resize_Window => :PARAMETER.PM$RESIZEWINDOW,
  PC$Can_Resize_Canvas => :PARAMETER.PM$RESIZECANVAS,
  PN$Initial_Version => :PARAMETER.PM$INITIAL_VERSION ) ;
```

Il ne vous reste qu'à compiler le tout et lancez la forme. Il est possible à tout moment de faire n'importe quelle modification par la procédure de la mise en œuvre individuelle de chaque élément du programme. La description de la mise en œuvre de chacun de ces éléments comprendra: la définition, le concept et la mise en œuvre proprement dite.

## 2.2.4 Mise en œuvre de la bibliothèque PL/SQL

Une librairie PL/SQL est un module indépendant regroupant des fonctions, procédures et packages PL/SQL. Ces fonctions peuvent être appelées depuis un module Forms, un menu ou un état. Ces fonctions sont stockées dans un module indépendant. Il existe deux catégories de fichiers dans une librairie PL/SQL : les fichiers sources éditables (et portable) reçoivent l'extension .PLL et les fichiers exécutables (non portable) reçoivent l'extension .PLX. Pour modifier le contenu d'une librairie PL/SQL, ouvrez-la dans Forms Builder Fichier -> Ouvrir (type : Bibliothèques PL/SQL (\*.pll)).

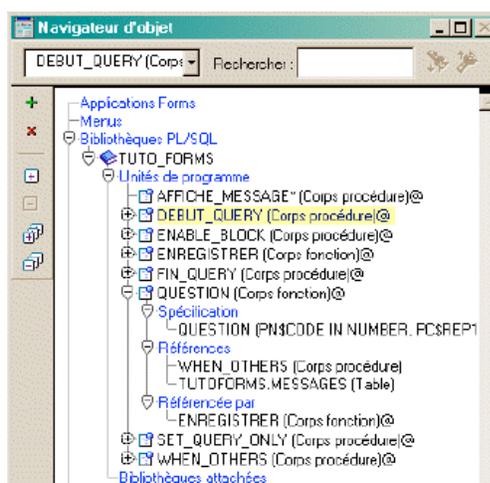


Figure 13 – Le navigateur d’objets

Le nœud Unités de programmes contient les fonctions, procédures et package stockées dans la librairie. Sous chaque fonction sont représentées 3 sections:

- **Spécification** affiche la déclaration de la fonction avec les noms et types des paramètres;
- **Références** affiche la liste des objets utilisés par la fonction;
- **Référencée par** affiche la liste des objets qui utilisent cette fonction.

Le nœud Bibliothèques attachées contient les éventuelles autres librairies attachées vous permettant de créer de nouveau module de librairie PL/SQL.

Pour créer un nouveau module librairie PL/SQL cliquer sur le nœud Bibliothèques

PL/SQL puis  ou via le menu Fichier -> Nouveau -> Bibliothèque PL/SQL. Une fois la librairie créée, on peut éditer des fonctions appropriées. On peut également ajouter ou supprimer les fonctions existantes ou modifier leurs paramètres. Pour créer le code d'une fonction dans l'éditeur PL/SQL, on double-clique sur l'icône en regard du nom de la fonction ou clic droit de la souris et sélectionner Éditeur PL/SQL. Pour ajouter une fonction, cliquez sur le nœud Unités de programme puis  et pour supprimer une fonction, sélectionnez la fonction puis .

Pour attacher la librairie à une forme, un menu ou un état, ouvrez le module correspondant. Cliquez le nœud Bibliothèques attachées puis .



**Figure 14 – Attachement de bibliothèque**

Cliquer le bouton Parcourir... afin d'afficher la boîte de sélection des fichiers. Sélectionner une librairie puis cliquer le bouton Attacher.

À la question: "la bibliothèque contient une information de répertoire non portable: supprimer le chemin ?" On doit toujours répondre par : « Oui ». Vous venez donc de créer votre librairie PL/SQL. Vous devez générer un fichier exécutable afin de la rendre accessible via l'interface de travail. Pour compiler votre librairie et générer le fichier exécutable (.PLX), utilisez l'option de menu Programme -> Compiler module ou le raccourcis clavier **Ctrl+T**

### 2.2.5 Mise en œuvre des paramètres

Les paramètres Forms sont des variables typées permettant de transmettre une valeur lors d'un appel de cette forme par mécanisme d'appel inter-formes ou depuis la ligne de commande. Un paramètre est transmis par la forme appelante vers la forme appelée, mais sa valeur ne peut pas être récupérée par la forme appelante. Il doit avoir été explicitement défini dans une forme pour pouvoir être passé par la forme appelante et interprété par la forme appelée. Un paramètre peut être de l'un des trois types suivants: CHAR (longueur maxi : 64Ko), NUMBER et DATE. La valeur d'un paramètre peut être lue mais aussi modifiée dans la forme. Plusieurs paramètres peuvent être transmis d'un coup à la forme appelée via les fonctions native de gestion de liste de paramètres. Il n'existe pas de limites pour le nombre de paramètre à créer dans un module. La mise en œuvre d'un paramètre se fait via le nœud : Paramètre du Navigateur d'objet :

Cliquez sur le nœud «**Paramètres**» dans le navigateur d'objets. Un nouveau paramètre est automatiquement créé avec un nom attribué par le système. Faites un double-clic sur le nœud du nouveau paramètre pour afficher la palette de propriétés. En voici l'illustration:



Figure 15 – Palette des propriétés pour la création des paramètre

La propriété: Longueur maximum est réservée aux paramètre de type **Char** et ne peut, dans ce cas dépasser 64 Ko. Il est possible d'apporter des modification à un paramètre existant.

## 2.2.6 Mise en œuvre des menus

Il existe deux types de menu (standard et instantané) dont la mise œuvre est nécessaire pour le bon fonctionnement d'une base de données géospatiales.

### 2.2.6.1 Description de la mise en œuvre du menu standard

Un menu est un composant indépendant permettant d'afficher une barre de menus. Il permet d'exécuter certaines actions via les options de la barre. Un module menu peut avoir les composants suivants: attributs visuels, bibliothèques PL/SQL, classes de programme, classes de propriétés, groupes d'objets et unités de programme. Forms dispose d'un menu standard : **DEFAULT**. Ce menu standard est entièrement intégré à Forms et ne peut donc être modifié. Forms met à disposition deux modules menu situés dans le répertoire [/demos/dfltmenu](#) :

- **menundef.mmb** menu standard sans barre d'icônes;
- **menudefs.mmb** menu standard avec barre d'icônes.

La création du menu standard se fait via à la palette des propriétés Fonctionnel -> Module Menu du module formulaire.



Figure 16 – Palette des propriétés pour la création du menu

Bien qu'il soit possible de gérer un module menu depuis la fenêtre du navigateur d'objets, il est plus facile de le gérer depuis l'éditeur de menu. On affiche le menu de l'éditeur de menu par un double-clic sur le nœud principal du menu. Voir le processus

à l'annexe 19. Le principe de mise en œuvre du menu instantané est pratiquement le même que le menu avec bien sûr une nuance d'instantanéité.

### **2.2.6.2 Description de la mise en œuvre du menu instantané**

Un menu instantané est un menu flottant qui est affiché avec le bouton droit de la souris à l'endroit du clic. Il est souvent utilisé pour faire apparaître un menu contextuel dont les options sont en relation directe avec le canevas ou l'item qui le déclenche. À la différence du menu standard, le menu instantané n'est pas stocké dans un fichier séparé (.mmb) mais fait partie intégrante de la forme qui le contient.

Pour créer un menu instantané, cliquez le nœud Menus instantanés dans le navigateur d'objet puis l'icône . Un nouveau menu instantané apparaît dont on peut modifier le nom en affichant la fenêtre de propriétés à l'aide de la touche (F4).

La constitution du menu et de ses options fonctionne de la même façon qu'avec un menu standard. (voir la partie précédente sur les menus). L'affichage de l'éditeur de menu se fait à l'aide d'un double-clic sur le nœud du menu instantané. On peut aussi afficher le menu en cliquant sur le bouton droit de la souris à n'importe où sur le canevas si le menu est attaché à un canevas et on sélectionne l'item qui supporte le menu instantané.

### **2.2.7 Mise en œuvre des unités de programme**

Une unité de programme est une fonction, une procédure ou un package PL/SQL. Elle est identique à son équivalent stocké dans la base. La seule différence est qu'elle fonctionne avec le moteur PL/SQL de Forms et que son domaine de visibilité est restreint à la forme qui l'accueille. À la différence des unités de programme stockées dans les bibliothèques PL/SQL, elle sont internes à la forme et il est donc autorisé de référencer directement les objets de la forme: Items, Variables globales, Paramètres et

Variables système. La mise en œuvre d'une unité de traitement (création, édition, suppression) est identique à celle présentée au niveau de la mise en œuvre des bibliothèques PL/SQL (voir 2.2.4).

### **2.2.8 Mise en œuvre de blocs de données**

Les blocs de données sont des conteneurs d'objets de données. Indépendants de tous canevas et de toutes fenêtres, ils permettent d'organiser plusieurs éléments dans une structure commune. Oracle 10g2 contient plusieurs types blocs de données:

- Un bloc de données est dit basé sur une table ou une vue lorsqu'il est physiquement rattaché à une table ou une vue existante de la base de données. Il est constitué d'enregistrements correspondant aux colonnes de la table ou de la vue sur laquelle il est basé. Ce type de blocs de données peuvent être basés sur des tables ou des vues simples complexes. Ils sont constitués d'enregistrements correspondant aux colonnes de la table ou de la vue sur laquelle il est basé.
- Les blocs basés sur procédure stockée: un bloc est dit basé sur des procédures stockées lorsque le code PL/SQL de manipulation des enregistrements est déporté dans la base de données. Un bloc basé sur procédure stockée peut être alimenté via un REF CURSOR ou un tableau PL/SQL. Les blocs basés sur procédure stockée mis en œuvre lorsque les règles de gestion sont particulièrement complexes ou simplement lorsque l'on souhaite pouvoir adapter ces règles en dehors de l'écran.
- Les blocs basés sur une collection: La création d'une table «ARTICLES» contient une collection d'objets constituant des blocs de collection. «Cette collection est défini, pour chaque article les emplacements de stockage ainsi que la quantité en stock pour chaque emplacement. Une table Oracle peut contenir une ou plusieurs colonnes de type collection (NESTED TABLE, VARRAY). Une colonne de ce type peut être intégrée dans une table relationnelle comme dans une table objet ». (SheikYerbouti, 2005).

- Les blocs basés sur une table objet regroupent particulièrement de blocs basés sur une table objet contenant une collection de références. Une table Oracle peut contenir une ou plusieurs colonnes de type collection (NESTED TABLE, VARRAY). Une colonne de ce type peut être intégrée dans une table relationnelle comme dans une table objet.
- On parle de bloc basé sur des procédures stockées lorsque le code PL/SQL de manipulation des enregistrements est déporté dans la base de données. À ce moment, les mécanismes standard de Forms ne sont plus utilisés comme lorsque le bloc est basé sur une table ou une vue simple. Les blocs basés sur des procédures stockées peuvent être alimentés via un REF CURSOR ou un tableau PL/SQL. Ils généralement regroupées au sein d'un paquetage qui assurent les fonctions de manipulation (SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, LOCK). «Cette technique permet de déporter l'implémentation des règles de gestion, généralement incluse dans la forme, au niveau de la base et donc de dissocier les parties techniques et fonctionnelles. Elle est mise en œuvre lorsque les règles de gestion sont particulièrement complexes ou simplement lorsque l'on souhaite pouvoir adapter ces règles en dehors de l'écran.» (Sheik Yerbouti, 2005). Ce type de blocs sont basés sur un ensemble de cinq procédures stockées en base: sélection des enregistrements, insertion, suppression, mise à jour et verrouillage.
- Etc..

La mise en œuvre de tous ces blocs de données est devenue très facile grâce à l'assistant de création de blocs de données et à la palette des propriétés qui en facilite le paramétrage. Voir les détails sur le processus de la mise de chacun de ces blocs de données à l'annexe 20. Mais attention ! les blocs de données de l'Oracle 10g2 ne contiennent pas des objets graphiques. Une faiblesse majeur pour le développement des bases de données géospatiales.

## 2.2.9 Mise en œuvre des composants

Deux types de composants sont nécessaires : les composants logiciels et les composants javabeau.

Les composants logiciels c'est l'ensemble d'outils de conception, de compilation et d'affichage. Les outils de conception permettent de concevoir les écrans, les menus, de gérer les librairies PL/SQL, les librairies d'objets et permet l'édition des fonctions, procédures et packages stockés dans la base de données. Quant aux outils de compilation, ils permettent de migrer, compiler et générer un exécutable pour une forme, un menu ou un librairie PL/SQL. Ils sont utilisés de façon "encapsulée" par le module de conception lors d'une demande de compilation ou de génération. Ils sont aussi utilisés en ligne de commande pour migrer ou générer en masse des modules sources. Les outils d'affichage permettent de lancer l'exécution d'un module Forms en mode Web. La procédure de la mise en œuvre de tous ces composants est pratiquement identique à celle expliquée depuis (2.2.4 au 2.2.8).

Les composants javabeau sont des items dont l'affichage et le comportement sont gérés par une classe java développée en parallèle. L'interaction entre Forms et les fonctions de cette classe est assurée par la fonction native Forms: *Set\_Custom\_Property()*. Ce composant permet d'ajouter toutes les fonctionnalités qui ne sont pas nativement prises en compte et d'étendre les capacités natives de Forms. La mise en œuvre de ce composant se fait en suivant la procédure suivante:

Depuis le navigateur d'objets, cliquez sur le noeud du bloc dans lequel vous voulez ajouter le composant javabeau puis cliquez l'icône . Éditez les propriétés du nouvel item (F4)

Depuis l'éditeur de présentation, sélectionnez le canevas et le bloc dans le quel vous voulez ajouter le composant puis cliquez l'icône  dans la palette d'outils verticale.

Maintenant, vous devez tenir le bouton gauche de la souris enfoncé et dessinez dans le canevas un rectangle correspondant de taille souhaitée.

Propriétés de l'item javabeau: Pour indiquer quelle classe java prend en charge la gestion du composant, éditez la propriété: Fonctionnel -> Classe de mise en œuvre.

Par exemple, « le site Forms d'Oracle met à disposition un certain nombre de composants javabeau, notamment le composant FormsGraph qui permet d'afficher dynamiquement tous types de graphiques ». Le fichier jar de ce composant s'appelle: FormsGraph.jar. dont la classe principale est oracle.forms.demos.bigraph.FormsGraph. C'est cette classe que vous allez saisir dans la propriété : Classe de mise en oeuvre.

### 2.2.10 Mise en œuvre des groupes d'enregistrements

Un groupe d'enregistrements est un tableau PL/SQL d'enregistrements chargé en mémoire. Il est utilisé le plus souvent pour alimenter un item de type liste ou une LOV mais peut être mis en œuvre également pour manipuler en mémoire des jeux d'enregistrements. Un groupe d'enregistrements peut être créé dès la conception dans Forms Builder, mais également à l'exécution et partagé entre plusieurs formes dans la même session. Il existe deux types de groupes d'enregistrements utilisables ( Statique et Dynamique). Le groupe statique est configuré manuellement est non modifiable à l'exécution , mais il peut être alimenté à partir des requêtes SQL. Il faut déclarer les colonnes constituant un enregistrement ainsi que le type des colonnes. Le groupe d'enregistrements dynamiques est pratique pour alimenter un item liste ou une LOV dont les enregistrements changent en fonction du contexte. La création d'un groupe d'enregistrement peut se faire avec ou sans requête. Pour créer dynamiquement un groupe sans requête associée, utiliser l'instruction: *Create\_Group( 'nom\_groupe', scope, nb\_rec\_ramenes ) ;*

- FORM\_SCOPE (défaut) le groupe n'est visible que dans la forme en cours;

- GLOBAL\_SCOPE le groupe est visible par toutes les formes de l'application;
- Aa nom\_groupe est le nom donné au groupe d'enregistrements (il doit être unique dans une même forme) et le mot « scope » désigne le domaine de visibilité du groupe;
- nb\_rec\_ramenés permet d'indiquer le nombre d'enregistrements qui seront ramenés depuis la base à chaque fetch. La valeur par défaut est 20.

La création d'un groupe d'enregistrements avec requête est beaucoup plus rapide à mettre en œuvre puisque c'est la requête SQL fournie qui détermine le nombre et le type des colonnes. La syntaxe est la suivante:

```
RECORDGROUP := Create_Group_Form_Query( 'nom_groupe', requete [,scope ] [,
nbre_rec_ramenés] ) ;
```

Le groupe ainsi créé est alimenté en enregistrements avec l'instruction:

```
NUMBER := Populate_Group( 'nom_groupe' | id_groupe ) ;
```

La mise en œuvre d'un groupe d'enregistrements peut également se faire facilement à partie du navigateur d'objets. Dans le navigateur d'objets, cliquer le noeud Groupes d'enregistrements puis l'icône l'icône . Un boîte de dialogue permettant d'indiquer si le groupe est statique ou dynamique s'affiche. Le choix de l'option dynamique ouvre une fenêtre vous permettant d'entrer le code de la requête SQL qui alimentera le groupe.

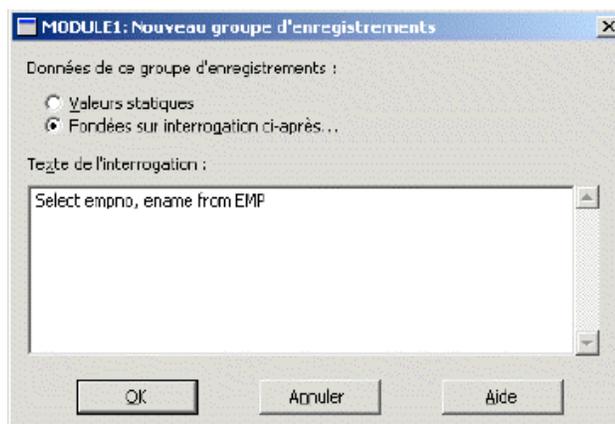


Figure 17 – Paramètres d'un nouveau groupe d'enregistrements

Si vous avez sélectionné l'option statique, une boîte de dialogue apparaît afin de définir les colonnes ainsi que les valeurs associées.

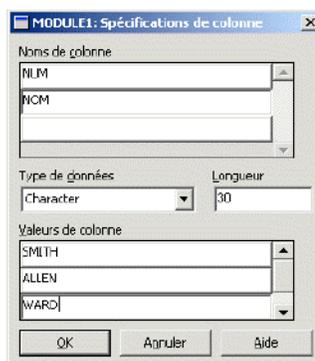


Figure 18 – Définition des valeurs associées au nouveau groupe d'enregistrements

Une fois un groupe d'enregistrement créé, on peut y apporter des modifications voulues: (supprimer partiellement ou totalement, récupérer, dupliquer, l'afficher).

### 2.2.11 Mise en œuvre des états

Les états sont des modules spécifiques réalisés avec l'outil Oracle Reports. Type d'état cible peut prendre l'une des valeurs suivantes: Aperçu, Fichier, Imprimante, Envoyer, Cache et Écran. Un état peut avoir l'un des formats suivants:

- PDF génère un état au format PDF (Acrobat Reader)
- HTML génère un état au format HTML
- HTMLCSS génère un état HTML incluant un fichier de style (CSS)
- HTMLCSSIE génère un état HTML incluant un fichier de style (CSS) pouvant être lu par Microsoft Internet Explorer 3.x
- RTF génère un état au format Rich Text Format
- DELIMITED génère un état au format ASCII délimité

L'attachement et la création d'un état se fait depuis Forms Builder. Cliquez sur Nœud États puis sur  pour afficher la fenêtre suivante:



Figure 19 – Application nouvel état - Création

Donnez un nom au fichier créé par «Reports ». Cliquez le bouton **OK**. Forms lance Reports Builder ainsi que ses assistants pour vous permettre de mettre en forme de nouvel état. La dernière étape consiste à lancer l'exécution de l'état créé en utilisant l'instruction: **Run\_Report\_Object()**. Pour afficher la fenêtre de propriétés de l'état, appuyez sur (**F4**)

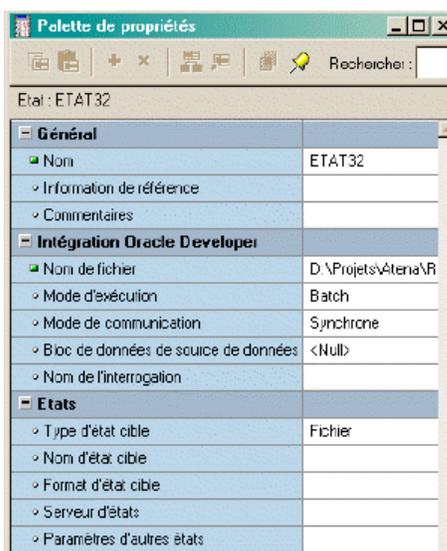


Figure 20 – Palette des propriétés d'un état

Vous pouvez alors faire toutes les modifications possibles.

## 2.2.12 Mise en œuvre de différents Items

La fenêtre de travail de Builder Forms contient de puissants outils et des assistants permettant de créer et d'installer les différents Items (items : de texte, d'image, de

graphique, de liste, item de calcul et items des boutons de (commande, de cases à cocher, bouton option, etc..)). Tous ces items participent activement au bon fonctionnement de la base de données à développer et rendent sa gestion et son utilisation plus simples. La mise en œuvre de chacun de ces items se fait facilement à l'aide de l'assistant à la création des items à partir de navigateur d'objets. Voir le détail amplement décrit et illustré par (Sheik Yerbouti,2005) à l'adresse: <http://sheikyerbouti.developpez.com/forms10g/>

### 2.2.13 Mise en œuvre des alertes

Une alerte est une boîte de dialogue munie d'un titre et affichant un message. Elle dispose de un à trois boutons configurables afin de récupérer un choix utilisateur. Ce type de boîte de dialogue est utilisé pour transmettre une information à l'utilisateur. Comme il s'agit d'une fenêtre modale, l'utilisateur doit cliquer sur l'un des boutons pour fermer cette fenêtre. Elle est utilisée pour présenter un message (d'erreur ou d'avertissement) auquel l'utilisateur doit répondre, car une alerte est modale. L'affichage d'une boîte d'alerte est réalisé pendant l'exécution en utilisant la fonction native:

Integer := Show\_Alert (nom\_alerte | id\_alerte. Selon sa configuration, une alerte peut afficher de un à trois boutons et l'une des trois icônes suivantes: Stop, Avertissement, Remarque. Le titre de l'alerte, le message (maxi 255 caractères) ainsi que le nombre et le libellé de chaque bouton de réponse sont configurables.

Pour créer une alerte, on clique sur le nœud : Alertes dans le navigateur d'objets puis sur l'icône . Une nouvelle boîte d'alerte est créée avec un nom attribué par le système. On fait un double-clic sur le nœud de la nouvelle alerte pour afficher la palette de propriétés.

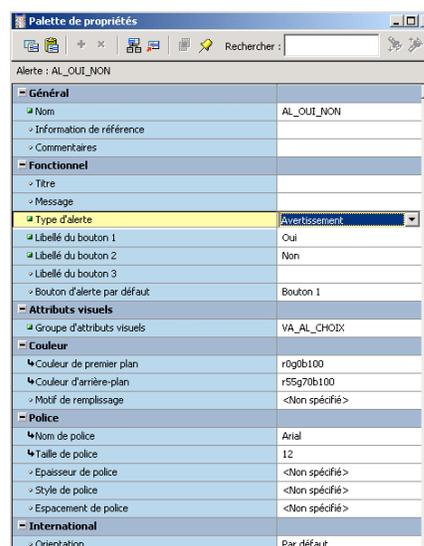


Figure 21 – Alerte et ses propriétés

Dans cet exemple, nous avons besoin d'une alerte munie de deux boutons : Oui et Non, avec Oui par défaut. On peut ensuite dupliquer ou modifier cette alerte selon les besoins de l'utilisation. Dans la plupart des cas, vous n'aurez besoin que de trois boîtes d'alerte :

- Une alerte générique sans choix utilisateur et qui ne nécessite qu'un seul bouton (Ok);
- Une alerte interactive avec choix utilisateur de type Oui/Non (Oui par défaut);
- Une alerte interactive avec choix utilisateur de type Oui/Non (Non par défaut).

Ces trois types d'alerte sont accessibles depuis la bibliothèque d'objets: **J\_TUTO\_FORMS.OLB**. Il est très nécessaire de créer les alertes à toute votre application. Pour une utilisation efficace, glissez-les dans votre forme de référence ou dans votre librairie d'objets et faites-en hériter chacun de vos modules.

#### 2.2.14 Structure d'une base de données Oracle

La structure physique d'une base de données Oracle est composée d'un certain nombre de fichiers : des fichiers de données, des fichiers REDO LOG, des fichiers de contrôle et

des fichiers d'Archivage (si fonctionnement avec Archive). En voici la représentation schématique et l'organisation d'une base de données Oracle:

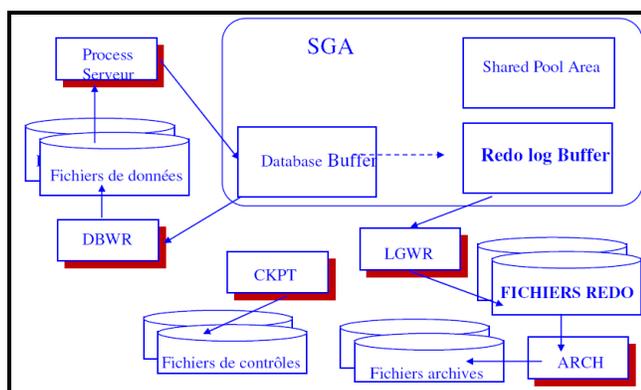


Figure 22 - Structure physique d'une base de données oracle

### 2.2.15 Les limites des forms

Nous résumons ici les limites de Forms 9i/10g concernant la manipulation des objets. Plusieurs développeurs s'entendent sur le point suivant: « S'il est possible de baser un bloc sur une table objet et d'en gérer les références, l'implémentation du PL/SQL est encore limitée. Comme on le voit sur le code du trigger **ON-INSERT**, il n'est pas possible de gérer une sous-requête ramenant une référence ou une variable de type REF au niveau client, d'où l'utilisation de l'instruction *Forms\_Ddl()* ». Les instructions suivantes:

```
INSERT INTO ARTICLES_OBJ VALUES
( TYP_ARTICLES( 'ART02', 'Article 2', 12, 10,
  TAB_REF_TYP_EMP
  ( REF_TYP_EMP ( (SELECT REF(a) FROM EMP_OBJ a WHERE a.ART = ... AND
a.EMP = ...)))));
```

ou

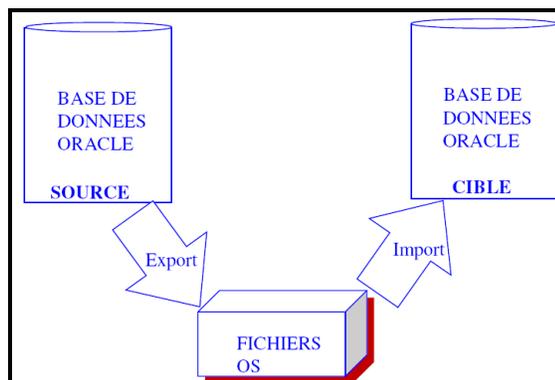
```
Declare
  LR$Ref REF EMP_OBJ ;
Begin
  Select
```

```
Ref (a)
Into
  LR$Ref
From
  EMP_OBJ
...
```

Ne sont pas acceptées par le moteur PL/SQL de Forms.

### 2.2.16 Import / Export

Dans la mise en œuvre d'une base de données géospatiales avec Oracle 10g2, il arrive souvent qu'il faut nécessairement importer des données provenant d'autres sources telles que les images satellites ou images numérisées et autres types de données pour compléter et enrichir les résultats de cette mise en œuvre. Il est également fréquent que les données issues d'une mise en œuvre oracle soient intégrées dans plusieurs d'autres applications géospatiales ou non. Cette transaction se fait par le principe « import/Export ». Ce principe sert à archiver les données, à faire des « Updates » vers de nouvelles versions, à sauvegarder et restaurer des données et à déplacer de données entre bases Oracle. Les tâches réalisables avec import/export sont: Stocker des données indépendamment du SGBD, Extraire uniquement le schéma de données, Stocker des données utiles temporairement ou inactives, Opérer des sauvegardes intelligentes (un ou plusieurs objets, un ou plusieurs utilisateurs, toute la base, ...), Faire des exports / imports incrémentaux ou cumulatifs, Déplacer des données (entre versions Oracle, entre bases, entre environnements, entre tablespaces,..), Réduire la fragmentation des données et Corriger les paramètres de stockage. En voici une représentation schématique d'un processus import/export à dans une même machine. Ce principe est pratiquement le même, même s'il s'agit d'import/expert entre deux machines différentes. Cependant on doit d'abord vérifier la compatibilité et l'interopérabilité des composantes des deux machine.



**Figure 23 - Représentation schématique de l'import/export**

Les bases de données Oracle source et cible peuvent être la même, différentes sur une même machine ou différentes sur deux machines différentes. Voir à l'annexe 21 éléments exportables et les éléments importables.

### 2.2.17 Mise en œuvre de la librairie Webutil

La mise en œuvre de l'interactivité et le dispositif d'accès à la base de données géospatiales peut facilement se faire à l'aide de la librairie Webutil. « En mode Web, l'application Forms s'exécute sur le serveur d'applications. Toutes les commandes d'interaction avec la machine telles que commandes système, lecture/écriture de fichiers, etc.. s'exécutent donc sur le serveur d'applications. Aucune interaction avec le poste client local n'est donc possible.

Pour palier cette insuffisance, Oracle met à disposition une librairie permettant d'exécuter ces commandes sur le poste client. C'est la librairie Webutil. Cette librairie permet d'exécuter les opérations suivantes sur le poste client:

- Commandes système;
- Gestion des fichiers (copier, déplacer, supprimer, test existence, etc.);
- Lecture/écriture d'un fichier;
- Lecture/écriture d'images (disque <-> BDD);
- OLE (Windows uniquement);

- Récupération des infos système de la machine locale;
- Transferts de fichiers (url -> Client, client <-> AS, Client <-> DB).

Cette librairie est téléchargeable sur le site officiel de l'Oracle:

 <http://www.oracle.com/technology/products/forms/htdocs/webutil/webutil.htm>

récupérez le fichier compressé webutil\_102.zip pour Forms 9i

récupérez le fichier compressé webutil\_105.zip pour Forms 10g

Les instructions relatives à l'installation de cette librairie sont disponibles à l'adresse suivante:  [Installation de la librairie Webutil \(Forms 9i\)](#). Bien que cet article traite de l'installation de Webutil pour Forms 9i, le processus reste quasiment le même pour Forms 10g.

## **2.3 Description de comment programmer une BDG avec Oracle 10g2**

Cette partie comprend : la description des principaux langages, du processus et des étapes de la programmation, la programmation des blocs de données et les unités de programmes, l'intégration des différents modules, l'exécution et tests du produit final.

### **2.3.1 Les outils de développement Oracle 10g2**

Oracle propose une suite complète d'outils de développement d'applications et de business intelligence qui permet de construire toutes sortes d'applications e-business faisant appel aux dernières technologies Internet telles que [Internet Developer Suite](#), [Discoverer Desktop Edition](#) et [Programmer](#) qui est directement concerné dans cette partie. La programmation avec Oracle ne se fait pas tout à fait avec un seul langage. Cela demande une complémentarité entre un certain nombre de langages de programmation dont les principaux sont:

SQL (Structured Query Language) est un langage de communication standard avec les systèmes de bases de données relationnelles (SGBDR), conçu par IBM en 1974 puis normalisé en 1986, 1992, 1998 et 2003;

PL/SQL : langage de programmation proposé à Oracle, utilisé pour créer des triggers lors de l'insertion, la modification ou l'effacement d'éléments;

Java, ce langage de programmation est aussi utilisable pour créer des triggers lors de l'insertion, la modification ou l'effacement d'éléments;

Montage de la base de données sur plusieurs serveurs (grid en 10g, rac en 9i). Ce montage est très nécessaire voire même indispensable si on sait que les système qu'on doit créer est ouvert et doit être interopérable en plus de fonctionner sur le réseau Internet.

Spatial, pour permettre la gestion de données géographiques;

Partitionnement physiques des données en sous-ensembles pour optimiser les temps d'accès;

Moteur OLAP intégré, stockant les cubes sous forme de [BLOB](#) (Binary Large Objects) ;

Gestion de très grands volumes de données, taille maxi de 65536 fichiers de 128 To chacun en utilisant les BigFiles de la version 10gR2 ou 10.2.

### 2.3.2 Les contraintes de la programmation avec Oracle

La programmation avec Oracle contient un certain nombre de contraintes et de restrictions que tout apprenant doit connaître avant de commencer la programmation proprement dite :

**Contrainte de colonne NOT NULL :** Cette contrainte permet au développeur de s'assurer que la colonne contiendra toujours une valeur autre que NULL pendant l'insertion ou la mise à jour d'une ligne de la table. Contrairement aux autres contraintes qui peuvent être définies au niveau table (out of line constraint), la contrainte NOT NULL ne peut être définie qu'au niveau colonne (in line constraint). Une contrainte PRIMARY KEY ajoute automatiquement la contrainte NOT NULL sur la ou les colonnes incluses dans la clé primaire.

**Valeur par défaut :** La définition d'une valeur par défaut sur une colonne permet d'assigner automatiquement cette valeur lors d'une insertion lorsque aucune valeur n'est indiquée pour cette colonne dans l'ordre d'insertion.

### **Les contraintes de niveau table:**

A l'exception de la contrainte NOT NULL, les autres contraintes peuvent être définies au niveau table (c'est à dire après la définition des colonnes) dont voici la liste :

**Primary Key :** Cette contrainte définie sur une ou plusieurs colonnes permet de s'assurer que le contenu de cette ou ces colonnes est unique et non NULL dans toute la table. En d'autres termes, cette contrainte garantit l'absence de doublon concernant les données stockées dans cette ou ces colonnes et permet de définir un identifiant unique pour la ligne.

**Unique Key :** Cette contrainte définie sur une ou plusieurs colonnes garantit l'unicité des informations stockées dans cette ou ces colonnes.

**Check :** Cette contrainte définie sur une ou plusieurs colonnes permet de valider la donnée que l'on veut stocker en vérifiant qu'elle satisfait une condition.

**Foreign :** Cette contrainte permet de s'assurer que l'enregistrement dans une table "enfants" ne peut se faire que si les clés existent dans la table "parents". Ces contraintes peuvent être créées et dans la plupart des cas modifiées, activées (enable) ou désactivées (disable), déclenchées dès l'exécution de l'instruction (immediate) ou à la fin de la transaction (deferred).

### **Localisation d'une table**

Avec les privilèges et les quotas suffisants, vous pouvez créer une table dans n'importe quel tablespace en ligne (ONLINE) avec la clause TABLESPACE de l'instruction CREATE TABLE. Si cette clause n'est pas spécifiée, la table sera créée dans le tablespace par défaut (attribué à la création de votre compte (CREATE USER) ou au pire, défini dans les paramètres d'initialisation de la base).

Dans le cas d'une création de table définie à l'aide d'une sous-requête (CREATE TABLE ... AS SELECT), nous pouvons utiliser l'option de parallélisme permettant à plusieurs processus de participer à la création ainsi que l'option NOLOGGING afin de limiter les entrées dans les redo log files.

### **Attributs de stockage**

Lorsque vous demandez la création d'une table dans un tablespace géré localement (depuis Oracle 9i), Oracle utilise ses propres algorithmes de stockage. Dans le cas où cette création s'effectue dans un tablespace géré par le dictionnaire (toutes versions Oracle), nous pouvons définir nos propres paramètres de stockage.

**Attention** : Ne créez jamais de table dans les schémas SYS et SYSTEM

### **Restrictions liées à la création d'une table :**

- Vous ne pouvez pas déplacer les types et les existants dans un schéma différent du schéma initial si les données liées existent toujours dans la base;
- Vous ne pouvez pas fusionner une table exportée dans une table existante qui porte le même nom dans un schéma différent;
- Vous ne pouvez pas dépasser le nombre maximum de colonnes (1000) dans une table ainsi que le nombre maximum d'attributs dans un type objet.

### 2.3.3 La programmation proprement dite et ses étapes

La programmation avec Oracle 10g2 peut se faire de deux manières : manuellement ou en utilisant les environnements de développement qui disposent d'importantes bibliothèques de macros permettant de programmer plus rapidement et d'éviter les erreurs de frappe. Les plus importants outils permettant la mise en œuvre et la programmation avec Oracle 10g2 sont:

- Procedure Builder, aide au développement en PL/SQL
- Oracle WebDB, pour écrire des applications web + BDs à partir d'un navigateur
- Oracle JDeveloper Suite, pour l'écriture de composants Java Inter ou Intranet
- Oracle Developer, atelier de développement client/serveur et Web
- Oracle Designer, conception et génération d'application client/serveur
- Oracle Programmer, interfaces de programmation (O.C.I. et pré-compilateurs).

La programmation complète d'une base de données est un processus que se fait soit manuellement ou à l'aide de Database configuration assistant.

#### **Les étapes à suivre pour créer une base avec le Database Configuration Assistant sont :**

1. Démarrer l'assistant  
start->programme->OracleHome->Configuration and Migration Tools->Database Configuration Assistant
2. Choisir créer une base
3. Choisir un template (modèle) de base
4. Donner le nom global de la base (exemple DBTEST.CERAM.FR) ainsi que le SID (DBTEST)
5. Sélectionner le mode de déploiement de la base (mode dédié) ou (mode serveurs multithreads)
6. Fixer la taille de la SGA(buffer cache, shared pool, large pool, java pool)

7. Sélectionner le mode d'archivage de la base (Archivelog ou noarchivelog). Localiser les fichiers d'archive
8. Fixer la taille maximale de la zone de tri ainsi que les caractères sets
9. Localiser les fichiers de contrôles, de données et redo log
10. Modifier à tout moment les paramètres d'initialisation supplémentaires et démarrer la création de la base

**Les étapes à suivre pour créer une base manuellement sont :**

1. Définir l'arborescence de la base

Ora10data->dbtest->admin, tssys, tsusers, tstemp, tsrbs, ...

2. Définir les scripts de création de la base (crDBTEST.sql)

3. Définir le fichier d'initialisation (initDBTEST.ora)

3. Si NT : Créer le service NT pour la base.

```
C:\>oradim -new -sid dbtest -intpwd manager -startmode
auto -pfile c:\ora9data\dbtest\admin\initDBTEST.ora
```

4. Lancer Sqlplus

```
c:\> sqlplus
```

```
username: sys as sysdba password:manager
```

5. Exécuter les commandes contenues dans crDBTEST.sql

- démarrer une instance
- exécuter CREATE DATABASE ...
- exécuter catalog.sql (pour les vues du dictionnaires)
- ajouter des tablespaces supplémentaires pour une meilleure organisation tstemp, tsrbs, tsutil
- ajouter des rbs supplémentaires si mode de gestion d'annulations manuelles
- exécuter catproc.sql (pour l'option procédurale)
- exécuter les scripts supplémentaires suivants : catdbsyn.sql
- fixer le tablespace temporaire des users SYS et SYSTEM vers le tablespace temporaire.

Une fois ces étapes terminées, on obtient une solide fondation d'une base de données simple mais complète que le développeur peut facilement enrichir et personnaliser. Comment programmer individuellement chacune des principales composantes d'une base de données géospatiales avec Oracle? Il est très important de comprendre que l'apprentissage des thèmes relatifs à la programmation Relationnel-Objet est progressif doit être bien détaillé. Commençons d'abord par la description des mots clés et de paramètres en suite la syntaxe générale.

### 2.3.4 Dictionnaire de données

Le dictionnaire de données Oracle représente le cœur de la base de données. C'est l'élément fondamental de toute base de données. Le dictionnaire de données est un ensemble de tables systèmes contenant les informations relatives à la structure de la base de données. Il est créé au moment de la création de la base et est mis à jour :

- Utilisateurs (administrateurs) de la base (ainsi que leurs privilèges et leur rôle)
- Noms et caractéristiques des objets contenus dans la base (tables, vues, index, clusters, triggers, packages, ..)
- Contraintes d'intégrité
- Ressources physiques allouées à la base, etc..

Le dictionnaire appartient à l'utilisateur *SYS*. Ce dernier possède des droits de lecture sur des vues du dictionnaire. Enfin le dictionnaire de données est conservé dans le tablespace *SYSTEM* où il sert principalement dans deux situations :

- afin d'obtenir des informations sur la structure de la base de données;
- afin de vérifier la syntaxe et les privilèges sur une requête SQL (pour le DDL, *Data Definition Language*).

### Les différentes vues

De nombreuses vues permettent à des utilisateurs d'accéder à certaines parties du dictionnaire de données. Elles fournissent à l'administrateur de la base le meilleur moyen pour obtenir les caractéristiques techniques de celle-ci. Les vues du dictionnaire de

données sont classées par famille et nommées en fonction de l'appartenance à une de ces familles. Voici la liste de ces familles de vues :

- Les vues **ALL** (dont le nom commence par *ALL\_*) fournissent des informations sur les objets pour lesquels l'utilisateur a un droit d'accès, c'est-à-dire les objets de la base créés par l'utilisateur ainsi que tous les objets accessibles par celui-ci.
- Les vues **DBA** (dont le nom commence par *DBA\_*). Ces vues sont réservées à l'administrateur de la base (DBA, *DataBase Administrator*) afin de lui fournir des informations sensibles sur tous les objets de la base de données.
- Les vues **USER** (dont le nom commence par *USER\_*) donnent des informations sur tous les objets logiques dont l'utilisateur connecté est propriétaire (tables, index, vues, procédures, ...).
- Les vues **V\$** (dont le nom commence par *V\$\_*) sont des vues dynamiques permettant d'avoir des informations sur l'état courant de l'instance de la base de données de son démarrage à son arrêt. Elles permettent par exemple de connaître les fichiers physiques actuellement utilisés par la base (logs, rollback segments, ...).

**Tableau 3 - Exemple de segment de type table géré dans le dictionnaire**

Segments de données de type table	
Éléments de clause	Description
column_constraint	contrainte au niveau colonne
déclaration_colonne	nom/type/contrainte niveau colonne
storage_clause	clause de définition des paramètres de stockage
enable_clause	clause d'activation des contraintes
disable_clause	clause de désactivation des contraintes
PCTFREE	Espace libre pour les modifications
PCTUSED	Seuil au dessous duquel les insertions sont à nouveau autorisées
INTITRANS	Nombre d'entrée de transactions réservée à la création d'un bloc(1 par défaut)
MAXTRANS	Nombre de transaction max pouvant être actives dans un bloc
FREELISTS	Nombre de Listes de blocs utilisable en insertion

FREELISTS GROUP	Nombre de groupes de listes de blocs utilisable en insertion (option parallèle)
Large_object_clause	Clause pour localisation des objets volumineux
Partition_Clause	Clause pour le partitionnement des tables
ORGANIZATION index	Table organisée dans un index
ORGANIZATION heap	Table organisée sans ordre particulier. Valeur par défaut
ORGANIZATION external	Table organisée dans un fichier en dehors d'Oracle.

### 2.3.5 Création des tables et des classes de tables

Une table PL/SQL est une collection ordonnée d'éléments du même type et accessible uniquement en PL/SQL. Stockés en mémoire, ces éléments peuvent grandir dynamiquement en utilisant des index non consécutif. Ils ont le même format que des champs d'une table.

D'une façon générale, les tables constituent l'unité de stockage fondamentale d'une base de données Oracle. Une table est composée de lignes qui sont composées de colonnes. Oracle supporte trois types de tables : les tables relationnelles (\*), les tables objets et les tables XML. Mais depuis la version 9i, un quatrième type de table est supporté, uniquement en lecture (SELECT): les tables externes, dont seule la définition de structure est stockée dans la base. Chacun de ces types de tables peut être défini de façon permanente ou temporaire.

**Attributs de colonne :** Chaque colonne d'une table est définie avec une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- Un type définissant la nature de la donnée devant y être stockée ainsi qu'une valeur indiquant la taille maximum permise pour cette donnée;
- Une contrainte déterminant la validité de la donnée. Certaines contraintes peuvent être définies au niveau de la colonne et d'autres au niveau de la table;
- Une valeur par défaut attribuée automatiquement à l'insertion de la nouvelle ligne

Chaque colonne d'une table comme chaque argument d'une procédure doit être définie avec un type. Ce type détermine le domaine des valeurs que la colonne pourra stocker. Voir la liste des divers types oracle à l'annexe 18.

### **La syntaxe générale de la programmation d'une table**

```
TYPE nom_tableau_pl IS TABLE OF datatype [NOT NULL]
INDEX BY BINARY_INTEGER;
nom_tableau_pl nom du tableau
datatype type (curseur, record, variable...)
Declaration : mon_tableau nom_tableau_pl ;
```

### **2.3.6 Création d'une table standard**

Pour pouvoir créer une table dans votre schéma vous devez avoir le privilège système CREATE TABLE. Pour pouvoir créer une table dans un autre schéma vous devez avoir le privilège système CREATE ANY TABLE. De plus vous devez avoir un quota défini dans le tablespace où vous voulez stocker la table ou bien le privilège système UNLIMITED TABLESPACE. Voici une exemple de création de table:

```
CREATE TABLE hr.emp
( empno NUMBER(5) PRIMARY KEY,
  ename VARCHAR2(15) NOT NULL,
  job VARCHAR2(10),
  mgr NUMBER(5),
  hiredate DATE DEFAULT sysdate,
  sal NUMBER(7,2),
  com NUMBER(7,2),
  deptno NUMBER(3) NOT NULL
  CONSTRAINT dept_fk REFERENCES hr.departments
```

```

                (department_id) )
TABLESPACE      tbs1
STORAGE
(   INITIAL      75K
    NEXT         75K
    MAXEXTENTS   20
    PCTINCREASE  25 );

```

La table emp est créée dans le schéma hr.

La colonne empno est définie comme étant la clé primaire.

La colonne ename est définie comme obligatoire.

La colonne hiredate reçoit par défaut la date du jour.

La colonne deptno est obligatoire et le département doit exister dans la table départements.

La table est créée dans le tablespace tbs1 avec ses informations de stockage soit: un extent initial de 75 Ko, les extents ultérieurs de 75 Ko également, un maximum de 20 extents possible et un taux d'accroissement de 25% pour chaque nouvel extent créé

### 2.3.7 Création d'une table Objet

Une table Oracle peut contenir 2 types d'objets: (les objets de colonne et les objets de ligne). Les objets de colonne : sont des collections (VARRAY, NESTED TABLE) ou de types personnalisés et sont stockés dans une colonne d'une table. Les objets de ligne : sont des objets représentés sous la forme d'une ligne d'une table. Les objets de colonne peuvent être stockés dans une colonne d'une table standard. Les objets de ligne ne peuvent être stockés que dans une table objet et possèdent un identificateur unique appelé OID.

La définition d'un objet s'effectue à l'aide de la commande CREATE TYPE. Oracle supporte l'héritage de type. Ce qui signifie qu'un type peut être la source d'un sous-type. Oracle ne supporte pas l'héritage multiple, c'est à dire qu'un sous-type ne peut pas hériter de plusieurs types différents. Il existe des types non instanciables, appelés types abstraits et des types instanciables permettant de créer des instances d'objets. Un type ne peut pas contenir de colonnes de type BOOLEAN, ROWID, LONG et LONGRAW et ne peut pas être défini dans du code PL/SQL.

La syntaxe de création d'une table objet est identique à celle d'une table standard avec toutefois des options supplémentaires :

- OBJECT IDENTIFIER IS qui indique la méthode de génération des Objets Identifier Descriptors (OID)
  - SYSTEM GENERATED (défaut) laisse Oracle générer automatiquement les OID
  - PRIMARY KEY indique que l'OID est basé sur la clé primaire
- OIDINDEX permettant de définir un index sur la colonne OID

Une table (ainsi qu'un type) peut contenir une colonne contenant une référence (REF) vers un objet ligne d'une autre table (type) permettant l'extraction de l'objet ciblé:

Colonne référençant un type « CREATE TABLE nom\_table ». (...ref\_col REF nom\_du\_type, ...).

La clause SCOPE IS permet de limiter la portée d'une référence à une table objet existante. Colonne référençant un type source d'une table objet « CREATE TABLE nom\_table ». (... ref\_col REF nom\_du\_type SCOPE IS nom\_table\_objet, ...).

**Contraintes:** Les contraintes se définissent de la même manière que pour une table standard, à la différence qu'elles ne s'appliquent pas sur les colonnes mais sur les attributs . Voici un exemple de création d'une table objet :

```
CREATE TYPE etat_civil_type AS OBJECT
```

```
( NOM VARCHAR2(32), PRENOM VARCHAR2(20) ); /
CREATE TYPE adresse_type AS OBJECT
( ADR1 VARCHAR2(32), ADR2 VARCHAR2(32), ADR3 VARCHAR2(32), CP
NUMBER(5), VILLE VARCHAR2(40) ); /
```

```
CREATE TYPE personne_type AS OBJECT
( NUM_SS VARCHAR2(20),
etat_civil etat_civil_typ,
adresse adresse_type,
STATUT VARCHAR2(15) ) /
```

```
CREATE TABLE personnel OF personne_type
( CONSTRAINT pk_num_ss PRIMARY KEY (NUM_SS),
CONSTRAINT df_statut STATUT DEFAULT 'Interne',
CONSTRAINT nn_ville CHECK (adresse.VILLE NOT NULL),
CONSTRAINT nn_nom CHECK (etat_civil.NOM IS NOT NULL),
CONSTRAINT un_nom UNIQUE (etat_civil.NOM),
CONSTRAINT ck_cp CHECK (adresse.cp BETWEEN 1000 and 99000) ); /
```

### 2.3.8 Création des triggers PL/SQL

Un trigger BD est une action qui se déclenche avant ou après un événement. Les triggers BD Oracle sont des blocs PL/SQL stockés dans la base pouvant se déclencher automatiquement avant ou après l'exécution d'un Ordre SQL d'insertion, modification ou suppression sur une table. Voici une représentation schématique d'un trigger :

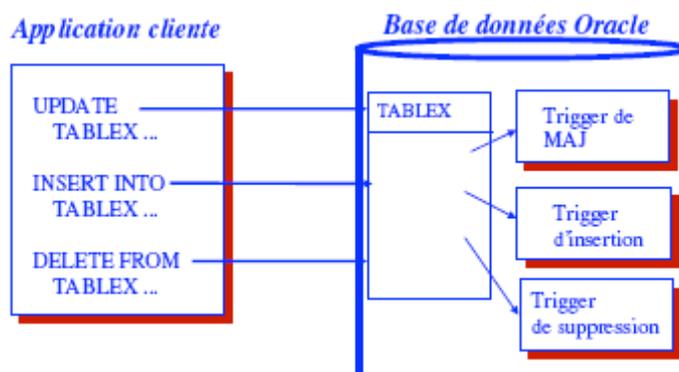


Figure 24 - Représentation schématique d'un trigger

Voici un exemple de création d'un trigger qui permet d'assurer la contrainte d'intégrité de mise à jour et de suppression d'une clé dans la table maître et d'assigner la clé étrangère à NULL dans la table ayant la clé étrangère. Dans cet exemple, la liste des événements déclencheurs apparaît comme suit : <UPDATE - DELETE - SET NULL>

Tableau 4 - Liste des événements déclencheurs

Type d'ordre	ordre déclencheur
LMD	DELETE, INSERT, UPDATE
LDD	CREATE, ALTER, DROP
Base de donnée	SERVERERROR, LOGON, LOGOFF, STARTUP, SHUTDOWN

**Programme:**

```
CREATE TRIGGER updateset
AFTER DELETE OR UPDATE OF deptno ON dept
  FOR EACH ROW
/* Avant de supprimer une ligne dans la table dept ou modifier la clé dans cette table,
mettre les clés étrangères à NULL */
BEGIN
  IF UPDATING AND :OLD.deptno != :NEW.deptno
  OR DELETING THEN
```

```

UPDATE emp SET emp.deptno = NULL
WHERE emp.deptno = :old.deptno ;

END IF ;

END; /

```

Oracle propose plusieurs types de triggers et le type d'un trigger dépend de trois paramètres :

- l'ordre sur lequel le trigger est défini (UPDATE, INSERT, DELETE)
- la fréquence de déclenchement du trigger :
  - pour chaque ligne traitée (FOR EACH ROW)
  - pour toutes les lignes
- le moment de son déclenchement (avant le début des traitements PRE-CONDITION ou à la fin des traitements POST-CONDITION)
  - BEFORE
  - AFTER

En voici la représentation schématique

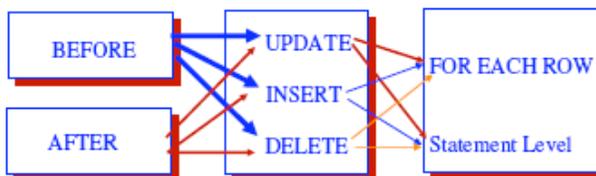


Figure 25 - Mise en œuvre du processus de traitement d'un trigger

### Avantages des triggers

- Fournir des mécanismes sophistiqués d'audit
- Renforcer les contraintes d'intégrité non supportées par Oracle en natif
- Mettre en œuvre des règles complexes de gestion par exemple: changer la catégorie d'un utilisateur ou d'un employé si son salaire change
- Renforcer la sécurité: interdire par exemple la modification des salaires les jours fériés et les weekend
- Assurer la réplication synchrone à distance de tables
- Propager des actions sur d'autres tables en fonction des événements survenus

### 2.3.9 Création des fonctions et procédures PL/SQL

Une procédure est un ensemble de code PL/SQL nommé, défini par l'utilisateur et généralement stocké dans la BDD. Une procédure est paramétrable afin d'en faciliter la réutilisation. Pour créer un objet procédural, vous devez disposer du privilège système

CREATE PROCEDURE pour votre schéma ou du privilège système CREATE ANY PROCEDURE pour la création dans un autre schéma. Pour autoriser un autre schéma à exécuter une procédure de votre schéma, vous devez lui octroyer le privilège EXECUTE. GRANT EXECUTE ON ma\_procedure TO autre\_schéma. La syntaxe permettant de créer une procédure est la suivante :

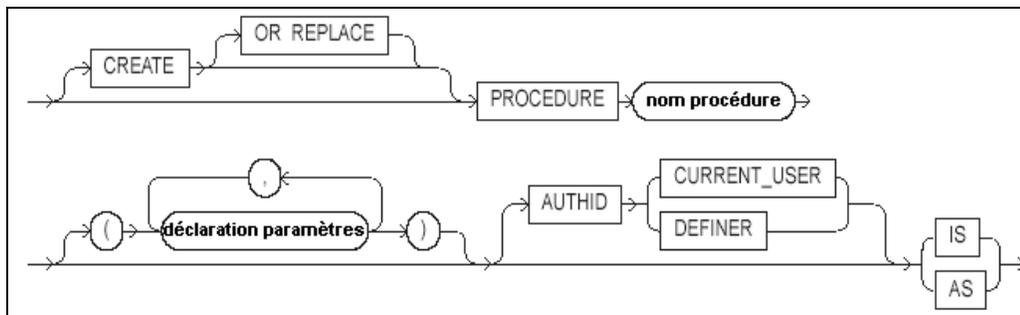


Figure 26 – Syntaxe de la création d'une procédure

**CREATE** indique que l'on veut créer une procédure stockée dans la base. La clause facultative **OR REPLACE** permet d'écraser une procédure existante portant le même nom

**nom procédure** est le nom donné par l'utilisateur à la procédure

**AUTHID** indique sur quel schéma la procédure s'applique:

- **CURRENT\_USER** - indique que la procédure utilise les objets du schéma de l'utilisateur qui appelle la procédure.
- **DEFINER**(défaut) - indique que la procédure utilise les objets du schéma de création de la procédure. Voici la syntaxe de déclaration des paramètres :

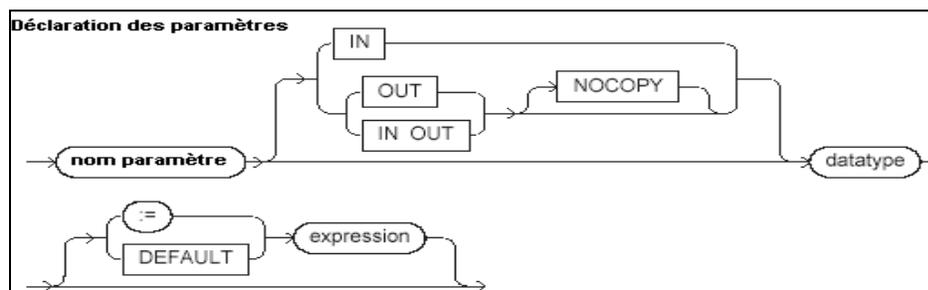


Figure 27 – Déclaration des paramètres

**nom paramètre** est le nom donné par l'utilisateur au paramètre transmis

**IN**(valeur par défaut) indique que le paramètre transmis par le programme appelant n'est pas modifiable par la procédure.

**OUT** indique que le paramètre est modifiable par la procédure

**IN OUT** indique que le paramètre est transmis par le programme appelant et renseigné par la procédure

**NOCOPY** indique que le paramètre est transmis par référence (pointeur) et non par copie de la valeur.

«Par défaut, les paramètres sont transmis par copie, c'est à dire qu'un espace mémoire est créé pour recevoir une copie de la valeur avec la clause **NOCOPY**, aucun espace mémoire supplémentaire n'est créé, c'est donc l'adresse de l'espace mémoire initial qui est transmise, permettant d'une part de ne pas gaspiller la mémoire disponible (surtout lorsqu'il s'agit de grands objets (LOB) et également d'éviter le temps nécessaire à la gestion de ces nouveaux espace mémoire (empilement, dépilement, etc.)» (SheikYerbouti, 2004 ).

**datatype** représente le type SQL ou PL/SQL du paramètre

**:=** représente le symbole d'assignation d'une valeur par défaut **DEFAULT** identique à **:= expression** représente la valeur par défaut du paramètre et doit être conforme au type du paramètre déclaré.

Créons une procédure permettant d'augmenter la population d'une espèce en voie de **disparition**.

### 2.3.10 Création d'une fonction

Une fonction est identique à une procédure à la différence qu'elle retourne obligatoirement une valeur d'où le mot clé obligatoire **RETURN**

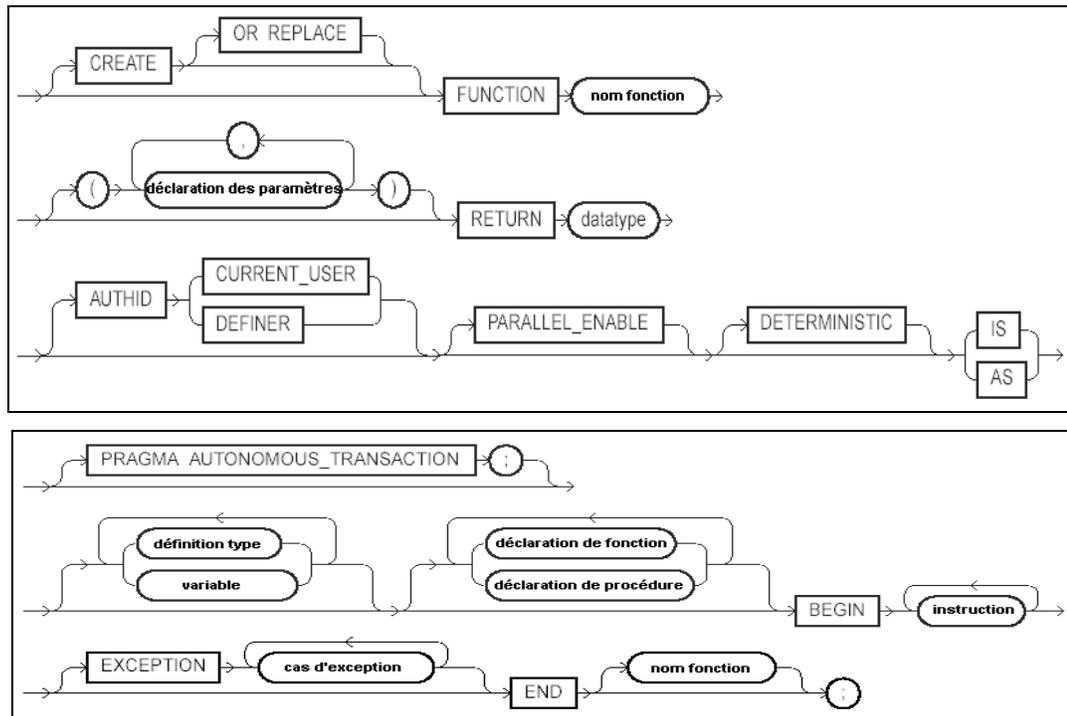


Figure 28 - Syntaxe de la programmation d'une fonction avec Oracle

**CREATE** indique que l'on veut créer une fonction stockée dans la base. La clause facultative **OR REPLACE** permet d'écraser une fonction existante portant le même nom.

**nom fonction** est le nom donné par l'utilisateur à la fonction.

**AUTHID** indique sur quel schéma la fonction s'applique :

- **CURRENT\_USER** : Indique que la fonction utilise les objets du schéma de l'utilisateur qui appelle la fonction.
- **DEFINER**(défaut) : Indique que la fonction utilise les objets du schéma de création de la fonction.

**nom paramètre** est le nom donné par l'utilisateur au paramètre transmis. **IN**(valeur par défaut) indique que le paramètre transmis par le programme appelant n'est pas modifiable par la fonction.

**OUT** indique que le paramètre est modifiable par la procédure.

**IN OUT** indique que le paramètre est transmis par le programme appelant et renseigné par la fonction.

**NOCOPY** indique que le paramètre est transmis par référence (pointeur) et non par copie de la valeur.

**datatype** représente le type SQL ou PL/SQL du paramètre  
**:=** représente le symbole d'assignation d'une valeur par défaut :

**DEFAULT** identique à :=

**expression** représente la valeur par défaut du paramètre (doit être conforme au type du paramètre).

**PRAGMA AUTONOMOUS\_TRANSACTION** indique que la fonction sera exécutée dans une transaction autonome.

À l'étape précédente (création d'une procédure), nous avons vu que la procédure permet de simuler une augmentation en retournant le nouveau valeur théorique dans une variable IN OUT.

*Transformons cette procédure en fonction*

```
SQL> CREATE OR REPLACE FUNCTION F_Test_Augmentation
  ( PN$Numemp IN EMP.empno%Type
    PN$Pourcent IN NUMBER
  ) Return NUMBER
IS
  LN$$Salaire EMP.sal%Type ;
BEGIN
  Select sal Into LN$$Salaire From EMP Where empno = PN$Numemp ;
  -- augmentation virtuelle de l'employé
  LN$$Salaire := LN$$Salaire * PN$Pourcent ;
  Return( LN$$Salaire ) ; -- retour de la valeur
END;  /
```

***Fonction créée.***

La valeur de retour de la fonction est directement utilisable, même sans déclaration d'une variable d'accueil.

SQL> Declare

```
LN$$Salaire emp.sal%Type ;
```

```
Begin
```

```
Select sal Into LN$$Salaire From EMP Where empno = 7369 ;
```

```
dbms_output.put_line('Salaire de 7369 avant augmentation' || To_char( LN$$Salaire));
```

```
dbms_output.put_line( 'Salaire de 7369 après augmentation' || To_char(
```

```
F_Test_Augmentation(7369, 1.1)));
```

```
End ; /
```

Salaire de 7369 avant augmentation 880

Salaire de 7369 après augmentation 968

***Procédure PL/SQL terminée avec succès.***

La programmation avec Oracle implique plusieurs et diverses fonctions (fonctions d'insertion, de suppression et de modification d'objets ou de blocs de données, fonctions d'ouverture et de fermeture d'un fichier, fonctions de mise à jour du contenu de la base, fonctions de gestion et de sécurité , les protocoles d'accès et d'utilisation des données de la base, etc..). Mais quelle que soit la fonction à programmer, le la démarche et les étapes sont les mêmes :

- Déclaration des variable et la spécification du type de fonction.
- Codage de la fonction , des routines et de sous routines en respectant la syntaxe Oracle. Les outils d'aide sont disponibles dans l'interface de développement.
- Implémentation de sortie: Affichage, lecture, visualisation sur l'interface conçue et développée aux service de cette base de données.

La plus importante recommandation : Respecter bien la syntaxe, car la réussite de votre programmation en dépend entièrement.

### 2.3.11 Création de Packages PL/SQL

Un paquetage est un ensemble de procédures et fonctions regroupées dans un objet nommé. Exemple le paquetage Oracle DBMS\_LOB regroupe toutes les fonctions et procédures manipulant les grands objets (LOBs) et le paquetage UTL\_FILE regroupe les procédures et fonctions permettant de lire et écrire des fichiers du système d'exploitation. Un package comporte deux parties: la partie spécification (PACKAGE SPECIFICATION) et la partie implémentation (PACKAGE BODY). Les composants d'un package peuvent être publics ou privés. Les composants publics sont déclarés au niveau de la partie spécification et les composants privés au niveau la partie implémentation.

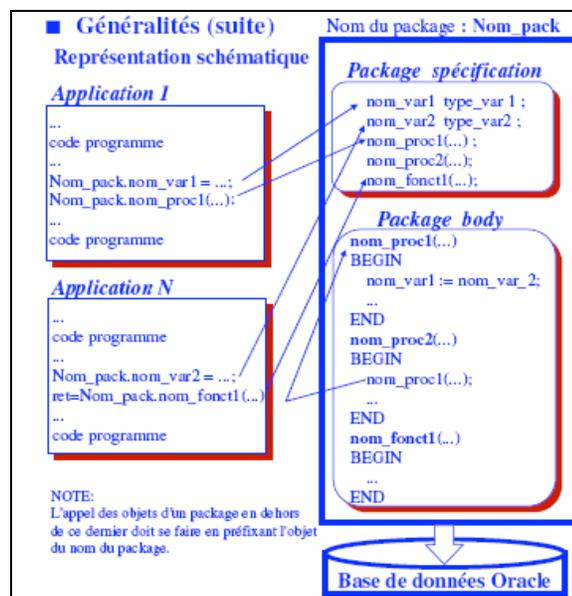


Figure 29 - Représentation schématique d'un package

(Selon G. Mopolo-Moké )

La création d'un package consiste à créer la spécification puis le corps du package

Syntaxe de création de la partie implémentation	
<pre>CREATE [OR REPLACE]   PACKAGE BODY [schéma.]nom_package   (IS   AS ) corps PL/SQL  corps PL/SQL ::=   déclaration de variable     déclaration d'enregistrement     déclaration d'exception     déclaration de table PL/SQL     corps de fonction     corps de curseur     corps de procédure ...</pre>	
Mot clé ou paramètre	Description
schéma	Nom du schéma auquel le package appartient
nom_package	Nom du package dans le schéma
corps PL/SQL	déclaration de variables, ..., corps fonctions, des procédures, ...
<p><i>Note</i> : Les noms utilisés dans la partie spécification doivent être les mêmes que dans la partie implémentation.</p>	

**Figure 30 - Syntaxe de la création d'un package de la partie implémentation**

### Avantages des packages

- Encapsulation et modularité : le package se comporte comme une boîte noire
- Possibilité de cacher des informations
- Séparation de la spécification des implémentations permet d'augmenter la productivité des développeurs
- + tous les avantages énumérés au niveau des fonctions et procédures (performance, partage, recompilation intelligente, ...)

### 2.3.12 Création d'une table XML

On peut stocker des données au format XML dans une table. Pour cela, Oracle a créé un nouveau type: XMLType. Ce type peut être utilisé dans les procédures PL/SQL comme paramètre, variable et valeur retour. Il contient des méthodes qui permettent de manipuler son contenu. Des fonctions permettent de créer, extraire et indexer ce type de données. Les requêtes SQL peuvent être appliquées sur tout ou partie d'un document XML. Ce type de données peut être stocké sous deux formes:

- Dans une colonne de type LOB
- Dans un objet structuré

#### Stockage dans une colonne de type LOB

Le document est stocké "tel quel" dans la colonne. Les performances d'accès par les instructions du DML sont médiocres. L'accès par les commandes SQL est limité et consomme plus d'espace. Ce type de stockage est conseillé si vous souhaitez simplement stocker le document XML, sans mise à jour particulière. Ce qui ne semble pas approprié pour une base de données géospatiales qui exige que les données soient continuellement mises à jour.

#### Stockage dans un objet structuré

Certains caractères non significatifs ne sont pas stockés (saut de ligne, espaces de fin, etc.). Les performances d'accès par les instructions du DML sont excellentes. L'accès par les commandes SQL est satisfaisant. Nécessite moins d'espace de stockage. Ce type de stockage convient parfaitement à la manipulation de parties du document XML, donc parfaitement adapté aux bases de données géospatiales. Voici un exemple de création d'une table contenant une colonne de type XMLType:

```
CREATE TABLE doc_xml(
  identifiant NUMBER(5) PRIMARY KEY,
  Nom      VARCHAR2(64) NOY NULL,
  Doc_xml  XMLType )
XMLType COLUMN Doc_xml
  STORE AS CLOB (
    TABLESPACE tbs_lob
    STORAGE (INITIAL 4096 NEXT 4096)
    CHUNK 4096 NOCACHE NOLOGGING ) ;
```

Exemple de création d'une table de type XMLType (stockage dans une colonne CLOB) :

```
CREATE TABLE doc_xml2 OF XMLType ;
```

Exemple de création d'une table de type XMLType (stockage dans un objet relationnel) :

```
CREATE TABLE xwarehouses (
  warehouse_id NUMBER,
  warehouse_spec XMLTYPE)
XMLTYPE warehouse_spec STORE AS OBJECT RELATIONAL
XMLSCHEMA "http://www.oracle.com/xwarehouses.xsd"
ELEMENT "Warehouse";
```

Changer les caractéristiques de stockage d'une colonne XMLType :

```
ALTER TABLE doc_xml
  MODIFY LOB (Doc_xml.XMLDATA)
  (STORAGE (NEXT 16K) CACHE) ;
```

### **Le schéma XML**

Un schéma XML définit une classe de document XML et permet de s'assurer que les données insérées dans les colonnes de type XMLType sont en adéquation avec ce schéma.

### **La force de XML**

XML (entendez eXtensible Markup Language et traduisez Langage à balises étendu, ou Langage à balises extensible) est en quelque sorte un langage HTML amélioré permettant de définir de nouvelles balises. Il s'agit effectivement d'un langage permettant de mettre en forme des documents grâce à des balises (markup). En réalité les balises XML décrivent le contenu plutôt que la présentation (contrairement à HTML). Ainsi, XML permet de séparer le contenu de la présentation .. ce qui permet par exemple d'afficher un même document sur des applications ou des périphériques différents sans pour autant nécessiter de créer autant de versions du document que l'on désire représenter.

XML est un sous ensemble de SGML (Standard Generalized Markup Language), défini par le standard ISO8879 en 1986, utilisé dans le milieu de la Gestion Electronique Documentaire (GED). XML reprend la majeure partie des fonctionnalités de SGML, il s'agit donc d'une simplification de SGML afin de le rendre utilisable sur le web!

XML permet donc de définir un format d'échange selon les besoins de l'utilisateur et offre des mécanismes pour vérifier la validité du document produit. Il est donc essentiel pour le receveur d'un document XML de pouvoir extraire les données du document. Cette opération est possible à l'aide d'un outil appelé analyseur (en anglais parser, parfois francisé en parseur). Le parseur permet fondamentalement d'extraire les données d'un document XML et de vérifier éventuellement la validité de ce document. On parle ainsi de parsing. Voici les principaux atouts de XML :

- La lisibilité : aucune connaissance ne doit théoriquement être nécessaire pour comprendre un contenu d'un document XML
- Autodescriptif et extensible
- Une structure arborescente: permettant de modéliser la majorité des problèmes informatiques. Idéal pour une base de données géospatiales !
- Universalité et portabilité: les différents jeux de caractères et jeux de données sont pris en compte
- Déployable: il peut être facilement distribué par n'importe quels protocoles à même de transporter du texte, comme HTTP
- Intégrabilité: un document XML est utilisable par toute application pourvue d'un parseur (c'est-à-dire un logiciel permettant d'analyser un code XML)
- Extensibilité: un document XML doit pouvoir être utilisable dans tous les domaines d'applications.

Ainsi, XML est particulièrement adapté à l'échange de données et de documents. Ce qui fait de lui un excellent outil d'échange de données géospatiales. La force de XML réside dans sa capacité à pouvoir décrire n'importe quel domaine de données grâce à son extensibilité. Il va permettre de structurer, poser le vocabulaire et la syntaxe des données qu'il va contenir. Voir ses principales fonctionnalités à *l'annexe 22*.

### 2.3.13 Spécification des fichiers

Sur le plan physique, une base de données Oracle est composée d'un certain nombres de fichiers :

- des Fichiers de données
- des fichiers REDO LOG
- des fichiers de contrôle
- des fichiers d'Archivage (si fonctionnement avec Archive)

Comme nous l'avons expliqué au (2.2.14), ces fichiers contiennent toutes les données relatives à une base de données (dictionnaire Oracle, Tables, index, clusters, rollback segments, segment temporaires). Ils sont lus par les processus Serveurs et modifiés par DBWn. L'unité de découpage est le bloc (2K, 4K, 8K, 16K, 32K) selon l'OS. Ces fichiers sont de taille fixe et optionnellement variables depuis la 7.2 et appartiennent à une et une seule base.

Comment se fait la programmation de chacune de ces catégories de fichiers ? Les Fichiers Redo-Log contiennent la trace de l'activité en terme de mise à jour sur la base. Pour plus de sécurité, ils doivent être multiplexés. Ce qui signifie qu'une groupe doit contenir au moins 2 fichiers. Ces fichiers ne sont utiles qu'en cas de perte des fichiers de données ou d'arrêt anormal de la base. Ceux sont des fichiers qui fonctionnent en façon cyclique. L'ajout et la suppression de fichiers REDO se font de la manière suivante :

#### Ajout d'un groupe de fichiers

```
ALTER DATABASE [database ]
  ADD LOGFILE [THREAD integer ]
    [ GROUP integer ] filespec
    [, [ GROUP integer ] filespec...
```

#### Ajout d'un membre dans un groupe connaissant son Numéro ou le nom d'un fichier.

```
ALTER DATABASE [database ]
```

```
| ADD LOGFILE MEMBER
      'filename' [ REUSE ]
      [, 'filename' [REUSE]]...
TO { GROUP integer
    | ( 'filename'[REUSE] [, 'filename']... )
    | 'filename' [REUSE]}
[TO { GROUP integer
    | ( 'filename'['filename']... )
    | 'filename'} ]...
```

### Ajout et suppression de fichiers REDO

```
ALTER DATABASE [database ]
  DROP LOGFILE
    { GROUP integer
      | ('filename'[, 'filename']...)
      | 'filename'}
  [, { GROUP integer
      | ('filename'[, 'filename']...)
      | 'filename'}]...
  | DROP LOGFILE MEMBER
    'filename'[, 'filename']...
```

### Création d'un nouveau Fichier de contrôle

- pour augmenter MAXLOGFILES et MAXDATAFILES
- en cas de perte de tous les fichiers REDO LOG

### Les étapes

1. Lister les fichiers à sauvegarder
  - a. Les fichiers de données (vue dba\_data\_files)
  - b. les fichiers redo log (vues v\$logfile)
2. Arrêter la base et faire une sauvegarde complète

- a. démarrer une nouvelle instance en NOMOUNT
- b. créer un nouveau fichier de contrôle
- c. Modifier le fichier des paramètres de la base
- d. Recouvrer la base si utile et redémarrer

#### **La commande**

- CREATE CONTROLFILE [REUSE][RESET]
  - DATABASE nombase
  - LOGFILE ...
  - DATAFILE ...

#### **2.3.14 Intégration des modules**

Les produits d'intégration Oracle vous permettent d'intégrer les données et applications existantes à votre environnement Oracle. Les plus utilisés sont : [Open System Gateways](#), [Enterprise Integration Gateways](#), [Mainframe Integration Gateways](#). Le processus d'intégration avec Oracle est basé sur les principes d'intégration des bases de données géospatiales que nous avons présentés au chapitre 1. (*Voir le module 1.6.2.1.7*).

#### **2.3.15 Implantation et mise en application de la bases de données**

Une fois votre base de données géospatiales développée et vous en êtes satisfait de sa qualité et la qualité de son fonctionnement, elle doit être implantée dans une infrastructure géospatiale appropriée afin d'être accédée et utilisée par la clientèle visée. Le processus d'implantation varie selon le protocole d'installation défini par le développeur et du système d'exploitation installé sur l'environnement où sera implantée votre base de données. Voir le détails sur l'implantation et les infrastructures géospatiales au chapitre 1.

### 2.3.16 Tests, évaluation et validation

Après avoir implanter votre base de données géospatiales dans une infrastructure géospatiale, vous devez l'évaluer à l'aide des tests sur son fonctionnement, son efficacité, sa performance, la complétude et la richesse de son contenu, la façon dont ce contenu est présenté (que nous représentons ici par l'aspect pédagogique), la facilité de son utilisation et la qualité de son interface. Le but de cette évaluation est de déterminer les points forts et les points faibles du logiciel, les difficultés provenant de son utilisation afin de proposer des suggestions ou de recommandations des améliorations pertinentes pour la performance, la convivialité, l'utilisabilité et l'esthétique de ce produit : améliorer la qualité générale du produit. Avant de procéder à l'évaluation de votre système vous devez d'abord déterminer vos critères d'évaluation et votre échelle de validation. Une bonne évaluation doit comprendre au moins trois éléments : Identification et description du produit et ses principales composantes, évaluation proprement dite (qualité de l'interface et du contenu, les aspects techniques et pédagogiques, etc..), le résultat de l'évaluation et les recommandations. *(Voir à l'annexe 23)*, un exemple d'évaluation que nous proposons pour le logiciel **GéoWeb de P-L Ladouceur**. *(Logiciel encore en construction)*.

### 2.3.17 Documentation du logiciel

Une documentation sous forme de guide d'utilisation à l'intention des administrateurs et des utilisateurs finals permettra à ces derniers de bien comprendre le fonctionnement du logiciel et par conséquent de l'utiliser judicieusement. Pour les développeurs et le service technique, un guide de programmeur leur permettra de résoudre rapidement d'éventuels problèmes de dysfonctionnement. Ce document facilite également la mise à jours et maintenance du système.

## 2.4 Conclusion du chapitre 2

Nous venons de vous présenter une explication synthèse d'un processus général de mise en œuvre avec Oracle 9i/10g. de même que la mise en œuvre individuelle des principaux composants et groupes d'objets d'une base de données en général et spatiales en particulier. La simplicité de cette mise en œuvre provient spécialement de deux outils intégrés dans l'Oracle : Forms Builder et PL/SQL.

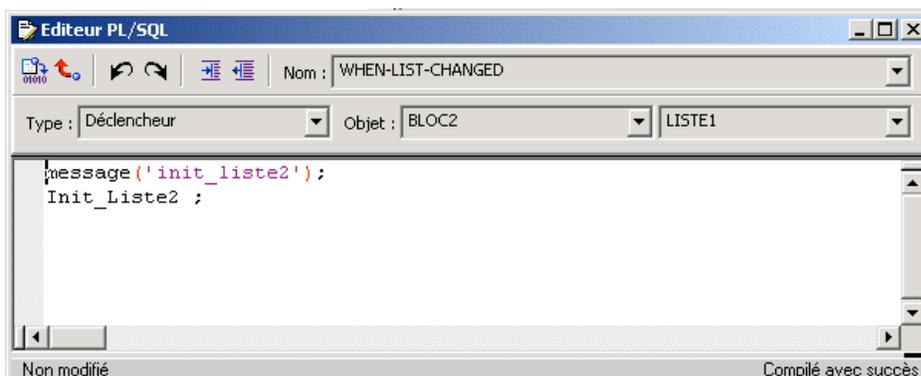
Ce chapitre vous a donné toutes les clés nécessaires à la mise en œuvre et à la programmation avec Oracle 10g2. Pour concevoir ce genre de programme vous avez pu remarquer qu'il faut une méthodologie rigoureuse ainsi qu'une bonne compréhension des mécanismes mis en œuvre par Oracle. C'est pourquoi nous avons pris beaucoup de temps pour définir ces mécanismes dans la première partie.

La maîtrise d'une mise en œuvre avec Oracle dépend entièrement de la maîtrise des fenêtres de travail qui nous donnent accès aux :

- Navigateur d'objets qui affiche l'ensemble des objets éditables d'une application Forms organisés en plusieurs sections, sous la forme d'arborescences. Les plus importants objets éditables sont: Applications Forms, Menus, Bibliothèques PL/SQL, Bibliothèques d'objets, Packages intégrés et Objets de la base de données.
- Éditeur de présentation qui permet de gérer les canevas et donc l'affichage des objets implantés dans les barres d'outils horizontale et verticale. On y trouve également la zone centrale de composition, la propriété d'outils graphiques, etc..
- Éditeur de propriétés offrant une fenêtre qui permet de modifier les propriétés du ou des objets sélectionnés.
- Éditeur de code PL/SQL qui permet l'édition de tout code PL/SQL se fait dans la fenêtre d'édition de code qui vous ci-dessous. Cet outil nous sera grandement utile dans la deuxième partie de ce chapitre (description de

comment programmer avec Oracle 10g2). Pour ouvrir cette fenêtre, plusieurs choix sont possibles:

- Double-cliquez sur le nom d'un déclencheur ou d'une procédure dans le navigateur d'objets;
- Clic-droit sur l'objet puis option Éditeur PL/SQL ;
- Menu Outils -> Editeur PL/SQL ;
- Touche **F11** au clavier.



**Figure 31 - Fenêtre de l'édition de tout code PL/SQL**

**Tableau 5 – Les icônes de l'éditeur PL/SQL**

<b>Les icônes de l'éditeur PL/SQL</b>	
	Compiler le code PL/SQL
	Rétablir le code PL/SQL
	Annuler dernière action
	Annuler dernière annulation
	Indenter le code sélectionné à droite
	Indenter le code sélectionné à gauche

Tableau 6 – Les listes déroulantes de l'éditeur PL/SQL

Les listes déroulantes de l'éditeur PL/SQL	
Nom : WHEN-LIST-CHANGED	Nom de l'objet PL/SQL
Type : Déclencheur	Type de l'objet PL/SQL
Objet : BLOC2 LISTE1	Nom des bloc et item supportant l'objet PL/SQL

Ces listes déroulantes permettent de sélectionner tous les objets de la forme contenant du code PL/SQL sans quitter la fenêtre d'édition. Avant de

refermer la fenêtre d'édition, compilez le code avec l'icône 

- Palette de syntaxes qui est une boîte de dialogue permettant d'insérer le squelette des instructions PL/SQL ou des fonctions natives de Forms lorsque vous éditez du code PL/SQL. Elle est affichée via le menu : Outils -> Palette de syntaxe.. permettant d'insérer une instruction PL/SQL comme l'illustre la figure ci-dessous.

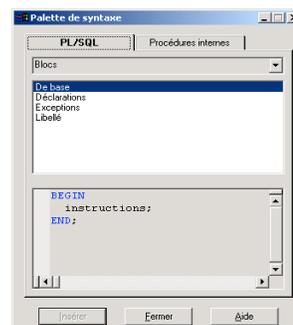
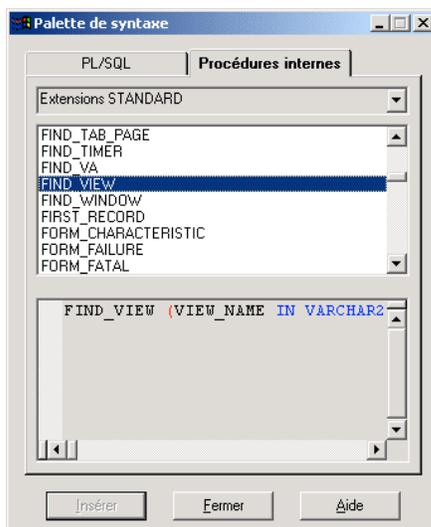


Figure 32 – Palette de syntaxes : choix de types de construction

La liste déroulante permet de choisir le type de construction souhaitée : Blocs, Fonctions, Boucles, Curseurs, Exceptions, etc.. La palette de syntaxes permet aussi d'insérer dans l'éditeur PL/SQL le squelette d'une fonction native de Forms.



**Figure 33 – Palette de syntaxe : choix de fonction souhaitée**

C'est un outil très pratique et efficace pour l'insertion des fonctions natives Forms, surtout lorsqu'on ne maîtrise pas ce la syntaxe de programmation avec Oracle (position, nombre et type des arguments). C'est outil idéal pour l'apprentissage. Pour un apprentissage qui vise les deux premiers niveaux de compétences technique et d'habiletés cognitives (sensibilisation et familiarisation) aux nouvelles technologies de bases de données géospatiales et surtout à la mise en œuvre et à la programmation de ces bases de données géospatiales avec Oracles 10g2, la palette de syntaxe serait un assistant indispensable.

Ce que nous pouvons enfin retenir de ce chapitre est que même si l'Oracle 10g2 n'est pas conçu avec esprit spatial, son interface de travail contient suffisamment des outils nécessaires permettant la mise en ouvre et la programmation des bases de données géospatiales de très grande qualité.

## **CHAPITRE 3**

### **ANALYSE CRITIQUE**

#### **Introduction**

<Texte>

<Titre>

<Texte>

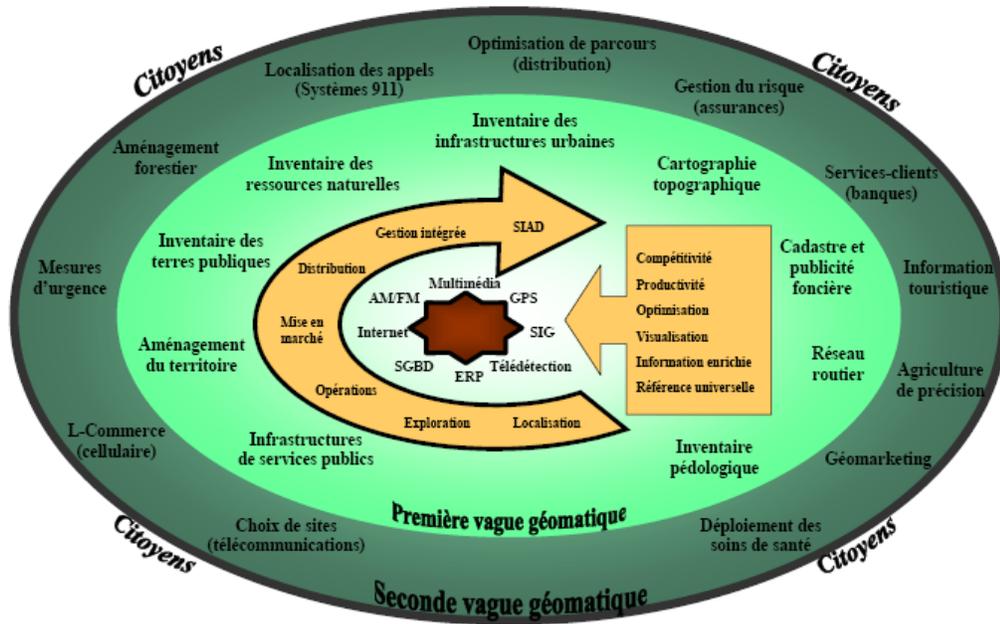
## **CONCLUSION**

<Texte>

## **RECOMMANDATIONS**

## ANNEXE 1

### La Géomatique contribue à l'amélioration de services aux citoyens



Source : Pôle – [www.pole.qc.ca](http://www.pole.qc.ca)

## ANNEXE 2

### Description de l'architecture d'une BDG selon plusieurs points de vue

<b>Point de vue du Modèle RM-ODP</b>	<b>Champ d'intérêts</b>
<u>Point de vue de l'entreprise</u> Présente un modèle de gestion que tous les intervenants doivent pouvoir comprendre, précise le but, la portée, les objectifs opérationnels, les politiques, les objets de l'entreprise, etc.	But et portée Politiques Responsabilités Processus de gestion et cas d'utilisation
<u>Point de vue de l'information</u> Porte sur le contenu de l'information et le comportement du système (modèles de données, sémantique, schéma)	Sémantique du traitement de l'information Information du système
<u>Point de vue du traitement</u> Capture les composantes, les interfaces, les interactions et les contraintes sans tenir compte de la distribution	Description fonctionnelle Interfaces Opérations Règles de liaison
<u>Point de vue de l'ingénierie</u> Décrit l'infrastructure et les mécanismes pour la distribution des composantes, la transparence et les contraintes de la distribution, les liaisons et les interactions	Infrastructure nécessaire pour soutenir la distribution
<u>Point de vue de la technologie</u> Définit l'environnement de mise en œuvre et de déploiement utilisant les technologies, les normes et les meilleurs produits actuels	Choix et pertinence des technologies pour soutenir le système de distribution

Source : GOS Implémentation Architecture, Open Geospatial Consortium®, 2003

## ANNEXE 3

### Guide d'utilisation de GéoMedia et ses fonctionnalités

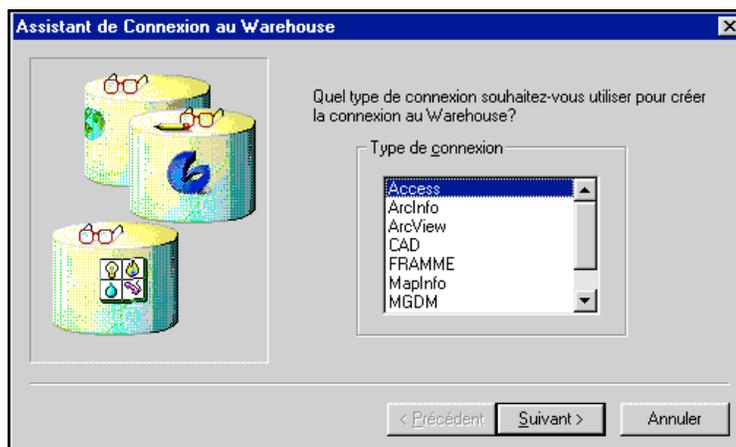
#### A – Construire un planisphère

##### 1) Se connecter aux warehouses

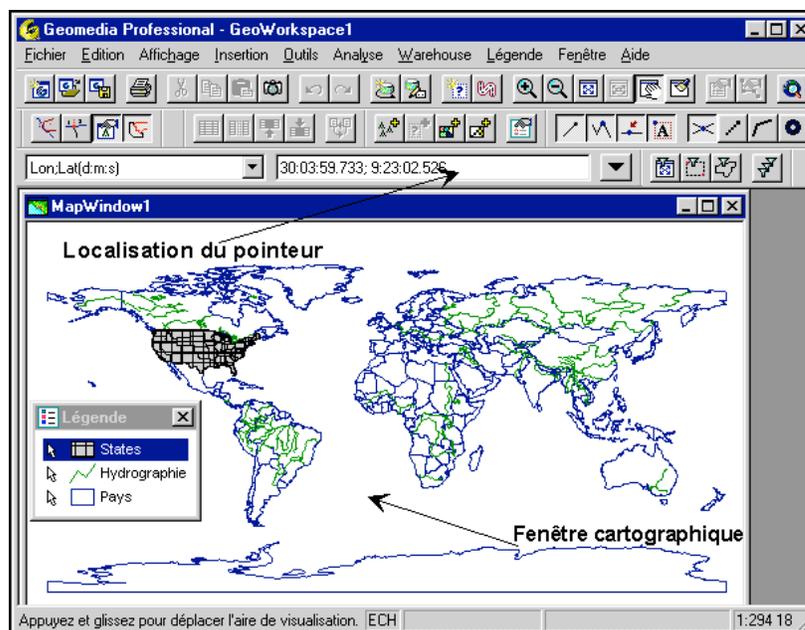


Après double-clic sur l'icône Geomedia, cliquer sur le bouton « Créer un nouveau Geoworkspace » dans la boîte de dialogue, choisir le modèle par défaut « Normal.gwt ». Le Geoworkspace se présente avec une fenêtre cartographique vide ouverte par défaut, agrandir complètement la fenêtre.

Etablissons d'abord des connexions à deux Warehouses : « Monde » et « USA ». Activer le menu Warehouse\Nouvelle connexion, sélectionner le type « Access » dans la boîte de dialogue, puis taper le titre « Monde » et cliquer sur le bouton « Parcourir » afin de sélectionner le Warehouse (dans le dossier « c:\warehouses\Initiation »), enfin valider les choix par défaut dans la suite du processus de connexion. Faire de même avec le warehouse « USA ».



Il nous faut maintenant charger les couches dans la fenêtre cartographique. Par le menu « Légende/Ajouter une classe d'entités » afficher toutes les classes d'entités du Warehouse « Monde » et la classe « States » du Warehouse « USA ». Nous constatons que la couche « States » se positionne correctement au dessus des couches du Warehouse « Monde », puisque chaque géométrie d'entité possède des coordonnées réelles. La position du pointeur de souris est indiquée en degrés Latitude/Longitude (Cf ci-dessous).

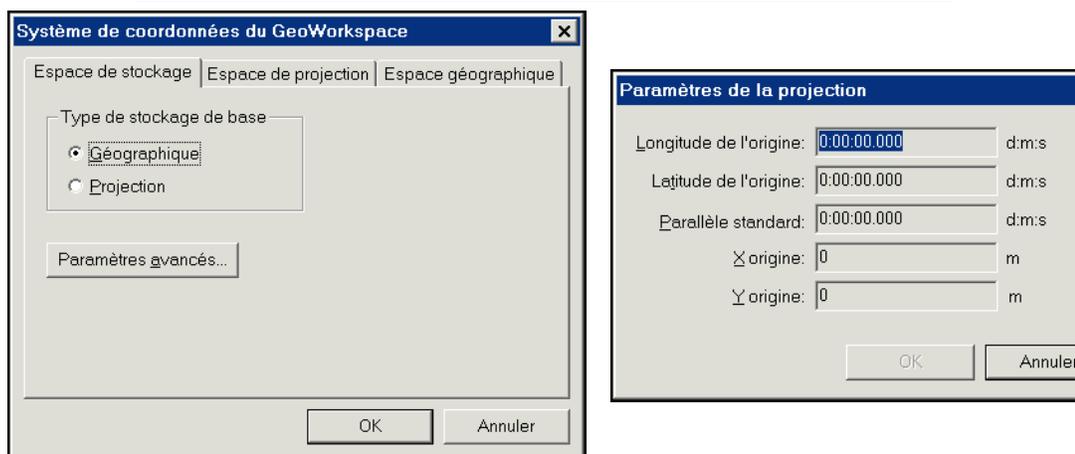


## 2) Choisir un mode de projection

Par la commande « Affichage/Système de coordonnées du Geoworkspace » la boîte de dialogue ci-dessous nous permet de paramétrer le mode de projection. Remarquons que notre Geoworkspace est

en mode « géographique » : les entités géographiques sont tracées dans la fenêtre à partir de leurs coordonnées en latitude/Longitude, sans projection, d'où les déformations apparentes. Il nous faut donc choisir un mode de projection adapté à l'espace représenté. Voici quelques projections possibles avec un planisphère

NOM	TYPE DE PROJECTION
Mercator	Projection conforme
Eckert IV	Projection équivalente
Mollweide	Projection aphyllactique
Polaire stéréographique	Projection conforme



NB : Utiliser l'onglet « Espace de projection » pour sélectionner le mode de projection ; le bouton « paramètres de la projection » permet de sélectionner Latitude et Longitude-origine. Tester différents réglages (certains résultats sont curieux...).

### 3) Habillage de la carte

Les motifs et couleurs utilisés par le logiciel pour représenter les couches dans la fenêtre cartographique sont paramétrables par la commande « Légende\Propriétés ».

Sélectionner chaque couche successivement et cliquer sur le bouton « Style ». Selon le type de géométrie on pourra paramétrer contours et surfaces.

Il est possible de modifier l'ordre d'empilement des couches par « Glisser-Déplacer » à la souris dans la fenêtre de légende.

Orientation et Échelle peuvent être affichées par le menu « Affichage ».

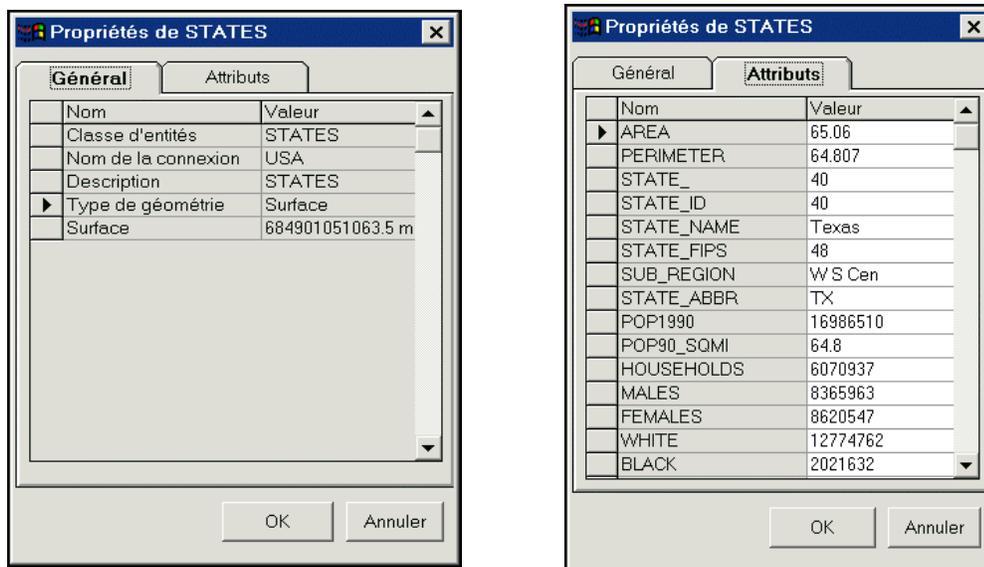
Par un clic droit sur une entrée de légende, on peut activer ou désactiver l'affichage de la couche concernée.

La commande « Fenêtre\Propriétés de la fenêtre cartographique » permet de donner un intitulé à la fenêtre active.

#### 4) Manipulations aisées dans la fenêtre cartographique

Commande de menu	Raccourci dans la barre d'icônes	Signification de la commande
Affichage\Cadrer tout		Permet d'afficher la totalité de l'espace géographique représenté par les classes d'entités.
Affichage\Zoom\Avant		Cadrer sur une partie plus restreinte de l'espace géographique concerné. Ceci a pour effet d'agrandir l'échelle de la fenêtre cartographique.
Affichage\Zoom\Arrière		Cadrer sur une partie plus vaste de l'espace géographique concerné. Ceci a pour effet de diminuer l'échelle de la fenêtre cartographique.
Affichage\Déplacer aire de visualisation		Permet de déplacer à la souris la partie visible de l'espace géographique concerné.
Affichage\Flèche Nord		Affiche une flèche orientée Nord (paramétrable par clic-droit)
Affichage\Barre d'échelle		Affiche la barre d'échelle (mise à jour en temps réel, elle est paramétrable par clic-droit)
Edition\Capture		Copie le contenu de la fenêtre active dans le presse-papiers de Windows

#### 5) Afficher des informations sur une entité géographique



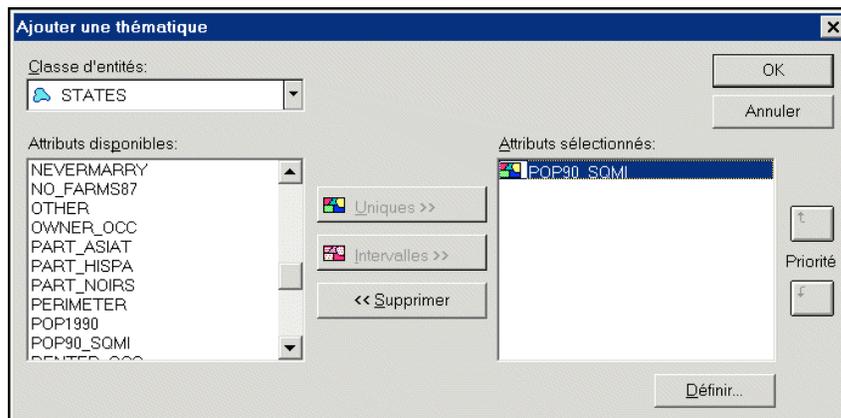
## B – Construire des cartes thématiques

### 1) Nouvelle fenêtre cartographique

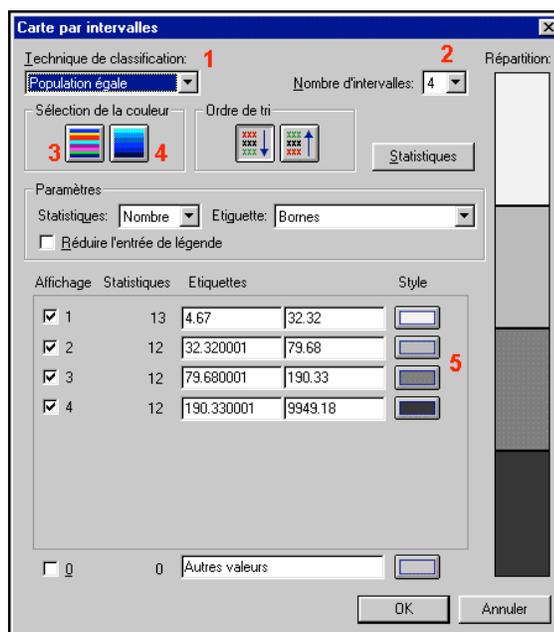
Pour ce deuxième exercice il nous faut une nouvelle fenêtre cartographique (commande « Fenêtre\Nouvelle fenêtre cartographique ») sur laquelle nous chargeons les différentes couches du warehouse « USA » en paramétrant correctement leur mode de représentation. Pour obtenir une représentation correcte de l'espace américain, nous modifions le système de coordonnées (projection « Albers Equal Area », longitude-origine  $-100^\circ$ , latitude-origine  $40^\circ$ ).

L'affichage de la table de données attributaires « States » nous permet d'observer les différents attributs associés à cette classe d'entités. Un **enregistrement** (une ligne) correspond à une Entité Géographique, une colonne à un **champ** attributaire dans la table (une valeur par entité). Repérer les champs « POP90\_SQMI », ainsi que les champs dont l'intitulé est de type « P\_\*\*\* » (commande « Données\Afficher les colonnes » pour afficher les intitulés d'attributs).

### 2) Construction de cartes thématiques



La commande « Légende\Ajouter une thématique » provoque l'ouverture de la boîte de dialogue ci-dessous. Sélectionner la couche « States », puis l'attribut « POP90\_SQMI », puis cliquer sur le bouton « Intervalles » (le bouton « Unique » permet de construire une carte « en valeurs uniques » dans laquelle chaque entité est représentée par un symbole unique, couleur par exemple). Enfin actionner le bouton « Définir » qui permet de paramétrer la discrétisation.



1 - Volet de sélection du mode de discrétisation

2 - Volet de sélection du nombre de classes

3 - Sélection aléatoire de couleurs

4 - Dégradé de couleurs

5 - Cliquer sur un rectangle pour paramétrer une couleur

Construire la même carte thématique à partir de la couche "Comtés". Par la commande "Légende\Propriétés", sélectionner la carte thématique pour les comtés puis cliquer sur le bouton « Echelle ». Sélectionner l'option "Afficher entre les échelles 1/5000 et 1/5000000". Lorsque l'on clique sur le bouton "Cadrer tout" la carte des comtés n'est pas visible au profit de celle des états, si l'on zoome sur l'Etat de New York, la carte des comtés est visible.

### C – Lancer des requêtes

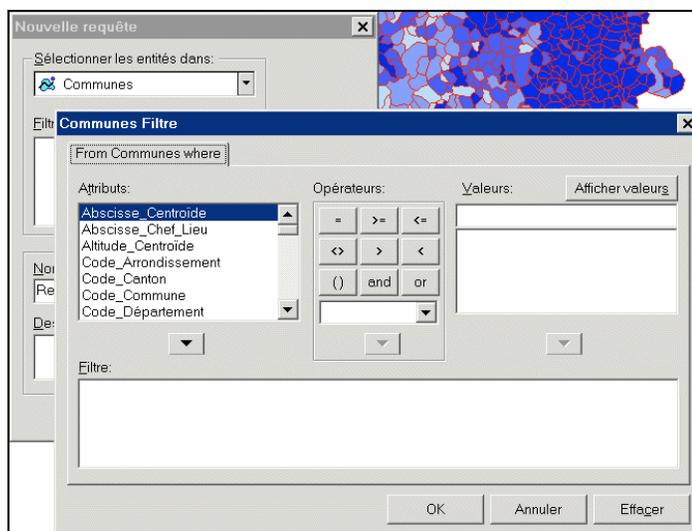
Un logiciel SIG permet de construire des requêtes logiques (sur les valeurs attributaires des classes d'entités) et des requêtes spatiales (sur les géométries des entités). En voici deux exemples simples.

#### 1) Requêtes logiques

Sélection des comtés ayant une densité supérieure à la moyenne américaine (28 h/km<sup>2</sup>).

Enlever l'option « Affichage par échelle » dans la boîte de dialogue des propriétés de la légende. Puis cadrer sur l'ensemble de l'espace cartographié.

Par le menu « Analyse\Nouvelle requête », activer la boîte de dialogue : sélectionner la couche « Counties » puis formuler la requête comme indiqué ci-dessous.



Ne pas oublier de donner un nom explicite à la requête. Enfin donner un style approprié à la représentation graphique.

#### 2) Requêtes spatiales

Construisons une nouvelle requête sur la requête logique (que l'on sélectionne à la place d'une couche existante). Cliquer sur le bouton « Spatial » : on retient les comtés de densité > 28 et situés à

une distance d'une autoroute inférieure à 10 km. Puis paramétrer l'affichage.

## ANNEXE 4

### Principe fondamental de la complexité et application en BDG

On recense généralement trois types de complexité : 1- Complexité "dans le pire des cas": situations où les données obligent l'algorithme à un maximum d'itérations. 2- Complexité "dans le meilleur des cas" : situation où les données autorisent l'algorithme à les traiter en un minimum d'itérations. 3- Complexité moyenne : moyenne de toutes les situations possibles. Chaque cas d'utilisation devra être étudié selon les données à traiter. Si l'on entre dans un cadre plus général, c'est la complexité moyenne qui sera à prendre en compte. L'objectif est bien évidemment que ce calcul de complexité se fasse indépendamment du processeur, du type de mémoire, etc. La complexité algorithmique est utilisée dans le développement de différentes agrégations. En effet, un algorithme est composé d'un ensemble de tâches qui s'exécutent. Si elles s'exécutent en séquence, on parle d'*algorithme séquentiel*. Si les tâches s'exécutent sur plusieurs processeurs en parallèle, on parle d'*algorithme parallèle*. Si les tâches s'exécutent sur un réseau de processeurs on parle d'*algorithme distribué*. Les principales notions mathématiques dans le calcul du coût d'un algorithme précis sont les notions de négligeabilité (notée  $o(f(n))$ , « petit o ») et de domination (notée  $O(f(n))$ , « grand o »), où  $f$  est une fonction mathématique de  $n$ , variable désignant la quantité d'informations (en bits, en nombre d'enregistrements..) manipulée dans l'algorithme. Les fonctions mathématiques relèvent de l'analyse. En algorithmique on trouve souvent des complexités du type : (William G. McCallum, Deborah Hughes-Hallett, Andrew M. Gleason et al, 1999), (Christian Casteyde, 2002):

- $O(1)$  indépendant de la taille de la donnée
- $O(\log(n))$ , complexité logarithmique
- $O(n)$ , complexité linéaire
- $O(n \log(n))$ , complexité quasi-linéaire
- $O(n^2)$ , complexité quadratique
- $O(n^3)$ , complexité cubique
- $O(n^p)$ , complexité polynômiale
- $O(n^{\log(n)})$ , complexité quasi-polynômiale
- $O(2^n)$ , complexité exponentielle
- $O(n!)$ , complexité factorielle

Sans entrer dans les détails mathématiques, nous pouvons dire que lorsque l'on calcule l'efficacité d'un algorithme (sa *complexité algorithmique*), on cherche davantage à connaître l'évolution du nombre d'instructions de base en fonction de la quantité de données à traiter (par exemple, dans un algorithme de tri de données, le nombre de lignes à trier), que le coût exact en secondes et en quantité de mémoire.

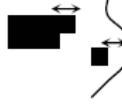
Avant d'aller consulter (l'interprétation pratique de la complexité à l'annexe 4), voici quelques exemples d'utilisation des fonctions mathématiques de la complexité pour implémenter les trois modes d'accès aux bases de données:

- **Sériel** : accès  $O(N)$  – Cette fonction permet de faire des consultations difficiles.
- **Index** : accès  $O(\log N)$  – Cette fonction définit l'espace additionnel pour index adapté aux index primaires et secondaires compromis sur le nombre d'index (espace requis + mises à jour) / gain en temps d'accès. Elle s'occupe aussi la possibilité d'indexation dynamique (idéal pour les bases de données géospatiales). Elles permet enfin de réorganiser périodiquement pour éviter dispersion des blocs d'index.

**Hachage** : accès  $O(1)$  (meilleur cas) à  $O(N)$  (pire cas) – Ces deux fonctions servent à déterminer le TH et de le réorganiser périodiquement. Aucune possibilité de sélection par intervalle.

## ANNEXE 5

### Quelques exemples de conflits d'intégration spécifiques aux BDG

<p><b>Conflit de critère de spécification</b></p> <p><b>BD<sub>1</sub></b>              Saisie si longueur &gt; 50m</p> <p><b>BD<sub>2</sub></b>              Saisie si longueur &gt; 80m</p>	<p><b>Conflit de résolution</b></p> <p><b>BD<sub>1</sub></b>            &gt; Longueur minimale d'un décrochement : 2m            &gt; Inter-distance minimale : 2m  </p> <p><b>BD<sub>2</sub></b>            &gt; Longueur minimale d'un décrochement : 3m            &gt; Inter-distance minimale : 3m  </p>
<p><b>Conflit de segmentation</b></p> <p><b>BD<sub>1</sub></b>              Découpage selon le régime d'écoulement du cours d'eau</p> <p><b>BD<sub>2</sub></b>              Découpage selon la largeur du cours d'eau</p>	<p><b>Conflit de décomposition</b></p> <p><b>BD<sub>1</sub></b>            &gt; Classe Tribune            &gt; Classe Terrain  </p> <p><b>BD<sub>2</sub></b>            &gt; Classe Stade  </p>
<p><b>Conflit de description géométrique</b></p> <p><b>BD<sub>1</sub></b>              objet 2D</p> <p><b>BD<sub>2</sub></b>              objet 1D</p>	<p><b>Conflit de stockage</b></p> <p><b>BD<sub>1</sub></b>            Un objet « pont » existe au croisement d'une route et d'un cours d'eau  </p> <p><b>BD<sub>2</sub></b>            L'objet « pont » peut être déduit mais n'est pas stocké  </p>

D'après la classification de [Devoele 1997]

## ANNEXE 6

### Normalisation d'une base de données relationnelles

Le principe de normalisation consiste à créer des schémas relationnels répondant au standard appelé « **Forme normale** » permettant de respecter les contraintes de dépendances. La normalisation permet d'imposer les contraintes aux relations d'une base de données, de vérifier qu'une décomposition est à une jonction conservatrice et de guider la structuration des schémas relationnels. En conséquence, nous pouvons dire que la normalisation permet de rendre une BD plus efficace possible par la suppression des redondances inutiles. La procédure de normalisation fait subir à une relation, une série de tests pour vérifier et certifier qu'elle appartient à une certaine forme normale. Codd (mathématicien de IBM, 1972) a proposé trois formes normales: 1NF (première forme normales), 2NF (deuxième forme normales), 3NF (troisième forme normales). Ces formes normales sont basées sur les dépendances fonctionnelles entre les attributs d'une relation.

Une table est en 1NF si et seulement si ses attributs sont tous atomiques (non décomposable). Dans la première forme normale, les attributs composites et multivalués ne sont pas permis.

Une table est en 2NF si et seulement si elle est en 1NF et aucune dépendance fonctionnelle entre attributs non-clé et une partie de la clé. Cette forme est basée sur le concept de dépendance complète. Une dépendance fonctionnelle  $X \rightarrow Y$  est complètes si et seulement si l'élimination de l'attribut  $x_i$  quelconque de  $X$  détruit la dépendance fonctionnelle.

Une table est en 3NF si et seulement si elle est en 2NF et aucune dépendance fonctionnelle entre attributs non-clés. Cette 3NF est basée sur le concept de dépendance transitive. Si les dépendances fonctionnelles  $X \rightarrow Z$  et  $Z \rightarrow Y$  existent, alors la relation  $X \rightarrow Y$  est dite transitive.

#### Tendances de normalisation

En plus de ces trois (1NF, 2NF, 3NF) les plus utilisées, il existe encore d'autres formes normales qui ont été développées par la suite : BCNF : forme normale de Boyce-Codd, 4NF : quatrième forme normale, 5NF : cinquième forme normale, PJNF : forme normale à projections jointives, DKN : forme normale à dominances-clés. Ces formes traitent les cas particuliers non résolus par l'application successive des trois premières formes normales. Le principe de normalisation contient des avantages et des inconvénients :

**Les avantages de la normalisation**

La normalisation permet de réduire la redondance et d'obtenir de plus petites relations et de plus petits tuples. Elle assure que la base de données soit dans un état stable et constant.

**Les inconvénients de la normalisation**

Grâce à son nombre plus élevé des petites relations de petite taille, la normalisation n'optimise pas la performance dans le cas où il faut effectuer plusieurs jonctions pour retrouver une information. De plus, les jonctions peuvent être coûteuses en temps CPU et en E/S. C'est pour cette raison que la normalisation doit se faire de façon raisonnable.

## ANNEXE 7

### Les différents processus de mise à jour des données géospatiales

#### **Ajouter / modifier des associations pour les données**

Vous pouvez ajouter des associations aux organisations à vos produits afin de faire connaître aux utilisateurs la provenance et le mode de distribution du produit. Note : le processus est le même que pour les services. Un produit peut comporter trois types d'associations pour une organisation:

#### **Type d'associations pour une organisation**

- Distributeur :** Une organisation auprès de laquelle on peut acquérir un produit ou y accéder. Un produit peut avoir plus d'un distributeur.
- Responsable :** L'organisation qui constitue la source autorisée du produit. Un produit ne peut avoir qu'un seul responsable.
- Créateur :** Une organisation qui a contribué à la création du produit. Un produit peut comporter plus d'un créateur.

Toute organisation que vous ajoutez à titre d'association doit être préalablement inscrite au Portail de découverte de GéoConnexions. Vous ne pouvez ajouter une association que pour un produit qui est déjà enregistré dans le répertoire du Portail de découverte de GéoConnexions. Par conséquent, lorsque vous créez un nouveau produit, vous devez le sauvegarder avant de pouvoir ajouter des associations.

Pour ajouter une association, cliquez sur le bouton Ajouter/modifier les associations, disponible soit dans la page de confirmation de la sauvegarde ou dans le formulaire de modification. La fenêtre Associations à entrer qui sera affichée vous permettra de sélectionner des organisations déjà inscrites au Portail de découverte de GéoConnexions et de désigner n'importe laquelle d'entre elles comme distributeur, responsable ou créateur de votre produit. Après avoir identifié et inscrit les organisations associées à votre produit, cliquez sur le bouton Soumettre qui se trouve dans le coin inférieur droit de la page Web. Ceci complétera et sauvegardera vos liens d'association.

#### **Ajouter / modifier un service de recherche**

Après la sauvegarde de votre produit, vous pouvez ajouter des détails de connectivité en cliquant sur le bouton Ajouter/modifier le service de recherche, qui se trouve à droite et juste au-dessus de la barre de boutons, comprenant les boutons Pré-visualiser et Sauvegarder.

### Fréquence de mise à jour et d'acquisition

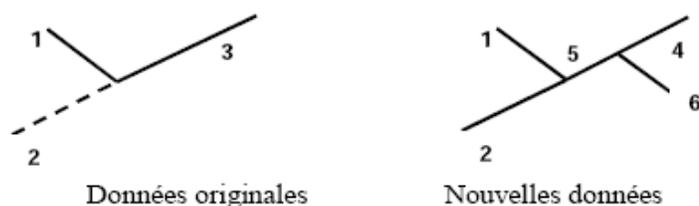
La fréquence de mise à jour et d'acquisition indique la fréquence avec laquelle des modifications et des ajouts sont effectués pour votre jeu de données, une fois que le jeu de données initial est complet.

Inscrivez l'une des expressions suivantes :

#### Les options fréquentielles de mise à jour d'une BDG

Continue	Annuelle	Aucune planifiée
Quotidienne	Inconnue	<i>texte libre</i>
Hebdomadaire	Au besoin	
Mensuelle	Irrégulière	

Cela simplifiera le travail de gestion et de maintenance de la base de données géospatiales. Le choix d'une option fréquentielle permet au système de gestion de base de données géospatiales de déclencher le processus de mise à jour à une période bien précise prédéterminée par l'opérateur du système. Les effets d'une mise à jour se résument par les deux figures suivantes :



Cet exemple de mise à jour nous permet de réaliser le tableau d'effets de mise à jour suivant :

#### Les effets de la mise à jour

Objets	Explication	Effets
Objet 1	Aucune modification descriptive ou géométrique	Confirmation
Objet 2	La géométrie est identique mais non les attributs	Modification descriptive
Objet 3	Aucune correspondance avec un nouvel objet	Destruction
Objet 4	Aucune correspondance avec un objet des données originales, l'arrivée de l'objet 6 a changé la structure topologique des objets (donc la géométrie)	Ajout
Objet 5	Aucune correspondance avec un objet des données originales, l'arrivée de l'objet 6 a changé la structure topologique des objets (donc la géométrie)	Ajout
Objet 6	Aucune correspondance avec un objet des données originales, l'entité n'était pas représentée	Ajout

Un exemple tiré du bulletin d'information automne 2001 (Automne 2001, vol.4 No 2 Site web :

<http://www.CITS.RNCan.gc.ca> )

## ANNEXE 8

### Perspectives de recherche et d'innovation en BDG

Acquisition de données	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Télédétection haute résolution</li> <li>➤ Numérisation automatisée</li> <li>➤ Production « Juste in time »</li> <li>➤ Accès à distance</li> <li>➤ Saisie en mode déconnecté</li> <li>➤ SIG mobile , Navigation assistée</li> <li>➤ Data Streaming</li> </ul>
Exploitation de données	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Exploitation en ligne</li> <li>➤ Production distribuée</li> <li>➤ Requêtes par objets et attributs</li> <li>➤ Représentation multi – échelles</li> <li>➤ Représentation et requêtes multi-dimensions(OLAP)</li> <li>➤ Géospatial et aide à la décision</li> <li>➤ Catalogues et répertoires</li> </ul>
Gestion de données	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Intégration vectorielle / matricielle</li> <li>➤ Continuité (Seamless)</li> <li>➤ Transformation de référentiel</li> <li>➤ Mode d'entreposage</li> <li>➤ Généralisation</li> <li>➤ Gestion de l'historique et de mise à jour</li> <li>➤ Gestion d'incertitude</li> <li>➤ Gestion d'intégrité</li> </ul>
Représentation / Visualisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Représentation 2D / 3D</li> <li>➤ Zoom et pan dynamiques</li> <li>➤ Filtres de données géospatiales</li> <li>➤ Symbologie complexe et dynamique</li> <li>➤ Visualisation temporelle</li> <li>➤ Représentation adaptée (medium)</li> </ul>
Standardisation /Architecture	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Standardisation des données</li> <li>➤ Protocoles d'échange</li> <li>➤ Protocoles de production et d'exploitation</li> <li>➤ Protocole de sécurité</li> <li>➤ Architecture ouverte</li> <li>➤ Service web Géomatique</li> <li>➤ Interopérabilité</li> <li>➤ Intégration technologique</li> </ul>

## ANNEXE 9

### Modélisation des règles spécifiques

Les règles de modélisation permettant d'exprimer la généralisation et la représentation multiple selon notre approche sont décrites ci-dessous:

Règle #1: Toutes les opérations de généralisation sont définies par une opération dans la classe d'objet (section opération) que ces processus soient manuels, semi automatisés ou entièrement automatisés.

Règle #2: Toutes les représentations multiples sont définies par un pictogramme de géométrie multiple dans la classe d'objet.

Règle #3: Si la géométrie résultante d'une opération de généralisation doit être stockée dans le système car trop complexe à mettre en œuvre ou à exploiter à la volée, cette géométrie de l'objet sera ajoutée en représentation multiple dans la classe d'objet à l'aide des pictogrammes de géométrie multiple (cf. règle # 2).

L'élaboration d'un modèle peut nécessiter l'utilisation de l'itération afin de statuer sur l'ensemble des processus de toutes les classes d'objets de la base de données. Cette structuration se réalise par le processus d'implémentation.

## ANNEXE 10

### Les étapes d'implantation d'une base de données géospatiales

#### 1- Implantation de la structure des tables

Cette étape consiste à implanter la base de données décisionnelle sous Oracle 10g. Les structures des tables de dimensions et de la table de faits ont été implantées à l'aide du langage SQL. Les commandes SQL qui ont permis l'implantation des tables se retrouvent à l'ANNEXE VIII.

#### 2 - Peuplement des tables

Le peuplement des tables s'est effectué à l'aide de l'algorithme de peuplement. Lors de cette étape, les tables de dimensions ainsi que la table de faits ont été peuplées. La table de faits contient suite à cette étape, les données détaillées pour chacune des parcelles d'analyse. Les données détaillées font référence au plus petit niveau de détail de chacune des dimensions.

#### 3 - Agrégation des données

L'algorithme d'agrégation peut se réaliser à l'aide du logiciel Visual basic 6.0 produit un fichier de sortie qui contient les boucles de calculs nécessaires à l'agrégation des données ou tout autre langage de programmation Orienté-objet tels que C++/C# ou JAVA/ JAVA 3D. On utilise ensuite un logiciel de statistiques « SAS » pour exécuter ce fichier. Cela permet d'obtenir les données agrégées. La durée de l'agrégation d'un cube dépend de la puissance du processeur de l'ordinateur utilisé pour exécuter le programme. Elle peut également dépendre du degré d'optimisation du programme.

#### 4 - Configuration de l'interface

La configuration de l'application SOLAP s'est effectuée à l'aide du module administrateur de l'outil Jmap/SOLAP. On peut aussi utiliser Microsoft ACCESS pour configurer l'interface d'une base de données géospatiales. Pour configurer toutes les fonctionnalités du cube, nous proposons la version 3.0 de SOLAP qui permet la visualisation d'images aériennes. L'utilisation de l'outil JMap/SOLAP nécessite un temps substantiel d'apprentissage. Car il est très important de maîtriser le processus de l'intégration des images aériennes dans l'application. Les images aériennes devaient être transformées d'un format .jpg à un format TIFF puisque JMap supporte seulement le format TIFF pour les images.

## ANNEXE 11

## Nature des conflits structurels des données géospatiales

Concept	Nomenclature : synonyme, homonyme	rue vs artère pont : prothèse dentaire vs structure pour franchir une dépression
	Granularité des concepts	route vs rue
	Correspondance I..M et M..N entre concepts	obstacle à la navigation aérienne vs pont, tour, cheminée,
	Correspondance concept vs propriété	verger vs végétation:verger
Propriété	Nombre	5 propriétés vs 2 propriétés
	Nomenclature : synonyme, homonyme	
	Correspondance I..M et M..N entre propriétés	classification de la route vs accessibilité de la route, nombre de voies
	Domaine de valeurs (correspondance, granularité)	A, B, C, D, E vs 1 -100
	Nomenclature des valeurs d'attributs	route au sol vs route surbaissée route autre vs route élevée
	Unité de mesure	pied vs mètre
	Type de données	date vs caractère
	Valeur par défaut	0 vs ""
	Contraintes d'intégrité	hauteur $\geq$ 10 m vs hauteur $\geq$ 30 m
	Comportements	
Relations avec d'autres concepts		
Géométrie	Primitive géométrique	ligne vs surface
	Résolution spatiale	1 m vs 100 m
	Surface de référence	NAD 27 vs NAD 83
	Système de coordonnées géographiques	latitude:longitude vs UTM
	Contrainte géométrique	longueur $\geq$ 100 m
Temporalité	Primitive temporelle	instant vs période
	Résolution temporelle	jour vs mois
	Système de coordonnées temporelles	calendrier julien vs calendrier gregorien
	Contrainte temporelle	durée $\geq$ 5 jours

D 'après (JEAN BRODEUR, 2004)

## ANNEXE 12

### Les principales fonctions de l'Oracle Spatial 10g v2

Nous allons maintenant nous servir particulièrement des fonctionnalités de cette version de l'Oracle Spatial pour mettre en parallèle les différents principes théoriques exposés dans les sections précédentes de ce rapport et leur implémentation dans l'Oracle Spatial 10g2. L'Oracle Spatial est un environnement de représentation, d'acquisition, de production, d'implantation et de gestion des données géospatiales. Il fonctionne généralement selon le principe « Relationnel-objet »

Cette sous-section constitue en même temps un résumé du guide de l'utilisateur de l'Oracle Spatial 10g2.

Modèle de données relationnel-objet.

La base de données Oracle Spatial 10g fonctionne selon le principe du modèle de données relationnel-objet. Il permet de créer essentiellement une base de données relationnelle qui intègre des types d'objets et méthodes conçues spécifiquement pour gérer les informations spatiales. Ce n'est donc pas une base de données typiquement orientée objet comme nous le connaissons, mais plutôt une utilisation du principe de types de données abstraits.

Les objets spatiaux d'Oracle sont définis d'après le type SDO\_GEOMETRY, qui permet de supporter plusieurs types d'objets géométriques, de les intégrer aux tables relationnelles typiques des applications d'affaires et facilite l'indexage et leur maintenance.

« Ces objets SDO\_GEOMETRY, permettent donc d'ajouter des informations de géolocalisation et de géométrie (forme) et ce à l'aide d'une seule colonne pour une table de données. Les prochaines sous-sections offrent une plus ample description des divers types d'objets et de leurs indexations ». ( Pierre-Luc Ladouceur). Les objets spatiaux d'Oracle 10g2 sont tous stockés dans une colonne de type SDO\_GEOMETRY. D'après le guide d'utilisateur de l'Oracle Spatial 10g2, les principaux attributs d'un objet SDO\_GEOMETRY sont :

SDO\_GTYPE : valeur numérique de 4 chiffres définissant le type d'éléments géométriques utilisés et dont le format est dlnt.

- d représente le nombre de dimensions spatiales de l'objet;
- l représente le système de référence linéaire pour une géométrie en 3D, c'est à dire quelle

dimension contient la valeur mesurée;

- tt représente le type de géométrie utilisé.

Le tableau 15. ci-dessous donne la description de tous les types possibles tandis que la figure 48 offre une illustration graphique de chacun des types.

Descriptions des types de géométrie d'Oracle Spatial 10g2

Valeur tt	Type géométrique	Description
00	géométrie inconnue	Aucune géométrie définie, ignorée par Oracle Spatial
01	point	Géométrie contenant un seul point
02	ligne ou courbe	Géométrie contenant une seule ligne ou arc circulaire
03	polygone	Géométrie contenant un seul polygone (troué ou non troué)
04	collection	Collection hétérogène d'éléments
05	multipoint	Collection homogène de points
06	multi-ligne ou multi-courbe	Collection homogène de lignes ou d'arcs circulaires
07	multi-polygone	Collection homogène de polygones.

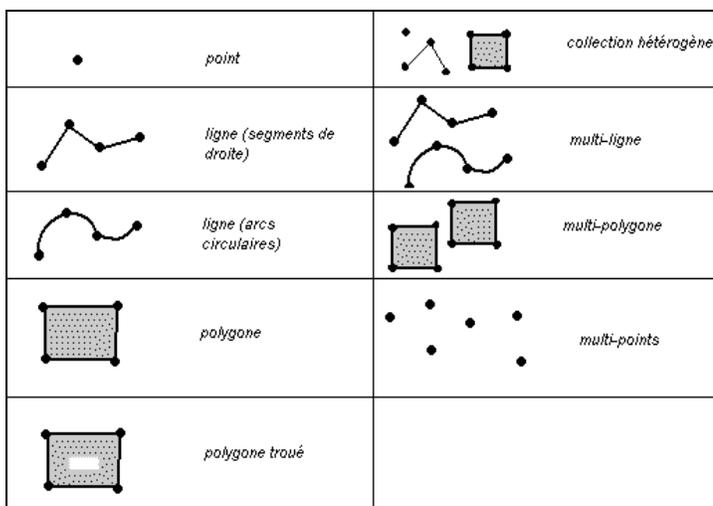


Illustration des types de géométries d'Oracle 10g2

SDO\_SRID : représente le système de coordonnées spatiales associés avec l'objet géométrique. Il est nul, si aucun système n'y est associé. Lorsqu'il contient une valeur contenue dans la table, il est défini par : SDO\_COORD\_REF\_SYS. Voir le guide de l'utilisateur d'Oracle Spatial 10g2,

SDO\_POINT : l'attribut utilisé pour stocker les éléments de points de l'objet spatial. Cet attribut est défini par un type appelé SDO\_POINT\_TYPE qui est défini par 3 valeurs numériques représentant les dimensions spatiales du point (x, y et z).

SDO\_ELEM\_INFO : fonction est utilisée pour stocker les informations qui définissent les autres éléments que les points. Cet attribut est défini par un triplet de valeurs stockées dans un tableau et permet de raffiner la définition de l'attribut SDO\_GTYPE.

- La première valeur du triplet, SDO\_STARTING\_OFFSET fait référence à l'endroit où trouver la première valeur de coordonnées de l'attribut SDO\_ORDINATES qui définit l'élément.
- La deuxième valeur, SDO\_ETYPE, définit le type d'élément géométrique qui est défini.
- La troisième valeur, SDO\_INTERPRETATION, définit comment le moteur d'Oracle Spatial doit interpréter le SDO\_ETYPE. Si c'est un élément composé, il définit le nombre de triplets subséquents du tableau qui compose sa définition, sinon, il définit comment interpréter la séquence de construction de ses éléments. Le tableau 16 donne la signification des diverses interprétations.

Descriptions des interprétations de types géométriques d'Oracle Spatial 10g2

SDO_ETYPE	SDO_INTERPRETATION	Signification
0	valeur numérique quelconque	Élément de type 0, type géométrique non supporté par Oracle Spatial
1	1	Point
1	9	Point orienté
1	n > 1	Groupe de points contenant n points
2	1	Ligne dont les sommets sont connectés par un segment de droite.
2	2	Ligne constituée d'une séquence d'arcs circulaires
1003 ou 2003	1	Polygone simple dont les sommets sont connectés par des segments de droite
1003 ou 2003	2	Polygone constitué d'une séquence d'arcs circulaires
1003 ou 2003	3	Rectangle défini par son coin inférieur gauche et son coin supérieur droit
1003 ou 2003	4	Cercle

4	$n > 1$	Ligne composée de n sections de segments de droites et d'arcs circulaires.
1005 ou 2005	$n > 1$	Polygone composé de n côtés représentés par des segments de droites et des arcs circulaires.

SDO\_ORDINATES est utilisé pour stocker les coordonnées qui composent la limite géométrique de l'objet spatial. Il doit absolument être utilisé avec l'attribut SDO\_ELEM\_INFO. Il est défini par un tableau de nombres qui contient les valeurs des coordonnées ordonnées selon leur dimension. Exemple (x1, x2, x3, y1, y2, y3, z1, z2, z3) sont les coordonnées d'un tableau à trois dimensions

### Opérations sur un objet de type SDO\_GEOMETRY

Oracle Spatial 10g2 offre plusieurs méthodes et fonctions pour manipuler les objets de type SDO\_GEOMETRY et d'en obtenir des informations. Cette sous-section présente les méthodes et fonctions spatiales qui sont fournies avec le produit.

### Méthodes du type SDO\_GEOMETRY

Oracle dispose de plusieurs méthodes permettant d'obtenir des informations sur la composition d'un objet géométrique de type SDO\_GEOMETRY. Le tableau ci-dessous donne une description de ces méthodes.

Descriptions des méthodes de SDO\_GEOMETRY

Nom de la méthode	Valeur retournée	Description
Get_Dims	Nombre	Retourne le nombre de dimensions de l'Objet
Get_GType	Nombre	Retourne le type d'objet SDO_GTYPE
Get_LRS_Dim	Nombre	Retourne la dimension contenant les mesures de l'objet
Get_WKB	BLOB	Retourne l'objet géométrique sous le format WKB (Well-Known Binary), utilisé pour représenter les formes géométriques selon la spécification OpenGIS.
Get_WTK	CLOB	Retourne l'objet géométrique sous le format WKT (Well-Known Text), utilisé pour échanger des informations géométriques en format ASCII.
ST_CoordDim	Nombre	Retourne la dimension des coordonnées de l'objet,

		identique à Get_Dims
ST_IsValid	Nombre	Retourne si l'objet géométrique est valide (1) ou invalide (0).

### Fonctions de traitement géométrique

Oracle contient plusieurs fonctions spécifiques pour manipuler et traiter les objets SDO\_GEOMETRY. Il existe cinq classes de fonctions : les fonctions tampons, les fonctions d'analyses de relations, fonctions de combinaison de géométries, les fonctions d'analyse géométrique, et fonctions d'agrégation. Les fonctions tampons servent principalement à construire une zone tampon autour d'un objet ou groupe d'objets géométriques.

SDO\_BUFFER : est une fonction tampon qui retourne un objet SDO\_GEOMETRY répondant aux paramètres d'entrées que nous décrivons dans le tableau 18. Elle retourne aux paramètres entrés.

Paramètres de la fonction SDO\_BUFFER

Paramètre	Type du paramètre	Description
geometry	SDO_GEOMETRY	Objet autour duquel créer la zone tampon.
distance	NUMBER	Distance numérique qui sépare la limite du tampon de l'objet inclus
tolerance	NUMBER	Tolérance du tampon
params	VARCHAR2	Paramètre optionnel qui définit unit (unité de mesure de la distance) et arc_tolerance (tolérance d'arc si la géométrie est de type géodésique)

Les fonctions d'analyse de relations servent à analyser les caractéristiques des relations entre deux objets spatiaux. Deux fonctions existent dans cette classe, soit SDO\_DISTANCE et SDO\_GEOM.RELATE.

SDO\_DISTANCE : fonction servant à calculer la distance minimale entre 2 points quelconques de 2 objets géométriques. Elle retourne une valeur numérique qui exprime cette distance. Les paramètres de cette fonction sont décrits dans le tableau ci-dessous :

Paramètres de la fonction SDO\_BUFFER

Paramètre	Type du paramètre	Description
geometry1	SDO_GEOMETRY	Objet géométrique 1.
geometry2	SDO_GEOMETRY	Objet géométrique 2
tolerance	NUMBER	Tolérance du tampon
params	VARCHAR2	Paramètre optionnel qui définit l'unité (unité de mesure de la distance)

SDO\_GEOM.RELATE : cette fonction sert à vérifier les relations entre 2 objets spatiaux. Le tableau 20 décrit les entrées de cette fonction. Elle retourne une chaîne de caractère variant selon les entrées:

- TRUE si le masque « ANYINTERACT » est utilisé et que les géométries sont en état d'intersection,
- les types de relations qui existent entre les figures si le masque « DETERMINE » est utilisé,
- le nom du masque utilisé en entrée si les deux géométries sont effectivement dans cette relation
- FALSE si la relation spécifiée dans le masque n'existe pas pour les deux géométries.

Paramètres de SDO\_GEOM.RELATE

Paramètre	Type du paramètre	Description
geometry_A	SDO_GEOMETRY	Objet géométrique 1.
mask	SDO_GEOMETRY	Type de relation à vérifier : (DETERMINE, INSIDE, COVERDBY, COVERS, CONTAINS, EQUAL, OVERLAPBYDSJOINT, OVERLAPBDYINTERSECT, ON, TOUCH, ANYINTERACT, DISJOINT)
geometry_Q	NUMBER	Objet géométrique 2
tolerance	VARCHAR2	Paramètre optionnel qui définit l'unité (unité de mesure de la distance)

Les fonctions de combinaisons géométriques sont utilisées pour effectuer des opérations similaires aux opérations d'ensembles (union, intersection, etc.) sur les formes géométriques.

Les fonctions SDO\_INTERSECTION, SDO\_DIFFERENCE, SDO\_UNION et SDO\_XOR font partie de cette classe de fonction. Chacune de ces fonctions prennent en paramètres deux objets spatiaux, et un degré de tolérance.

- SDO\_INTERSECTION : cette fonction retourne la région d'une forme géométrique A qui fait aussi partie de la forme géométrique B
- SDO\_UNION : cette fonction retourne la région qui est couverte par la forme A ou la forme B.
- SDO\_DIFFERENCE : cette fonction retourne la région couverte par la forme géométrique A mais qui n'est pas couverte par la forme géométrique B.
- SDO\_XOR : cette fonction retourne les régions des formes géométriques A et B qui ne sont pas partagées.

Les fonctions d'analyse géométriques servent à effectuer des analyses sur un seul objet spatial afin de déterminer des caractéristiques reliés à leur forme géométrique. Les fonctions SDO\_AREA, SDO\_LENGTH, SDO\_MBR, SDO\_CONVEXHULL, SDO\_CENTROID et SDO\_POINTONSURFACE font partie de cette classe de fonctions de l'Oracle Spatial 10g2.

- SDO\_AREA : cette fonction sert à calculer l'aire d'un objet spatial SDO\_GEOMETRY, elle prend en paramètre l'objet géométrique, la tolérance, et en option l'unité de mesure du calcul. La fonction retourne la valeur numérique de l'aire calculée.
- SDO\_LENGTH : cette fonction sert à calculer la longueur d'un objet quand celui-ci est un ligne, et le périmètre quand il est un polygone. Elle prend en paramètre l'objet géométrique, la tolérance, et en option l'unité de mesure du calcul. La fonction retourne la valeur numérique du périmètre calculé.
- SDO\_MBR : cette fonction sert à retourner un objet SDO\_GEOMETRY qui représente le rectangle englobant minimal d'un objet spatial. Il ne prend en paramètre que l'objet à analyser.
- SDO\_CONVEXHULL : cette fonction permet d'approximer un objet spatial, en construisant un polygone convexe autour d'elle. Elle retourne donc un objet SDO\_GEOMETRY qui représente cette approximation, et ne prend en paramètres que la forme à approximer et la tolérance.
- SDO\_CENTROID : cette fonction sert à calculer le point centroïde de la forme géométrique de l'objet spatial. Elle retourne un objet SDO\_GEOMETRY faisant référence à un point. Les paramètres d'entrée nécessaires sont la forme géométrique à analyser et la tolérance.

Les fonctions d'agrégation servent à effectuer des analyses sur un ensemble d'objets géométriques. Les fonctions SDO\_AGGR\_MBR, SDO\_AGGR\_UNION, SDO\_AGGR\_CONVEXHULL et SDO\_AGGR\_CENTROID sont incluses dans cette classe de fonctions.

- SDO\_AGGR\_MBR : cette fonction est utilisé pour créer un rectangle englobant minimal pour

plusieurs objets géométriques. Elle prend en paramètre plusieurs valeurs de type SDO\_GEOMETRY et retourne un objet SDO\_GEOMETRY qui correspond au RME.

- SDO\_AGGR\_UNION : cette fonction prends en paramètres plusieurs objets SDO\_GEOMETRY et retourne un objet spatial SDO\_GEOMETRY représentant l'union de tous les objets passés en entrée.
- SDO\_AGGR\_CONVEXHULL : cette fonction prend en paramètres plusieurs objets de type SDO\_GEOMETRY et en retourne un objet spatial qui correspond à leur approximation.
- SDO\_AGGR\_CENTROID : cette fonction retourne un objet SDO\_GEOMETRY de type point qui représente le point centroïde de tous les objets SDO\_GEOMETRY passé en paramètre.

Définition de la forme des objets spatiaux de l'Oracle Spatial 10g2

Le modèle de données spatial d'Oracle Spatial 10g offre une décomposition en 3 étapes, l'élément, la géométrie et la couche.

Un élément est l'objet de base d'une géométrie, et on en retrouve trois types :

- le point qui est composé d'une coordonnée,
- la ligne, composée de 2 coordonnées représentant le début et la fin du segment,
- et le polygone, composé d'une paire de coordonnées pour chacun de ses côtés.

Nous pouvons donc dire que le point est une unité de base des composantes géospatiales. Car une ligne est une concaténation de plusieurs points. Et, un polygone est une forme de juxtaposition des plusieurs ligne. Les formes géométriquement complexe sont composées de formes simple appelées : primitives.

Une géométrie est une représentation d'une caractéristique spatiale modélisée par un ensemble d'éléments primitifs. Elle peut être composée d'un seul élément, ou par une collection d'éléments homogène ou hétérogène. Une collection homogène est composée du même type d'éléments, par exemple seulement des points, tandis qu'une collection hétérogène consiste de plusieurs types d'éléments. Un exemple serait la représentation d'un archipel d'îles composé de plusieurs éléments polygonaux..

Une couche est tout simplement une collection de géométries caractérisées par le même ensemble d'attribut. En fait, c'est un groupe d'objets spatiaux groupé dans une même table afin de représenter un thème général. Le réseau routier d'une région en est un bon exemple.

### **Location des objets spatiaux**

Pour assurer une bonne disposition des objets spatiaux dans l'espace, il est nécessaire que ceux-ci soient associés à un système de coordonnées. On associe donc chaque objet spatial à un système de coordonnées

qui peut-être géoréférencé, c'est à dire qui fait référence à une représentation de la planète Terre, ou non géoréférencé, qui fait référence a un système cartésien non représentatif de la terre. Oracle Spatial 10g2 supporte ces types de systèmes de coordonnées :

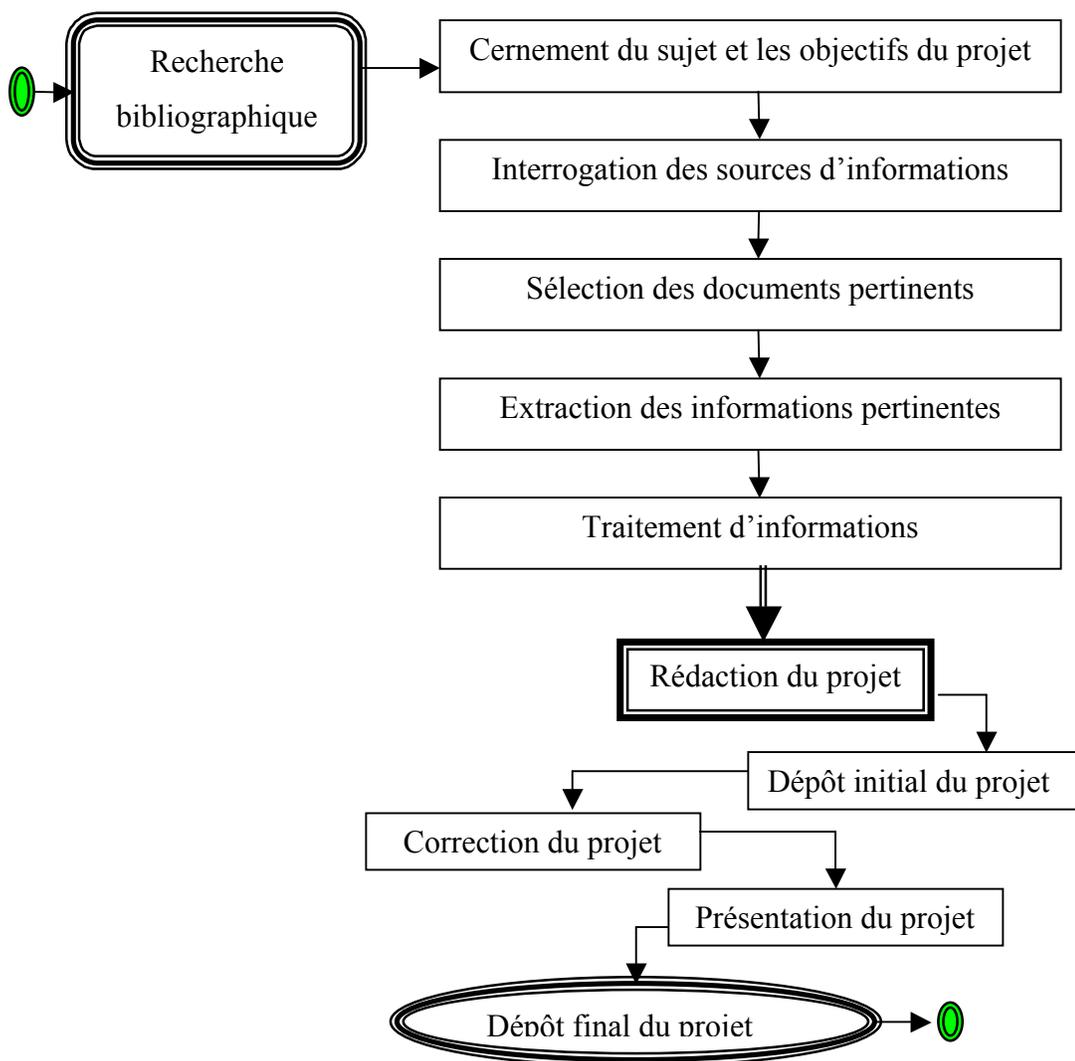
- les coordonnées cartésiennes mesurent la position d'un point à partir d'une origine dans l'espace 2D ou 3D,
- les coordonnées géodésiques ou géographiques sont des coordonnées angulaires (longitude, latitude), définies selon une représentation terrestre,
- les coordonnées de projection sont des coordonnées cartésiennes planaire résultant de la transformation mathématique de la surface courbe de la Terre en une surface plane, comme il est possible d'apercevoir sur les cartes géographiques papier.
- les coordonnées locales sont des coordonnées cartésiennes non géoréférencées, souvent utilisées par les applications de conception assistées par ordinateurs comme AutoCAD.

Nous apporterons des compléments d'informations de cette section aux chapitres 2 et 3.

**Source : GéoWeb de Pierre Ladouceur, 2006**

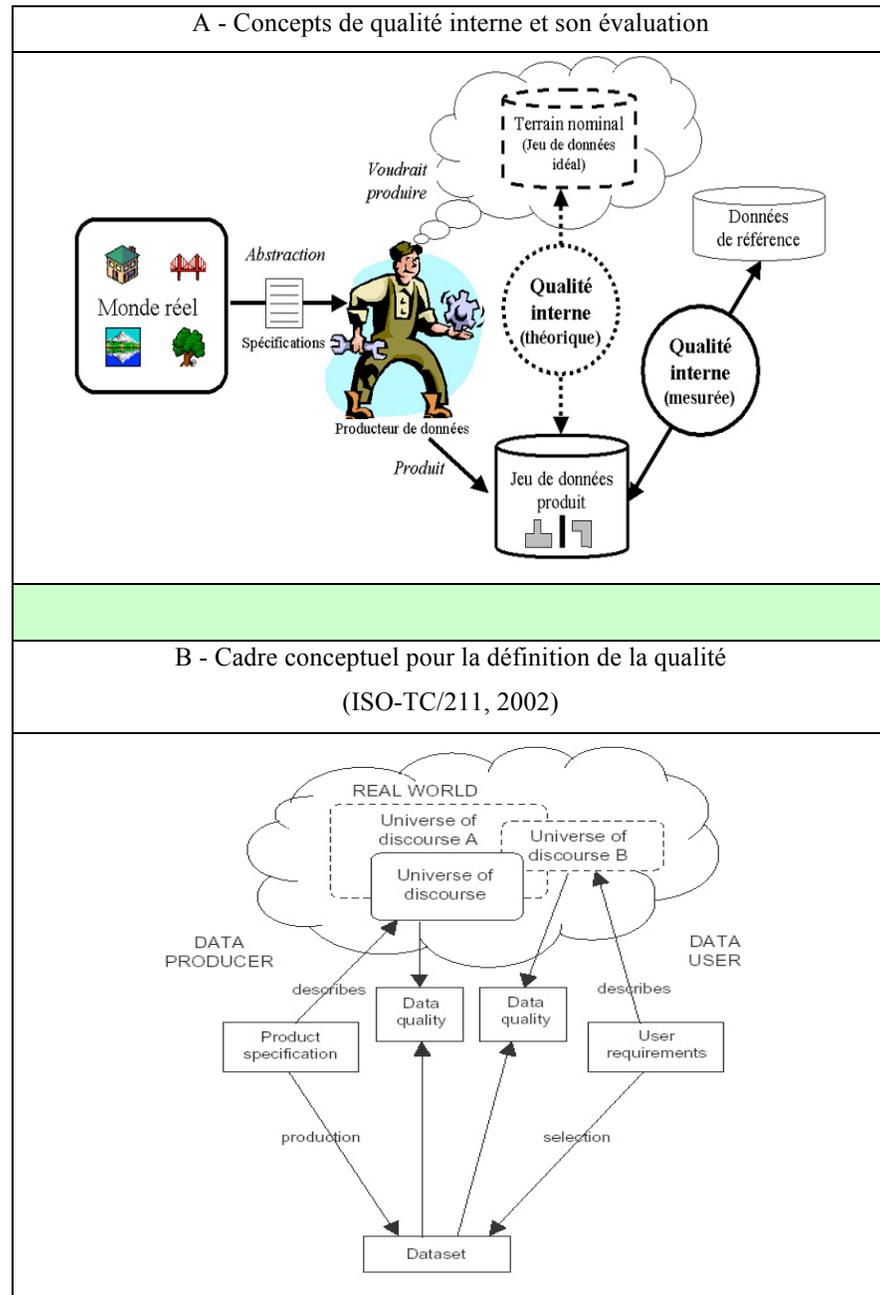
## **ANNEXE 13**

### **Diagramme d'activités détaillant la méthode de recherche**



#### ANNEXE 14

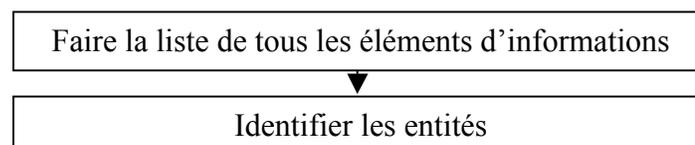
**Concept et cadre conceptuel définissant la qualité**



(Rodolphe Devillers, 2004)

## ANNEXE 15

### Processus de modélisation du monde réel en modèle conceptuel

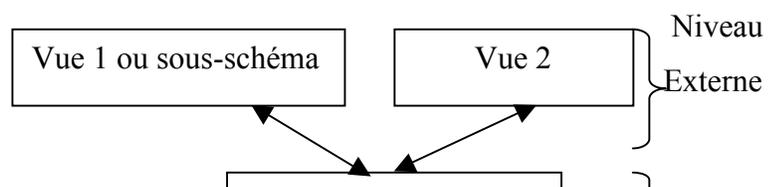


NON

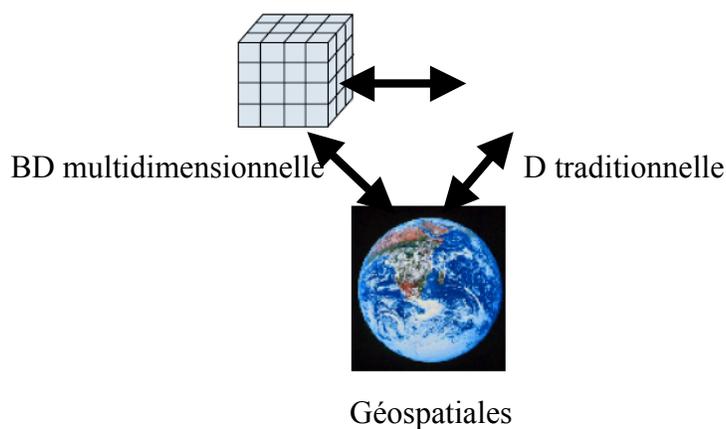
Oui

### ANNEXE 16

#### Niveau d'abstraction dans la conception d'une base de données



Niveau logique  
ou conceptuel  
Niveau interne  
ou physique

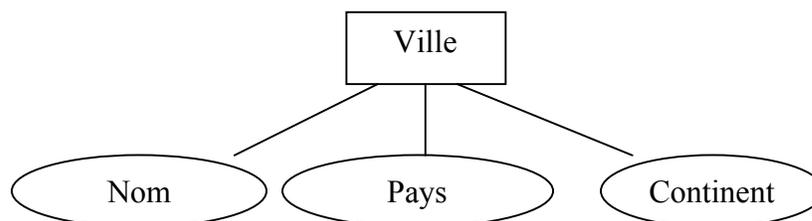


#### Niveau externe

Le niveau externe présente les données sous plusieurs vues et décrit les contenus spécifiques de la base de données qui peuvent être des structures complexes. Les enregistrements sont décrits par des vues: Vue 1 : toutes les villes situées dans un même pays X, Vue 2 : toutes les villes ayant une population supérieure à 2000000 d'habitants et Vue 3 : toutes les appartenant à un même continent Y.

#### Niveau logique (conceptuel)

Au niveau conceptuel, l'accent est mis sur l'aspect sémantique des données et l'établissement des liens entre ces données. C'est le niveau qui permet de décrire toute la base de données : les entités, les types de données (ex : géospatiales, relationnelles, multimédia, etc..), les relations, les opérations des usagers et des administrateurs, les contraintes. Le niveau conceptuel utilise des structures très simples qui deviendront très complexes au niveau physique. L'enregistrement est décrit par son contenu désignatif et par ses relations:



### Niveau physique

Le niveau physique est basé sur quatre principes fondamentaux : le mode d'inscription sur le support physique (ex. disque), la description très détaillée de la structuration des données, la description du chemin d'accès pour la base de données et la description sur les procédures de mise à jour.

Enregistrement physique

Fichier ville

Nom	Pays	Continent	Ptr
Montréal	Canada	Amérique (Nord)	
Cotonou	Bénin	Afrique (Ouest)	
Milan	Italie	Europe	

## ANNEXE 17

### Modèle multidimensionnel

Les modèles multidimensionnels permettent de combiner plusieurs dimensions, sans en privilégier aucune. Un index classique sur (nom, prénom) permet des recherches par nom ou par (nom, prénom). Alors qu'un index multidimensionnel sur (nom, prénom) permet des recherches par nom, par prénom ou par (nom, prénom). Les principales applications du modèles

multidimensionnels sont: les entrepôts de données avec plusieurs dimensions, les données spatiales non géographiques ( ex. Écran d'ordinateur , les image, les circuits intégrés, le régions les fenêtres..) et les données spatiales géographiques (2 ou 3 dimensions ayant pour type de données : point, segments, polygones, polyèdres, etc..). Certaines requêtes typiques nécessitent l'utilisation des modèles multidimensionnels. Nous pouvons citer par exemples la spécification de la valeur de certaines dimensions (ex. recherche des villes à une latitude donnée), la spécification d'intervalles de valeurs pour certaines dimensions (ex. recherche des villes incluses entre telle et telle latitude (et telle ou telle longitude) et la recherche du point le plus proche d'un point donné (ex. recherche de la ville la plus proche d'un point donné) ou d'une surface incluant un point donné. On peut enfin représenter les données géographiques en SQL, implémenter les requêtes correspondantes en SQL. Mais les index traditionnels ne sont pas efficaces dans le contexte de base de données géospatiales. Pour résoudre ce problème d'efficacité, on doit faire appel à des extensions multidimensionnelles du hachage et de l'indexage.

## ANNEXE 18

### Liste des divers types de données Oracle

Type	Description
VARCHAR2(taille [BYTE   CHAR ])	Chaîne de caractères de longueur variable dont la longueur maximum est exprimée par le paramètre taille en octets ou en caractères. La taille maximum est de 4000 octets et la taille minimum est de 1 octet ou 1 caractère. Le paramètre taille est obligatoire. BYTE indique que l'élément de base est l'octet et CHAR indique que l'élément de base est le caractère. (rappelons que

	certaines jeux de caractères stockent chaque caractère sur plusieurs octets)
NVARCHAR2(size)	Chaîne de caractères de longueur variable. La valeur maximum du paramètre taille est déterminée par le nombre d'octet utilisé par un caractère du jeu national et ne peut excéder 4000 octets
NUMBER[(p[,s])]	Numérique de longueur totale p dont une partie décimale de s chiffres significatifs
LONG	Donnée de type caractère pouvant stocker jusqu'à 2 gigabytes
DATE	Donnée de type date située dans une plage comprise entre le 1er janvier 4712 av JC et le 31 décembre 9999 ap JC stockant l'année, mois, jour, heures, minutes et secondes
TIMESTAMP(fractional_seconds_precision)	Donnée de type date stockant l'année, le mois, le jour, l'heure, les minutes, les secondes et les fractions de secondes dont le nombre de chiffres est exprimé par le paramètre (fractional_seconds_precision) Ce chiffre peut être compris entre 0 et 9 (par défaut 6)
TIMESTAMP(fractional_seconds_precision) WITH TIME ZONE	Identique au type TIMESTAMP avec une information supplémentaire de fuseau horaire
TIMESTAMP(fractional_seconds_precision) WITH LOCAL TIME ZONE	Identique au précédent avec les particularités suivantes :la date est stockée avec le fuseau horaire de la base. A l'interrogation elle est retournée dans le fuseau horaire de la session utilisateur
INTERVAL YEAR(year_precision) TO MONTH	Période de temps exprimée en années et mois ou le paramètre year_precision indique le nombre de chiffres du champ année compris entre 0 et 9. la valeur défaut est 2
INTERVAL DAY(day_precision) TO SECOND (fractional_seconds_precision)	Période de temps exprimée en jours, heures, minutes et secondes ou :day_precision représente le nombre maximum de chiffres du champ jour, compris entre 0 et 9 (défaut 2)fractionfractional_seconds_precision représente le nombre maximum de chiffres du champ secondes compris entre 0 et 9 (défaut 6)
RAW(size)	Chaîne de caractères au format binaire dont la longueur est indiquée par le paramètre obligatoire size, qui ne peut excéder 2000 octets
LONG RAW	Chaîne de caractères au format binaire pouvant stocker jusqu'à 2 gigaoctets
ROWID	Chaîne de caractères codée en base 64 représentant l'adresse physique unique d'une ligne dans sa table
UROWID[(size)]	Chaîne de caractères codée en base 64 représentant l'adresse physique ou logique d'une ligne dans une table régulière ou organisée en index. le paramètre optionnel size représente la taille de la colonne dont le maximum

	autorisé est 4000 octets
CHAR[(size [BYTE   CHAR])]	Chaîne de caractères de longueur fixe déterminée par le paramètre size et dont le minimum est de 1 octet et le maximum de 2000 octets. Cette chaîne de caractères est complétée par des espaces
NCHAR(size)	Chaîne de caractères de longueur fixe déterminée par le paramètre size et dont le minimum est de 1 octet et le maximum de 2000 octets. Cette chaîne de caractères est complétée par des espaces et stocke des caractères du jeu national
CLOB	Chaîne composée de caractères mono-octet ou multi-octets dont la capacité maximum de stockage est de 4 gigaoctets (9i) et 8 teraoctets (10g)
NCLOB	Chaîne composée de caractères au format Unicode mono-octet ou multi-octets dont la capacité maximum de stockage est de 4 gigaoctets (9i) et 8 teraoctets (10g)
BLOB	Chaîne d'éléments au format binaire dont la capacité de stockage maximum est de 4 gigaoctets (9i) et 8 teraoctets (10g)
BFILE	Pointeur vers un fichier stocké en dehors de la base
XMLType	Colonne contenant des données au format XML
UriType	Colonne contenant une URL

## ANNEXE 19

### L'éditeur graphique des menus

Bien qu'il soit possible de gérer un module menu depuis la fenêtre du navigateur d'objets, il est plus facile de le gérer depuis l'éditeur de menu. On affiche le menu de l'éditeur de menu par un double-clic sur le nœud principal du menu.



La sélection des entrées/options, l'ajout et/ou la suppression d'objets est accessible depuis la barre d'outils horizontale.

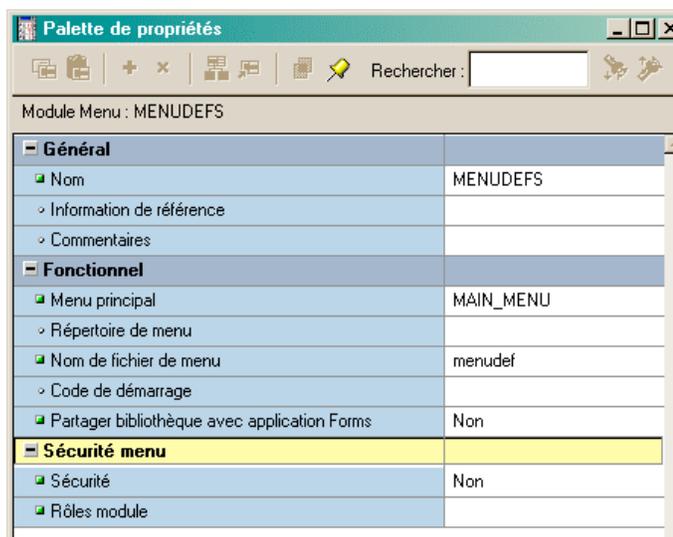
### La barre d'outils horizontale



Icône	Description
	Permet d'ajouter une option au menu
	Permet d'ajouter une autre entrée de menu
	Ces icônes permettent de développer ou compresser la section sélectionnée
	Permet la réorganisation des menus entre eux

Pour créer un nouveau module menu depuis Forms Builder, actionner le menu Fichier -> Nouveau -> Menu

### Les propriétés du module:



### Fonctionnel

**Nom** désigne le nom interne du menu

**Menu principal** indique à partir de quelle entrée le menu sera affiché

**Nom de fichier menu** indique le nom physique du fichier menu

**Code de démarrage** permet d'implémenter du code PL/SQL qui sera exécuté dès le chargement du menu

**Partager bibliothèque** indique si les données stockées en librairie seront visibles depuis le menu

### Ajouter une entrée de menu

Une entrée de menu correspond au niveau hiérarchique le plus élevé (Fichier, Edition, Affichage, ...)

Depuis le navigateur, cliquer le nœud Menus puis l'icône 

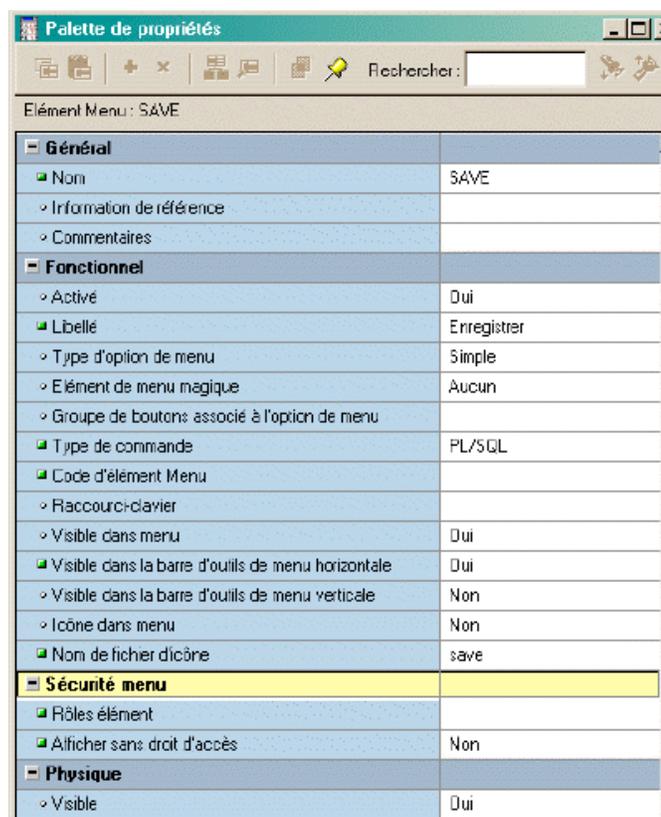
Depuis l'éditeur graphique, cliquer l'icône  pour accéder aux propriétés d'une entrée de menu, via à la palette des propriétés. Le menu détachable indique si l'utilisateur pourra déplacer l'entrée de menu sur l'écran.

### Ajouter une option de menu

Depuis le navigateur, cliquer le nœud Menus -> Éléments de l'entrée correspondante puis l'icône 

Depuis l'éditeur graphique, sélectionner l'entrée puis cliquer l'icône 

Les propriétés d'une option de menu



### **Fonctionnel**

**Activé** indique si l'option sera active à l'exécution. Cette propriété peut être modifiée à l'exécution avec l'instruction: *Set\_Menu\_Item\_Property( ..., ENABLED, PROPERTY\_TRUE | PROPERTY\_FALSE)*

**Libellé** indique le libellé affiché de l'option. Cette propriété peut être modifiée à l'exécution avec l'instruction:

*Set\_Menu\_Item\_Property( ..., LABEL, 'nouveau libellé')*

**Type d'option de menu** peut prendre l'une des valeurs suivantes : Simple, Case à cocher, Bouton option, Séparateur et Magique.

**Élément de menu magique** désigne le type d'élément magique

**Groupe de boutons associés** indique le groupe de boutons option

**Type de commande** peut être : Null, Menu et PL/SQL.

**Code d'élément menu** contient le code PL/SQL associé à l'option

**Raccourci clavier** permet d'associer une fonction à l'item. Le code de cette fonction doit être saisie dans un déclencheur de type ACCELERATOR1 à ACCELERATOR5

**Visible dans le menu** indique si l'option est visible à l'exécution. Cette propriété peut être modifiée à l'exécution avec l'instruction:

*Set\_Menu\_Item\_Property( ..., VISIBLE, PROPERTY\_TRUE | PROPERTY\_FALSE)*

**Visible dans la barre d'outils horizontale** indique si l'option (l'icône) sera visible dans la barre d'outils horizontale

**Visible dans la barre d'outils verticale** indique si l'option (l'icône) sera visible dans la barre d'outils verticale

**Icône dans menu** indique si une icône sera affichée dans l'option de menu

**Nom de fichier icône** désigne le nom (sans extension) du fichier icône associé à l'option. Cette propriété peut être modifiée à l'exécution avec l'instruction:

*Set\_Menu\_Item\_Property( ..., ICON\_NAME, 'nom\_fichier\_icone')*

### **Sécurité menu**

**Rôles élément** permet de sélectionner les rôles qui auront accès à l'option

**Afficher sans droit d'accès** indique si l'option sera affichée si l'utilisateur n'a pas le rôle adéquat. Si Non, l'option n'est pas affichée. Si Oui, elle est affichée mais grisée (désactivée)

### **Physique**

**Visible** indique si l'option sera affichée à l'exécution

[Les différents types d'item menu](#)

- **Simple** c'est le cas des options standard
- **Case à cocher**
- **Bouton option**

- **Séparateur** insère une ligne de séparation entre les options
- **Magique** désigne une option de type magique

#### Les types de commande

- **Null** (obligatoire si l'option de menu est un séparateur)
- **Menu** (obligatoire si l'option est un sous-menu)
- **PL/SQL** (par défaut indique que l'action est du code PL/SQL)
- **Plus\***
- **Form\***
- **Macro\***

\* Ces options sont encore présente par souci de compatibilité avec les anciennes versions. Elles ne devraient plus être utilisées

#### Les items menu magique

- **About** (l'action doit être implémentée par le développeur)
- **Copy** copie le contenu dans le presse papier
- **Clear**
- **Cut** supprime le contenu et le place dans le presse papier
- **Paste** colle le contenu du presse papier
- **Help** (l'action doit être implémentée par le développeur)
- **Quit** Affiche une demande d'enregistrement lorsque l'utilisateur quitte la forme
- **Undo** (l'action doit être implémentée par le développeur)
- **Window** affiche la liste des fenêtres ouvertes de l'application

La source et le détail sur de ce contenu est disponible à l'adresse suivante :

<http://sheikyerbouti.developpez.com/forms10g/?page=Chap8>

## ANNEXE 20

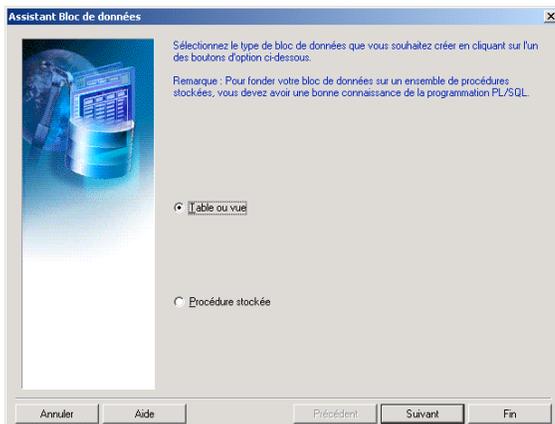
### Mise en œuvre et manipulation d'un bloc de données

Extrait de Sheik Yerbouti, (2005): <http://sheikyerbouti.developpez.com/forms10g/?page>

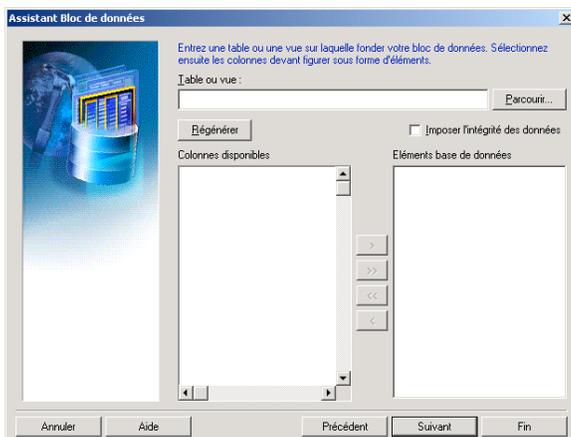
Pour ajouter un bloc à la forme, double-cliquer sur le nœud Blocs de données ou faire un simple clic sur le nœud Blocs de données puis cliquer sur l'icône 

## Utilisation des assistants

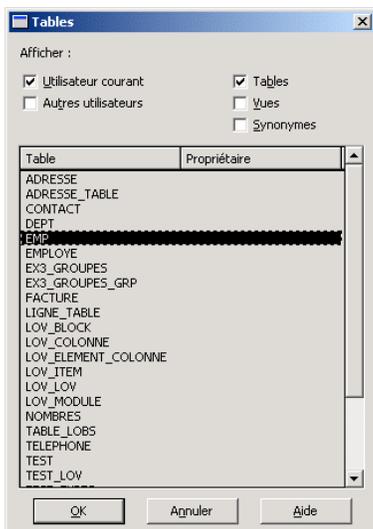
le bloc sera basé sur une table ou une vue

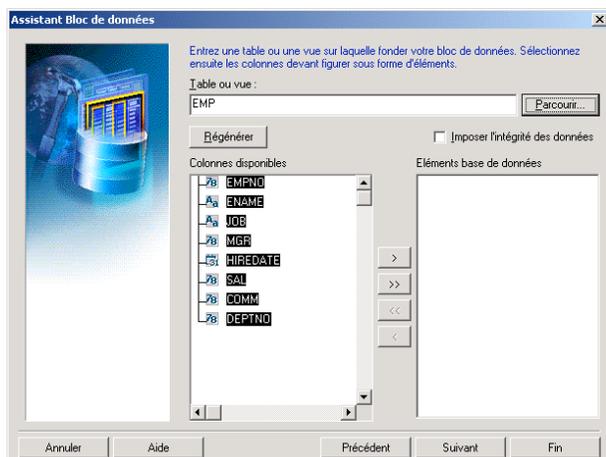


L'écran suivant permet de sélectionner la table ou la vue grâce au bouton **Parcourir...**



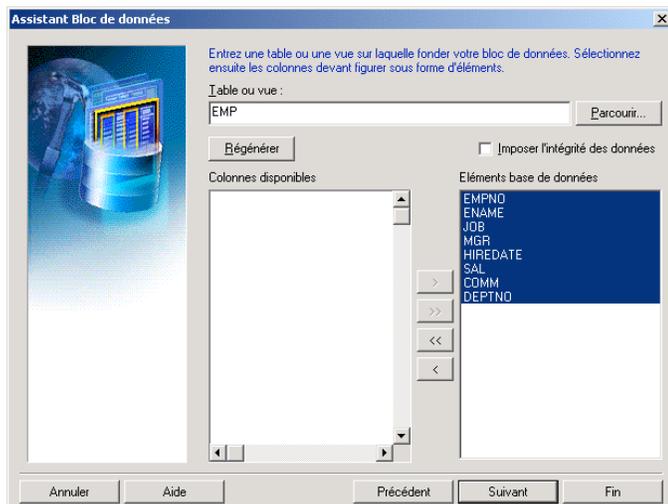
Choisissez la table **EMP** puis cliquez sur le bouton **OK**



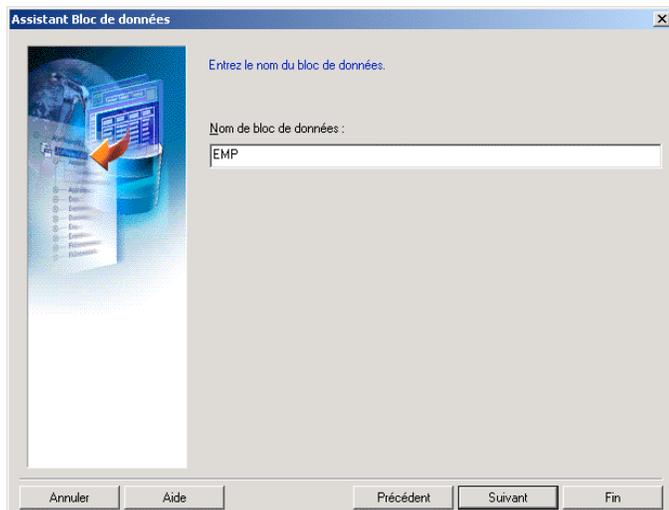


La fenêtre de gauche (colonnes disponibles) affiche les champs disponibles dans la table.

Sélectionner un ou plusieurs champs pour les faire passer dans la fenêtre de droite (Eléments base de données) avec les boutons appropriés



puis cliquer sur le bouton **Suivant**



Donnez un nom au bloc (30 caractères maxi)

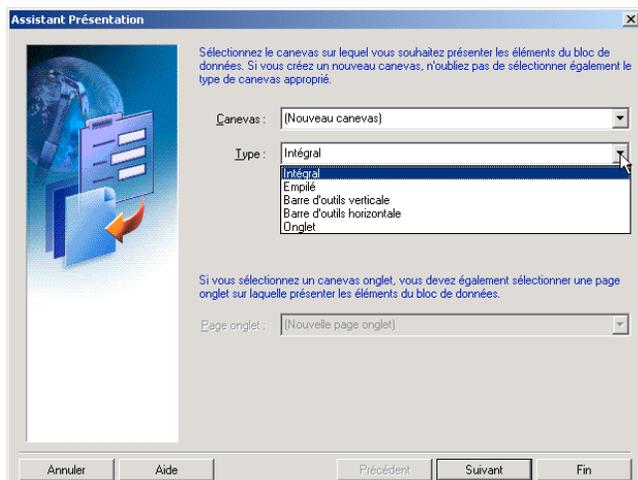


La définition du bloc étant achevée nous passons ensuite à l'étape de présentation

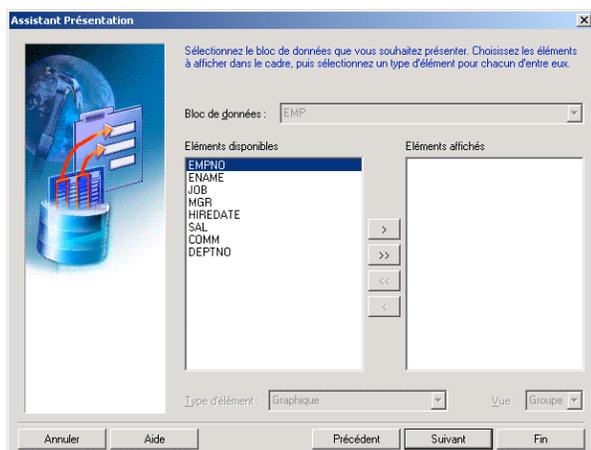
### Création de la présentation

Aucun canevas n'étant disponible, laissons l'option (Nouveau canevas)

Puis dans la zone Type, choisissons un canevas de type **Intégral**

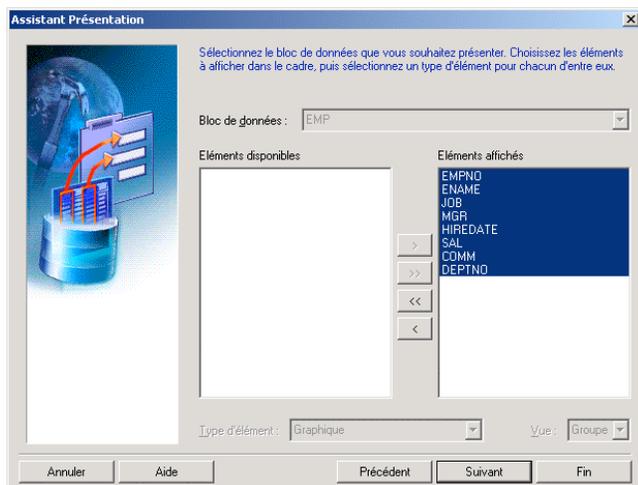


De la même façon que nous avons sélectionné les champs du bloc, nous indiquons également la liste des champs qui seront positionnés sur le canevas

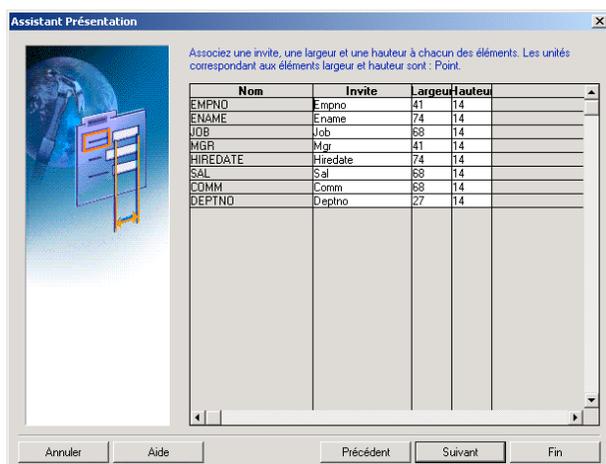


Il s'agit là d'indiquer la liste des items qui apparaîtront sur le canevas.

C'est pourquoi il est conseillé, même si vous n'affichez que certaines colonnes de ramener dans le bloc l'ensemble des colonnes de la table dans l'étape précédente. Même si vous n'en avez pas l'utilité immédiate, cela pourrait changer dans le temps.



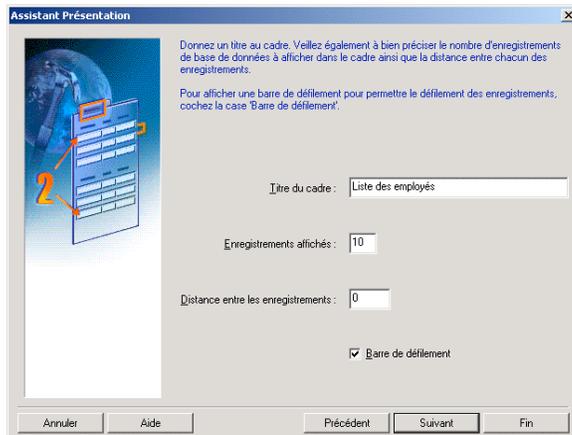
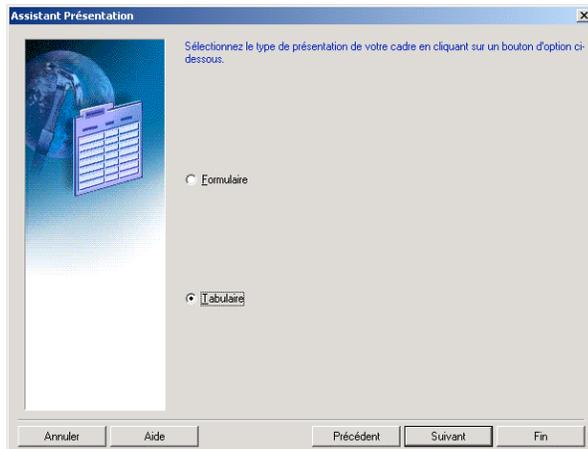
L'écran suivant permet de paramétrer un certain nombre de propriétés de chaque champ, comme l'invite, la largeur et la hauteur. (ces propriétés pourront être modifiées ultérieurement dans la fenêtre de propriétés du bloc et des items)



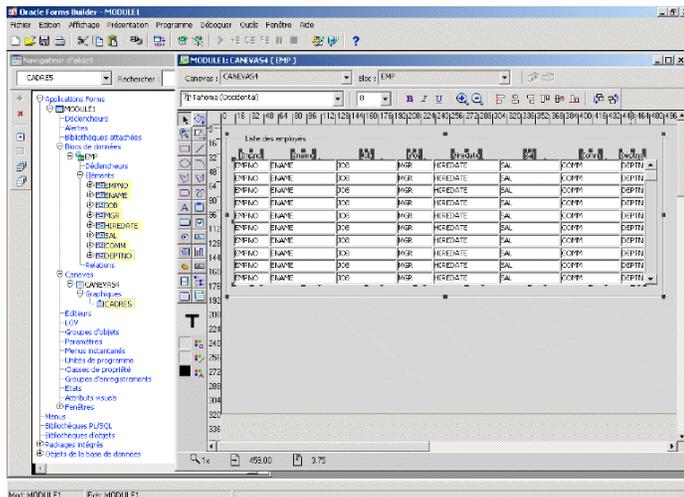
Ensuite, nous indiquons si nous souhaitons présenter un ou plusieurs enregistrements

Une présentation de type **Formulaire** affiche un seul enregistrement dans le bloc.

Une présentation de type **tabulaire** affiche un tableau de plusieurs enregistrements.



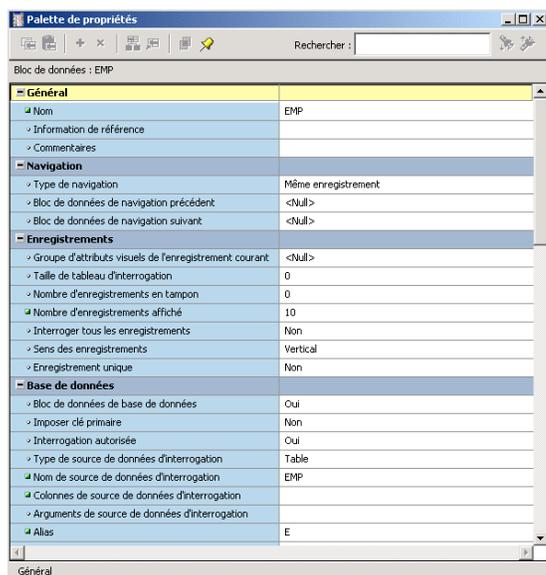
Enfin, un titre est donné à l'encadrement, le nombre d'enregistrements affichés, la distance entre chaque enregistrement ainsi que l'ajout d'une barre de défilement verticale pour naviguer dans les enregistrements



Voici le résultat de la création de notre bloc.

Forms a créé un item pour chaque colonne de la table avec le type correspondant.

Affichons la liste des propriétés du bloc en sélectionnant son nom dans le navigateur puis en pressant **F4**



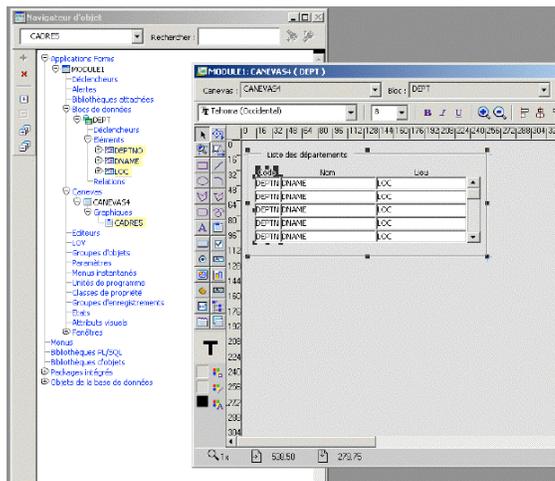
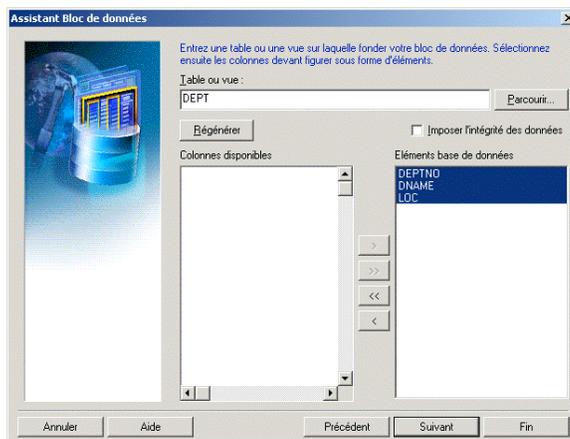
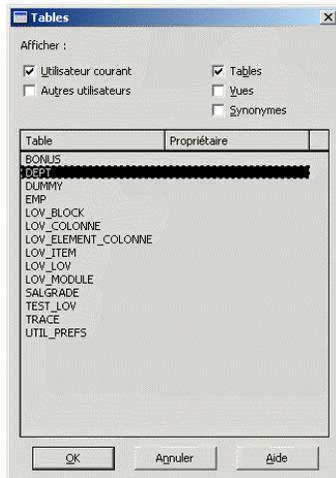
### Description des principales propriétés relatives au bloc de données

Nous allons créer une relation maître/détail entre un bloc basé sur la table des départements (**DEPT**) et la tables des employés (**EMP**).

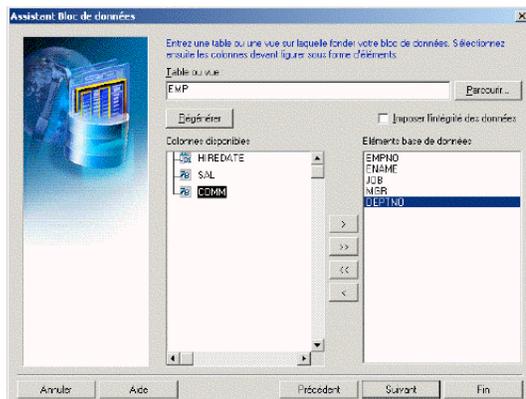
Créons un nouveau module Forms dans le navigateur d'objet et double cliquons sur le nœud : Blocs de données



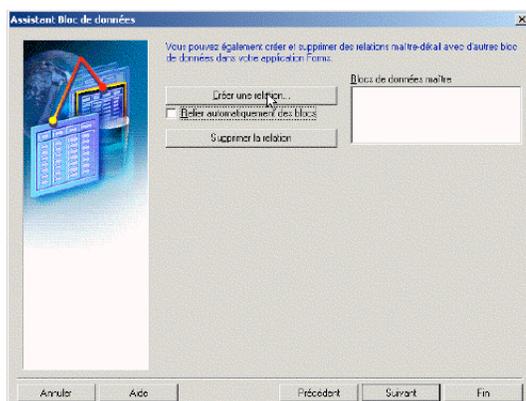
créons le bloc sur la table **DEPT**



Puis le bloc détail basé sur la table **EMP**



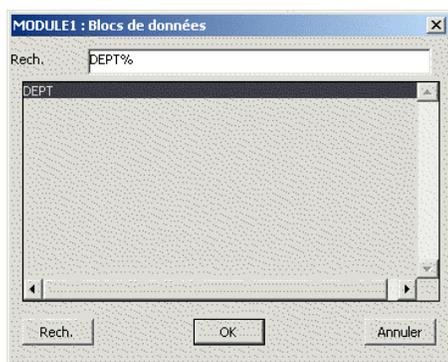
Cliquez le bouton : **Créer une relation...** pour définir la relation établie entre les deux blocs



Puisqu'il s'agit de tables relationnelles standard, cliquons l'option : **Fondée sur une condition de jointure**



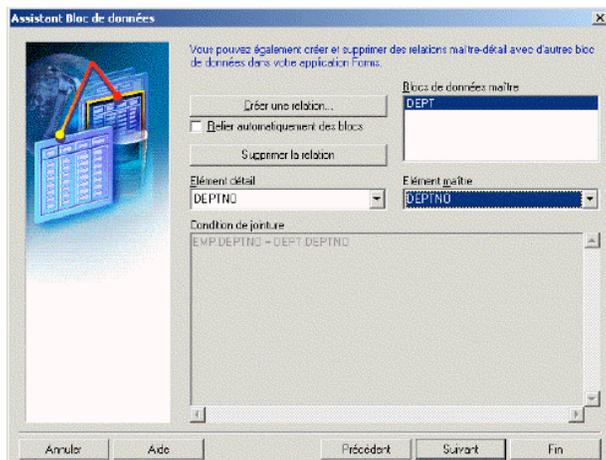
puis indiquons le nom du bloc maître de la relation



La fenêtre de récapitulatif de l'assistant indique alors le nom du bloc maître ainsi que deux listes déroulantes permettant de constituer la condition de jointure.

La liste : Élément détail affiche la liste des items du bloc détail (EMP en l'occurrence).

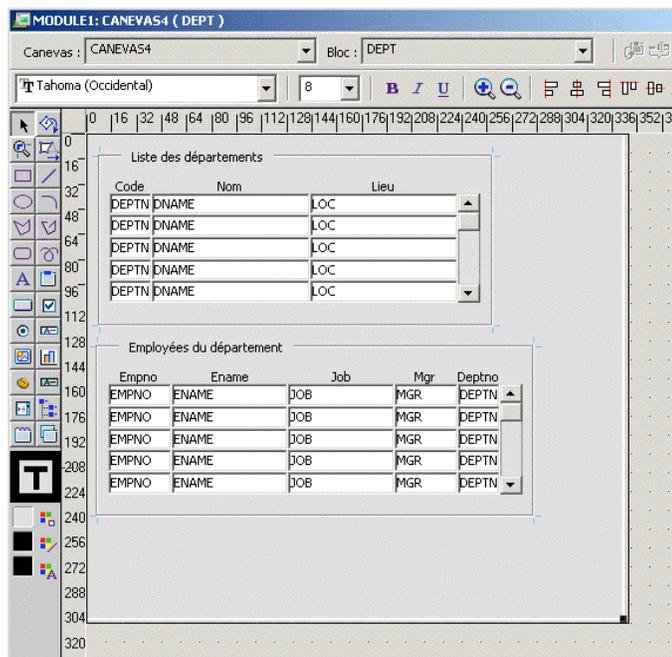
La liste : Élément maître affiche la liste des items du bloc maître (DEPT).



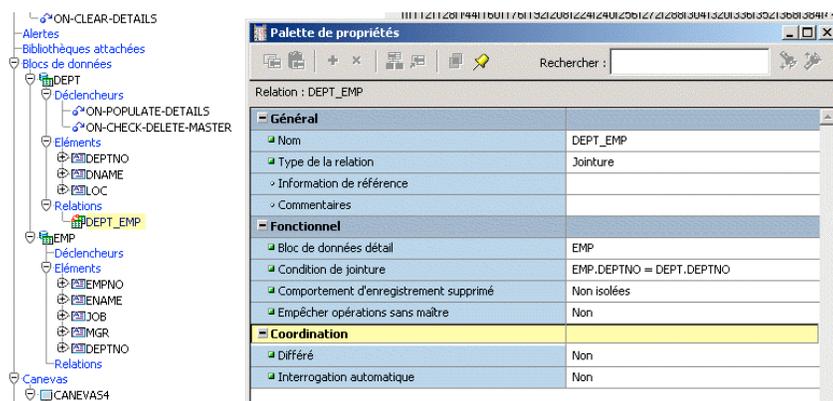
Nous lions la colonne **DEPTNO** des deux tables.

Cette relation permettra, lorsque le curseur est sur un enregistrement du bloc maître d'afficher dans le bloc détail uniquement les employés appartenant au département sélectionné.

Puisque nous avons choisi d'afficher les deux blocs dans un style tabulaire, voici l'écran final tel qu'il a été construit par Forms.



Forms a créé un objet de type relation (**DEPT\_EMP**) dont voici les propriétés



Comme n'importe quelle propriété, celles-ci sont modifiables.

## ANNEXE 21

### Les éléments exportables et importable

#### Que peut-on exporter ?

Voici une liste par catégories des éléments exportables dans une mise en œuvre d'une base de données avec Oracle 10g2.

#### Description des trois stratégies de backup incrémental

Type de stratégie	Description
Backup incrémental	Backup uniquement des objets modifiés depuis le dernier backup Incrémental ou Cumulatif ou Complet.
Backup cumulatif	Backup uniquement des objets modifiés depuis le dernier backup Cumulatif ou Complet
Backup complet	Backup de tous les objets.

## Liste des éléments exportables par catégories

Mode Table	Mode Utilisateur	Mode FULL
schéma de la table données de la table grant sur les tables Index sur la table contraintes sur la table trigger de la table Types utilisateurs Tables imbriquées Indexes d'autres users Triggers d'autres users	schéma de la table données de la table grant fait sur les tables Index sur la table contraintes sur la table trigger de la table Types utilisateurs Tables imbriquées Indexes d'autres users Triggers d'autres users cluster databases link job queue refresh group séquences snapshot snapshot log procédure stockée synonymes privés Les vues	schéma de la table données de la table grant sur les tables Index sur la table contraintes sur la table trigger de la table Types utilisateurs Tables imbriquées Indexes d'autres users Triggers d'autres users cluster databases link job queue refresh group séquences snapshot snapshot log procédure stockée synonymes privés Les vues profiles catalogue de réplication coût des ressources rôles définition des RBS Options d'audit système privileges systèmes définition des tablespaces quotas sur les tablespaces définition des utilisateurs

L'exportation se fait de manière incrémentale , cumulative ou complète. En voici a description :

**Que peut - t - on importer ?**

On peut importer une ou N tables vers un schéma. Le DBA peut importer les tables de N schéma . Il est aussi possible d'importer tous les objets appartenant au schéma c'est à dire à un utilisateur (tables, vues, séquences, données, privilèges, index). On peut enfin importer toute la base. Il est utile d'avoir le privilège EXP\_FULL\_DATABASE. Voici une liste classifiée des éléments que l'on peut importer dans une mise en œuvre d'une base de données géospatiales avec Oracle.

## Les éléments importables par catégorie

Mode Table	Mode Utilisateur	Mode FULL
schéma de la table données de la table grant sur les tables Index sur la table contraintes sur la table trigger de la table Types utilisateurs Tables imbriquées Indexes d'autres users Triggers d'autres users	schéma de la table données de la table grant fait sur les tables Index sur la table contraintes sur la table trigger de la table Types utilisateurs Tables imbriquées Indexes d'autres users Triggers d'autres users cluster databases link job queue refresh group séquences snapshot snapshot log procédure stockée synonymes privés Les vues	schéma de la table données de la table grant sur les tables Index sur la table contraintes sur la table trigger de la table Types utilisateurs Tables imbriquées Indexes d'autres users Triggers d'autres users cluster databases link job queue refresh group séquences snapshot snapshot log procédure stockée synonymes privés Les vues profiles catalogue de réplication coût des ressources rôles définition des RBS Options d'audit système privileges systèmes définition des tablespaces quotas sur les tablespaces définition des utilisateurs

**ANNEXE 22****Oracle XML DB**

Module de gestion XML intégré au Système de gestion de base de données Oracle. Cette technologie étend les possibilités de la base de données relationnelle d'Oracle en proposant toutes les fonctionnalités d'une base de données XML. Le module Oracle XML DB offre une structure indépendante de stockage et de gestion de données XML. Il propose les fonctionnalités suivantes :

- Un type de données XML qui est utilisé pour stocker et gérer du contenu XML.
- Une collection de méthodes et des opérateurs SQL permettant d'agir sur du XML.
- La possibilité d'enregistrer un schéma conforme au W3C dans la base de données Oracle.

### **XMLType**

Depuis la version 9i d'Oracle, un nouveau type de données appelé XMLType a fait son apparition. Il possède un certain nombre de fonctions permettant de créer, extraire et indexer des données XML stockées dans le SGBD Oracle. En tant que nouveau type de données, XMLType peut être utilisé comme type pour colonnes dans des tables et des vues ainsi que dans des procédures stockées PL/SQL. Avec le type XMLType et ses possibilités, les développeurs disposent de toutes les possibilités d'une base de données relationnelle tout en travaillant avec des données sous format XML.

### **Fonctionnalités de base**

#### **Création d'une table**

La création d'une table permettant de stocker des types XML est aussi simple que la création d'une table habituelle dans Oracle, en utilisant la syntaxe standard de SQL :

```
SQL> create table COMMANDES (comm XMLTYPE);
```

Cette commande crée une table contenant une colonne comm de type XMLType.

#### **Insertion de données XML dans une table**

La commande suivante va insérer dans une colonne de type XMLType un document

XML : **SQL> insert into COMMANDES (comm) values (sys.XMLTYPE.createXML ('...'));**

La fonction createXML() va convertir les balises passées en paramètre en un contenu de type XMLType.

#### **Requête sur une table XML**

La commande suivante permet d'obtenir le contenu entier d'une table XML :

```
SQL> select c.comm.getClobVal() from COMMANDES c;
```

Il est également possible d'obtenir certains nœuds uniquement :

```
SQL> select c.comm.extract('/commande/ligneCommande').getClobVal() from COMMANDES c  
where c.comm.extract('/commande/ligneCommande/idClient/text()').getStringVal() = '1234124' ;
```

## ANNEXE 23

### GéoWeb : Évaluation

#### Identification

**Titre du produit :** GéoWeb

**Auteur :** P-L Ladouceur.

**Sujet :** Évaluation du base de données géospatiales

#### Description :

GéoWeb est un prototype de base de données géospatiales destiné à fournir d'information géophysique sur l'Amérique du Nord (cartes, réseau routier, emplacement des ressources, etc.)

**Clientèle visée :** l'auteur ne l'a pas indiqué et aucun indice ne nous permet de le deviner. Mais en nous référant aux quatre types d'utilisateurs de données géospatiales, nous pouvons dire que ce logiciel vise les utilisateurs finals et les distributeurs.

**Objectif global d'évaluation :** Dégager les aspects les plus significatifs d'un ensemble d'informations et les organiser en une structure cohérente afin de déterminer leur qualité.

**Objectif pédagogique :** Acquisition et construction de connaissances techniques et développement d'habiletés cognitives permettant de comprendre comment évaluer un logiciel

**Objectifs techniques :** Déterminer les points forts et les points faibles du logiciel GéoWeb, ainsi que ses difficultés afin de proposer les améliorations pertinentes pour la performance, la convivialité, l'utilisabilité et l'esthétique de ce produit.

**Contexte d'utilisation :** Analyse d'une base de données géospatiales

**But de l'évaluation :** le but de cette évaluation n'est pas de critiquer négativement ou de démolir GéoWeb: le prototype d'un logiciel en construction, mais de donner un point de vue extérieur d'un utilisateur expérimenté des logiciels en général, et particulièrement les logiciel destinés à être utiliser sur

l'internet tel que GéoWeb. Dans ce contexte, nos commentaires ne seront que des éléments de motivation pour l'auteur. En conséquence, notre grille d'appréciation ne sera pas remplie pour la validation.

### **Échelle d'évaluation**

- 4 – Excellent
- 3 – Très bon
- 2 – Bon
- 1 – Moyen
- 0 – Médiocre

Évaluez les éléments suivants en justifiant votre appréciation, au besoin.

Veillez placer un « X » dans case de votre choix

<b>Évaluation globale</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Accessibilité					
Convivialité et souplesse du logiciel					
Richesse et complétude du contenu					
Respect d'aspects pédagogiques					
Respect de vision cognitiviste					
Complétude des fonctionnalités					
Interface					
Les outils et les tâches					
Ergonomie					
L'interactivité avec l'utilisateur					
Moyens de communication					
Disponibilité de ressources suffisantes					
Facilité d'utilisation					
<b>Note générale :</b>					

**Commentaire :** le logiciel étant en construction, aucun de ces éléments n'est évident. En conséquence, nous ne pouvons leur consigner de points de validation.

<b>Interface de l'environnement GéoWeb</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Accessibilité					

Convivialité					
Contenu					
Interface					
Les outils et les tâches					
Ergonomie					
Apparence (Esthétique)					
Moyens de communication					
Disponibilité de ressources suffisantes					
Facilité d'utilisation					
<b>Note générale :</b>					

**Commentaire:** GéoWeb est une base de données géospatiales. Et comme toute base de données géospatiales, il doit être implanté dans une infrastructure géospatiale qui doit disposer d'une interface appropriée. Dans ces conditions, il serait que son interface soit voilée par celle de l'infrastructure géospatiale dans laquelle il a son domicile et son bureau. Donc l'évaluation doit normalement se faire à travers l'évaluation de cette infrastructure qui le loge et à l'intérieur de laquelle il fonctionne.

<b>Contenu de GéoWeb</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Qualité globale du contenu					
Sobriété et lisibilité					
Structure et présentation					
Complétude et richesse en fonctionnalités					
Fonctionnement du logiciel					
Richesse et complétude du contenu					
Disponibilité et fiabilité					
Facilité d'accès et d'utilisation					
<b>Note générale :</b>					

**Commentaire:** Le contenu de GéoWeb est très peu riche : Seulement cinq fonction de premier niveau. Le passe d'une fonction à l'autre gèle le système. Cela est probablement dû au fait que le système nécessite deux plugins avant d'être accessible. *Voir la rubrique « Contenu » ci-dessous.* Et à chaque accès, il faut faire une gymnastique pour pointer sur le bon plugin. Solutions possibles: Normalement, un logiciel développé avec Oracle Spatial 10g2 comme c'est le cas de GéoWeb, ne devrait pas avoir besoin de deux

plugins pour fonctionner. Éviter donc d'utiliser les anciennes applications. Sinon vous ferez toujours face aux problèmes d'incompatibilité.

5 – ASPECTS techniques et Pédagogiques DE GéoWeb	1	2	3	4	5
GéoWeb offre diverses possibilités de faire la recherche d'information disponible					
Service basé sur la localisation					
Accès universel					
Les ressources médiatiques motivent l'utilisation du logiciel					
L'environnement permet à chaque acteur de jouer efficacement son rôle					
Performance et évolutivité élevée					
Puissants partenariats					
L'attractivité et la convivialité favorise la motivation de l'utilisateur					
<b>Note globale :</b>					

**Commentaire:** La richesse d'un produit est très importante. Mais la façon dont ce produit est présenté est aussi très importante. Car la facilité de son apprentissage, de sa compréhension et de son utilisation dépend directement de la manière dont ce produit est présenté. C'est ce que nous appelons ici par «Aspects pédagogique de GéoWeb ». À l'étape actuelle où le système est en construction, l'aspect pédagogique n'est pas encore disponible. Puisque le logiciel n'est pas tout à fait utilisable.

### Résultats de l'évaluation

Aspects technologiques :

- Fonctionnalités : en construction
- Fonctionnement : Passable
- Navigation : impossible , car le passage d'une fonction à l'autre gèle la machine.

**Interface :** Non conviviale, ni attrayante avec absence de guidage

### Contenu :

L'application GeoWeb offre de base, 3 cartes géographiques : le Québec, le Canada et l'Amérique du Nord. Chacune de ces cartes est visualisable à l'aide de différentes couches thématiques et cinq actions de

base, soit le recentrage, les zooms intérieurs et extérieurs, l'identification d'un élément, et l'ajout d'un élément.

- Existence d'information géospatiale (cartes et contenu) : Satisfaisant mais avec place à l'amélioration.
- Ressources de recherche extérieure : inexistante
- Dispositif de mise à jour : inexistante
- Lisibilité : Parfaite

C'est un contenu bien structuré mais moins riche en ressources et difficile d'accès.

#### **Accessibilité au contenu:**

- Impossible d'accéder au système par internet ( condition indispensable pour une base de données géospatiales)
- Installation : très compliquée et demandant obligatoirement de deux versions de JDK
  - Le JDK 1.4.2 est nécessaire pour les extensions MapViewer de JDeveloper 10.1.2
  - Le JDK 1.5 est nécessaire pour faire rouler le kit de démarrage rapide de MapViewer

Dont le conflit empêche le fonctionnement adéquat du prototype.

**Interopérabilité** : inexistante

**Interactivité** : limité

#### **Recommandations**

GéoWeb contient beaucoup de « bug » et de problèmes de fonctionnement. Il est important de résoudre ce problème avant de penser à l'ajout des fonctionnalités.

Actuellement le logiciel de M. Ladouceur se limite seulement à l'affichage des cartes routières et à insertion des villes d'une partie de Québec se trouvant déjà dans sa base de données. Après avoir réglé le problème des bug et de fonctionnement adéquat des fonctions de base actuellement implanter dans le système, Il serait souhaitable d'ajouter les fonctionnalités suivantes:

- La convivialité de interface,
- Analyse thématique et statistique
- Moteur de recherche et des lien vers des sources pertinentes pour enrichir le contenu
- Fonctionnalités et procédure de gestion et de mise du logiciel, etc..

Il faut enfin prendre en compte qu'une base de données géospatiales est un système ouvert, interopérable qui doit accessible par internet. Donc les utilisateurs ne devraient pas être obligés de l'installer sur leur machine avant de l'utiliser.

**Conclusion :**

GéoWeb est encore en construction et cette évaluation n'est valable que pour la version que nous avons pu installer et tester sur notre environnement multimédia. L'auteur nous signalé son insatisfaction pour la qualité de son logiciel tout en mentionnant sa détermination de poursuivre la réalisation de son logiciel : « Sur une autre note, j'ai l'intention de poursuivre le développement de l'application et de l'améliorer substantivement dans le cadre du projet synthèse en GTI, étant donné que je ne suis pas vraiment satisfait du résultat en ce qui a trait aux fonctionnalités et aux nombreux bugs ». *(P.L. Ladouceur : correspondance de November 06, 2006 12:32 PM)*.

## BIBLIOGRAPHIE

Bédard et al., (1997), Y. Bédard, Y. van Chestein, G. Poupart. « Actualisation des données à référence spatiale (volets échange et intégration) ». Centre de Recherche en Géomatique, Université Laval, Québec, Canada, 1997, 54 pages.

Badard T, (2000), « Propagation des mises à jour dans les bases de données géographiques multi-représentations par analyse des changements géographiques ». Thèse de doctorat soutenue à l'Université de Marne la Vallée.

BEAULIEU, M., (2006), « Données géospatiales » ,

Web : <http://www.bib.umontreal.ca/SS/num/geospatial.htm>

BERNIER E. - 2002 - Utilisation de la représentation multiple comme support à la génération de vues de bases de données géospatiales dans un contexte SOLAP - Y. Bédard - Université Laval. <http://www.crg.ulaval.ca>

Beard K., (1997), "Representations of Data Quality". *Geographic Information Research: Bridging the Atlantic* (M. Craglia et H. Couclelis, Eds), Taylor and Francis, p. 280-294.

Beard K., Battenfield B., (1999) "Detecting and evaluating errors by graphical methods". *Geographical Information Systems* (P.A. Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire et D.W. Rhind, Eds), Wiley, p. 219-233.

Bédard Y., A Study of the Nature of Data Using a Communication-Based Conceptual Framework of Land Information Systems , Thèse de doctorat, University of Maine, Orono (USA), 1986.

Bédard Y., (1987) , "Uncertainties in Land Information Systems Databases", *Proceedings of Eighth International Symposium on Computer-Assisted Cartography* , Baltimore, Maryland (USA), 29 Mars - 3 Avril 1987, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing and American Congress on Surveying and Mapping, p. 175-184.

Bédard Y., Vallière D., (1995). « *Qualité des données à référence spatiale dans un contexte gouvernemental* » . Rapport de recherche sur la mise en place d'une méthode d'évaluation de la qualité des données à référence spatiale préparé pour le Plan géomatique du Gouvernement du Québec, Université Laval, Québec, Canada.

Bertrand Marne, (2006), « NASA World Wind et Google Earth, les visages de la terre. », Web : [http://ww3.ac-creteil.fr/svt/article.php3?id\\_article=109](http://ww3.ac-creteil.fr/svt/article.php3?id_article=109)

Bibliothèque - Université de LAVAL , (2006) , « Centre d'information géographique et statistique : Données géospatiales » est grand réservoir d'information sur les données géographiques en général, et sur les données géospatiales.  
[http://www.bibl.ulaval.ca/mieux/decouvrir/collection\\_speciales/geostat/geostat\\_donnees\\_geospatiales](http://www.bibl.ulaval.ca/mieux/decouvrir/collection_speciales/geostat/geostat_donnees_geospatiales) , date de visite: 30/6/2006

Bishr Y. (1997). *Semantic Aspects of Interoperable GIS*, PhD Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), 154 p.

BOULANGER M., GROLEAU G., PELLERIN G., ST-LOUIS D. - 1993 - La gestion des données municipales. L'approche géomatisée - Association de Géomatique municipale du Québec.

Box G.E.P., (1976), "Science and statistics", *Journal of the American Statistical Association* , vol. 71, p. 791-799.

Brodeur J. (2004). « Interopérabilité des données Géospatiales : élaboration du concept de proximité géosémantique », Thèse de doctorat en Géomatique, Université Laval,

CARON C., BERARD Y. - 1992 - MODUL-R : un nouveau formalisme permettant de mieux décrire le contenu d'une base de données à référence spatiale - Conférence canadienne sur les SIG - Ottawa.

Christian Casteyde, (2002), « Cours de C/C++ », Web : [http://www.greyc.ensicaen.fr/ensicaen/\\_CPP/book1.html](http://www.greyc.ensicaen.fr/ensicaen/_CPP/book1.html), consulté le 18 septembre 2006

Christophe Kohler, (2004), « Élaboration de systèmes d'information informatisés (SII) évolutifs », Web : <http://lgl.isnetne.ch/isnet72/Phase1/problematique.htm>

Eco U., (2000), « De l'impossibilité d'établir une carte de l'empire à l'échelle de 1/1 ». *Pastiches et Postiches* (U. Eco, Eds), Éditions 10/18, p. 183, 2000.

ELKHAKANI JALIL ET HAMAINA RACHID - 2003 - Développement d'une application SIG pour la gestion des données de télédétection spatiale du BRPM et son déploiement sur Internet/Intranet - Pr Essadiki.Med - Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat. <http://www.membres.lycos.fr/elkhakani>

ESRI, (2004 ), « ArcGIS ® 9 »

Web : [http://www.esricanada.com/francais/engine/prod\\_detail.asp?productid=75](http://www.esricanada.com/francais/engine/prod_detail.asp?productid=75) , visité le 15 octobre 2006-

GARDARIN G., (1988), « Bases de Données Relationnelles - Analyse et Comparaison des systèmes » - Eyrolles - Paris.

GDF Hannover bR (2006), “Solutions for spatial data analysis and remote sensing”. Last modified: 15-03-2006”,

Web: [http://www.gdf-hannover.de/lit\\_html/grass60\\_v1.2\\_fr/node2.html](http://www.gdf-hannover.de/lit_html/grass60_v1.2_fr/node2.html)

Gesbert N., 2005. Étude de la formalisation des spécifications de bases de données géographiques en vue de leur intégration. Thèse de doctorat de l'université de Marne-La-Vallée, soutenue le 2 décembre 2005.

HADZILACOS T., MANOLOPOULOS Y., RODDICK J.F., THEODORIDIS Y. - 2003 - Advances in Spatial and Temporal Databases: 8th International Symposium, Sstd 2003, Santorini Island, Greece, July 24-27, 2003 : Proceedings

**ISO, (1999)** ISO/TC 211. CD 15046-18 Geographic information – Part 18: Encoding. ISO/TC 211 N 709 Committee draft for comments, edited by ISO/TC 211 Secretariat, (Oslo: Norwegian Technology Standard Institution), 76 pages.

ISO TC 211-19110. (2000) . “Geographic Information - Feature Cataloguing Methodology, ISO TC 211/WG 3”, Secretariat: NSF.

MANALOPOULOS Y., PAPADAPOULOS A-N. - 2004 - Spatial Databases: Technologies, Techniques And Trends - Idea Group Publishing.

Mustière S., Sheeren D. et Gesbert N. 2004. Unification des Bases de Données Géographiques : Recherches au Laboratoire COGIT de l'IGN, *Géomatique Expert*, n°32/33, février-mars 2004, pp. 50-54.

Sheeren D., Mustière S. and J.-D. Zucker 2004. Consistency Assessment Between Multiple Representations of Geographical Databases: a Specification-Based Approach, In P. Fisher (Ed.),

PAQUETTE, G. , CREVIER, F. et AUBIN, C. (1998), « Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA) , Guide d'ingénierie » (Version 2.1) , p. 299-301). Montréal , Centre de recherche LICEF, Télé-université.

Parent C. et Spaccapietra S. (2001). « Database Integration : the Key to Data Interoperability », In Papazoglou M., Spaccapietra S. and Tari Z. (Eds.) : *Advances in Object-Oriented Data Modeling*. MIT Press.

RIGAUX P., SCHOLL M. O., VOISARD A. - 2001 - Spatial Database: With Application to Gis - Morgan Kaufmann Publishers.

RODOLPHE D, (2004), « Conception d'un système multidimensionnel d'information sur la qualité des données géospatiales » . Université Laval et Dans le cadre d'une cotutelle de thèse en collaboration avec l'Université de Marne-la-Vallée Doctorat en sciences géomatiques . Web : <http://www.theses.ulaval.ca/2004/22242/22242.html>

Ruas A., (2002). « Généralisation et Représentation multiple. Dans la collection 'Traité IGAT : Information géographique et Aménagement du Territoire ». Paris, Hermes Lavoisier. 21 chapitres, 46 auteurs, 385 pages.

SHEKHAR S., CHAWLA S. - 2002 - Spatial Databases: A Tour - Prentice Hall. Description : For courses in Databases, Geographic Information Systems, Geography, Remote Sensing, Multimedia Information, Civil and Mechanical Engineering and Forestry as well as courses .

Sheeren D., Mustière S. and Zucker J.-D. (2004). Consistency Assessment Between Multiple Representations of Geographical Databases: a Specification-Based Approach, In P. Fisher (Ed.), *Developments in Spatial Data Handling, Proceedings of the 11<sup>th</sup>*

*International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'04)*, Springer-Verlag, pp. 617-628.

Sheeren D. (2004). Apprentissage de concepts pour l'aide à l'interprétation des différences de représentation d'un même phénomène géographique, *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n°179 - Mars 2004, pp. 20-26.

Sheeren D. (2004) ». Étude de la cohérence inter-représentations : vers une meilleure intégration des bases de données spatiales, *Bulletin d'Information Scientifique et Technique de l'IGN - Journées Recherche 2004*, n°75, pp. 71-80.

Sheik Yerbouti, (2005). «Découvrez le générateur d'applications Oracle Forms9i/10g ». Disponible en ligne: <http://sheikyerbouti.developpez.com/forms10g/>

STAR INFORMATIC, (2005) , « Technologies de Star INFORMATIC : catalogue de logiciels » , en ligne : <http://www.star.be/>

THIERRY BADARD, (2000), « Propagation des mises à jour dans les bases de données géographiques multi-représentations par analyse des changements géographiques », Jean Paul Cheylan - Marne-la-Vallée. <ftp://ftp.ign.fr/ign/cogit/theses/badard/thesebadard.pdf>

Prism, (2006), « Intégration des données hétérogènes »,  
Web : <http://www.prism.uvsq.fr/index.php?id=62>

William G. McCallum , Deborah Hughes-Hallett, Andrew M. Gleason et al, (1999), « Fonctions de plusieurs variables », Les Éditions de Chenelière inc. Montréal , Canada.

### **Webographie**

AltaLIS Ltd (Alberta): <http://www.altalis.com/>

Atlantic Coastal Database Directory: <http://aczisc.dal.ca>

Blue Angel Technologies: <http://www.blueangeltech.com/default.html>

Données-cadres actuellement disponibles :

[http://www.geoconnections.org/ICDG.cfm/fuseaction/frameworkData.home/pgm\\_id/2/gcs/cfm](http://www.geoconnections.org/ICDG.cfm/fuseaction/frameworkData.home/pgm_id/2/gcs/cfm)

Geographic Data BC : <http://www.gov.bc.ca/bmgs/>

Geography Network d'ESRI Canada : <http://www.geographynetwork.com/>

GeoNOVA en Nouvelle-Écosse : <http://geonova.gov.ns.ca/>

Infrastructure mondiale de données spatiales : <http://www.gsdi.org>

International Directory Network : <http://gcmd.gsfc.nasa.gov>

LandData BC : <http://www.landdata.gov.bc.ca/>

M3Cat (outil de catalogage de métadonnées multinorme et multilingue) :

<http://www.intelec.ca/index.html>

Manitoba Land Initiative : <http://mli.gov.mb.ca>

Normes du FGDC sur les métadonnées : <http://www.fgdc.gov/metadata/csdgm/>

Office québécois de la langue française (OQLF) :

<http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/gdt.html>

Open GIS® Consortium Inc. : <http://opengis.org>

Outils de métadonnées pour des données géospatiales :

<http://wisclinc.state.wi.us/metadata/mtools.html>

Portail de découverte de GéoConnexions : <http://geodecouverte.icdg.ca>

Protocole de recherche Z39.50 : [www.cni.org/pub/NISO/docs/z39.50-brochure](http://www.cni.org/pub/NISO/docs/z39.50-brochure)

<http://www.blueangeltech.com/standards/GeoProfile/geo22.htm>

<http://lcweb.loc.gov/z3950/agency>

Répertoire de données sur les terres de l'Ontario (RDTO) :

<http://www.lio.mnr.gov.on.ca/liohome.cfm?lang=FR>

Réseau canadien de connaissances en sciences de la Terre (RCCST) :

[http://cgkn.net/2002/index\\_f.html](http://cgkn.net/2002/index_f.html)

Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ) : <http://www.eman-rese.ca>

Réseau d'information nordique (RIN) : <http://sdiprod2.inac.gc.ca/ninf/>

SaskGIS en Saskatchewan : <http://www.geomatics.isc-online.ca/>

Service Nova Scotia and Municipal Relations : <http://www.gov.ns.ca/snsmr/land/>

Services Nouveau-Brunswick : <http://www.gov.nb.ca/snb/f/index.htm>

Site Web de GéoConnexions : <http://www.geoconnexions.org/ICDG.cfm>

Système national d'information forestière (SNIF) :

[http://www.pfc.forestry.ca/news/InfoForestry/climate\\_change/ifnfis\\_f.html](http://www.pfc.forestry.ca/news/InfoForestry/climate_change/ifnfis_f.html)

Web Map Service Client Component (CWC2) (logiciel de cartographie Web configurable) de l'ICDG : <http://geoservices.icdg.ca/cwc2/>

WIKIMÉDIA, (2006) : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Repr%C3%A9sentation>