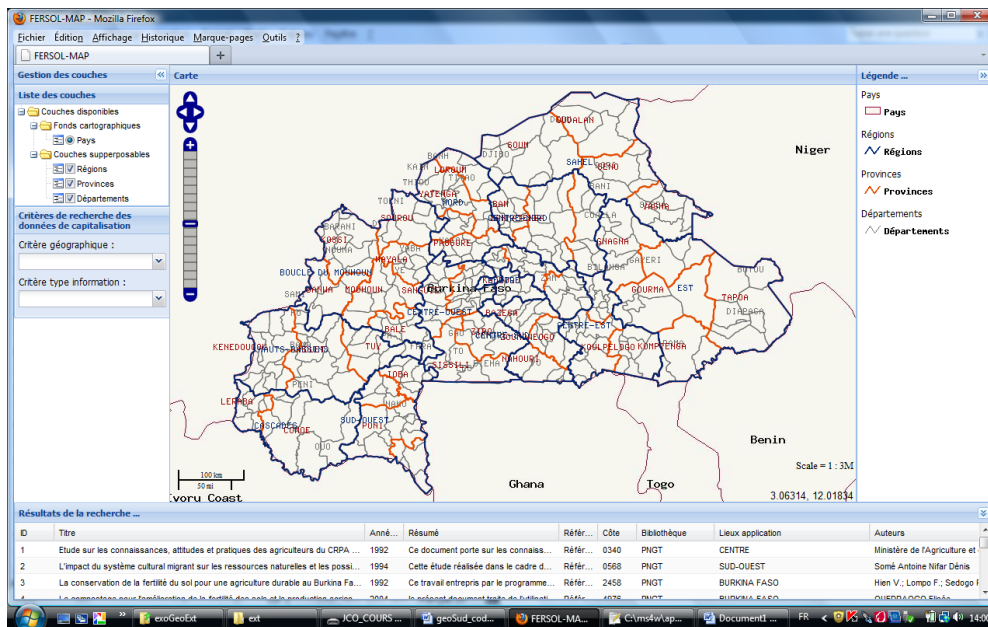




**Mise en place d'une interface webmapping
sur la
« Capitalisation des expériences de gestion durable de la
fertilité des sols au Burkina Faso »**



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du
**MASTER 2 EN INFORMATIQUE APPLIQUEE AUX SYSTEMES
D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE**

Par :
Jean Claude OUEDRAOGO

Sous l'encadrement professionnel de
Dr Sibiri Jean OUEDRAOGO
Expert en Gestion des Ressources Naturelles
Coordonnateur Technique du Projet FERSOL

Sous l'encadrement académique de
Dr Joseph MVOGO NGONO
Coordonnateur Scientifique du M2IASIG

Novembre 2011

Dédicace

A ma très chère épouse *Talata Sylviane*

et

A mes chers enfants *Rayanémanégré Marie Ange Clovis* et *Sidpakongdé Marianne*

Remerciements

Ce travail est le fruit des efforts fournis depuis l'inscription au Master 2 en Informatique Appliquée aux Systèmes d'Information Géographique (M2IASIG). Il n'aurait pu être réalisé sans la contribution efficace de plusieurs personnes, à qui j'aimerais adresser mes sincères remerciements, notamment :

- Au Professeur Alhousseïni BRETAUDEAU, Secrétaire Exécutif du CILSS, à Monsieur Blamsia BRAOUSSALA, Secrétaire Exécutif Adjoint du CILSS, à Monsieur El Hadj Dramane COULIBALY, Coordonnateur du Programme Régional d'Appui à la Sécurité Alimentaire, Lutte Contre la Désertification, Population et Développement et à Monsieur Alioune KONE, Gestionnaire des Ressources Humaines du CILSS, pour m'avoir offert l'opportunité de suivre la formation à ce master ;
- Au Dr Sibiri Jean OUEDRAOGO, Expert en Gestion des Ressources Naturelles pour avoir accepté de m'encadrer tout au long de ce stage et pour son assistance permanente et ses conseils avisés ;
- A toute l'équipe GRN du pour sa collaboration ;
- Au Docteur Joseph MVOGO NGONO, Coordonnateur scientifique du Master et à Monsieur Marcel MOUTOME, Coordonnateur administratif du Master pour leur dévouement et leur disponibilité dans l'accompagnement des étudiants ;
- A tous mes camarades de classes pour l'assistance mutuelle tout au long de l'année académique.

Résumé

Le thème de l'étude porte sur la conception et la mise en place d'un site webmapping pour la capitalisation des actions d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso. Cette capitalisation vise à résoudre un problème d'accès à l'information. Le site à mettre en place doit donc permettre la consultation en ligne des résultats du projet à travers une interface web cartographique. Le processus de réalisation de ce site passe par l'analyse des besoins, l'étude conceptuelle, l'étude technique et la réalisation.

L'analyse des besoins a permis d'identifier deux types d'acteurs que sont les « utilisateurs publics » et les « administrateurs de données ». Il a permis également de faire ressortir les fonctionnalités du système à savoir la navigation (déplacement, Zoom), la recherche d'information en fonction de critères géographiques et en fonction du type d'information, l'exportation des cartes sous des formats imprimables, la mise à jour des données de capitalisation et la gestion de l'affichage des couches de données géographiques.

L'étude conceptuelle s'est focalisée sur la modélisation des données. Elle a permis de construire le diagramme de classe à partir duquel est déduite la structure de la base de données géo-relationnelle.

L'étude technique s'est appesantie sur le choix des outils logiciels, le CILSS disposant déjà de matériels nécessaire et d'un réseau avec un débit acceptable pour prendre en charge le système à mettre en place. Les choix logiciels sont les suivants :

- Serveur cartographique : Mapserver comme serveur WMS ;
- Serveur web : Apache ;
- Serveur de base de données : PostgreSQL/PostGIS ;
- Client cartographique : OpenLayers ;
- Langages de script et frameworks de développement : JavaScript, php, ExtJS, GeoExt.

La réalisation a consisté à la création de la base de données, au chargement des données dans la base et le développement de l'interface web cartographique. A l'étape actuelle, cette interface offre des fonctions de navigation et d'interrogation de la carte.

Mots clé : Webmapping, Serveur Cartographique, WMS, Service Web, SIG, Capitalisation, FERSOL

Table des matières

| | |
|--|-----|
| Dédicace | ii |
| Remerciements | iii |
| Résumé | iv |
| Liste des figures | vi |
| Liste des tableaux | vi |
| Sigles et acronymes | vii |
| I- Introduction | 1 |
| II- Contexte | 2 |
| II.1- Présentation du CILSS | 2 |
| II.2- Présentation du stage | 5 |
| II.3- Planning de réalisation | 6 |
| III- Analyse et formalisation des besoins | 7 |
| III.1- Identification des acteurs | 7 |
| III.2- Identification des cas d'utilisation | 7 |
| III.3- Diagramme des cas d'utilisation | 7 |
| III.4- Scénarii des principaux cas d'utilisation | 9 |
| IV- Etude conceptuelle : modélisation des données | 11 |
| IV.1- Dictionnaire de données | 11 |
| IV.2- Diagramme de classe | 12 |
| V- Etude technique | 13 |
| V.1- Matériel et réseau informatique | 13 |
| V.2- Les logiciels | 13 |
| V.3- Architecture technique | 17 |
| VI- Réalisation | 18 |
| VI.1- Collecte des données | 18 |
| VI.2- Création de la structure de la base de données | 19 |
| VI.3- Intégration des données | 21 |
| VI.4- Développement de l'interface webmapping | 26 |
| VII- Perspectives et évolutions | 31 |
| VIII- Conclusion | 32 |
| IX- Webographie | 33 |
| X- Annexes | 34 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| FIGURE 1 : LOCALISATION DES PAYS MEMBRES DU CILSS | 2 |
| FIGURE 2 : STRUCTURES DU SYSTEME CILSS | 4 |
| FIGURE 3 : DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION | 8 |
| FIGURE 4 : DIAGRAMME DE CLASSE | 12 |
| FIGURE 5 : ARCHITECTURE TECHNIQUE DU SITE WEBMAPPING | 17 |
| FIGURE 6 : CARTE DES ZONES AGRO-ECOLOGIQUES DU BURKINA FASO | 18 |
| FIGURE 7 : FENETRE DE CREATION DE LA BASE DE DONNEES | 19 |
| FIGURE 8 : FENETRE DE SELECTION DE LA BASE DE DONNEES | 19 |
| FIGURE 9 : FENETRE D'EXECUTION DU SCRIPT SQL | 20 |
| FIGURE 10 : LISTE DES TABLES DE LA BASE DE DONNEES BDFERSOL | 20 |
| FIGURE 11 : CHARGEMENT DES DONNEES DE LA COUCHE DES REGIONS | 21 |
| FIGURE 12 : CHARGEMENT DES DONNEES DE LA COUCHE DES PROVINCES | 21 |
| FIGURE 13 : CHARGEMENT DES DONNEES DE LA COUCHE DES DEPARTEMENTS | 21 |
| FIGURE 14 : ADMINISTRATEUR DE SOURCES DE DONNEES ODBC | 22 |
| FIGURE 15 : FENETRE DE CHOIX DU PILOTE DE LA SOURCE DE DONNEES ODBC | 23 |
| FIGURE 16 : FENETRE DE PARAMETRAGE DE LA SOURCE DE DONNEES ODBC | 23 |
| FIGURE 17 : FENETRE DE SELECTION DES TABLES A LIER | 24 |
| FIGURE 18 : LISTE DES TABLES DANS MS ACCESS | 24 |
| FIGURE 19 : TABLE MS ACCESS ET TABLE LIEE AVANT COPIE DES DONNEES | 25 |
| FIGURE 20 : TABLE MS ACCESS ET TABLE LIEE APRES COPIE DES DONNEES | 25 |
| FIGURE 21 : TABLE AUTEUR (DANS POSTGRESQL) APRES CHARGEMENT DES DONNEES | 26 |
| FIGURE 22 : FENETRE PRINCIPALE DE L'INTERFACE WEBMAPPING | 28 |
| FIGURE 23 : FENETRE APRES UN ZOOM AVANT | 29 |
| FIGURE 24 : FENETRE AVEC LES COUCHES PROVINCES ET DEPARTEMENTS NON VISIBLES | 29 |
| FIGURE 25 : ZONE DE CRITERE RENSEIGNEE | 30 |
| FIGURE 26 : RESULTATS DE LA RECHERCHE DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES DANS LA REGION DU SAHEL ET ZOOM SUR LE DOCUMENT DONT L'ID EST EGAL A 12 | 30 |
| FIGURE 27 : FENETRE AVEC TOUTES LES ZONES FERMEES, SAUF CELLE DE LA CARTE | 31 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| TABLEAU 1 : PLANNING DE TRAVAIL | 6 |
| TABLEAU 2 : SCENARIO DU CAS D'UTILISATION « NAVIGUER DANS UNE CARTE » | 9 |
| TABLEAU 3 : SCENARIO DU CAS D'UTILISATION « RECHERCHER DES INFORMATIONS » | 9 |
| TABLEAU 4 : SCENARIO DU CAS D'UTILISATION « S'AUTHENTIFIER » | 10 |
| TABLEAU 5 : SCENARIO DU CAS D'UTILISATION « METTRE A JOUR LES DONNEES » | 10 |
| TABLEAU 6 : DICTIONNAIRE DE DONNEES | 11 |
| TABLEAU 7 : COMPARAISON ENTRE MAPSERVER ET GEOSERVER | 14 |
| TABLEAU 8 : COMPARAISON ENTRE WMS ET WFS | 15 |
| TABLEAU 9 : COMPARAISON ENTRE MYSQL ET POSTGRESQL | 16 |

Sigles et acronymes

| | |
|------------------------|---|
| AGL | Atelier de Génie logiciel |
| BNDT | Base Nationale de Données Topographiques |
| CRA | Centre Régional AGRHYMET |
| CILSS | Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel |
| EPSG | European Petroleum Survey Group |
| GDFS | Gestion Durable de la Fertilité des Sols |
| FERSOL | Initiative "Capitalisation des actions d'amélioration durable de la fertilité des sols pour l'aide à la décision au Burkina Faso" |
| INSAH | Institut du Sahel |
| M2IASIG | Master 2 en Informatique Appliquée aux Systèmes d'Information Géographique |
| OGC | Open Geospatial Consortium |
| OSGEO | OpenSource Geospatial |
| OIG | Organismes Intergouvernementaux |
| PRA/ME | Programme Régional d'Appui à la Maitrise de l'Eau |
| PRA/SA-LCD- Pop Dev | Programme Régional d'Appui à la Sécurité Alimentaire, Lutte Contre la Désertification, Population et Développement |
| PRA/Marchés | Programme Régional d'Appui à l'accès aux Marchés |
| SE/CILSS | Secrétariat Exécutif du CILSS |
| SAU | Surface Agricole Utile |
| SGBD | Système de gestion de base de données |
| SRS | Système de Référence Spatial |
| TIC | Technologie de l'Information et de la Communication |
| UML | Unified Modeling Language |
| UE | Union Européenne |
| UAM/AFC | Unité d'Appui au Management, Administration/Finances/Comptabilité |
| UAM/CID | Unité d'Appui au Management, Communication/Information/Documentation |
| UAM/GRH | Unité d'Appui au Management, Gestion des Ressources Humaines |
| UAM/SE-PVSG | Unité d'Appui au Management, Suivi-Evaluation/Planification/Veille Stratégique/Genre |
| VBA | Visual Basic for Application |
| WCS | Web Coverage Service |
| WFS | Web Feature Service |
| WMS | Web Map Service |
| WGS84 | World Geodetic System 1984 |

I- Introduction

Le Burkina Faso est un pays essentiellement agricole. En effet, l'agriculture occupe plus de 80% de la population active et fait vivre plus de 60 % de la population totale. Elle est orientée vers les cultures vivrières pour permettre d'atteindre l'autosuffisance alimentaire.

Mais avec l'augmentation rapide de la population, les terres sont de plus en plus occupées et les pratiques telles la jachère qui permettaient le renouvellement ou le maintien de la fertilité du sol disparaissent à grande vitesse. Les sols deviennent alors de plus en plus pauvres avec les effets de l'érosion, de l'agriculture extensive, de la faible utilisation de la matière organique et des changements climatiques.

Parallèlement, les différents acteurs du développement (producteurs, scientifiques, chercheurs, etc.), conscients de cette dégradation continue de la fertilité des sols, ont entrepris des actions afin de maintenir ou améliorer la production agricole. Mais les actions ont été menées de façon disparate et les résultats ne sont pas accessibles par l'ensemble des acteurs du développement. Ces résultats, qui contiennent souvent des enseignements pour la pratique et l'aide à la décision, sont éparpillés sur tout le territoire national dans des centres documentaire ou détenus par des individus sans être transcrits sur des supports.

Convaincu que le regroupement et l'analyse de ces informations constituent une base de connaissance à même de faciliter l'aide à la décision pour l'action et l'investissement, le CILSS a entrepris, avec l'appui financier de l'Union Européenne, de capitaliser les actions d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso. Et avec l'avènement des technologies de l'information et de la communication (TIC), qui offre des outils adéquats à la gestion efficiente des données, il a été convenu de développer une interface cartographique pour le partage et la diffusion des données de capitalisation. C'est pourquoi notre thème de stage s'intitule « ***conception et mise à la disposition des parties prenantes d'une interface SIG/webmapping valorisant les résultats des études menées, servant de base de dialogue transparent pour la programmation et l'action*** ».

Pour conduire notre étude, nous aborderons les points suivants :

- le contexte qui montre l'environnement dans lequel le stage s'est déroulé ainsi que la présentation des objectifs et du planning de travail ;
- l'analyse des besoins faisant ressortir les fonctionnalités attendues du système à mettre en place ;
- l'étude conceptuel qui permet d'aboutir à la structure de la base de données géo-relationnelle ;
- l'étude technique qui permet d'identifier les besoins matériels et logiciels pour la mise en oeuvre du système ;
- la réalisation qui retrace, de manière concrète, le processus de mise en oeuvre du système ;
- et enfin les perspectives et conclusion.

II- Contexte

II.1- Présentation du CILSS

Le Comité Permanent Inter États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) a été créé en 1973 comme une réponse aux grandes sécheresses qui ont frappé le Sahel dans les années 70.

II.1.1- Mandat

Le CILSS a pour mandat de « *s'investir dans la recherche de la sécurité alimentaire et dans la lutte contre les effets de la sécheresse et de la désertification, pour un nouvel équilibre écologique au Sahel* ». Les interventions de l'Institution ciblent les neuf (9) pays de la bande sahélienne à savoir le Burkina Faso, le Cap Vert, la Gambie, la Guinée Bissau, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad. La figure ci-après donne la localisation des pays membres du CILSS

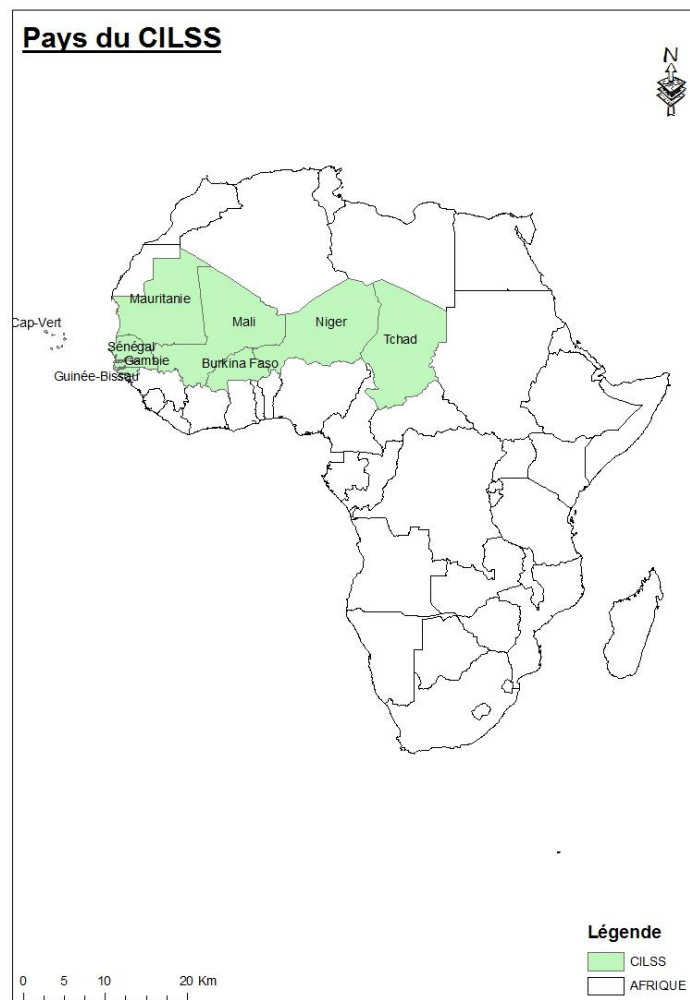


FIGURE 1 : LOCALISATION DES PAYS MEMBRES DU CILSS

Au-delà du Sahel, la zone d'intervention du CILSS s'étend de plus en plus à l'ensemble de la région Ouest Africaine, notamment à travers la dynamique de coopération engagée avec la CEDEAO et d'autres OIG d'intégration sous régionale.

II.1.2- Les organes

Les organes statutaires

Les organes statutaires du CILSS sont constitués :

- du **Sommet des Chefs d'Etats** : c'est l'instance suprême de l'institution. A ce titre, elle fixe les orientations générales et définit la politique de coopération .Elle se réunit tous les deux ans ;
- du **Conseil des Ministres** : il est chargé de promouvoir toutes les actions tendant à la réalisation des orientations de la politique générale définie par la Conférence des Chefs d'Etat. Il se réunit deux (02) fois par an ;
- du **Comité Régional de Programmation et de Suivi (CRPS)** : Il assure d'une part un rôle consultatif pour le Conseil des Ministres et la Conférence des Chefs d'Etat et d'autre part, un rôle de programmation et de suivi des activités. Il regroupe les représentants des pays membres, le Secrétaire Exécutif, les principaux responsables ainsi qu'un représentant des partenaires. Il se réunit en session ordinaire deux (02) fois par an.
- et du **Conseil de Direction** : c'est l'instance régulière de concertation et de coordination entre les dirigeants. Il se réunit quatre (04) fois par an en session ordinaire.

Les structures d'exécution

Le CILSS a trois structures d'exécution que sont :

- le Secrétariat Exécutif qui abrite le siège de l'institution et basé à Ouagadougou au Burkina Faso,
- le Centre Régional Agrhymet basé à Niamey au Niger et
- l'Institut du Sahel basé à Bamako au Mali.

Le Secrétariat Exécutif

Le Secrétariat Exécutif, dirigé par un Secrétaire Exécutif, est chargé du pilotage et de la coordination du système CILSS. Il est composé :

- de trois programmes régionaux :
 - o Le Programme Régional d'Appui Sécurité Alimentaire/Lutte Contre la Désertification/Population-Développement (PRA/SA-LCD-Pop Dev) ;
 - o Le Programme Régional d'Appui à la Maîtrise de l'Eau (PRA/ME) ;
 - o Le Programme Régional d'Appui à l'Accès aux Marchés (PRA/Marchés).
- de quatre unités d'appui au management :
 - o L'Unité d'Appui au Management Suivi-Evaluation/Planification/Veille Stratégique/Genre (UAM /SE-PVSG) ;
 - o L'Unité d'Appui au Management Administration/Finances/Comptabilité (UAM-AFC) ;

- L'Unité d'Appui au Management Gestion des Ressources Humaines (UAM-GRH);
- L'Unité d'Appui au Management Communication/Information/Documentation (UAM-CID).

Ces Programmes et Unités d'Appui assurent des relations de transversalité sur l'ensemble des trois sites.

Le Centre Régional Agrhymet

Le Centre Régional AGRHYMET (CRA) est chargé de :

- collecter, traiter et diffuser l'information sur la sécurité alimentaire, la gestion des ressources naturelles, la maîtrise de l'eau et la lutte contre la désertification ;
- développer des outils d'aide à la décision pour les besoins de développement des populations sahéniennes ;
- renforcer les capacités techniques à travers les formations de techniciens et cadres supérieurs en agro-météorologie, hydrologie et protection des végétaux ainsi que des formations continues en gestion des ressources naturelles.

L'Institut du Sahel

L'Institut du Sahel (INSAH) coordonne et assure la promotion de la recherche scientifique et technique régionale en matière de gestion des ressources naturelles, de sécurité alimentaire et de démographie.

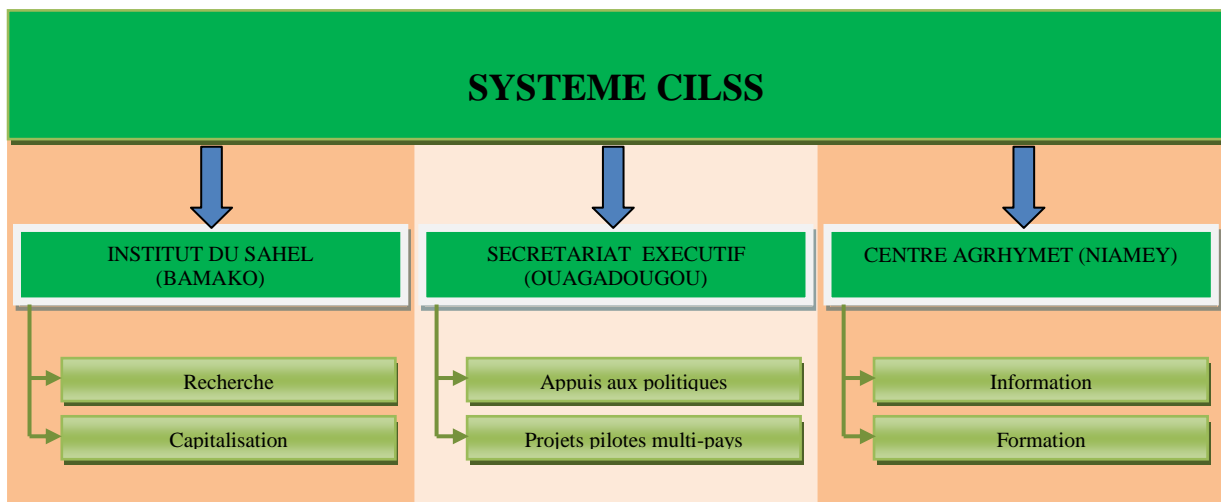


FIGURE 2 : STRUCTURES DU SYSTEME CILSS

II.2- Présentation du stage

II.2.1- Problématique

Aujourd'hui, malgré de nombreux et grands investissements dans la gestion durable de la fertilité, le sol reste toujours un obstacle majeur à la productivité et à la production agricole. Ce constat a amené le CILSS à s'investir pour trouver les causes de ce problème et les solutions idoines.

Ces investigations ont fait ressortir l'accès à l'information comme une des contraintes à lever pour permettre aux différents acteurs d'être informés sur les expériences menées en matière de gestion durable de la fertilité des sols afin de :

- identifier les bonnes pratiques après analyse des erreurs commises et des leçons apprises ;
- concevoir les actions à venir sur la base de ces acquis.

C'est dans cette dynamique que le CILSS a conçu et met en œuvre l'Initiative "Capitalisation des actions d'amélioration durable de la fertilité des sols pour l'aide à la décision au Burkina Faso" (FERSOL), avec l'appui financier de l'Union européenne, afin de concevoir des outils d'aide à la décision simples pour l'action et l'investissement.

De manière spécifique, il s'agit, à travers ce projet :

- d'évaluer les effets concrets des investissements d'amélioration durable de la fertilité des sols menées au Burkina Faso de 1980 à nos jours ;
- d'identifier les thématiques de recherche innovantes en terme d'aménagement sur la fertilité des sols répondant à des besoins précis par une revue nationale globale ;
- de relancer les actions de gestion durable de la fertilité des sols en facilitant les approches programmatiques.

Une des activités principales de ce projet est la diffusion et le partage de ses résultats. Plusieurs canaux sont prévues parmi lesquels un site webmapping pour permettre la consultation des informations à travers Internet.

II.2.2- Objectif

L'objectif global du stage est la réalisation de l'activité du projet FERSOL portant sur la *« conception et la mise à la disposition des parties prenantes d'une interface SIG/webmapping valorisant les résultats des études menées, servant de base de dialogue transparent pour la programmation et l'action »*.

Il s'agit de valoriser les résultats du projet à travers un support cartographique interrogeable de façon simple. Ce support devrait permettre aux bénéficiaires du projet d'accéder à l'information sur les actions d'amélioration durable de la fertilité au Burkina Faso au clic sur la carte.

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- conception et réalisation d'une base de données sur les expériences de gestion durables de la fertilité des sols au Burkina Faso. Cette base de données devra stocker

les données sur les connaissances scientifiques, les savoirs et savoir faire locaux des producteurs et les acquis des projets de développement ;

- développement d'une interface webmapping pour la consultation et la recherche d'informations.

II.2.3- Méthodologie de travail

La mise en place de l'interface webmapping passera par les étapes suivantes :

- **l'analyse** : elle permettra d'identifier les principales fonctionnalités du site webmapping à partir des besoins exprimés par les utilisateurs ;
- **la conception** : cette étape va se dérouler en deux phases. La première est celle de l'étude conceptuelle qui sera axée sur la modélisation des données et la deuxième est l'étude technique qui permettra de définir l'architecture du système à mettre en place et de dégager les outils logiciels nécessaires pour la mise en place du webmapping.
- **la réalisation** : il s'agira de mettre en place la plateforme technique proposée, de créer la base de données, d'intégrer les données dans la base de données et de développer l'interface web en fonction des spécifications définies à l'étape de conception ;
- **la mise en ligne** (déploiement) : c'est la copie des fichiers du site webmapping sur le serveur accessible à travers Internet.

Le langage "Unified Modeling Language" (UML) sera utilisé pour la modélisation. C'est un langage de modélisation objet né de la fusion de plusieurs autres langages existant auparavant, notamment OMT, Booch et OOSE. Il permet entre autres :

- d'obtenir une modélisation de haut niveau indépendante des langages des environnements de développement ;
- de faire collaborer les différents acteurs dans le processus de mise en place du système.

Comme Atelier de Génie Logiciel (AGL), nous utiliserons ArgoUML qui est un logiciel de création de diagramme UML sous licence libre et programmé en Java. Il permet la création des diagrammes UML, leur exportation dans des formats images (PNG, GIF, ...), la génération de classes Java, C++ et PHP.

II.3- Planning de réalisation

| | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre |
|--------------------------------------|-------|-----|------|---------|------|-----------|
| Analyse et formalisation des besoins | | | | | | |
| Etude conceptuelle | | | | | | |
| Etude technique | | | | | | |
| Réalisation | | | | | | |
| Rédaction du rapport | | | | | | |

Tableau 1 : planning de travail

III- Analyse et formalisation des besoins

III.1- Identification des acteurs

Pour mieux cerner les fonctionnalités du système à mettre en place, il faut d'abord identifier les différents utilisateurs et leurs interactions avec le système.

Les principaux utilisateurs sont les bénéficiaires finaux des résultats du projet FERSOL. En plus de ces utilisateurs, il faut des gestionnaires de contenu chargé de mettre à jour les données.

Le premier groupe d'utilisateurs à comme besoins la consultation des données. Ce sont les utilisateurs du domaine public.

Le deuxième groupe, en plus des besoins de consultation, doit pouvoir ajouter, supprimer ou modifier des données. Nous les appelons des administrateurs de données.

En plus de ces deux types d'utilisateurs, il est nécessaire d'avoir un responsable chargé de la configuration de la plateforme technique et de l'administration de la base de données. C'est l'administrateur système.

III.2- Identification des cas d'utilisation

Pour les utilisateurs du domaine public, il s'agit des fonctions standards sur les données géographiques, à savoir :

- la **navigation** : affichage, déplacement, zoom de la carte ;
- la **recherche** : recherche d'information (liste de documents, liste des projets, liste des savoirs et savoir-faire locaux des producteurs, etc.) en fonction d'un critère géographique (région, province, département) ;
- l'**exportation** : formatage des carte sous format imprimable (PDF notamment).

Les administrateurs de données, en plus des fonctions standards qu'ils auront en tant qu'utilisateurs du domaine public, pourront également mener les actions suivantes :

- l'**édition** : la mise à jour des données (ajout, suppression, modification, etc.) ;
- l'**authentification** : en effet, l'utilisation des fonctions d'édition doit être limitée pour éviter les incohérences de données.

L'administrateur système doit assurer la gestion des utilisateurs. C'est lui qui crée les autres utilisateurs et leur octroie des droits.

III.3- Diagramme des cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation se compose d'acteurs et des cas d'utilisation. Les traits entre les cas d'utilisation et les acteurs représentent les interactions.

Il montre les relations qui existent entre les acteurs et les fonctionnalités du système. Il est utilisé tout au long du processus de développement pour formaliser les comportements et la

synchronisation des actions. Il définit les exigences fonctionnelles auxquelles devra répondre le système.

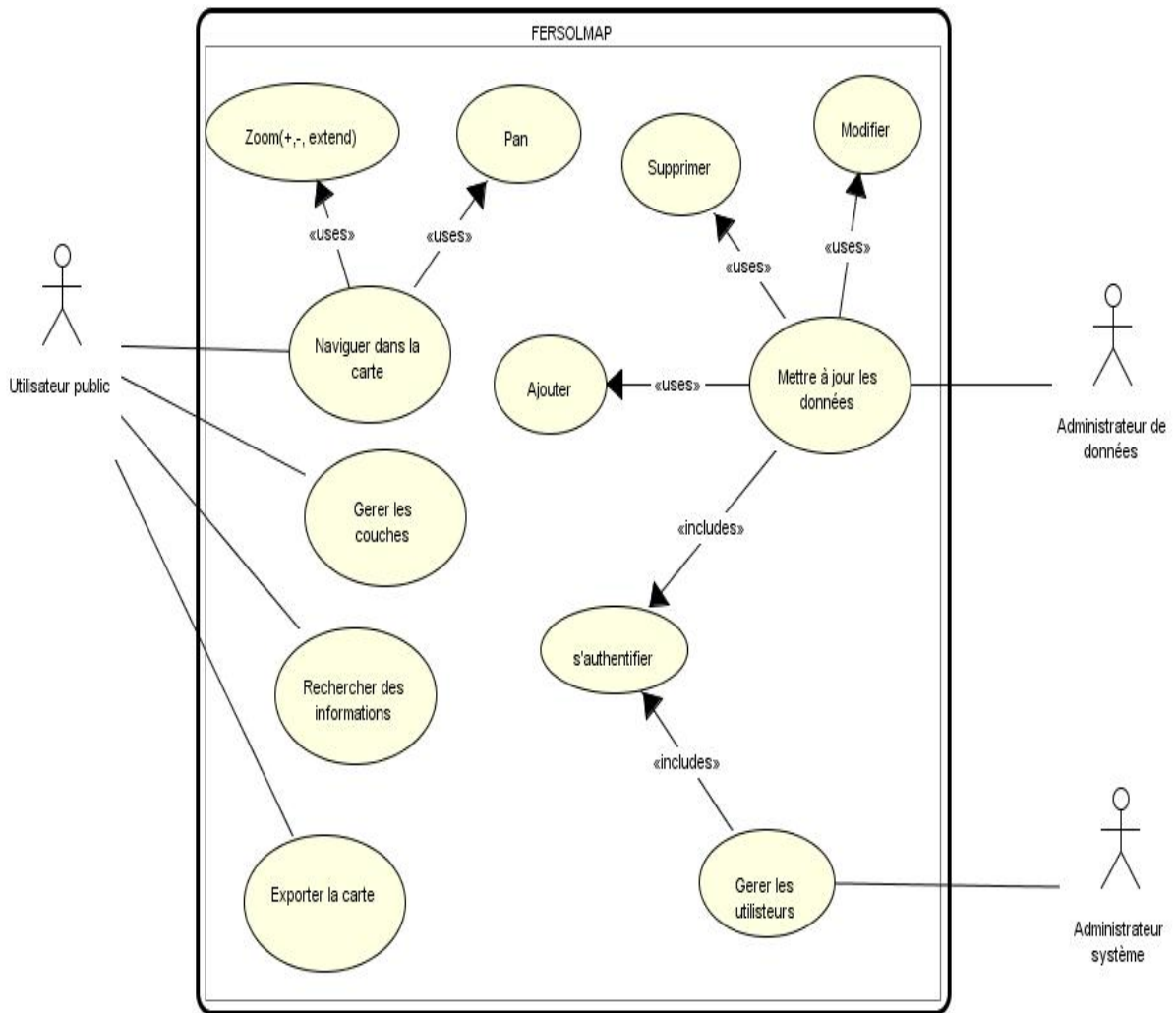


FIGURE 3 : DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION

III.4- Scénarii des principaux cas d'utilisation

III.4.1- Naviguer dans la carte


| | |
|------------------------|---|
| Nom du cas | Naviguer dans la carte |
| Acteurs | Tous les Utilisateurs |
| Scénario | Succès |
| Pré conditions | Accès à Internet |
| Actions | <p>L'utilisateur tape le lien du site dans un navigateur internet. Le système affiche le site avec les outils de navigation.</p>  <p>Déplacement : l'utilisateur clique sur une des flèches (hauts, bas, gauche, droite) et le système déplace la carte dans le sens de la flèche.</p> <p>Zoom+ : l'utilisateur clique sur le bouton plus (+) et le système fait zoom avant sur la carte à partir du point central de la partie de carte affichée.</p> <p>Zoom- : l'utilisateur clique sur le bouton moins (-) et le système fait zoom arrière sur la carte à partir du point central de la partie de carte affichée.</p> |
| Post conditions | Après le déplacement ou le zoom la localisation de la carte change |
| Variantes | |

Tableau 2 : Scénario du cas d'utilisation « Naviguer dans une carte »

III.4.2- Rechercher des informations

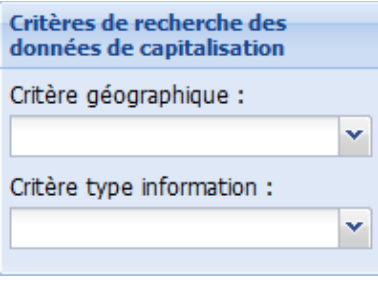
| | |
|------------------------|--|
| Nom du cas | Rechercher des informations |
| Acteurs | Tous les Utilisateurs |
| Scénario | Succès |
| Pré conditions | Accès à Internet |
| Actions | <p>L'utilisateur tape le lien du site dans un navigateur internet. Le système affiche le site avec le formulaire de recherche d'information.</p>  <p>Les critères géographiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par région ; - par province ; - par commune. <p>Les critères type d'information :</p> <ul style="list-style-type: none"> - connaissances scientifiques - savoirs et savoir faire locaux des producteurs - acquis des projets <p>L'utilisateur choisit les critères de recherche d'informations et clique sur une zone de la carte. Le système affiche le résultat de la recherche sous forme de tableau en bas de la carte. L'utilisateur clique sur une ligne pour voir les détails d'une donnée (une référence documentaire par exemple). Le système lui ouvre une fenêtre affichant les détails de la donnée.</p> |
| Post conditions | Le résultat est affiché en bas de carte sous forme de tableau. Le détail sur une donnée est affiché dans une fenêtre. Si le résultat est vide, alors la zone d'affichage des résultats reste vide |
| Variantes | Le paramètre géographique n'est pas affiché. Le système envoie un message à l'utilisateur lui demandant de l'afficher avant de cliquer de nouveau sur la carte. |

Tableau 3 : Scénario du cas d'utilisation « Rechercher des informations »

III.4.3- S'authentifier

| | |
|------------------------|---|
| Nom du cas | S'authentifier |
| Acteurs | Administrateurs de données |
| Scénario | Succès |
| Pré conditions | Accès à Internet Le formulaire d'authentification est affiché |
| Actions | L'utilisateur saisie son nom d'utilisateur et son mot de passe et clique sur le bouton « Valider ». Le système lui envoie un message pour confirmer qu'il est authentifié. |
| Post conditions | L'utilisateur est authentifié et peut mettre à jour les données de la base de données : ajout, modification, suppression. |
| Variantes | L'utilisateur saisie mal ses paramètres de connexion. Le système lui envoie un message d'erreur. |

Tableau 4 : Scénario du cas d'utilisation « S'authentifier»

III.4.4- Mettre à jour les données

| | |
|------------------------|---|
| Nom du cas | Mettre à jour les données |
| Acteurs | Administrateurs de données |
| Scénario | Succès |
| Pré conditions | Accès à Internet |
| Actions | L'utilisateur tape le lien du site dans un navigateur internet. Le système affiche le site avec le bouton « Mettre à jour les données ». L'utilisateur clique sur le bouton « Mettre à jour les données ». Le système affiche le formulaire d'authentification. L'utilisateur s'authentifie. L'utilisateur choisit ensuite la donnée à mettre à jour. Le système ouvre la fenêtre de mise à jour des données. L'utilisateur met à jour les données et valide. Le système lui envoie un message pour confirmer que les données sont modifiées. |
| Post conditions | La base de données reste cohérente. |
| Variantes | <ul style="list-style-type: none"> - Après vérification, le système refuse la modification pour données mal saisies, risque de doublon. - L'utilisateur n'a pas pu s'authentifier et ne peut donc pas mettre à jour les données |

Tableau 5 : Scénario du cas d'utilisation « Mettre à jour les données»

IV- Etude conceptuelle : modélisation des données

IV.1- Dictionnaire de données

Le dictionnaire de données définit l'ensemble des données élémentaires ayant un intérêt pour le domaine d'étude considéré (ici, il s'agit de la capitalisation des expériences en matière de gestion durable de la fertilité des sols au Burkina).

| Nom | Libellé | Type |
|----------------------------|---|-----------|
| titreDocument | Titre du document | AN |
| resumeDocument | Résumé du document | AN |
| anneePublication | Année de publication (ou production) du document | Entier |
| echelleApplication | Echelle d'application des résultats de l'étude | AN |
| motCle | Mot clé du document | AN |
| nomAuteur | Nom de l'auteur du document | AN |
| prenomAuteur | Prénom de l'auteur du document | AN |
| libelleCategorie | Catégorie du document en fonction de son contenu | AN |
| nomBibliotheque | Nom de la bibliothèque où se trouve le document | AN |
| coteDocument | Côte du document dans la bibliothèque où il se trouve | AN |
| intituleTheme | Thème abordé par le document | AN |
| nomUniteTerritoriale | Unité territoriale dans laquelle l'étude à été menée | AN |
| typeUniteTerritoriale | Type de l'unité territoriale où l'étude à été menée | AN |
| geometrieUniteTerritoriale | Géométrie de l'unité territoriale où l'étude à été menée | Géométrie |
| nomProducteur | Nom du producteur innovateur | AN |
| prenomProducteur | Prénom du producteur innovateur | AN |
| photoProducteur | Photo du producteur innovateur | IMG |
| titreExperience | Titre de l'expérience partagée par le producteur innovateur | AN |
| descriptionExperience | Description de l'expérience partagée par le producteur innovateur | AN |
| titreIllustration | Titre de l'illustration pour l'expérience | AN |
| photoIllustration | Photo de l'illustration pour l'expérience | IMG |
| sigleProjet | Sigle du projet | AN |
| nomProjet | Nom du projet | AN |
| objectifGlobal | Objectif global du projet | AN |
| libelleObjectifSpecifique | Objectif spécifique du projet | AN |
| debutProjet | Date de début du projet | DATE |
| finProjet | Date de fin du projet | DATE |
| approche | Approche adoptée pour la réalisation du projet | AN |
| bpProjet | Adresse postale du projet | AN |
| telProjet | Téléphone du projet | AN |
| emailProjet | Adresse mail du projet | AN |
| observations | Observations générales sur le projet | AN |
| nomCourtBailleur | Nom court (Sigle) du bailleur | AN |
| nomLongBailleur | Nom long du bailleur | AN |
| natureFinancement | Nature du financement (Prêt, subvention, ...) | AN |
| montantFinancement | Montant du financement | REEL |
| libelleActivite | Activité du projet | AN |
| libelleResultatAttendu | Résultat attendu du projet | AN |
| nomResponsable | Nom du responsable du projet | AN |
| prenomResponsable | Prénom du responsable du projet | AN |
| telResponsable | Téléphone du responsable du projet | AN |
| emailResponsable | Adresse mail du responsable du projet | AN |
| libelleResponsabilite | Responsabilité dans le projet | AN |

Tableau 6 : Dictionnaire de données

AN : Alphanumérique ; IMG : format Image

IV.2- Diagramme de classe

Le diagramme de classe représente l'architecture conceptuelle du système. Il décrit les classes que le système utilise, ainsi que leurs liens. Une classe représente un ensemble d'objets ayant les mêmes caractéristiques (attributs, méthodes, relations).

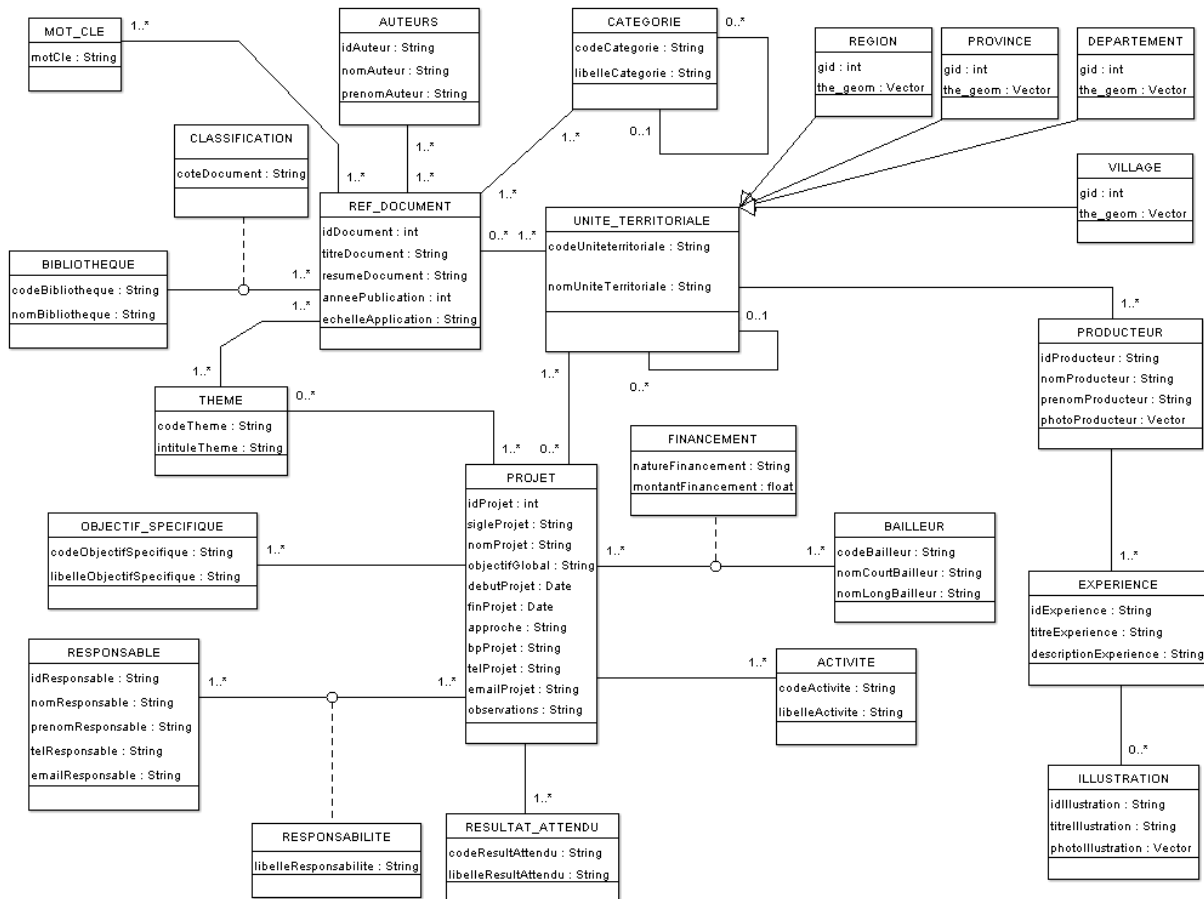


FIGURE 4 : DIAGRAMME DE CLASSE

V-Etude technique

V.1- Matériel et réseau informatique

Le CILSS dispose d'un système informatique capable de gérer les services réseaux de base : webmail, hébergement et mise en ligne des sites web, adressage IP, etc.

Le serveur web du CILSS est configuré sur le système d'exploitation Linux Debian Lenny et a les caractéristiques suivantes : 400 Go d'espace disque (4 disques durs de 160 Go montés en RAID 5), 4 Go de mémoire RAM avec une fréquence de 2.66 Ghz de processeur. Au regard de ces possibilités, la plateforme technique proposée pourra y être déployé pour permettre l'hébergement et la mise en ligne de l'interface cartographique.

Par ailleurs, le CILSS dispose d'une ligne spécialisée pour sa connexion Internet avec un débit de 2 Go. La vitesse de la connexion est acceptable et pourra prendre en charge les données de la base de données FERSOL.

V.2- Les logiciels

Pour la réalisation de l'interface webmapping, nous avons choisi les solutions OpenSource. Ils permettent une indépendance non seulement vis-à-vis des logiciels car utilisant des formats et des protocoles ouverts mais aussi des fournisseurs par la disponibilité du code source. La disponibilité du code source permet à des milliers de développeurs de le vérifier en permanence, améliorant ainsi la fiabilité et la sécurité de ces logiciels.

V.2.1- Serveur cartographique

Parmi les logiciels OpenSource Mapserver et GeoServer sont les plus utilisés comme serveurs cartographiques.

➤ Mapserver

Mapserver est un logiciel de publication de carte sur Internet. Il peut être utilisé pour réaliser des applications Web, mais également pour publier des services Web conformes aux recommandations de l'Open Geospatial Consortium (OGC) : WMS, WFS, WCS.

C'est un projet solide, construit depuis plusieurs années, qui bénéficie d'une très bonne réputation. Il est soutenu par l'OSGEO et largement éprouvé par une grande communauté d'utilisateurs.

➤ GeoServer

GeoServer est un moteur cartographique développé en JAVA et basé sur la librairie GeoTools. Il implémente les spécifications de l'OGC et permet de mettre rapidement en place des Services Web proposant des données vectorielles et/ou rasters.

GeoTools est une bibliothèque de fonctions JAVA permettant d'assurer l'interopérabilité des applications SIG, de faire des opérations sur les géométries et de réaliser des connexions aux bases de données et des lectures de fichiers.

➤ **Choix**

| | Points forts | Points faibles |
|------------------|--|--|
| MapServer | <ul style="list-style-type: none"> - performance et stabilité - adaptabilité et flexibilité - interopérabilité - nombreuses fonctionnalités - évolutif - peut être configuré comme serveur WMS | <ul style="list-style-type: none"> - forte nécessité de développement - installation difficile |
| GeoServer | <ul style="list-style-type: none"> - utilisation des bibliothèques préconçues : GeoTools, GeoAPI, ... - respect des normes OGC - facilité d'utilisation à travers une interface graphique | <ul style="list-style-type: none"> - lenteur par rapport à MapServer - documentation peu abondante |

Tableau 7 : Comparaison entre MapServer et GeoServer

Les deux serveurs cartographiques s'équivalent par les possibilités qu'ils offrent dans la publication des données spatiales sur Internet. Mais MapServer est aujourd'hui le plus utilisé et dispose d'une documentation abondante permettant facilement sa prise en main. En plus, il est plus rapide dans les traitements que GeoServer. C'est pourquoi notre choix s'est porté sur MapServer comme serveur cartographique.

➤ **Services web**

La mise en ligne et l'accès aux données géographiques sur Internet doit respecter des formats et des protocoles définis par l'OGC (Open Geospatial Consortium). Leurs standardisation a permis de développer des normes et des spécifications de services, qui permettent de visualiser, explorer, télécharger et échanger des données géographiques sur le Web.

Pour notre cas, nous avons besoin de services permettant la visualisation et l'interrogation des données géographiques. Le Web Map Service (WMS) et le Web Feature Service (WFS) permettent de répondre à ce double objectif. Pour faire le choix entre les deux, nous allons voir les possibilités et les limites de chacun.

L'analyse de chacune de ces options fait ressortir les forces et faiblesses suivantes :

| | Possibilités | Limites |
|------------|--|---|
| WMS | <ul style="list-style-type: none"> - Renvoie une carte au format image, donc non manipulable - Propose un ensemble de couches cartographiques superposables - Les couches cartographiques sont interrogeables | <ul style="list-style-type: none"> - La carte obtenue étant sous forme image n'est pas manipulable - Composition cartographique figée |

| | | |
|------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Adapté aux gros volumes de données à afficher - Chargement de données rapide (surtout avec TileCache) | |
| WFS | <ul style="list-style-type: none"> - Renvoie un fichier d'objets géographiques au format GML - La manipulation des objets est possible - Les objets sont interrogeables | <ul style="list-style-type: none"> - Le chargement des données peut être lent pour de gros volume de données - Adapté à de petits volumes de données (moins de 100 objets) - il est nécessaire d'appliquer une symbolisation lors de l'ouverture d'une couche WFS - non adapté pour l'affichage à de petites échelles |

Tableau 8 : Comparaison entre WMS et WFS

Au vue des possibilités et des limites de chaque service, nous avons porté notre choix sur le Web Map Service (WMS) qui offre un chargement plus rapide des couches cartographiques.

V.2.2- Serveur Web

Nous avons choisi Apache HTTP Server, comme serveur web. Il est le serveur web le plus utilisé dans le monde avec plus de 60% des serveurs fonctionnels. Il est produit par l'Apache Software Foundation.

V.2.3- Client cartographique

Nous avons choisi OpenLayers comme client cartographique. C'est un logiciel libre constitué d'une bibliothèque de fonctions JavaScript basé sur la technologie AJAX et permettant la mise en place d'applications cartographiques fluides. Il permet d'afficher des fonds cartographiques tuilés ainsi que des marqueurs provenant d'une grande variété de sources de données. Il est soutenu par l'OSGEO et capable d'inter opérer avec de nombreux standards OGC et formats de données normalisés.

Il faut noter par ailleurs que la plupart des nouveaux outils de webmapping intègrent OpenLayers comme client cartographique : GeoServer, MapFish, etc.

V.2.4- Langages de scripts

Des langages de scripts sont utilisés pour personnaliser les fonctionnalités de notre interface webmapping. Côté serveur, PHP est utilisé pour l'extraction des données de la base FERSOL. Côté client, ExtJS et GeoExt sont utilisés pour la programmation de l'interface web avec la technologie AJAX.

ExtJS est une bibliothèque JavaScript qui intègre de nombreux composants de qualité tels que des formulaires avancés, des tableaux riches et dynamiques, des menus et barres d'outils, des panels et boîtes de dialogues avancées, la gestion d'onglets ou encore la création de graphiques. ExtJS propose de belles interfaces, riches et ergonomiques (on parle souvent

d'interfaces user-friendly). Il faut noter qu'au départ il était une extension à la bibliothèque Javascript YUI de Yahoo. ExtJS peut maintenant être utilisée seule ou avec les bibliothèques comme Prototype ou JQuery.

GeoExt est une librairie javascript permettant de créer facilement des interfaces cartographiques riches. Il est le lien entre OpenLayers et ExtJS. Il a complètement repensé les modèles de classes initiaux de deux librairies mères pour proposer au final de nouveaux objets complètement personnalisés.

V.2.5- Système de gestion de base de données

Dans le monde du logiciel libre, nous avons PostgreSQL et MySQL qui sont les Systèmes de Gestion de Base de Données (SGBD) les plus utilisés. Chacun possède sa cartouche spatial permettant de gérer les données spatiales.

Mais il faut souligner que PostgreSQL est plus complet que MySQL tant du point de vue du respect des normes OGC sur les prédicats (Crosses, Touches, Within, Disjoint) que de la gestion des métadonnées. En effet MySQL supporte les prédicats définis par la norme OGC avec les restrictions importantes que ces fonctions n'agissent que sur les rectangles englobant des objets (bbox) et non sur les objets eux-mêmes, tandis que PostGIS supporte tous les prédicats définis par la norme en respectant le nommage. En plus MySQL ne support pas les fonctions de création d'objets spatiaux ou d'opérateurs spatiaux et ne permet pas la gestion du Système de Référence Spatial (SRS).

| | Point forts | Points faibles |
|------------|--|--|
| MySQL | <ul style="list-style-type: none"> - Rapide dans le traitement des requêtes - multi plateforme : Linux, windows | <ul style="list-style-type: none"> - non respect de la norme SQL (2008) - non gestion de l'intégrité référentielle - inadapté pour les grosses bases de données - respect partiel de la norme OGC (impossible d'utiliser par exemple les fonctions buffer, union, différence, within, intersects, etc) - système d'indexation non adapté (R-Tree : Regional Tree) |
| PostgreSQL | <ul style="list-style-type: none"> - respect de la norme SQL (2008) à plus de 90% - multi plateforme : Linux, windows - gère les grosses bases de données (plus de 12 teras) - respect de la norme OGC - meilleur système d'indexation que MySQL (GiST : Generalized Search Tree) | <ul style="list-style-type: none"> - plus lent que MySQL dans le traitement des requêtes |

Tableau 9 : Comparaison entre MySQL et PostgreSQL

Pour la mise en place de la base de données, nous optons donc pour PostgreSQL/PostGIS.

V.3- Architecture technique

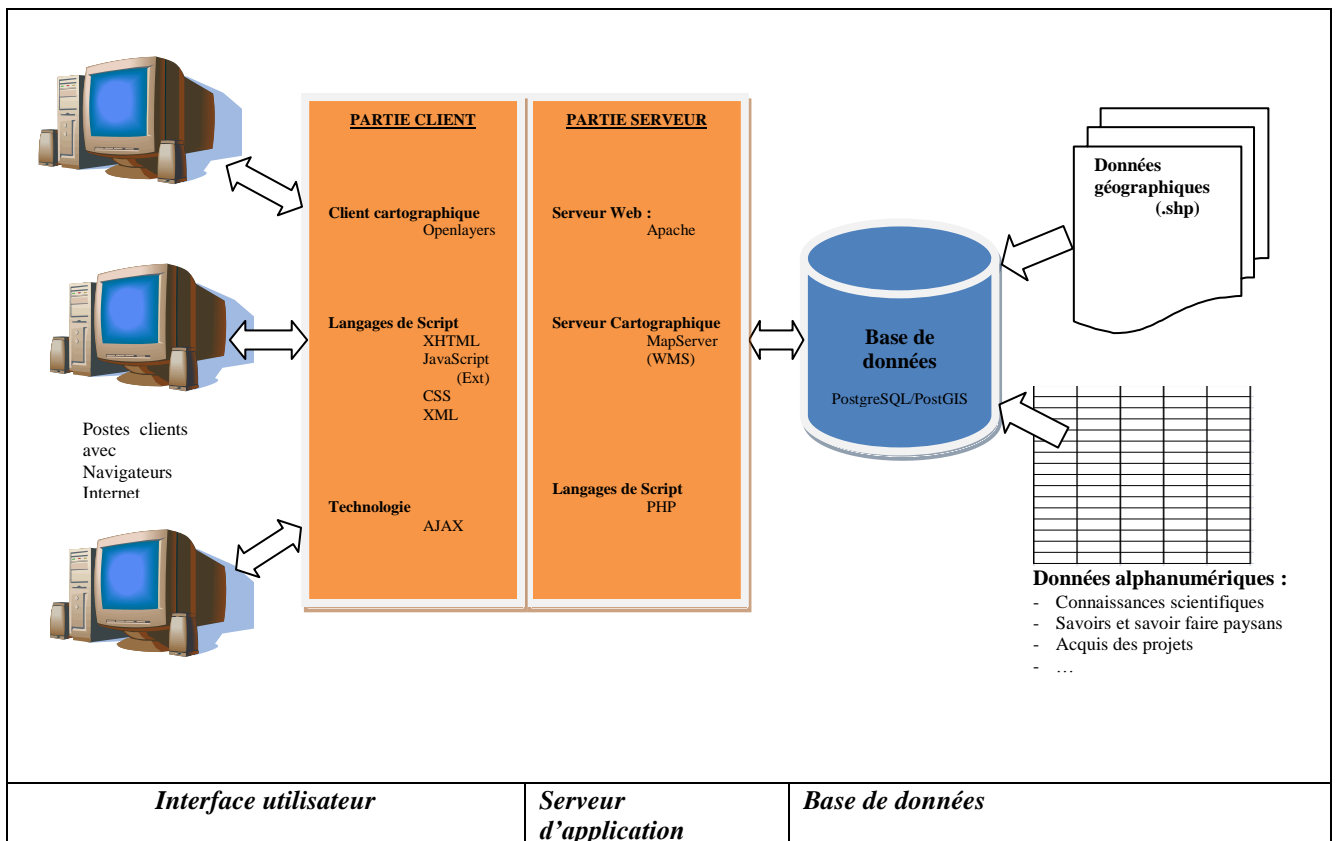


FIGURE 5 : ARCHITECTURE TECHNIQUE DU SITE WEBMAPPING

Principe général de fonctionnement

- L'utilisateur tape l'URL du site dans un navigateur web : <http://fersolmap.cilss.bf> ;
- Le navigateur le transforme en une requête http et l'envoie au serveur web ;
- Le serveur web analyse la requête et envoie les parties SIG au serveur cartographique. Le serveur cartographique recherche les données nécessaires pour répondre à la requête en utilisant le Mapfile. Cela peut nécessiter l'accès à des données locales ou distantes. Ces données sont stockées dans des bases de données (PostgreSQL/PostGIS), et sur un serveur WMS. A partir de ces données, le serveur cartographique génère une image correspondant à la requête ;
- Le serveur web rassemble les éléments (fichiers HTML, images, scripts, feuille de style, etc.) de la page web y compris l'image générée par le serveur cartographique et les envoie au navigateur de l'utilisateur ;
- Le navigateur reçoit et met en forme les différents éléments et affiche la page web.

Principe de la recherche des données de capitalisation

- L'utilisateur choisit les critères de recherche puis clique sur une zone de la carte. Une requête paramétrée (critère de recherche) est envoyée au serveur web ;
- Le serveur web analyse la requête et envoie la partie PHP (script et paramètres de recherche) à l'interpréteur de scripts PHP ;
- L'interpréteur de scripts PHP exécute le script et génère du code HTML qu'il renvoie au serveur web ;
- Le serveur web reçoit le code HTML et l'envoie au navigateur de l'utilisateur ;
- Le navigateur le met en forme et l'affiche dans la page web en utilisant la technologie AJAX.

VI- Réalisation

VI.1- Collecte des données

Deux types de données doivent être stockés dans la base de données. Il y a des données géographiques et des données alphanumériques.

Les données géographiques sont issues de la BNDT (Base Nationale de Données Topographiques) disponible au CILSS. Pour notre projet, ce sont les couches des régions, des provinces et des départements qui ont été utilisées. Elles sont dans le système de coordonnées **WGS84 (World Geodetic System 1984)** qui est un système de référence mondial. Pour le besoin d’affichage de ces couches dans OpenLayers le code **EPSG:4326** a été adopté.

EPSG (European Petroleum Survey Group) fut créé en 1985 par Jean-Patrick GIRBIG alors avec ELF dans le but de corriger les informations de localisation afin de les rendre plus exactes et de les échanger dans l’intérêt du métier. Cela a abouti à une base de données mondiale ouverte à tous.

Les données alphanumériques sont collectées selon le type d’information. Pour les connaissances scientifiques, une équipe de spécialistes dans les domaines liés à la gestion de la fertilité des sols a été mise en place. Cette équipe a mené des recherches dans les grands centres documentaires du pays. Ces recherches se sont déroulées en plusieurs étapes :

- interrogation dans une base de données à partir d’une liste de mots clés ;
- recherche des documents dans les rangements des bibliothèques ;
- lecture et synthèse de chaque document.

La collecte des savoirs et savoir faire locaux des paysans a été faite à travers l’organisation d’ateliers de capitalisation participative dans les régions agro-écologiques. Ces ateliers, d’une durée de six (6) jours chacun, ont rassemblé un groupe d’acteurs du développement rural motivé par un désir de partage et de valorisation de leurs savoirs et savoir-faire. Ils ont revêtu un double objectif à savoir (i) initier les participants aux méthodes et outils de capitalisation participative et (ii) identifier et analyser les pratiques, savoirs locaux innovants et approches de gestion durable de la fertilité des sols agro-sylvo-pastoraux. Pendant ces ateliers, chaque producteur, porteur d’innovation a fait un témoignage sur ses pratiques, techniques ou expériences.

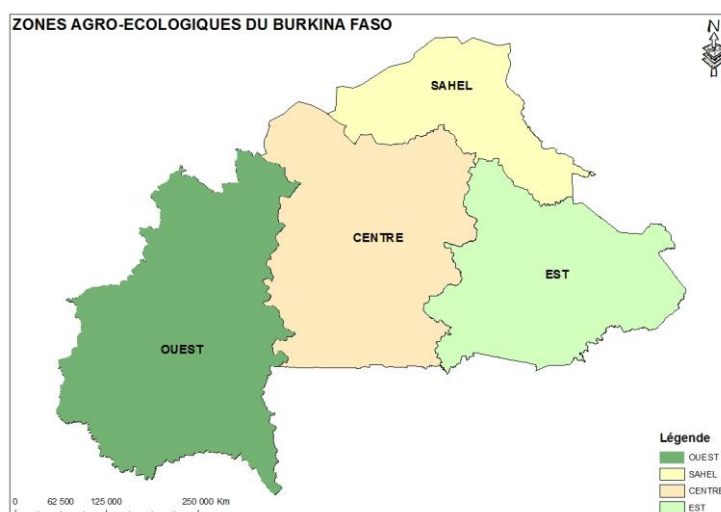


FIGURE 6 : CARTE DES ZONES AGRO-ÉCOLOGIQUES DU BURKINA FASO

La collecte des données sur les acquis des projets a été réalisée à travers des rencontres bilatérales entre l'équipe du projet FERSOL et chaque projet. Au cours de ces rencontres, un questionnaire à été administré pour acquérir le maximum d'informations sur leurs investissements dans la gestion de la fertilité des sols.

VI.2- Création de la structure de la base de données

- Lancez **pgAdmin III** depuis le menu démarrer->postgresql8.2->pgAdmin III.
- dans la liste des serveurs, double cliquer sur le nom du serveur pour se connecter.
- Créez la base de données en faisant un clic droit sur le nœud « **Bases de données** » puis en choisissant le menu « **Ajouter une base de données** ». La fenêtre suivante s'ouvre :

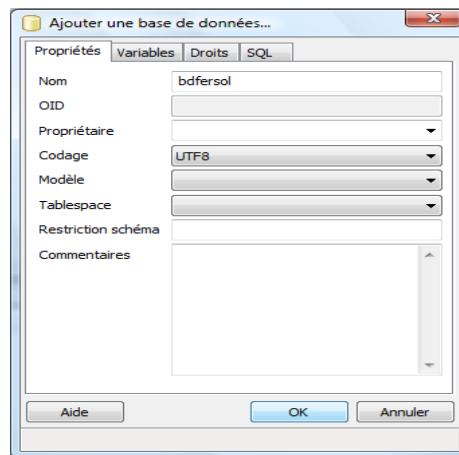


FIGURE 7 : FENETRE DE CREATION DE LA BASE DE DONNEES

Renseignez les champs suivants et cliquez sur le bouton **OK** :

- nom : nom de la base de données (bdfersol) ;
 - codage : UTF8 ;
 - modèle : template_postgis. Ce modèle permet la prise en charge des données à référence spatiale.
- Vous venez de créer une base de données vide. Il faut maintenant créer sa structure en exécutant un script SQL généré à partir du diagramme de classe avec AGL que nous utilisons. Pour ce faire :
 - Sélectionnez la base dans le nœud base de données ;

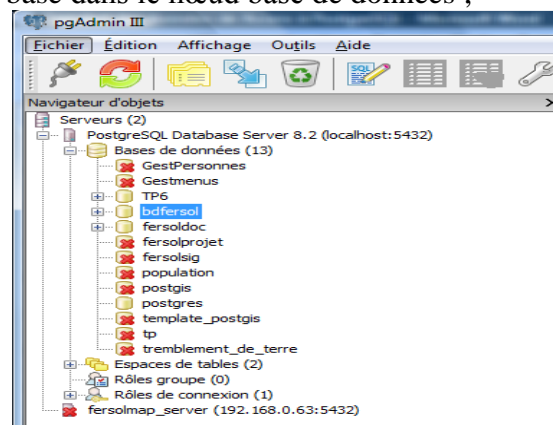




FIGURE 8 : FENETRE DE SELECTION DE LA BASE DE DONNEES

- Cliquez sur le bouton  dans la barre d'outils, puis sur le bouton  pour charger le script de création de la base. Sélectionnez le fichier et cliquez sur **Ouvrir**. Le script est alors chargé.

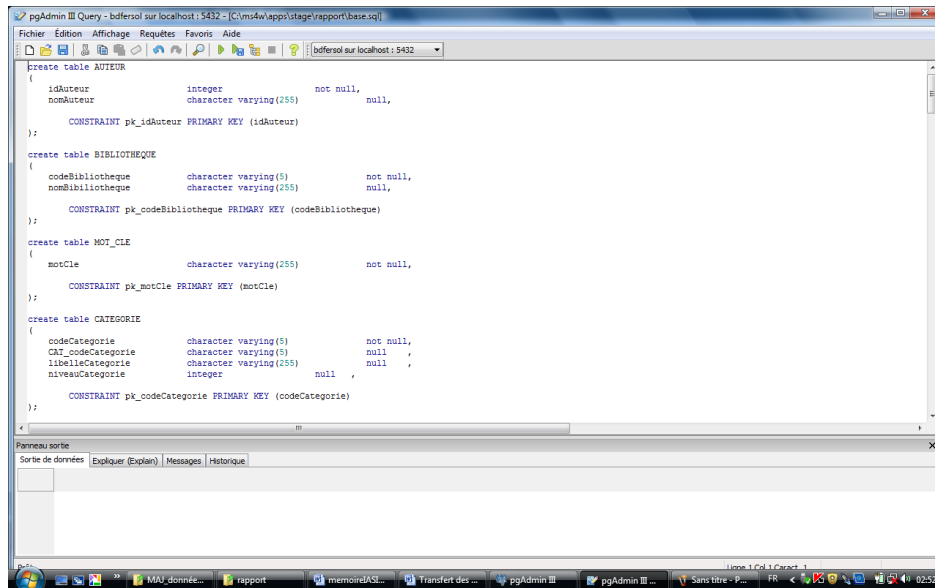



FIGURE 9 : FENETRE D'EXECUTION DU SCRIPT SQL

- Cliquez sur le bouton exécuter  pour créer la structure de la base. En déroulant les nœuds « **Base de données – bdfersol – Schéma – public – Table** », vous verrez la liste des tables de la base de données nouvellement créée.

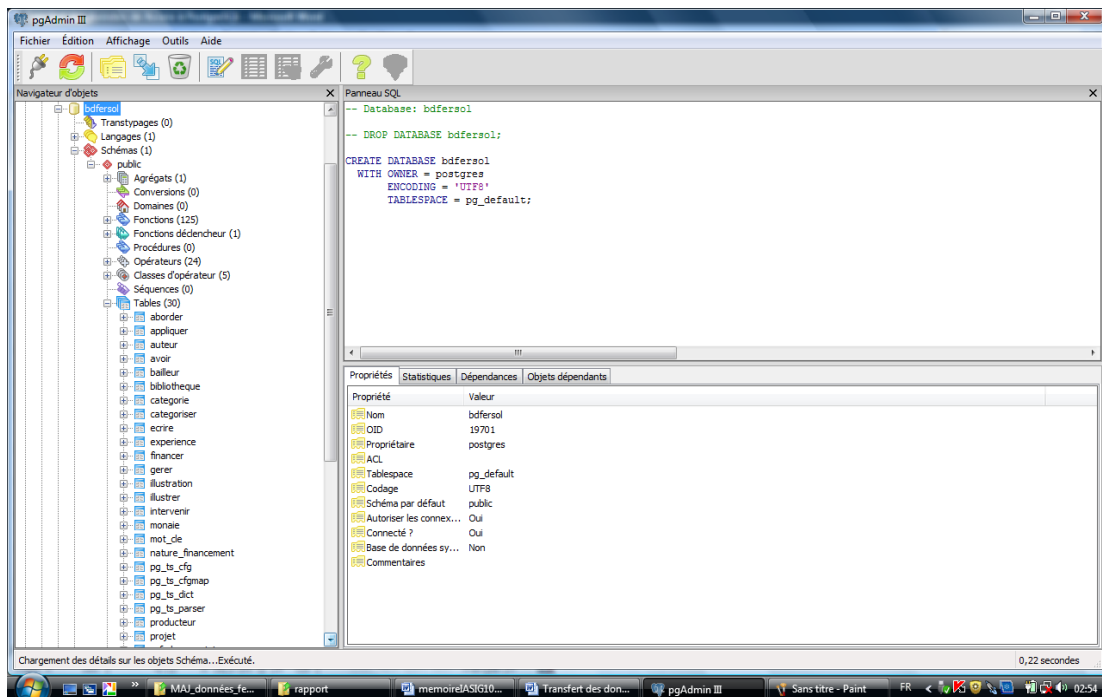
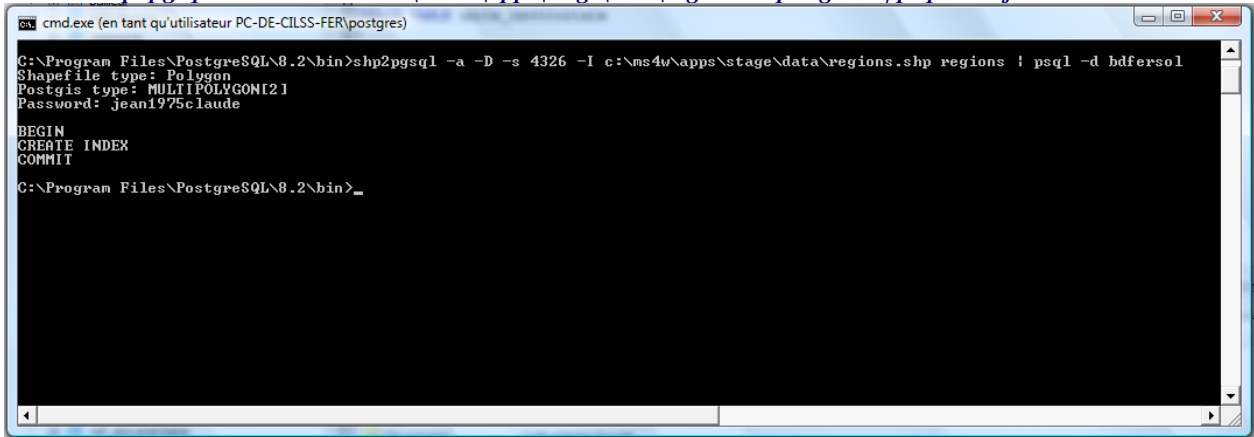


FIGURE 10 : LISTE DES TABLES DE LA BASE DE DONNEES BDFERSOL

VI.3- Intégration des données

L'intégration des données géographiques dans la base de données PostGIS est réalisée grâce au convertisseur **shp2pgsql.exe** :

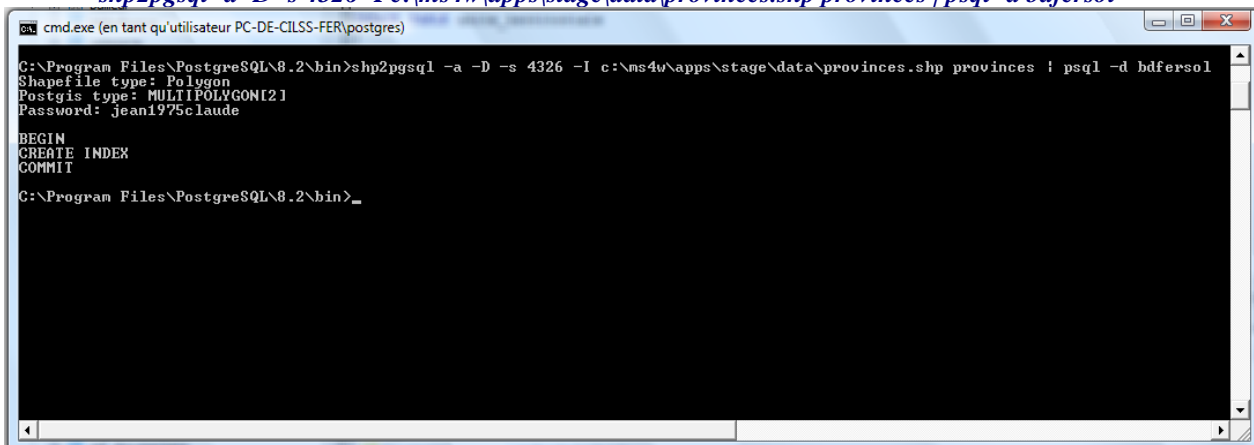
shp2pgsql -a -D -s 4326 -I c:\ms4w\apps\stage\data\regions.shp regions | psql -d bdfersol



```
cmd.exe (en tant qu'utilisateur PC-DE-CILSS-FER\postgres)
C:\Program Files\PostgreSQL\8.2\bin>shp2pgsql -a -D -s 4326 -I c:\ms4w\apps\stage\data\regions.shp regions | psql -d bdfersol
Shapefile type: Polygon
Postgis type: MULTIPOLYGON[2]
Password: jean1975claude
BEGIN
CREATE INDEX
COMMIT
C:\Program Files\PostgreSQL\8.2\bin>
```

FIGURE 11 : CHARGEMENT DES DONNEES DE LA COUCHE DES REGIONS

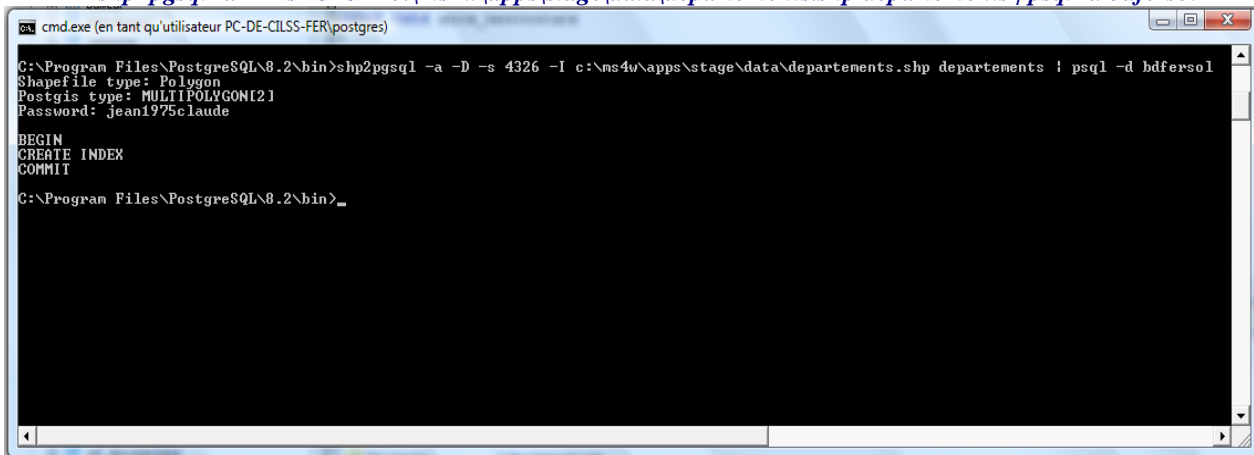
shp2pgsql -a -D -s 4326 -I c:\ms4w\apps\stage\data\provinces.shp provinces | psql -d bdfersol



```
cmd.exe (en tant qu'utilisateur PC-DE-CILSS-FER\postgres)
C:\Program Files\PostgreSQL\8.2\bin>shp2pgsql -a -D -s 4326 -I c:\ms4w\apps\stage\data\provinces.shp provinces | psql -d bdfersol
Shapefile type: Polygon
Postgis type: MULTIPOLYGON[2]
Password: jean1975claude
BEGIN
CREATE INDEX
COMMIT
C:\Program Files\PostgreSQL\8.2\bin>
```

FIGURE 12 : CHARGEMENT DES DONNEES DE LA COUCHE DES PROVINCES

shp2pgsql -a -D -s 4326 -I c:\ms4w\apps\stage\data\departements.shp departements | psql -d bdfersol



```
cmd.exe (en tant qu'utilisateur PC-DE-CILSS-FER\postgres)
C:\Program Files\PostgreSQL\8.2\bin>shp2pgsql -a -D -s 4326 -I c:\ms4w\apps\stage\data\departements.shp departements | psql -d bdfersol
Shapefile type: Polygon
Postgis type: MULTIPOLYGON[2]
Password: jean1975claude
BEGIN
CREATE INDEX
COMMIT
C:\Program Files\PostgreSQL\8.2\bin>
```

FIGURE 13 : CHARGEMENT DES DONNEES DE LA COUCHE DES DEPARTEMENTS

Explication de la commande :

Elle est de la forme :

```
shp2pgsql -a -D -s 4326 -I c:\ms4w\apps\stage\data\nomFichier.shp nomTable | psql -d bdfersol
```

- **-a** : permet d'importer les données dans une table existante
- **-D** : permet d'importer les données sous forme de COPY au lieu d'*INSERT*. Cela rend l'importation des données plus rapide
- **-s** : permet de spécifier le code EPSG pour la projection de la données
- **-I** : permet de créer automatiquement un index spatial pour les données géométriques importées
- **nomFichier.shp** est le chemin d'accès complet vers le fichier .shp
- **nomTable** est le nom de la table destination dans la base de données PostGIS

psql est un client PostgreSQL en mode terminal. Il vous permet d'exécuter des requêtes de façon interactive. Les entrées peuvent provenir d'un fichier. Son option **-d** permet d'indiquer le nom de la base de données PostGIS.

Les données alphanumériques sont collectées, traitées et intégrées dans la base de données à travers des formulaires de saisie. Compte tenu de l'insuffisance du temps, nous n'avons pas pu développer une interface web pour la mise à jour de ces données. Nous avons réalisé la base de données sous MS Access et créé des formulaires pour la saisie des données collectées. Leur intégration dans la base de données PostgreSQL se fait par le biais de tables liées en utilisant un lien ODBC (Open Database Connectivity).

VI.3.1- Création d'un lien ODBC

- Lancez l'administrateur de source de données ODBC à partir du **Panneau de configuration > outils d'administration > sources de données (ODBC)**.
- Placez-vous sur l'onglet **Sources de données système** et cliquez sur **Ajouter**.

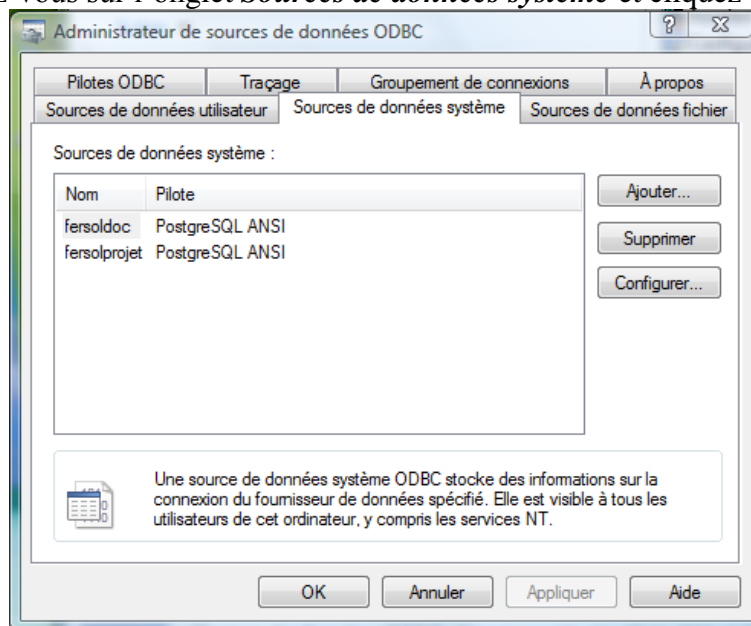


FIGURE 14 : ADMINISTRATEUR DE SOURCES DE DONNEES ODBC

- Choisissez le pilote à utiliser pour se connecter à la source de données, il existe plusieurs pilotes prenant en charge les bases de données PostgreSQL, par exemple :
 - o PostgreSQL ANSI
 - o PostgreSQL Unicode

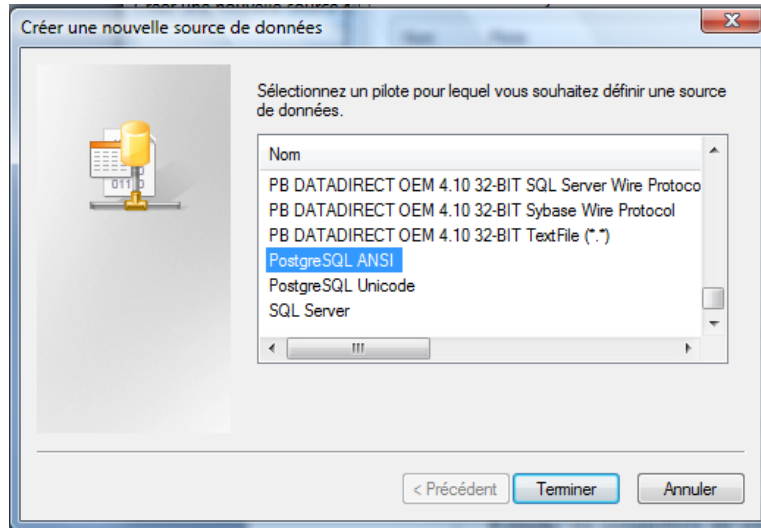


FIGURE 15 : FENETRE DE CHOIX DU PILOTE DE LA SOURCE DE DONNEES ODBC

- Choisissez le pilote PostgreSQL ANSI et cliquez sur le bouton **Terminer**.
- Remplissez les paramètres de création de la source de données comme suit :
 - o DataSource : nom de la source de données
 - o Database : nom de la base de données
 - o Server : nom ou adresse IP du server
 - o User Name : nom de l'utilisateur de la base de données
 - o Description : facultatif
 - o SSL Mode : mettre à allow pour permettre la connexion
 - o Le port reste le 5432
 - o Password : indiquer le mot de passe de l'utilisateur ci-dessus

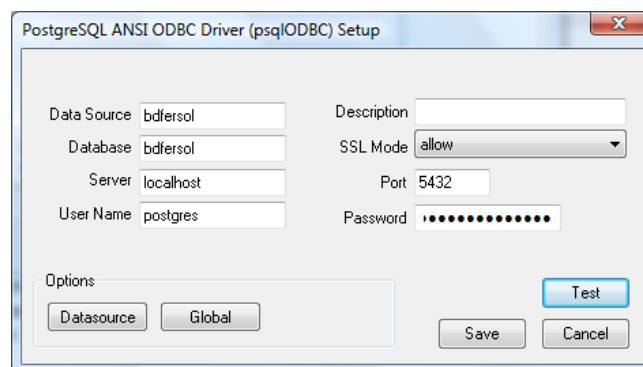


FIGURE 16 : FENETRE DE PARAMETRAGE DE LA SOURCE DE DONNEES ODBC

- cliquez ensuite sur le bouton **Test**. Si les paramètres sont bons, un message affiche que la connexion est un succès. Cliquez maintenant sur le bouton **Save**. La nouvelle connexion apparaît dans l'administrateur de source de données ODBC sous l'onglet « *Source de données système* » sous le nom que vous lui avez donné.

VI.3.2- Création des tables liée dans MS Access

Pour chaque table de la base de données PostgreSQL, une table liée est créée dans la base de données MS Access. Pour créer les tables liées, déroulez la procédure suivante :

- Exécutez la commande **Fichier->Données externes->Lier tables...**
- Choisissez comme type de fichier : ODBC Databases
- Sélectionnez la source de données dans l'onglet **Sources de données machines**
- Sélectionnez les tables à lier et cliquez sur le bouton OK

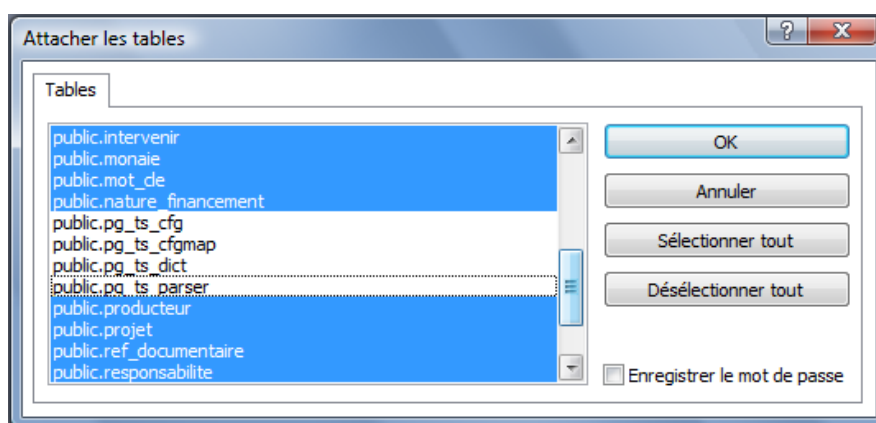


FIGURE 17 : FENETRE DE SELECTION DES TABLES A LIER

Les tables liées apparaissent dans la base de données MS Access (table précédée par le préfixe **public_**). Elles peuvent être manipulés comme de simples tables MS Access : insertion de données, suppression de données, modification de données, etc. Ces actions sont répercutées instantanément dans la base de données PostgreSQL.

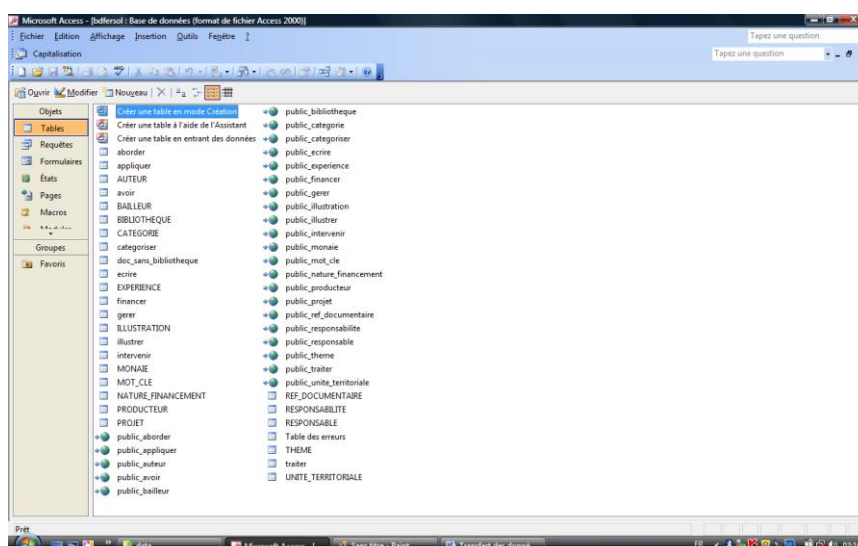


FIGURE 18 : LISTE DES TABLES DANS MS ACCESS

VI.3.3- Chargement des données alphanumériques

Les tables de base Access et les tables liées ont exactement la même structure. Pour charger les données dans la base PostgreSQL, il suffit de copier les données des tables de base Access et les coller dans les tables liées correspondantes. Les tables de la base de données PostgreSQL sont automatiquement mise à jour. L'exemple ci-après permet de mettre à jour la table auteur à partir de la base de données MS Access. La table **AUTEUR** est la table de base de la base de données Access. La table public_auteur est la table liée permettant de mettre à jour la table PostgreSQL.

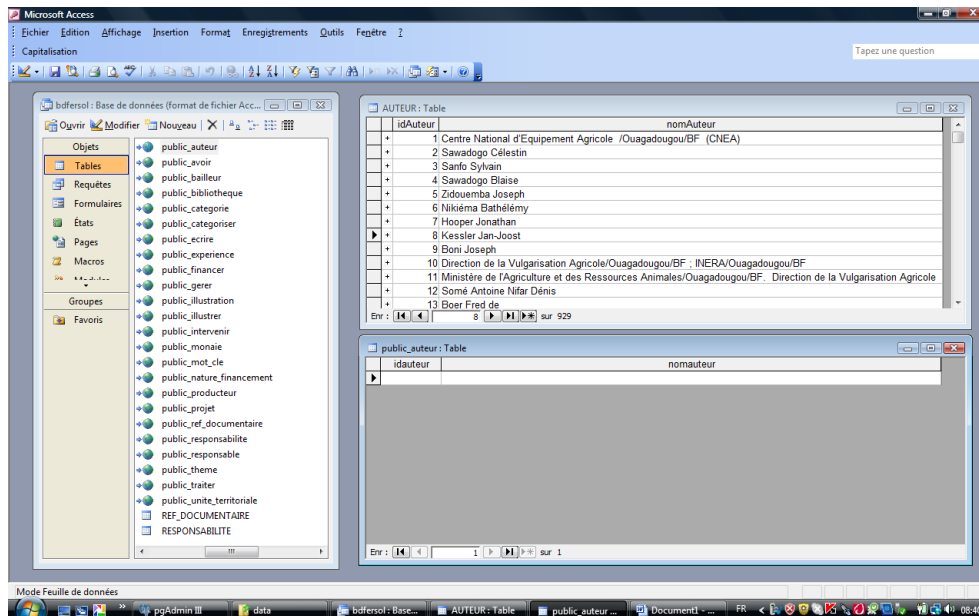


FIGURE 19 : TABLE MS ACCESS ET TABLE LIEE AVANT COPIE DES DONNEES

Le chargement des données dans la table PostgreSQL se fait par simple copier/coller des données de la table MS Access dans la table liée.

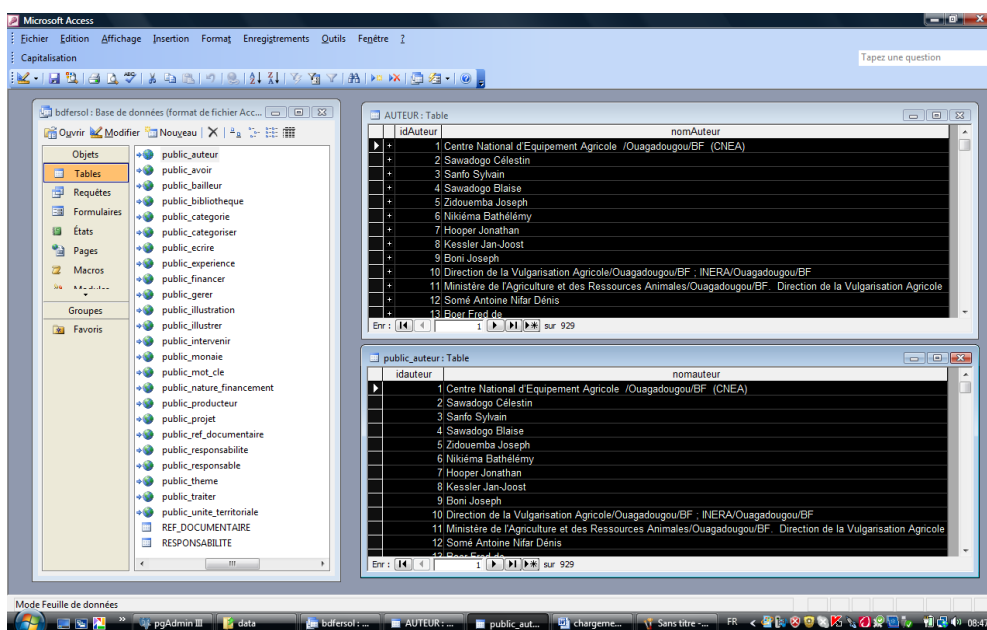


FIGURE 20 : TABLE MS ACCESS ET TABLE LIEE APRES COPIE DES DONNEES

Vous pouvez vérifier que les données sont effectivement chargées dans PostgreSQL en ouvrant la table **auteur**. Pour ouvrir la table dans PostgreSQL, lancez pgAdmin et vous connecter au serveur de base de données. Déroulez la base **bdfersol** jusqu'au schéma **public**. Puis déroulez le schéma **public** et faites un clic droit sur la table **auteur** et choisissez la commande *Afficher les données* dans le menu déroulant puis *Visualiser toutes les données*. Voici alors la table auteur après chargement des données :

| | idauteur [PK] integer | nomauteur character varying(255) |
|----|--------------------------|--|
| 1 | 1 | Centre National d'Equipeement Agricole /Ouagadougou/BF (CNEA) |
| 2 | 2 | Sawadogo Célestin |
| 3 | 3 | Sanfo Sylvain |
| 4 | 4 | Sawadogo Blaise |
| 5 | 5 | Zidouemba Joseph |
| 6 | 6 | Nikiéma Bathélémy |
| 7 | 7 | Hooper Jonathan |
| 8 | 8 | Kessler Jan-Joost |
| 9 | 9 | Boni Joseph |
| 10 | 10 | Direction de la Vulgarisation Agricole/Ouagadougou/BF ; INERA/Ouagadougou/BF |

Bloc notes

929 lignes.

FIGURE 21 : TABLE AUTEUR (DANS POSTGRESQL) APRES CHARGEMENT DES DONNEES

Un script VBA (Visual Basic for Application) a été développé pour automatiser ce chargement dans toutes les tables PostgreSQL.

VI.4- Développement de l'interface webmapping

Le développement de l'interface webmapping est l'objectif principal du stage, car elle permet de valoriser les résultats du projet à travers Internet. Cette phase s'est déroulée en deux (2) étapes : i) la création de services web avec MapServer et ii) le développement de l'interface cartographique web.

VI.4.1- La création de services web avec MapServer

Le fichier de configuration principal de MapServer est le Mapfile. C'est un fichier texte structuré en bloc et dans lequel on indique l'organisation des couches géographiques.

La création de services web avec MapServer consiste à configurer ce mapfile pour que Mapserver se comporte comme un serveur WMS. Les éléments indispensables à prendre en compte dans le MapFile sont :

- Dans le bloc WEB

```

METADATA
    "wms_title" "FERSOLMAP"
    "wms_onlineresource" "http://192.168.0.56/cgbin/mapserv.exe?
                        map=C:\ms4w\Apache\htdocs\exo_openlayers\fersolmap.map&"
    "wms_srs" "epsg:4326"
END

```

wms_title : titre de la racine des couches dans le context WMS. Correspond à la totalité du MapFile. Utilisé pour renseigner le titre de la sortie XML de GetCapabilities

wms_onlineresource : spécifie l'URL qui devrait être utilisée pour accéder à votre serveur.

wms_srs : spécifie les systèmes de projection dans lequel le serveur peut servir les données en utilisant les codes de projection EPSG.

- Le bloc LAYER

```

METADATA
    "wms_title" "REGION"
END

PROJECTION
    "init=epsg:4326"
END

```

wms_title : spécifie le titre de la couche. Est utilisé dans les requêtes GetMap et GetFeatureInfo.

Le bloc PROJECTION : permet de reprojeter une couche dans MapServer si plusieurs projections sont spécifiées dans le bloc WEB. Sinon, chaque couche hérite de la projection spécifiée dans le bloc WEB.

Pour rendre les couches interrogeables, il faut ajouter les éléments suivants :

- Dans le bloc MAP :

```

QUERYMAP
    STATUS ON
END

```

Ce bloc permet de spécifier si les couches sont interrogeables (STATUS ON) ou non (STATUS OFF).

- Dans le bloc METADATA du bloc WEB

```

"wms_feature_info_mime_type" "text/html"

```

wms_feature_info_mime_type : permet de spécifier la mise en forme des résultats de la requête GetFeatureInfo. Le paramètre INFO_FORMAT de la requête doit être renseigné.

- Dans chaque bloc LAYER

Si la valeur du paramètre « wms_feature_info_mime_type » est « text/html » :

```

TEMPLATE 'templates/templates_bf2/reg_query.html'
HEADER 'templates/templates_bf2/reg_header.html'
FOOTER 'templates/templates_bf2/reg_footer.html'

```

Pour la présentation des résultats de la requête GetFeatureInfo, chaque couche doit avoir au moins les trois templates que sont : TEMPLATE, HEADER, FOOTER. Ceux qui sont indiqué ci-dessus sont à titre d'exemples. Voici le contenu de chaque fichier :

- **HEADER** 'templates/templates_bf2/reg_header.html'

```

<h4>
<table cellpadding=5 cellspacing=2 border=2>
<tr bgcolor=#CCCCCC>
<th> Nom region </th>
<th> Chef lieu region </th>
</tr>
</h4>

```

- **TEMPLATE** 'templates/templates_bf2/reg_query.html'

```

<tr>
<td>[REGION]</td>
<td>[CHF_LIEU]</td>
</tr>

```

- **FOOTER** 'templates/templates_bf2/reg_footer.html'

```

</table>

```

VI.4.2- Le développement de l'interface cartographique web

Conformément aux spécifications techniques, l'interface a été développée avec ExtJS, Openlayers et GeoExt. Elle se présente comme suit :

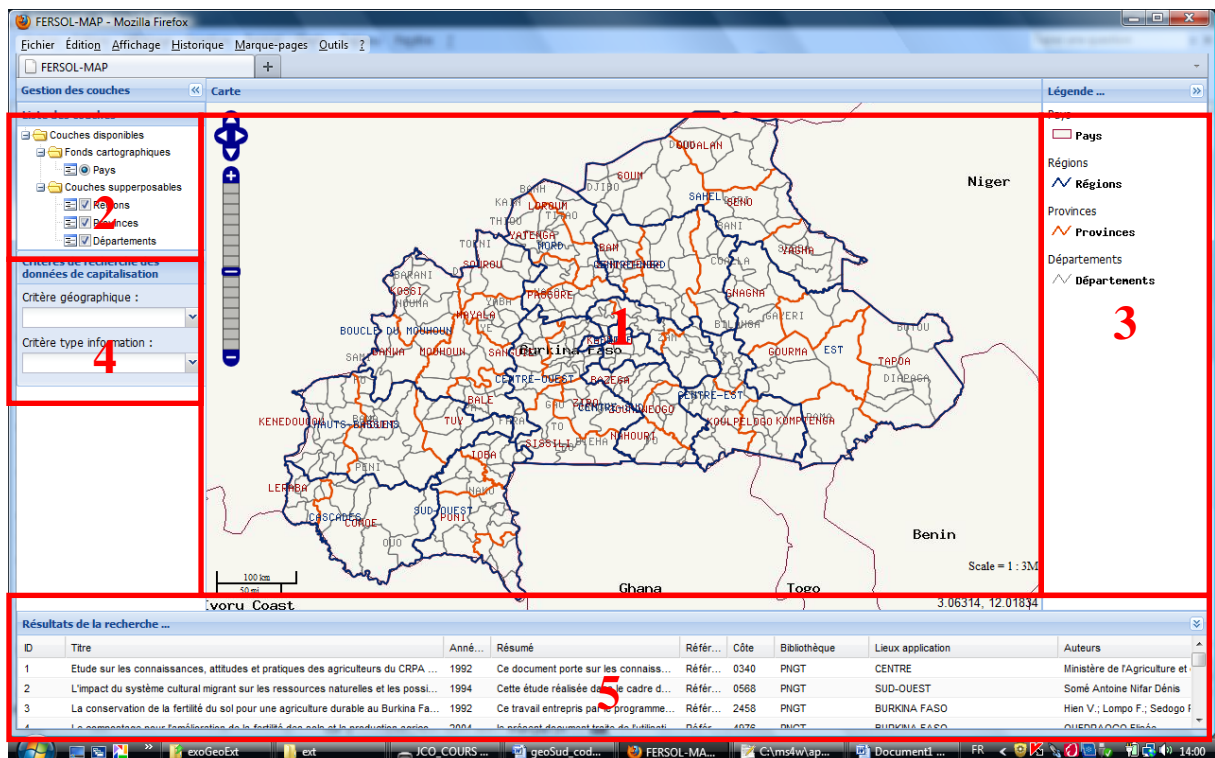


FIGURE 22 : FENETRE PRINCIPALE DE L'INTERFACE WEBMAPPING

- La **zone numéro 1** est l'espace d'affichage de la carte. Dans son coin supérieur gauche se trouve les outils de navigation :
 - o pour effectuer un Zoom avant, faites un clic gauche sur le plus ;
 - o pour effectuer un Zoom arrière, faites un clic gauche sur le moins ;
 - o pour bouger la carte dans un sens, faites un clic gauche sur la flèche indiquant ce sens.

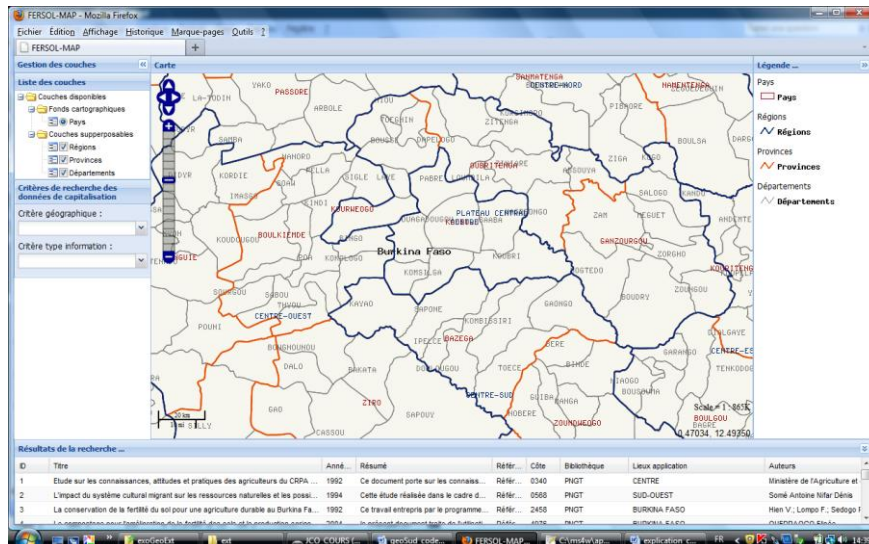


FIGURE 23 : FENETRE APRES UN ZOOM AVANT

- La **zone numéro 2** affiche la liste des couches disponibles. Il y a deux (2) types de couches : les fonds cartographiques et les couches superposables. Les signes plus (+) et moins (-) devant les libellés permettent de dérouler un nœud ou de le refermer. Pour afficher ou masquer une couche, il suffit de cliquer sur le bouton d'option qui se trouve devant son nom. Cette zone a un bouton qui permet de la refermer pour libérer de l'espace afin d'agrandir la carte. C'est la double flèche pointant vers la gauche et qui se trouve dans son coin supérieure droit.

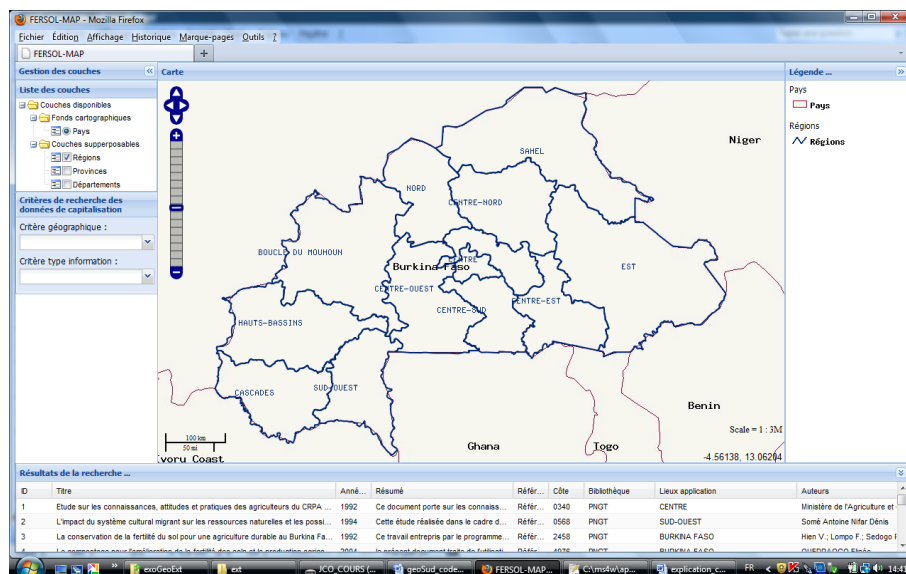


FIGURE 24 : FENETRE AVEC LES COUCHES PROVINCES ET DEPARTEMENTS NON VISIBLES

- La **zone numéro 3** permet d'afficher la légende des couches visibles dans la **zone numéro 1**. Si une couche est masquée, elle n'apparaît pas dans la légende. Si une couche est rendue visible, elle apparaît dans la légende. Cette zone a aussi un bouton qui permet de la fermer. C'est la double flèche pointant vers la droite et qui se trouve dans son coin supérieure droit.
- La **zone numéro 4** permet d'afficher les critères de recherche d'informations. Il y a deux (2) critères : **géographique** et **type d'information**. Le critère **géographique** indique que la recherche est faite en fonction de l'unité territoriale sélectionnée. Le critère **type d'information** indique quelle information est recherchée : connaissances scientifiques, acquis des projets ou savoirs et savoir faire locaux des producteurs. La fenêtre ci-dessous indique que la recherche porte sur les connaissances scientifiques et sera effectuée en fonction de la région sur laquelle le clic sera fait.

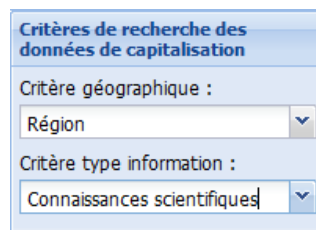


FIGURE 25 : ZONE DE CRITERE RENSEIGNEE

- La **zone numéro 5** permet d'afficher les résultats de la recherche. Plusieurs lignes peuvent être retournées par la requête. Pour voir de manière plus détaillée les informations d'une ligne, il faut faire un clic gauche sur la ligne. Une fenêtre détails apparaît. Cette zone a aussi un bouton qui permet de la fermer. C'est la double flèche pointant vers le bas et qui se trouve dans son coin supérieure droit. La fenêtre ci-dessous montre les détails d'information sur le document dont l'ID est égal à 12. Les données affichées concernent les connaissances scientifiques dans la région SAHEL.

| ID | Titre | Année | Résumé | Référ... | Côte | Bibliothèque | Lieux application | Auteurs |
|----|---|-------|---|----------|------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 11 | Choix et modalité d'exécution des mesures de conservation des eaux et des S... | 1995 | Ce rapport présente les résultats de ... | Référ... | 1345 | PNGT | SAHEL, NORD, CENTRE-NORD | Kesler C.A.; Spaan W.P.; Dri... |
| 12 | Etude d'impact du travail des charrues 'Delphino' et 'Treno' sur la récupération d... | 1999 | Face à la baisse de la fertilité des sol... | Référ... | 1861 | PNGT | BURKINA FASO, SAHEL, CENTRE-N... | Detraux M.; Keité M.N |
| 23 | Gestion des terroirs villanais : analyse technique et économique des système... | | Le présent document traite des aspe... | Référ... | 1096 | PNGT | EST, SAHEL, SUD-OUEST | Granier Pierre |

FIGURE 26 : RESULTATS DE LA RECHERCHE DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES DANS LA REGION DU SAHEL ET ZOOM SUR LE DOCUMENT DONT L'ID EST EGAL A 12

Dans la description des différentes zones de l'interface, il ressort que toutes les zones, sauf celles affichant la carte peuvent se fermer.

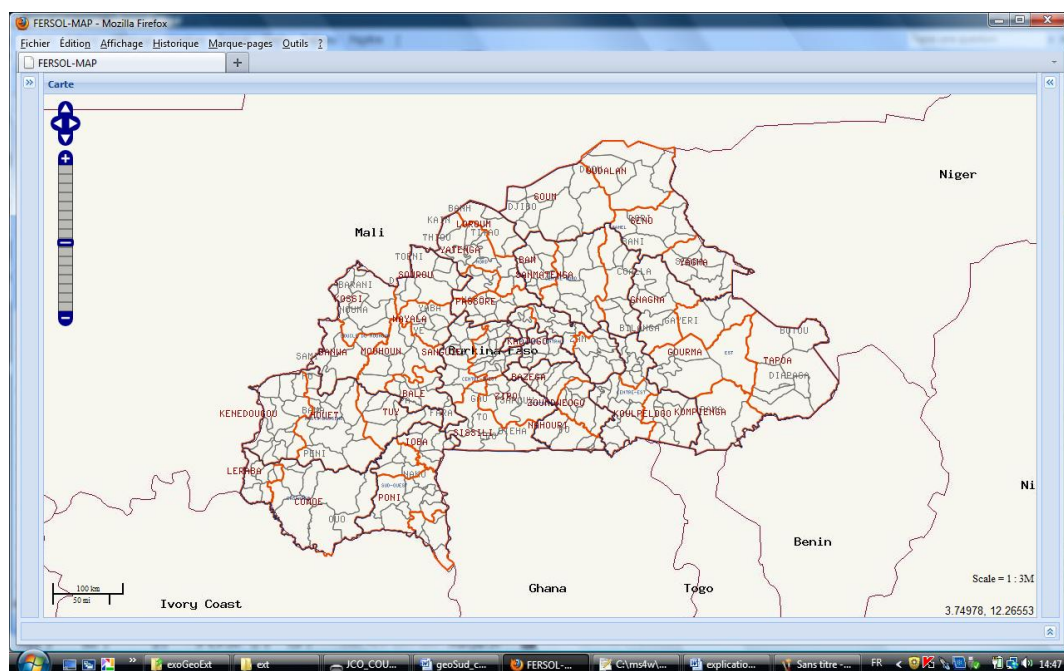


FIGURE 27 : FENETRE AVEC TOUTES LES ZONES FERMEES, SAUF CELLE DE LA CARTE

VII- Perspectives et évolutions

Le développement de l'interface cartographique n'est pas totalement achevé. Comme perspectives, il s'agira alors de :

- Finaliser le développement de l'interface en y intégrant un module de mise à jour des données et en améliorant le design global du site ;
- Mettre l'interface à la disposition des bénéficiaires finaux du projet FERSOL par sa mise en ligne et son référencement dans les principaux moteurs de recherche ;
- Former une structure nationale pour permettre la prise en main de l'outil et assurer sa pérennité.

En plus, le projet FERSOL qui couvre uniquement le territoire burkinabè est appelé à s'étendre dans tous les pays de l'Afrique de l'Ouest. L'interface doit donc être adaptée pour pouvoir prendre en compte les données des pays autres que le Burkina Faso.

VIII- Conclusion

L'objectif principal du stage était la mise en place d'une interface webmapping permettant de consulter les résultats du projet au clic sur la carte. La contrainte technique à prendre en compte est l'utilisation des logiciels OpenSource.

Pour atteindre cet objectif, nous avons, dans un premier temps, structuré les données du projet par la conception et la mise en place d'une base de données géo-relationnelle et dans un deuxième temps développé l'interface web cartographique.

La réalisation de la base de données a été laborieuse à cause de la diversité, l'hétérogénéité et la disponibilité des données. Il a fallu un long temps d'échanges avec les experts en gestion des ressources naturelles pour adopter le modèle conceptuel. Une analyse pour le choix du Système de Gestion de Base Données (SGBD) a été faite et nous a permis de retenir PostgreSQL avec sa cartouche spatiale PostGIS, qui est le SGBD le plus complet dans le monde des logiciels OpenSource.

Pour le développement de l'interface, il a fallu également du temps pour appréhender les outils de développement qui sont nouveaux. Beaucoup de temps a été enfin consacré à la documentation surtout à travers Internet et à l'analyse comparative des logiciels Opensource disponibles pour la réalisation des sites webmapping. Il est ressorti qu'il en existe plusieurs, mais nous avons mis l'accent sur ceux qui nous paraissent les plus performants, les plus utilisés et prometteurs pour le futur. C'est ainsi que nous avons retenus ExtJS, OpenLayers et GeoExt avec la technologie AJAX.

Ce stage nous a personnellement permis de mettre en pratique les connaissances apprises lors de la formation au Master 2 en Informatique Appliquée aux Systèmes d'Information Géographique et d'acquérir de nouvelles connaissances surtout dans les outils de mise en œuvre des solutions webmapping. Au terme de ce stage nous mettons à la disposition du CILSS et du Burkina Faso, un outil opérationnel pour la visibilité des actions d'investissement et des expériences probantes en matière de gestion durable de la fertilité des sols depuis les 25 dernières années.

Certes, il reste encore à être finalisé, mais après les phases de présentation et de validation, les appréciations laissent entrevoir un puissant outil d'aide à la décision pour tous les acteurs du développement, qui gagnerait à être rapidement étendu à tous les pays de la sous-région CILSS-CEDEAO.

IX- Webographie

<http://mapserver.org/>

<http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>

<http://openlayers.org/>

<http://geoext.org/>

<http://tutoriel.lyondev.fr/pages/1-Tutoriels-ExtJs-en-Français.html>

<http://www.geotribu.net/>

<ftp://ftp-developpez.com/javascript/tutoriels/introduction/IntroJavascript.pdf>

<ftp://ftp-developpez.com/javascript/tutoriels/introduction/IntroJavascript.pdf>

<http://www.apprendre-php.com/tutoriels/>

<http://www.davidgis.fr/documentation/win32/html/index.html>

http://foad.refer.org/IMG/pdf/Serveurs_Cartographiques_en_ligne.pdf

<ftp://ftp2.developpez.be/developps/php/mysql.pdf>

<http://httpd.apache.org/docs/2.0/fr/>

<http://access.developpez.com/cours/>

<http://www.christopher.compagnon.name/sitewww/postgresql-odbc.html>

X-Annexes

Annexe 1 : Installation de l'environnement de développement

- Installation du package MS4W
 - o Télécharger le dossier *ms4w_2.3.1.zip* sur <http://www.maptools.org/ms4w/index.phtml?page=downloads.html> .



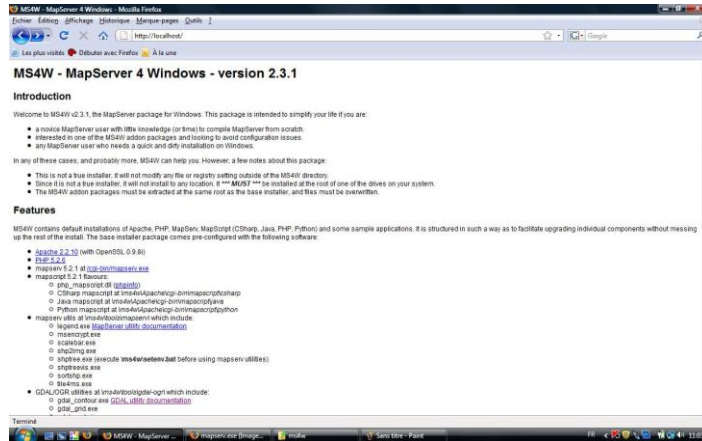
- MS4W installe un serveur Web avec l'environnement qui comprend les composants suivants:
 - a. Apache HTTP Server version 2.2.10
 - b. PHP version 5.2.6
 - c. MapServer CGI 5.2.1
 - d. MapScript 5.2.1 (CSharp, Java, PHP, Python)
 - e. Includes support for Oracle 10g, and SDE data
 - f. MrSID support built-in
 - g. GDAL/OGR 1.7.1 and Utilities
 - h. MapServer Utilities
 - i. PROJ.4 Utilities
 - j. Shapelib Utilities
 - k. Shp2tile Utility
 - l. Shpdiff Utility
 - m. AVCE00 Utilities
 - n. OGR/PHP Extension
 - o. OWTChart

Bases de Données compatibles : PgSql 8.3.1, MySql 5.0.22

- o Décompresser le et copier le dossier ms4w dans le répertoire C:\
- o Exécuter le programme apache-install.bat qui se trouve dans le dossier C:\ms4w\ (pour Windows XP. Si vous avez Windows Vista, suivez les instructions suivantes :
 - a. Ouvrir le dossier *C:\Windows\System32* (répertoire du programme cmd.exe)
 - b. Faites un clic droit sur *cmd.exe* et choisir *exécuter en tant qu'administrateur*

- c. Ensuite, allez dans le répertoire **C:\ms4w** et exécutez **apache-install.bat**
- d. Acceptez de débloquent le firewall pour Apache http server (à faire uniquement à la première utilisation)
- e. Lancez votre navigateur web et tapez <http://localhost>

Si tout est bien installé vous avez un serveur web (Apache) et un serveur cartographique (MapServer) local qui fonctionnent sur votre machine, vous devez obtenir ceci:



- Installation d'OpenLayers
 - Téléchargez Openlayers 2.11 ou ultérieur sur le site <http://openlayers.org/>
 - Décompressez le dossier compressé dans le répertoire de publication des pages web (C:\ms4w\Apache\htdocs)
- Installation de GeoExt
 - Télécharger GeoExt sur le site <http://geoext.org/downloads.html>
 - Décompressez le dossier compressé dans le répertoire de publication des pages web (C:\ms4w\Apache\htdocs)
- Installation d'ExtJS
 - Télécharger GeoExt sur le site <http://www.sencha.com/products/extjs/download?page=a>
 - Décompressez le dossier compressé dans le répertoire de publication des pages web (C:\ms4w\Apache\htdocs)

Annexe 2 : Script de création de la base de données

```
create table AUTEUR
(
  idAuteur          integer          not null,
  nomAuteur         character varying(255) null,
  CONSTRAINT pk_idAuteur PRIMARY KEY (idAuteur)
);

create table BIBLIOTHEQUE
(
  codeBibliotheque character varying(5) not null,
  nomBibliotheque  character varying(255) null,
  CONSTRAINT pk_codeBibliotheque PRIMARY KEY (codeBibliotheque)
);

create table MOT_CLE
(
  motCle          character varying(255) not null,
  CONSTRAINT pk_motCle PRIMARY KEY (motCle)
);

create table CATEGORIE
(
  codeCategorie      character varying(5) not null,
  CAT_codeCategorie character varying(5) null ,
  libelleCategorie  character varying(255) null ,
  niveauCategorie   integer             null ,
  CONSTRAINT pk_codeCategorie PRIMARY KEY (codeCategorie)
);

create table THEME
(
  idTheme          integer          not null,
  intituleTheme    character varying(255) null ,
  CONSTRAINT pk_idTheme PRIMARY KEY (idTheme)
);

create table UNITE_TERRITORIALE
(
  codeUniteTerritoriale character varying(15) not null,
  UNI_codeUniteTerritoriale character varying(15) null ,
  nomUniteTerritoriale character varying(50) null ,
  typeUniteTerritoriale character varying(25) null ,
  CONSTRAINT pk_codeUniteTerritoriale PRIMARY KEY (codeUniteTerritoriale)
);

create table ILLUSTRATION
(
  idIllustration    integer          not null,
  titreIllustration character varying(255) null ,
  photollustration character varying(100) null ,
  CONSTRAINT pk_idIllustration PRIMARY KEY (idIllustration)
);

create table PROJET
(
  idProjet          integer          not null,
  sigleProjet       character varying(50) null ,
  nomProjet         character varying(255) null ,
  objectifGlobal    character varying(255) null ,
  objectifsSpecifiques character varying(255) null ,
  resultatsAttendus character varying(255) null ,
  activites         character varying(255) null ,
  debutProjet       character varying(25) null ,
  finProjet         character varying(25) null ,
  approche          character varying(255) null ,
  bpProjet          character varying(75) null ,
  telProjet         character varying(50) null ,
  emailProjet       character varying(50) null ,
  observations      character varying(255) null ,
  CONSTRAINT pk_idProjet PRIMARY KEY (idProjet)
);

create table BAILLEUR
(
  codeBailleur      character varying(5) not null,
  nomCourtBailleur  character varying(25) null ,
  nomLongBailleur   character varying(100) null ,
  CONSTRAINT pk_codeBailleur PRIMARY KEY (codeBailleur)
);

create table RESPONSABLE
(
  idResponsable     integer          not null,
  nomResponsable    character varying(50) null ,
  prenomResponsable character varying(50) null ,
  telResponsable    character varying(50) null ,
  emailResponsable  character varying(50) null ,
  CONSTRAINT pk_idResponsable PRIMARY KEY (idResponsable)
);

create table NATURE_FINANCEMENT
(
  natureFinancement character varying(50) not null,
  CONSTRAINT pk_natureFinancement PRIMARY KEY (natureFinancement)
);
```

```

create table MONAIE
(
  nomCourtMonaie    character varying(25)    not null,
  nomLongMonaie     character varying(255)    null    ,
  CONSTRAINT pk_nomCourtMonaie PRIMARY KEY (nomCourtMonaie)
);

create table RESPONSABILITE
(
  libelleResponsabilite  character varying(50)    not null,
  CONSTRAINT pk_libelleResponsabilite PRIMARY KEY (libelleResponsabilite)
);

create table REF_DOCUMENTAIRE
(
  idDocument          integer          not null,
  codeBibliotheque    character varying(5)    not null,
  titreDocument       character varying(255)    null    ,
  resumeDocument      character varying(255)    null    ,
  anneeProduction     integer          null    ,
  echelleApplication  character varying(50)    null    ,
  coteBibliotheque    character varying(20)    not null,
  CONSTRAINT pk_idDocument PRIMARY KEY (idDocument),
  CONSTRAINT fk_doc_codeBibliotheque FOREIGN KEY(codeBibliotheque) REFERENCES BIBLIOTHEQUE(codeBibliotheque)
);

create table PRODUCTEUR
(
  idProducteur        integer          not null,
  codeUniteTerritoriale  character varying(15)    not null,
  nomProducteur        character varying(50)    null    ,
  prenomProducteur     character varying(50)    null    ,
  photoProducteur      character varying(100)   null    ,
  CONSTRAINT pk_idProducteur PRIMARY KEY (idProducteur),
  CONSTRAINT fk_prod_codeUniteTerritoriale FOREIGN KEY(codeUniteTerritoriale) REFERENCES UNITE_TERRITORIALE(codeUniteTerritoriale)
);

create table EXPERIENCE
(
  idExperience         integer          not null,
  idProducteur         integer          not null,
  titreExperience      character varying(255)    null    ,
  descriptionExperience character varying(255)    null    ,
  CONSTRAINT pk_idExperience PRIMARY KEY (idExperience),
  CONSTRAINT fk_exp_idProducteur FOREIGN KEY(idProducteur) REFERENCES PRODUCTEUR(idProducteur)
);

create table REGIONS
(
  gid serial NOT NULL,
  nomReg  character varying(50)    null    ,
  codeReg character varying(15)    not null,
  CONSTRAINT pk_gid_reg PRIMARY KEY (gid),
  CONSTRAINT fk_reg_codeUniteTerritoriale FOREIGN KEY(codeReg) REFERENCES UNITE_TERRITORIALE(codeUniteTerritoriale)
);
select AddGeometryColumn('REGIONS', 'the_geom', 4326, 'MULTIPOLYGON', 2);

create table PROVINCES
(
  gid serial NOT NULL,
  nomProv character varying(50)    null    ,
  codeProv character varying(15)    not null,
  CONSTRAINT pk_gid_prov PRIMARY KEY (gid),
  CONSTRAINT fk_prov_codeUniteTerritoriale FOREIGN KEY(codeProv) REFERENCES UNITE_TERRITORIALE(codeUniteTerritoriale)
);
select AddGeometryColumn('PROVINCES', 'the_geom', 4326, 'MULTIPOLYGON', 2);

create table DEPARTEMENTS
(
  gid serial NOT NULL,
  nomDep character varying(50)    null    ,
  codeDep character varying(15)    not null,
  CONSTRAINT pk_gid_dep PRIMARY KEY (gid),
  CONSTRAINT fk_dep_codeUniteTerritoriale FOREIGN KEY(codeDep) REFERENCES UNITE_TERRITORIALE(codeUniteTerritoriale)
);
select AddGeometryColumn('DEPARTEMENTS', 'the_geom', 4326, 'MULTIPOLYGON', 2);

create table VILLAGES
(
  gid serial NOT NULL,
  nomVil character varying(50)    null    ,
  codeVil character varying(15)    not null,
  CONSTRAINT pk_gid_vil PRIMARY KEY (gid),
  CONSTRAINT fk_vil_codeUniteTerritoriale FOREIGN KEY(codeVil) REFERENCES UNITE_TERRITORIALE(codeUniteTerritoriale)
);
select AddGeometryColumn('VILLAGES', 'the_geom', 4326, 'POINT', 2);

create table ecrire
(
  idAuteur          integer          not null,
  idDocument         integer          not null,
  CONSTRAINT pk_idAuteur_idDocument PRIMARY KEY (idAuteur, idDocument),
  CONSTRAINT fk_ecr_idAuteur FOREIGN KEY(idAuteur) REFERENCES AUTEUR(idAuteur),
  CONSTRAINT fk_ecr_idDocument FOREIGN KEY(idDocument) REFERENCES REF_DOCUMENTAIRE(idDocument)
);

create table avoir
(
  motCle          character varying(255)    not null,
  idDocument       integer          not null,
  CONSTRAINT pk_motCle_idDocument PRIMARY KEY (motCle, idDocument),

```

```

CONSTRAINT fk_avo_motCle FOREIGN KEY(motCle) REFERENCES MOT_CLE(motCle),
CONSTRAINT fk_avo_idDocument FOREIGN KEY(idDocument) REFERENCES REF_DOCUMENTAIRE(idDocument)
);

create table categoriser
(
codeCategorie      character varying(5)      not null,
idDocument         integer                   not null,
CONSTRAINT pk_codeCategorie_idDocument PRIMARY KEY (codeCategorie, idDocument),
CONSTRAINT fk_cat_codeCategorie FOREIGN KEY(codeCategorie) REFERENCES CATEGORIE(codeCategorie),
CONSTRAINT fk_cat_idDocument FOREIGN KEY(idDocument) REFERENCES REF_DOCUMENTAIRE(idDocument)
);

create table aborder
(
idDocument         integer                   not null,
idTheme            integer                   not null,
CONSTRAINT pk_idTheme_idDocument PRIMARY KEY (idTheme, idDocument),
CONSTRAINT fk_abo_idTheme FOREIGN KEY(idTheme) REFERENCES THEME(idTheme),
CONSTRAINT fk_abo_idDocument FOREIGN KEY(idDocument) REFERENCES REF_DOCUMENTAIRE(idDocument)
);

create table appliquer
(
idDocument         integer                   not null,
codeUniteTerritoriale character varying(15) not null,
CONSTRAINT pk_codeUniteTerritoriale_idDocument PRIMARY KEY (codeUniteTerritoriale, idDocument),
CONSTRAINT fk_app_codeUniteTerritoriale FOREIGN KEY(codeUniteTerritoriale) REFERENCES UNITE_TERRITORIALE(codeUniteTerritoriale),
CONSTRAINT fk_app_idDocument FOREIGN KEY(idDocument) REFERENCES REF_DOCUMENTAIRE(idDocument)
);

create table illustrer
(
idIllustration     integer                   not null,
idExperience        integer                   not null,
CONSTRAINT pk_idIllustration_idExperience PRIMARY KEY (idIllustration, idExperience),
CONSTRAINT fk_ill_idIllustration FOREIGN KEY(idIllustration) REFERENCES ILLUSTRATION(idIllustration),
CONSTRAINT fk_ill_idExperience FOREIGN KEY(idExperience) REFERENCES EXPERIENCE(idExperience)
);

create table intervenir
(
codeUniteTerritoriale character varying(15) not null,
idProjet            integer                   not null,
CONSTRAINT pk_codeUniteTerritoriale_idProjet PRIMARY KEY (codeUniteTerritoriale, idProjet),
CONSTRAINT fk_int_codeUniteTerritoriale FOREIGN KEY(codeUniteTerritoriale) REFERENCES UNITE_TERRITORIALE(codeUniteTerritoriale),
CONSTRAINT fk_int_idProjet FOREIGN KEY(idProjet) REFERENCES PROJET(idProjet)
);

create table traiter
(
idTheme            integer                   not null,
idProjet           integer                   not null,
CONSTRAINT pk_idTheme_idProjet PRIMARY KEY (idTheme, idProjet),
CONSTRAINT fk_tra_idTheme FOREIGN KEY(idTheme) REFERENCES THEME(idTheme),
CONSTRAINT fk_tra_idProjet FOREIGN KEY(idProjet) REFERENCES PROJET(idProjet)
);

create table financer
(
idProjet           integer                   not null,
codeBailleur       character varying(5)      not null,
natureFinancement character varying(50)      not null,
nomCourtMonaie    character varying(25)     not null,
montantFinancement real                      null ,
CONSTRAINT pk_idProjet_codeBailleur PRIMARY KEY (idProjet, codeBailleur),
CONSTRAINT fk_fin_idProjet FOREIGN KEY(idProjet) REFERENCES PROJET(idProjet),
CONSTRAINT fk_fin_codeBailleur FOREIGN KEY(codeBailleur) REFERENCES BAILLEUR(codeBailleur),
CONSTRAINT fk_fin_nomCourtMonaie FOREIGN KEY(nomCourtMonaie) REFERENCES MONAIE(nomCourtMonaie),
CONSTRAINT fk_fin_natureFinancement FOREIGN KEY(natureFinancement) REFERENCES NATURE_FINANCEMENT(natureFinancement)
);

create table gerer
(
idResponsable      integer                   not null,
idProjet           integer                   not null,
libelleResponsabilite character varying(50) not null,
CONSTRAINT pk_idResponsable_idProjet_libelleResponsabilite PRIMARY KEY (idResponsable, idProjet, libelleResponsabilite),
CONSTRAINT fk_ger_idResponsable FOREIGN KEY(idResponsable) REFERENCES RESPONSABLE(idResponsable),
CONSTRAINT fk_ger_idProjet FOREIGN KEY(idProjet) REFERENCES PROJET(idProjet),
CONSTRAINT fk_ger_libelleResponsabilite FOREIGN KEY(libelleResponsabilite) REFERENCES RESPONSABILITE(libelleResponsabilite)
);

```

Annexe 3 : Contenu du Mapfile

MAP

```
NAME "Carte_region"  
EXTENT -5.513681 9.413308 2.400451 15.084808  
UNITS dd  
STATUS OFF  
IMAGETYPE PNG  
SHAPEPATH "data"  
IMAGECOLOR 204 255 204  
SIZE 800 600
```

OUTPUTFORMAT

```
NAME png  
DRIVER "AGG/PNG"  
MIMETYPE "image/png"  
IMAGEMODE RGBA  
EXTENSION "png"  
FORMATOPTION "TRANSPARENT=ON"  
FORMATOPTION "INTERLACE=OFF"
```

END

QUERYMAP

```
STATUS ON
```

END

PROJECTION

```
"init=epsg:4326"
```

END

WEB

```
TEMPLATE 'templates/bf.html'  
IMAGEPATH '/ms4w/tmp/ms_tmp/'  
IMAGEURL '/ms_tmp/'  
METADATA  
  "wms_title" "CARTE_BF"  
  "wms_onlineresource" "http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?map=C:\ms4w\apps\stage\bf5.map&"  
  "wms_srs" "epsg:4326"  
  "wms_format" "image/png"  
  "wms_feature_info_mime_type" "gml"
```

END

END

LAYER

```
NAME "pays"  
DATA COUNTRY  
STATUS ON  
TYPE POLYGON  
DUMP TRUE  
METADATA  
  "wms_title" "PAYS"  
  "gml_include_items" "all"  
  "ows_include_items" "all"
```

END

PROJECTION

```
"init=epsg:4326"
```

END

```
TEMPLATE 'templates/reg_query.html'
```

```
LABELITEM "CNTRY_NAME"
```

CLASS

```
NAME "Pays"  
STYLE  
  COLOR 247 247 240  
  OUTLINECOLOR 153 0 51
```

END

LABEL

```
TYPE BITMAP  
SIZE giant  
COLOR 0 0 0  
POSITION UL  
ANGLE 0  
OFFSET 0 0  
MINFEATURESIZE AUTO
```

END #LABEL

END

END

```

LAYER
  NAME "regions"
  CONNECTION "user=postgres password=***** dbname=bdfersol host=localhost"
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  DATA "the_geom from regions"
  STATUS ON
  TYPE POLYGON
  DUMP TRUE
  METADATA
    "wms_title" "REGIONS"
    "gml_include_items" "all"
    "ows_include_items" "all"
  END
  PROJECTION
    "init=epsg:4326"
  END

  TEMPLATE 'templates/reg_query.html'

  LABELITEM "nomreg"

  CLASS
    NAME "Régions"
    STYLE
      OUTLINECOLOR 0 38 115
      WIDTH 2
    END
    LABEL
      TYPE BITMAP
      SIZE small
      COLOR 0 38 115
      POSITION UL
      ANGLE 0
      OFFSET 0 0
      MINFEATURESIZE AUTO
    END #LABEL
  END

END #end layer région

```

```

LAYER
  NAME "provinces"
  CONNECTION "user=postgres password=***** dbname=bdfersol host=localhost"
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  DATA "the_geom from provinces"
  STATUS ON
  TYPE POLYGON
  DUMP TRUE
  METADATA
    "wms_title" "PROVINCES"
    "gml_include_items" "all"
    "ows_include_items" "all"
  END
  PROJECTION
    "init=epsg:4326"
  END

  TEMPLATE 'templates/prov_query.html'

  LABELITEM "nomprov"
  CLASS
    NAME "Provinces"
    STYLE
      OUTLINECOLOR 230 76 0
      WIDTH 2
    END
    LABEL
      TYPE BITMAP
      SIZE small
      COLOR 153 0 0
      POSITION UL
      ANGLE 0
      OFFSET 0 0
      MINFEATURESIZE AUTO
    END #LABEL
  END

END

```

```

LAYER
  NAME "departments"
  CONNECTION "user=postgres password=***** dbname=bdfersol host=localhost"
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  DATA "the_geom from departements"
  STATUS ON
  TYPE POLYGON
  DUMP TRUE
  METADATA
    "wms_title" "DEPARTEMENTS"
    "gml_include_items" "all"
    "ows_include_items" "all"
  END
  PROJECTION
    "init=epsg:4326"
  END

  TEMPLATE 'templates/prov_query.html'

  LABELITEM "nomdep"

  CLASS
    NAME "Départements"
    STYLE
      OUTLINECOLOR 110 110 110
      WIDTH 1
    END
    LABEL
      TYPE BITMAP
      SIZE small
      COLOR 110 110 110
      POSITION UL
      ANGLE 0
      OFFSET 0 0
      MINFEATURESIZE AUTO
    END #LABEL
  END
END
END

```