DEDICACE

A mes parents

M. et Mme TUEKAM

Pour tous les sacrifices qu'ils consentent pour faire de moi un Grand Homme de demain.

REMERCIEMENTS

- A Monsieur le Directeur de l'Institut Universitaire de Technologie Fotso Victor de Bandjoun, **Pr. FOGUE Médard**, pour le renouvellement de nos infrastructures d'enseignement du Département Informatique à l'instar du laboratoire. Ainsi que pour son aptitude dans la compréhension et la résolution vive de nos problèmes administratifs ;
- 4 Au Chef de département de Génie Informatique, **Pr. NKENLIFACK Marcellin**, pour le suivi et les conseils qu'il nous a donnés pendant ce parcours ;
- 4 A **Dr. FOTSING** Eric qui est mon encadreur principal, pour tous les conseils théoriques et pratiques qu'il n'a cessé de nous donner durant la réalisation de ce projet ;
- ♣ Au RIFFEAC à travers le projet ASMALL-APA conduit par le groupe ICT-SEM
- ♣ A mes co-encadreurs : M. DJIONGO Cedrigue, M. TAPAMO Hippolyte, M. Tongo Landry pour leurs apports à l'encadrement et leur appui logistique ;
- A tous mes enseignants qui m'ont soutenu avec des cours et des conseils durant ces trois années de formation:
- A mon Papa **TUEKAM Bernard** et ma Maman **TCHUYOU Marguerite** qui ont toujours été de tout cœur avec moi, m'ont apporté le réconfort et ne cessent de me soutenir financièrement, spirituellement et moralement;
- A M. KAKEU Severin pour le regard qu'il ne cesse de porter sur mes études ;
- ♣ A M. GUIFO Rodrigue qui ne cesse aussi de m'encourager et me soutenir, M. DZUGNO Alain pour ses encouragements et son appui, M. Souop André Joël pour les conseils qu'il m'a donnés, M. KAMGA Mitterrand pour tous ses soutiens moraux,
- ♣ A Mme MEKAM Hélène pour son soutien financier et moral ;
- ♣ A mes frères et sœurs : **Divine, Merveille, Lucresse, Prisca** pour leur soutien total ;
- A tous mes camarades qui m'ont aidé dans le processus de réalisation de ce projet, en particulier à Bemboy, Sandra, Stéphane, Vanessa, Donald, Michiel, Romain, Gladys;
- A tous ceux qui lisent en ce moment même le présent rapport et dont nous avons dû taire les noms.

LISTE DES ABREVIATIONS

Tableau 1: Liste des sigles et abréviations

Abréviation / Sigle	Définition du sigle	
2TUP	2 Tracks Unified Process	
AJAX	Asynchronous JavaScript And XML	
AP	Aire Protégée	
APs	Aires Protégées	
ASP	Active Server Page	
BD	Base de Données	
CSS	Cascading Style Sheet	
CU	Cas d'Utilisation	
DIGAPAC	Diagnostic et Gestion durable des Aires Protégées en Afrique Centrale	
DOM	Document Object Model	
FAI	Fournisseur d'Accès à l'Internet	
HTML	HyperText Markup Language	
HTTP	HyperText Transfer Protocol	
ICT-SEM	Integrated Computer Tools (Software Engineering and Modeling) for Sustainable Environmental Management	
IP	Internet Protocol	
IUCN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature	
MS4W	MapServer For Window	
MVC	Model View Controller	
MVC	Model Vue Controller	
NAT	Network Address Translation	
OMG	Object Management Group	
ООН	Object-Oriented Hypermedia	
PDO	PHP Data Object	
PHP	Personal Home Page	
RIFFEAC	Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale de l'Afrique Centrale	
SGBDG	Système de Gestion de Base de Données Géographique	
SIE	Système d'Information sur l'Environnement	
UML	Unified Modeling Language	
WFS	Web Feature Service	
WMS	Web Map Service	
XHTML	Extensible HyperText Markup Language	
SQL	Structured Query Language	

RESUME

Le projet sur lequel nous avons travaillé s'insère dans le cadre de la mise en place d'un observatoire pour l'environnement initié par le groupe de recherche ICT-SEM et soutenu par le RIFFEAC. Ce projet provient du fait que les intrusions massives des populations dans les aires protégées deviennent nombreuses, ce qui entraine la disparition de certaines espèces. De plus, les informations de décisions ne sont pas disponibles, ce qui rend inefficace les processus de gestion initiés par les organismes de conservation. A l'heure actuelle, les plateformes existantes sont à titre informationnel et n'offrent pas la possibilité aux tiers de participer au processus de gestion. Vu ces différents problèmes, la solution que nous proposons permet de faire le diagnostic sur les aires protégées et leurs espèces. Elle offre également la possibilité aux populations d'émettre des messages d'alerte en direction des conservateurs. Cette solution a été réalisée suivant le processus 2TUP (Two Track Unified Process). Ainsi, UML a servi de langage de modélisation durant la phase de conception. L'architecture utilisée est composée de trois couches : on a premièrement une couche présentation, ensuite une couche métier constituée de Mapserver qui se charge de la production des informations images ; enfin la couche d'accès aux données est constituée du SGBD PostgreSQL muni de son extension spatiale PostGIS pour le stockage des données attributaires et spatiales. L'approche de conception orientée service et les architectures conçues garantissent une évolution pour prendre en compte des nouveaux services.

Mots clés: SIG, Base de Données spatiale, Webmapping, géolocalisation, aire protégée.

ABSTRACT

The project on which we worked fits into the establishment of an environment observatory initiated by ICT-SEM research group and sustained by RIFFEAC. The issue here is a massive intrusion into protected areas by the population, which leads to the disappearance of some species. Moreover, decisions taken by the conservation agencies are inefficient due to the unavailability of informations. Currently, existing platforms are just informational and do not offer the possibility for others to participate in the management process. Given these problems, the solution we propose is to make the diagnosis on protected areas and their species. It also provides the opportunity for people to send warning messages to conservative agencies. Our solution was achieved following the 2 Track Unified Process. During the design phase, we used UML as modeling language. The client-server architecture that we used is constituted of three layers: The first is the presentation layer, the second is the application layer and finally, the data access layer contains PostgreSQL database management system which provides the spatial extension PostGIS for storing attribute and spatial data. This application is being developed in version 1.0 and is designed to evolve; so, functionalities or new services will be added progressively.

Keyword: GIS, Spatial database, geolocation, Webmapping, protected area.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES ABREVIATIONS	iii
RESUME	iv
ABSTRACT	iv
SOMMAIRE	vi
LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX	viii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : DESCRIPTION DU PROJET	2
I.1 Présentation de l'arrêté du projet	2
I.2 Problématique	2
I.3 Objectifs du projet	3
I.4 Acteurs cibles du projet	3
I.5 Résultats attendus	4
I.6 Etat de l'art	4
CHAPITRE II : ANALYSE FONCTIONNELLE ET TECHNIQUE DE CONCEPT	ION7
II.1 Analyse fonctionnelle du système	7
II.2 Conception technique et fonctionnelle du système	19
CHAPITRE III: IMPLEMENTATION DE LA SOLUTION ET RESULTATS	25
III.1 Techniques de développement	25
III.2 Déploiement de l'application	28
III.3 Résultats concrets issus du développement	31
III.4 Evaluation du coût de développement de l'application	35
CHAPITRE IV : DIFFICULTES ET SUGGESTIONS TECHNIQUES	37
IV.1 Freins issus de la mise en œuvre du projet	37
IV.2 Perspectives visant l'amélioration de l'application	39
CONCLUSION	40
BIBLIOGRAPHIE	x1
ANNEXES	v1

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Liste des figures

Figure 1: Acteurs concernés par la gestion d'une aire protégée	3
Figure 2: Une vue du diagramme de cas d'utilisation	9
Figure 3: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Enregistrer aire protégée »	13
Figure 4: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Lancer recherche »	14
Figure 5: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Activer compte chercheur »	15
Figure 6: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Envoyer alerte »	15
Figure 7: Diagramme d'activité du cas d'utilisation « Activer compte chercheur »	16
Figure 8: Diagramme d'activité du cas d'utilisation « Enregistrer aire protégée »	17
Figure 9: Diagramme d'état-transition des objets de la classe « Chercheur »	18
Figure 10: Modèle de navigation relatif à l'application	19
Figure 11: Architecture fonctionnelle et technique du système	20
Figure 12: Représentation du système en termes de classe du système	23
Figure 13: Diagramme de composants relatif à l'utilisation du pattern MVC	25
Figure 14: Technique de génération des vues pour le client	26
Figure 15: Procédure de production et publication des cartes sur le web	27
Figure 16: Exemple d'utilisation de Quantum GIS	28
Figure 17: Début d'installation de PostgreSQL	29
Figure 18: Une vue de l'interface de manipulation des BD dans PostgreSQL	29
Figure 19: Un extrait de la page d'accueil du serveur cartographique	30
Figure 20: Cartographie des aires protégées du Cameroun	
Figure 21: Géolocalisation de l'utilisateur connecté	32
Figure 22: Une vue de simulation montrant la diminution du couvert végétal (Réserve de Laf)	32
Figure 23: Emission d'alerte pour activités illégales et géolocalisation via un Smartphone	33
Figure 24: Messages d'alerte récents envoyés par les utilisateurs	34
Figure 25: Courbe d'évolution de l'espèce Lion dans le parc de Waza	34
Figure 26: Histogramme présentant le nombre d'agents sécuritaire par aire protégée	35
Liste des tableaux	
Tableau 1: Liste des sigles et abréviations	iii
Tableau 2: Démarche à suivre pour l'exécution du projet	6
Tableau 3: Description textuelle cas d'utilisation « Naviguer sur carte »	9
Tableau 4: Description textuelle cas d'utilisation « Enregistrer aire protégée »	10
Tableau 5: Description textuelle du cas « Modifier données aire »	10
Tableau 6: Description textuelle du cas « Ajouter espèce »	11
Tableau 7: Description textuelle du cas « Ecrire commentaire »	11
Tableau 8: Description textuelle du cas « Envoyer alerte »	11
Tableau 9: Description textuelle du cas « Créer compte chercheur »	12
Tableau 10: Description textuelle du cas « Activer compte chercheur »	
Tableau 11: Liste des classes et leurs propriétés	21
Tableau 12: Répartition des charges du travail de conception et de développement	35
Tableau 13: Etude descriptive et comparative des serveurs cartographiques	38

INTRODUCTION

Dans le cadre des projets de fin de formation pour la licence de technologie en Informatique option CDRI (Concepteur-Développeur Réseaux et Internet), les étudiants sont soumis chacun à un projet qu'ils doivent réaliser en vue de terminer la formation. C'est ainsi que nous avons choisi de faire le nôtre dans le domaine des SIE (Système d'Information sur l'Environnement). Ce domaine, noté comme très innovant concerne toutes les nations en occurrence le Cameroun qui est un pays essentiellement agricole et doté de ressources naturelles faisant office de tourisme, et que l'Etat et les organismes ont pour devoir de préserver. L'Etat Camerounais, dans l'optique d'atteindre ce but, a procédé à la création des aires protégées pour y préserver la biodiversité et promouvoir l'éco-tourisme. Cependant, avec l'accroissement de la population, il se trouve que ces aires protégées sont empiétées au fil des années par celles-ci et doivent être mieux gérées et suivies par les organismes en charge. Le problème qui se pose ici est le manque d'une source d'information sûre et disponible en temps réel sur celles-ci. L'absence d'un outil de prise de décisions impliquant les différents acteurs dans la gestion durable des aires protégées nous interpelle à proposer une solution pour pallier à tous ces manques. Ce travail est réparti en quatre chapitres : Dans le premier, la description du projet est clairement élucidée, le second chapitre présente l'analyse fonctionnelle et technique de conception, le troisième quant à lui récapitule les techniques suivies des résultats pertinents obtenus, enfin le dernier chapitre présente les freins issus de la mise en œuvre ainsi que les perspectives d'amélioration du système.

CHAPITRE I: DESCRIPTION DU PROJET

I.1 Présentation de l'arrêté du projet

Dans les pays d'Afrique et en particulier le Cameroun, on retrouve des aires protégées gérées par l'Etat et même des organismes internationaux. Cependant, celles-ci sont victimes de multiples menaces engendrées par le développement rapide de la population. Cela entraine une mutation des paysages, de l'environnement et surtout la disparition de certaines espèces protégées.

Le projet de diagnostic et de gestion durable des aires protégées s'inscrit dans le cadre des travaux de recherche sur les SIE, en particulier le projet ASMALL/APA (Actor-based Spatial and Modelling approach for the Analysis of Land cover and Land use changes applied to African Protected Areas). Ce projet a été initié par le groupe de recherche ICT-SEM (Integrated Computer Tools for Sustainable Environmental Management). ICT-SEM est un groupe de chercheurs qui appliquent aux problèmes de gestion environnementaux l'ingénierie et la recherche informatique [1].

Le premier prototype de DIGAPAC (Diagnostic et Gestion durable des Aires Protégées en Afrique Centrale) mis en place porte sur la gestion durable des aires protégées du Cameroun. Il est important d'avoir une plateforme d'échange entre tous les acteurs afin de s'assurer que les décisions prises sont viables à long terme assurant ainsi notre survie. Les décisions qui affectent les aires protégées ont besoin des informations disponibles les plus à jours et de la participation de tous les acteurs. C'est le défi que ces derniers doivent relever à travers le développement d'un observatoire pour les aires protégées du Cameroun.

I.2 Problématique

Une **aire protégée** est un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services éco systémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associées.

De plus en plus, les intrusions dans les aires protégées sont nombreuses entrainant la disparition des espèces. De ce fait, les gestionnaires doivent donc prendre des décisions pertinentes telles qu'elles ne compromettent pas les ressources dont nous dépendons en matière

de subsistance et de survie ; Les décisions prises n'ont pas une base réelle et peuvent affecter tout le monde. La disponibilité d'une plateforme d'échange entre les acteurs contenant des données pertinentes manipulables à long terme contribuera efficacement à la prise de décision».

I.3 Objectifs du projet

Ce projet doit aboutir à son terme à un futur système d'Information géographique d'aide à la décision pour la gestion durable des Aires protégées. Les objectifs spécifiques sont :

- Identifier les différents types d'aires protégées (Carte d'identité de chaque aire) afin de mieux suivre (statistiques) la dynamique des espèces protégées pour s'assurer de leur préservation et évolution à long terme. Surtout celles qui sont menacées et peuvent mettre la vie de l'Homme en danger dans le cas où elles disparaissent de la chaîne alimentaire ;
- Permettre aux populations de contribuer à la préservation de leurs valeurs culturelles et spirituelles en leur donnant l'accès à la plateforme;
- Permettre au public d'accéder aux informations et les maîtriser de manière à favoriser la préservation des qualités sauvages pour les générations futures;
- Aider les décideurs dans le cadre des processus de prise de décisions ;
- Contribuer à la communication entre les chercheurs, ceci en mettant en place un forum de discussion pour faire vivre l'application web.

I.4 Acteurs cibles du projet

Ce projet vise tout d'abord les décideurs à l'instar de l'Etat, ensuite les institutions nationales et international (où sont regroupés les chercheurs, les conservateurs et les écogardes). Enfin le public qui a un rôle consultatif et d'émission d'alertes en direction du système. La figure suivante montre ces différents acteurs regroupés autour de l'aire protégée illustrant le fait qu'ils doivent communiquer entre eux, et que chacun en ce qui le concerne doit apporter sa contribution au processus de gestion.

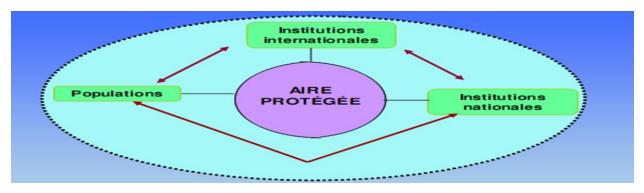


Figure 1: Acteurs concernés par la gestion d'une aire protégée

I.5 Résultats attendus

Comme résultats attendus, nous avons :

- Une base de données spatiale utilisée pour la sauvegarde des données à long terme via une application web qui servira d'interface entre la BD et les utilisateurs ;
- Les interfaces de saisie ou d'enregistrement des données sur les aires protégées ;
- Mise à jour des données sur les aires protégées ;
- Cartographique des informations propres aux aires protégées du pays avec plusieurs possibilités offertes à cet effet (agrandissement et diminution pour ne citer que celles-ci) ;
- La possibilité d'effectuer des requêtes sur la carte (navigation) ;
- Les statistiques de suivi des espèces (ceci pour chaque espèce sélectionnée), nombre d'éco-gardes par aire protégée;
- Un forum réservé aux chercheurs pour la discussion, ceci pour rendre le site interactif et viable.

I.6 Etat de l'art

I.6.1 Synthèse sur les études thématiques et études de cas relatives au AP

Nous avons fait des études sur des documents scientifiques (ouvrages, articles) faisant mention des problèmes de gestion des aires protégées et la nécessité de protéger la biodiversité.

- ♣ De l'étude du manuel de gestion des aires protégées d'Afrique Francophone (Patrick Triplet, 2012), il ressort que : les aires protégées sont classées par catégories (parc, réserve naturelle, zone de nature sauvage, monument naturel, jardin zoologique, réserve de faune...), plusieurs acteurs participent à la gestion à l'instar des éco-gardes, des conservateurs, les institutions nationales et internationales. Les inventaires sont engagés par les chercheurs comme méthodes d'obtention des données sur les espèces protégées. Après chaque inventaire, les données sont remises aux institutions lors des rencontres (conférences) pour la production des documents physiques (articles, revues, ouvrages...)
 [6].
- L'article publié sur la gestion de la biodiversité et des aires protégées fournit des précisions bien éclairées sur le système à mettre en place tout en précisant à cet effet les objectifs globaux et quelques résultats préliminaires attendus du projet à l'instar de l'intégration du

- système d'alerte, de l'amélioration de l'accès à tout moment aux données pertinentes facilitant la gestion [7].
- Le rapport de thèse « dans lequel les auteurs mènent une étude sur les réserves de biosphère de Cibodas West-java en Indonésie et Amboseli au centre-sud du Kenya et ressortent des résultats pertinents de prise de décision à l'instar de l'évaluation du nombre d'espèces, la production des cartes, les simulations, le suivi de l'augmentation de la population (éventuellement des superficies cultivées autour des réserves) par année. Le système DIGAPAC doit à terme fournir ce type d'analyse en ligne sur les APs du Cameroun [8].

I.6.2 Choix synthétiques de méthode et outil de modélisation

La cartographie en ligne utilise des technologies relevant du domaine informatique et de la géomatique. Ainsi, comme toute réalisation informatique, sa mise en œuvre effective doit être soumise aux règles et principes de développement des produits informatiques pour atteindre les objectifs que nous avons fixé à l'avance.

I.6.2.1 Langage de modélisation

Le langage UML (Unified Modeling Language) qui utilise l'approche objet facilite la modélisation des différents aspects du projet. C'est le standard de la modélisation objet adopté par l'OMG (Object Management Group) et universellement reconnu. Il est indépendant de tout langage de programmation, des processus de développement et permet de rendre le système évolutif ceci à travers la qualité des modèles de composants qu'il offre [9].

I.6.2.2 Méthode d'analyse

La réalisation d'un projet informatique se fait toujours par une succession d'étapes bien établies. De ce fait, plusieurs méthodes sont proposées et un choix s'impose. A ce niveau, nous nous penchons sur la méthode 2TUP (2 Tracks Unified Process) car elle répond aux contraintes de changement continuel d'un système d'information. Elle est pilotée par les risques (les causes majeures du projet sont écartées en priorité), orienté composant (tant au niveau modélisation que production) et orienté utilisateur [2].

Le tableau suivant montre la répartition avec laquelle nous exploitons cette méthode :

Tableau 2: Démarche à suivre pour l'exécution du projet

Etape	Travail fait		
Branche	• Capture des besoins, définition des activités attendues par les utilisateurs		
Analyse	(conservateur, chercheur et public)		
	Production du modèle de CIM (Computation Independent Model) relatif		
	au diagramme de cas d'utilisation [9].		
Branche	Montre les outils techniques selon leurs contraintes		
technique	• Un modèle d'analyse technique pour la mise en lumière les couches		
	logicielles et les activités techniques attendues		
Branche de	Définition des modèles d'analyse fonctionnelle dynamiques et statiques		
conception et	via le langage UML fournissant ainsi l'image du système complet prêt à		
de réalisation	mettre en place.		
	 Le codage effectif des unités de code et les faire interagir. 		
	Validation des fonctionnalités de notre système		

I.6.3 Synthèse sur les études cartographiques

- Il existe deux modes de représentation des objets cartographiques à savoir : mode raster (composé de points jointifs ou pixels) et le mode vecteur (l'image est formée d'un ensemble d'objets : points, lignes, polygones). Dans le cadre de ce projet, nous allons le plus générer les objets vecteurs pour la cartographie car elle est très concise et efficace dans la mesure où ils représentent sur un support réduit un espace généralement tenu pour le réel [4].
- Les technologies du webmapping font intervenir les serveurs d'une part et d'autre part les clients. A travers les langages de programmation, les données sont traitées et les résultats sont retournés aux navigateurs. L'architecture technique présentée plus bas illustre bien la communication entre les outils logiciels.
- Les deux principaux services définis par l'OGC (Object Geospatial Consortium) pour la production des informations cartographiques sont : WMS (Web Map Service) et WFS (Web Feature Service). Le premier service permet de produire des cartes grâce aux données géo référencées traitées par un serveur dans les formats JPEG, PNG et GIF, etc. Le second définit l'interface dédiée à la publication des objets géographiques intégrés dans notre base de données.
- Quant aux outils technologiques des SIG (Système d'Information Géographique), nous les verrons beaucoup plus en détail dans le chapitre trois.

CHAPITRE II : ANALYSE FONCTIONNELLE ET TECHNIQUE DE CONCEPTION

Une fois que les données ont été réunies sur les différents acteurs, nous allons d'abord procéder à une délimitation du projet. Cette délimitation consistera à cadrer les modules à développer par la suite. Ensuite, nous mettrons en exergue les exigences fonctionnelles par un diagramme de cas d'utilisation tout en élucidant les scénarii de certains cas par des diagrammes de séquences et d'activités (description de certains de nos processus métiers captivants). Enfin nous allons représenter, décrire le système dans son aspect architectural (technologies et outils) et terminer par la représentation des classes d'objets du système munies de leurs liens structurels.

II.1 Analyse fonctionnelle du système

II.1.1 Définition modulaire du projet

L'application de diagnostic et de suivi des aires protégées est subdivisée en sept (07) modules détaillés comme suit :

- **Cartographie** : L'objectif de ce module est de placer les différentes aires protégées sur une carte consultable par tous ;
- **♣ Simulation** : Choix de scénario et visualisation des dynamiques liées à l'habitat et l'espace dans les aires protégées ;
- **♣ Discussion** : Le forum permet de faire vivre la plateforme, le rendre interactif. Il est réservé aux chercheurs inscrits dans le site et qui souhaitent rejoindre les discussions ;
- **♣ Gestion des aires protégées :** Ce module comme son nom l'indique est exploité par les gestionnaires des aires protégées (conservateurs / éco-gardes) ;
- **♣ Statistique :** Module dans lequel les statistiques relatives aux aires protégées (espèces, tourisme...) sont produites ;
- ♣ Alerte rapide et géolocalisation: Ce module contient les fonctions ou procédures relatives aux messages : envoi, réception, notification des conservateurs, localisation des alertes;
- **Administration :** Gestion des comptes utilisateurs, Ajout des données complexes (géographiques), ajout des nouvelles simulations.

II.1.2 Interaction entre le système et les acteurs

II.1.2.a Les principaux acteurs du système

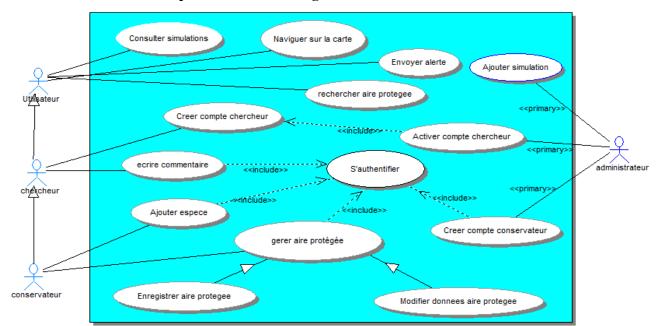
Les acteurs qui doivent interagir avec le système via la réalisation d'un ou de plusieurs cas d'utilisation sont les suivants ;

- Utilisateur : Toute personne qui accède au système, c'est un acteur généralisé ;
- Chercheur : Spécialiste du domaine de la recherche ;
- Conservateur / éco-garde: C'est celui qui a la charge d'administrer ou de gérer une aire protégée;
- Administrateur : Celui-ci a le contrôle du système entier, c'est-à-dire qu'il fait tout ce que les autres acteurs sont capables de faire.

II.1.2.b Les cas d'utilisation du système

Le système à développer étant composé de sept modules tenant à satisfaire tous les acteurs. Les principaux cas d'utilisation sont les suivants :

- « Naviguer sur carte » : Tout utilisateur peut réaliser ce cas d'utilisation ;
- « Ecrire commentaire » : Un chercheur ou un conservateur peut le faire ;
- « Créer compte chercheur » : tout utilisateur Chercheur ;
- « Créer compte conservateur » : Seule l'administrateur peut le faire ;
- « Activer compte chercheur » : Seule l'administrateur à le droit de le faire ;
- « Gérer aire protégée » : enregistrer et modifier une aire protégée ;
- « Ajouter espèce » : Cela peut être fait par le conservateur ;
- « Envoyer alerte » : Tout utilisateur à le droit de réaliser ce cas d'utilisation ;
- « Rechercher aire protégée » : Réalisable par tout utilisateur qui est présent sur l'interface contenant la carte;
- « consulter simulation » : cas réalisable par tout utilisateur connecté au système.



II.1.2.c Représentation du diagramme de cas d'utilisation

Figure 2: Une vue du diagramme de cas d'utilisation

II.1.2.d Description textuelle des cas d'utilisation

Le diagramme ci-dessus donne une représentation de niveau d'abstraction élevé. Ainsi, nous allons procéder à une description simple et détaillée des cas d'utilisation.

Naviguer sur carte

Tableau 3: Description textuelle cas d'utilisation « Naviguer sur carte »

Nom du CU	Naviguer dans la carte		
Objectif	Ce cas d'utilisation permet de visualiser de fond en comble la carte		
Acteurs	Utilisateurs du système		
Pré-condition	L'utilisateur doit au préalable avoir accès à internet		
	Responsable : kakeu Date : 17/08/2015 Version : 1.0		
Scenario	1. L'utilisateur tape le lien dans un navigateur.		
	2. Le système affiche la carte avec les outils de navigation.		
	3. Déplacement : l'utilisateur clique sur une des flèches (haut, bas,		
	gauche, droite) et le système déplace la carte selon la flèche.		
	■ Zoom + : l'utilisateur clique sur le bouton + et le système fait		
	zoom avant sur la carte à partir du point central.		
	■ Zoom - : l'utilisateur clique sur le bouton et la carte se réduit.		
Post-condition	La carte a été visualisée sans perturbation		

Lnregistrer aire protégée

Tableau 4: Description textuelle cas d'utilisation « Enregistrer aire protégée »

Nom du CU	Enregistrer station aire protégée		
Objectif	Ajouter une station de contrôle d'aire protégée dans la BD		
Acteurs	Conservateur		
Pré-condition	Le conservateur doit d'abord au préalable être connecté		
	Responsable : kakeu Date : 17/08/2015 Version : 1.0		
Scenario	1. S'authentifier		
nominal	2. Remplir le formulaire avec les données de l'AP		
	3. Valider une fois que tous les champs sont remplis		
Scénario	A1. La validation des données de l'AP a échouée		
alternatif	A2. Vérifier le formulaire de soumission		
	A3. Valider une fois de plus les données sur la station		
Post-condition	La station est prise en compte par la BD		

Modifier données aire

Tableau 5: Description textuelle du cas « Modifier données aire »

Nom du CU	Modifier données station aire protégée		
Objectif	Mettre à jour les données relatives à la station		
Acteurs	Conservateur		
Préconditions	Le conservateur doit d'abord être connecté et la station d'AP doit au		
	préalable être enregistrée		
	Responsable : kakeu Date : 17/08/2015 Version : 1.0		
Scenario	1. S'authentifier		
nominal	2. Cliquer sur l'onglet de mise à jour de l'Aire protégée		
	3. Modifier le formulaire rempli affiché		
	4. Valider les modifications		
Scénario	A1. La validation des données à échouée		
alternatif	A2. Vérifier les champs du formulaire de modification		
	A3. Valider une fois de plus les données modifiées		
Post-condition	L'aire protégée est mise à jour avec de nouvelle données attributaire		

4 Ajouter espèce

Tableau 6: Description textuelle du cas « Ajouter espèce »

Nom du CU	Ajouter espèce		
Objectif	Enregistrer une nouvelle espèce dans la BD		
Acteurs	Utilisateur, Chercheur, Conservateur		
Pré-condition	L'espèce est inexistante dans la BD		
	Responsable : kakeu Date : 17/08/2015 Version : 1.0		
Scenario	Cliquer sur le formulaire d'ajout d'espèce		
nominal	2. Remplir tous les champs de formulaire requis		
	3. Soumettre données sur l'espèce		
Scénario	A1. L'espèce existe déjà dans la base de données		
Alternatif	A2. Un message est émis à cet effet signalant l'existence		
Post-condition	Une nouvelle espèce s'ajoute à la liste existante dans la BD		

4 Ecrire commentaire

Tableau 7: Description textuelle du cas « Ecrire commentaire »

Nom du CU	Ecrire commentaire			
Objectif	Poster un message sur le forum de discussion			
Acteurs	Chercheur			
Pré-condition	Etre connecté en tant que chercheur			
	Responsable : kakeu	Date: 17/08/2015	Version: 1.0	
Scenario	1. S'authentit	1. S'authentifier		
nominal	2. Aller sur l'onglet forum			
	3. Ecrire le commentaire sur une aire protégée			
	4. Soumettre le commentaire			
Post-condition	Une nouvelle discussion s'ajoute sur le forum et peut être visualisée			

4 Envoyer Alerte

Tableau 8: Description textuelle du cas « Envoyer alerte »

Nom du CU	Envoyer alerte
Objectif	Envoyer un message d'alerte au conservateur d'une AP
Acteurs	Utilisateur, Chercheur, Conservateur
Pré-condition	Etre connecté sur le système

	Responsable : kakeu	Date: 17/08/2015	Version: 1.0
Scenario	Aller sur l'onglet Alerte		
nominal	2. Editer le message d'alerte dans un champ de formulaire		
	3. Soumettre le message		
Post-condition	La direction de conservation reçoit le nouveau message d'alerte		

♣ Créer compte chercheur

Tableau 9: Description textuelle du cas « Créer compte chercheur »

Nom du CU	Créer compte chercheur		
Objectif	Créer un nouveau compte pour chercheur		
Acteurs	Utilisateur, Chercheur		
Pré-condition	Etre connecté sur le système		
	Responsable : kakeu	Date: 17/08/2015	Version: 1.0
Scenario	 Aller sur l'onglet création compte chercheur Remplir tous les champs requis du formulaire proposé Soumettre le formulaire 		
Post-condition	Un nouveau compte pour chercheur est créé, mais reste inactif		

Activer compte chercheur

Tableau 10: Description textuelle du cas « Activer compte chercheur »

Nom du CU	Activer compte chercheur				
Objectif	Rendre le compte du chercheur accessible lorsqu'il va se connecter				
Acteurs	Administrateur				
Pré-condition	Le compte doit être crée au préalable				
	Responsable : kakeu	Date: 17/08/2015	Version: 1.0		
Scenario	1. S'authentifier				
nominal	2. Lister tous les comptes de chercheur crée				
	3. Cliquer sur la case d'activation du compte chercheur				
Post-condition	Le chercheur en question peut déjà se connecter au système				

Nous venons de décrire quelques cas d'utilisation qui permettent aux utilisateurs de communiquer avec le système. Cependant, l'aspect chronologique de ces communications n'est

pas complètement élucidé. UML nous offre donc cette possibilité à travers un diagramme de séquence, de représenter la chronologie des communications entre les objets du système participant à la réalisation d'un cas d'utilisation [2].

II.1.3 Modélisation de l'interaction entre objets du système

A ce stade de modélisation, nous allons exploiter les différents scénarii associés aux cas d'utilisation décrits. Nous allons les représenter pour les cas suivant :

- Enregistrer aire protégée ;
- Lancer recherche:
- Activer compte chercheur;
- Envoyer alerte;
- Ajouter commentaire

II.1.3.1 Séquences de réalisation du cas d'utilisation «Enregistrer aire protégée »

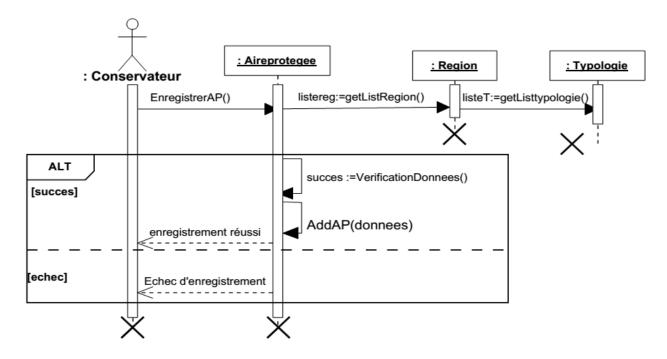


Figure 3: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Enregistrer aire protégée »

Dès l'appel du formulaire, la liste des régions et des typologies est chargée. Les champs sont remplis et la méthode d'enregistrement est appelée une fois après vérification des données saisies par le conservateur.

II.1.3.2 Séquences de réalisation du cas d'utilisation « Lancer recherche »

La figure ci-dessous représente les échanges de messages qui s'effectuent lorsqu'un utilisateur entre un mot dans la barre de recherche.

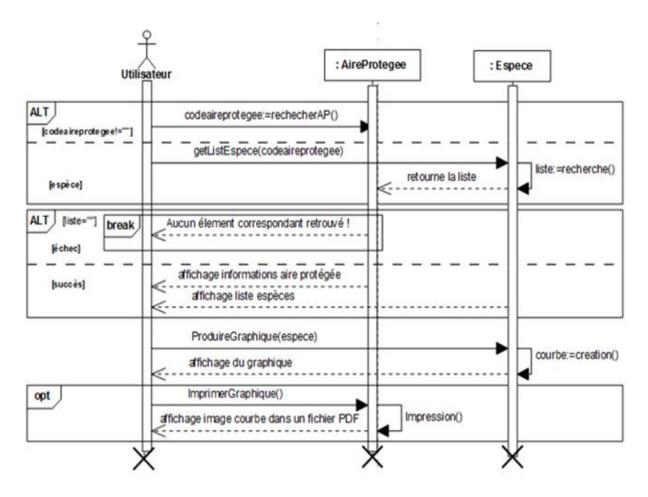


Figure 4: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Lancer recherche »

Lors d'une procédure de recherche avancée est lancée par l'utilisateur, il ya deux possibilités : l'une concerne les espèces et l'autre les aires protégées. Dès qu'il sélectionne une aire ses informations sont affichées sur un tableau avec la liste de ses espèces. Ceci étant, l'utilisateur peut voir la courbe d'évolution de chaque espèce dans l'aire protégée choisie. Il peut donc l'imprimer ou ne pas le faire.

II.1.3.3 Séquences de réalisation du cas d'utilisation « Activer compte chercheur »

Une fois qu'un chercheur crée individuellement son compte, pour que celui-ci soit utilisable, il faudra l'activer. La figure suivante montre comment les objets entre en action durant ce processus.

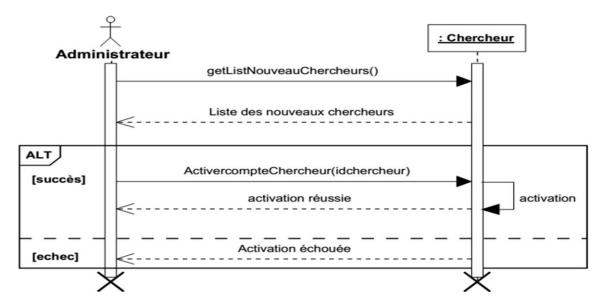


Figure 5: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Activer compte chercheur »

Ainsi, l'administrateur interagit avec le système et envoie des requêtes à l'objet Chercheur qui lui retourne des réponses. Ceci sous-entend qu'il s'est authentifié au départ en tant qu'administrateur pour rejoindre son espace de travail. La liste des nouveaux compte de chercheurs nouvellement crées est alors affichée. Ceci étant, il passe à une phase d'activation des comptes qu'il juge activables. Cependant, il peut aussi supprimer certains comptes.

II.1.3.5 Séquences de réalisation du cas d'utilisation « Envoyer alerte »

Pour un plan de gestion plus efficace, la collaboration des tiers est nécessaire. C'est pour cette raison que nous illustrons le fonctionnement de l'envoie d'alerte par le diagramme suivant. L'internaute à partir de son écran, peut saisir son message en direction à une aire protégée choisie au préalable. L'alerte sera envoyée au conservateur sélectionné.

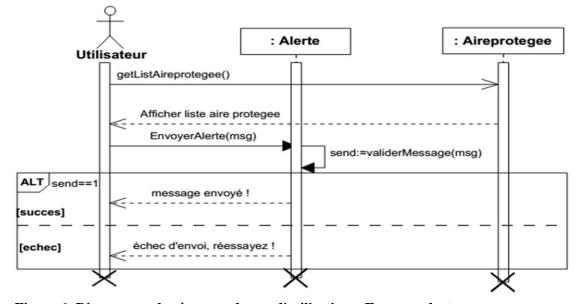


Figure 6: Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Envoyer alerte »

II.1.4 Diagramme d'activités

Jusqu'ici, nous avons décrit formellement les cas d'utilisation, montrer l'interaction entre les objets pour la réalisation de certains cas d'utilisation. Cependant, il nous faut montrer le comportement de quelques cas d'utilisation que nous avons jugé importants [3].

II.1.4.1 Séquence des activités du cas d'utilisation « Activer compte chercheur »

Dans le processus d'activation des comptes chercheurs, l'administrateur doit d'abord s'authentifier, puis lister les comptes nouvellement créé et passer à l'activation. Pour chaque compte activé, une notification doit apparaître simultanément comme message de réussite.

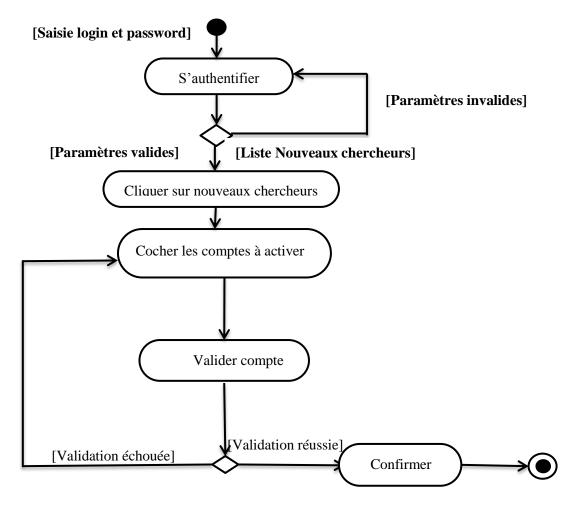


Figure 7: Diagramme d'activité du cas d'utilisation « Activer compte chercheur »

II.1.4.2 Séquence des activités du cas d'utilisation « Enregistrer aire protégée »

Sur la figure suivante, nous décrivons le processus d'ajout d'une nouvelle aire protégée par l'administrateur une fois connecté au système comme suit :

- L'administrateur ou le conservateur doit aller à l'onglet « aire protégée » ;
- A l'affichage du formulaire de saisie, il doit remplir tous les champs et soumettre ;

• L'enregistrement est confirmé par un message (de succès ou d'échec).

NB: Cet enregistrement ne concerne que les données attributaires.

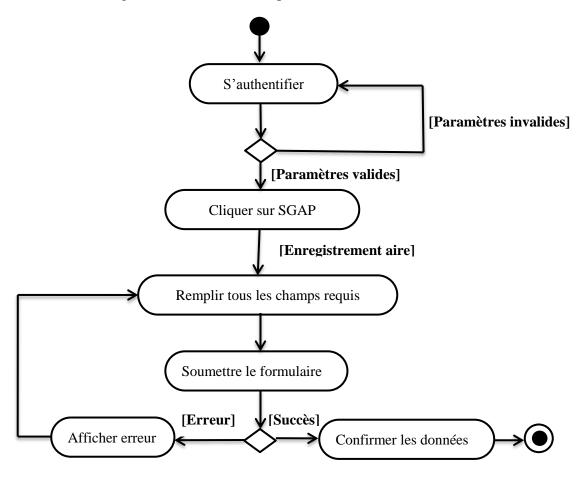


Figure 8: Diagramme d'activité du cas d'utilisation « Enregistrer aire protégée »

II.1.5 Diagramme d'état-transition

Certains objets de classe subissent des changements qui sont importants à illustrer par les diagrammes d'état-transition. Nous allons seulement le représenter pour le cas des objets de la classe « Espece ».

II.1.5.1 Représentation des états-transitions des objets de la classe « Chercheur »

Par le diagramme suivant, nous visualisons très rapidement le cycle de vie d'un objet de la classe « Chercheur ». Celui-ci montre les différentes mutations suivantes :

- L'objet chercheur est créé ;
- Ensuite peut subir des modifications ;
- Enfin, il peut devenir persistant ou peut être libéré de la BD (Base de Données).

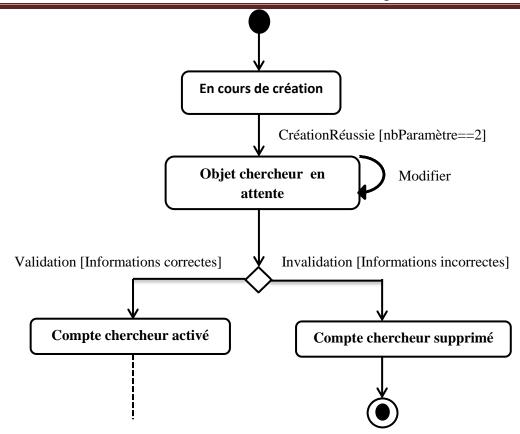


Figure 9: Diagramme d'état-transition des objets de la classe « Chercheur »

II.1.5 Présentation du modèle de navigation

L'article webSA de Santiago Melià expose un exemple de diagramme de navigation relatif à une plateforme de gestion d'une agence de voyage où la méthode OOH (Object-Oriented Hypermedia) est utilisée [5].

Ce modèle représente de manière formelle l'ensemble des chemins entre les principaux écrans proposés à l'utilisateur. Pour cela, nous allons utiliser un certains nombres d'éléments à l'instar des états, des transitions et des conventions graphiques suivantes : une page est représentée par le stéréotype « page », un cadre dans une page par « frame », une erreur ou un comportement du système par « exception » [5].

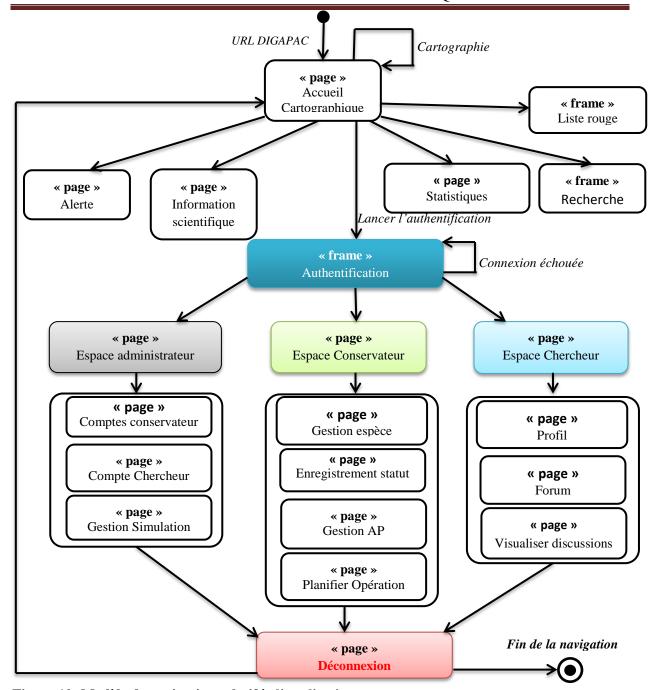


Figure 10: Modèle de navigation relatif à l'application

II.2 Conception technique et fonctionnelle du système

II.2.1 Architecture technique et fonctionnelle du système

Cette architecture que nous avons conçue permet de montrer le système global, les outils matériels et logiciels qui communiquent pour rendre l'information disponible aux utilisateurs.

L'architecture est composée de trois couches :

La couche présentation : Elle est composée des différentes technologies qui vont servir à la réalisation afin que ces interfaces puissent être lues par les clients web (HTML, CSS...).

Cela ne signifie pas que ces technologies sont utilisées sur le client, mais qu'elles sont utilisées par le serveur pour faciliter la compréhension des clients.

- La couche Métier: C'est ici qu'est logée notre logique applicative. C'est-à-dire l'ensemble des entités serveurs capables de recevoir les requêtes, de s'échanger les messages et formuler les résultats demandés. Elle est composée de :
 - un serveur web (apache) et d'un serveur cartographique (Mapserver).
- La couche d'accès aux données composée du SGBDG (Système de Gestion de Base de Données Géographique) PostgreSQL et de l'extension PostGIS.

Description du fonctionnement de l'architecture

- 1. Le client envoie sa requête via le protocole HTTP au serveur web ;
- 2. Le serveur apache cible le fichier concerné par la requête sur le serveur cartographique et transmet les paramètres;
- 3. Le fichier en question sollicite la ressource sur le serveur (moteur de script, Programme CGI) capable de traiter sa demande et l'envoie les paramètres requises. Ce pendant le traitement peut avoir besoin de la ressource BD pour la construction du résultat complet, l'appel à celle-ci récupère les données.
- 4. Le résultat de la requête est donc renvoyé au serveur web apache qui se charge de le transmette au processus client dans un format compréhensible.

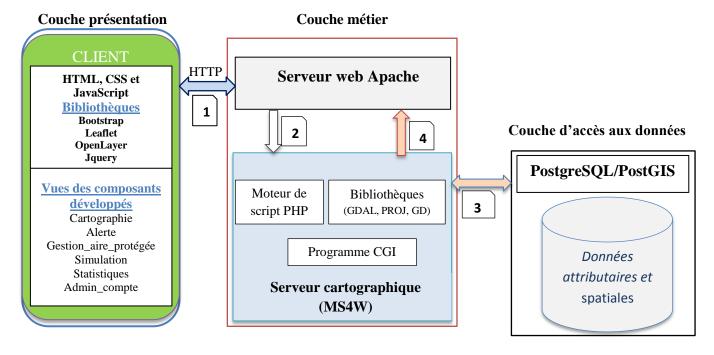


Figure 11: Architecture fonctionnelle et technique du système

Nous avons jusqu'ici présenté et décrit le fonctionnement du système du point de vue externe par une architecture. Par la suite, nous allons présenter sa structure interne. De ce fait, UML nous propose le diagramme de classe pour une meilleure illustration en décrivant la structure statique du système que nous allons développer [3].

II.2.2 Diagramme de classe du système

A cette étape, nous allons d'abord présenter les différentes classes et leurs propriétés spécifiques. Ce regroupement nous aidera à maîtriser les propriétés de chaque classe appartenant au système.

II.2.2.1 Liste des différentes classes et leurs propriétés

Tableau 11: Liste des classes et leurs propriétés

Classe	Propriété	Type	Description
	idConservateur	Integer	Identifiant de la classe Conservateur
	nomConservateur	String	Nom du conservateur de l'aire protégée
Congonyotour	prenomConservateur	String	Prénom du conservateur
Conservateur	diplomeConservateur	String	Diplôme du conservateur
	emailConservateur	String	Email du conservateur
	telConservateur	Integer	Téléphone du conservateur
	codeAire	Integer	Code identifiant une aire protégée
	denominationAire	String	Dénomination de l'aire
	superficieAire	Double	Superficie globale
	datecreationAire	Date	Date de création
Aireprotegee	nombreSiteAire	Integer	Nombre de sites contenus dans celle-ci
	nombreAutoAIre	Integer	Nombre d'automobile dont elle dispose
	nombreAgentAire	Integer	Nombre d'agent sur le terrain
	coordGeoStation_x	Float	Coordonnée station centrale en abscisse
	coordGeoStation_y	Float	Coordonnée station centrale en ordonnée
	the_geomAire	Polygone	La géométrie de l'AP
Operation	Idoperation	Integer	Identifiant de l'opération lancée par le ou
			les conservateurs de l'AP pour la gestion
	libelleOperation	String	Libellé de cette opération
	descriptionOperation	String	Description de l'opération
Chercheur	idChercheur	Integer	Identifiant du chercheur dans le système
	nomChercheur	String	Nom du chercheur
	prenomChercheur	String	Prénom du chercheur
	domaineRecherche	String	Domaine de recherche associé à celui-ci
	institutionAttache	String	Institution d'attache (Université)
	emailChercheur	String	Email du chercheur
	telephoneChercheur	Integer	Numéro de téléphone du chercheur
	Password	String	Mot de passe pour l'authentification
	Validation	Boolean	Champ déterminant l'état du compte
Commentaire	idCommentaire	Integer	Identifiant du commentaire posté
	titreCommentaire	String	Titre du commentaire

	descCommentaire	String	Description du commentaire
	dateCommantaire	Date	Date d'envoi du commentaire au système
Typologie	Idtypologie	Integer	Identifiant du type de l'aire protégée
	libelleTypologie	String	Parc, réserve forestière)
	descriptionTypologie	String	Description de du type de l'AP
Espece	codeEspece	Integer	Code identifiant l'espèce
	Typeespece	String	Type de l'espèce (animale ou végétale)
	libelleEspece	String	Le nom de l'espèce
	description	String	Description de l'espèce
	IndiceRarete	Boolean	Dit si l'espèce est en voie de disparition
Evolue	idEvolution	Integer	Identifiant de l'évolution d'une espèce
	Annee	Integer	Valeur de l'année (2015 par exemple)
	nombreEspece	Integer	Nombre d'espèce
	Genre	String	Espèce mâle ou Femelle
	idAlerte	Integer	Identifiant d'une alerte envoyée
	libelleAlerte	String	Contenu de l'alerte
Alerte	auteurAlerte	String	Auteur du message envoyé
Alerte	coordgeo_x	double	Coordonnées géographique en longitude
	coordgeo_y	double	Coordonnées géographique en latitude
	Photo	String	Image envoyée par l'utilisateur
	idVisite	Integer	Identifiant d'une visite dans l'AP
Visite	Mois	Date	Le mois de l'année
	nombreVisite	Integer	Nombre de visite au cours du mois
Region	idRegion	Integer	Identifiant de la région
	libelleRegion	String	Nom de la région du pays
	superficieRegion	Double	Superficie de la région
	activiteRegion	String	Activité principale de la région
	populationRegion	Integer	Nombre d'habitant de la région
Pays	idPays	Integer	Identifiant du pays
	denominationPays	String	Dénomination du pays
	the_geomPays	Polygone	Forme géométrique du pays (Polygone)

Ce tableau décrit les différentes classes, leurs attributs et leurs types. La sémantique de chaque classe décrite plus en détail dans le manuel technique en ajoutant une autre colonne pour la taille des propriétés. Ceci pour favoriser l'établissement d'un plan de maintenance future.

II.2.2.2 Représentation du système en termes de classes et relations

La représentation de manière structurée en classe permet de montrer une vue statique du système du point de vue « stockage des données ». C'est celle-ci qui permettra de créer une base de données relationnelle contenant des entités géographiques.

La figure suivante représente le diagramme de classe globale du système :

• L'administrateur peut enregistrer une station d'aire protégée juste après avoir eu accès au système via une connexion. Cet enregistrement revient à choisir la typologie de l'AP, la

région (éventuellement le pays) dans laquelle elle se trouve, sa dénomination, le nombre d'agent, le nombre de site, etc. La station sera mise à jour par le conservateur ;

- Des espèces peuvent être enregistré par les conservateurs ou l'administrateur ;
- Les chercheurs peuvent également émettre des commentaires concernant une aire protégée ou réagir face aux commentaires déjà postés par les autres chercheurs;
- Tous les utilisateurs peuvent envoyer des messages d'alerte en direction du système et simultanément en direction de conservation de l'AP;
- Les conservateurs peuvent planifier des opérations futures à effectuer dans les aires protégées et les sauvegarder dans la table « opération » ;
- Grâce aux valeurs que donneront les objets des classes « Evolue », « Annee » et « visite », des statistiques graphiques sont affichés respectivement sur l'évolution du nombre d'espèce dans chaque aire protégée et le suivi de la masse touristique qu'accueille une station de gestion d'aire protégée au cours d'une période.

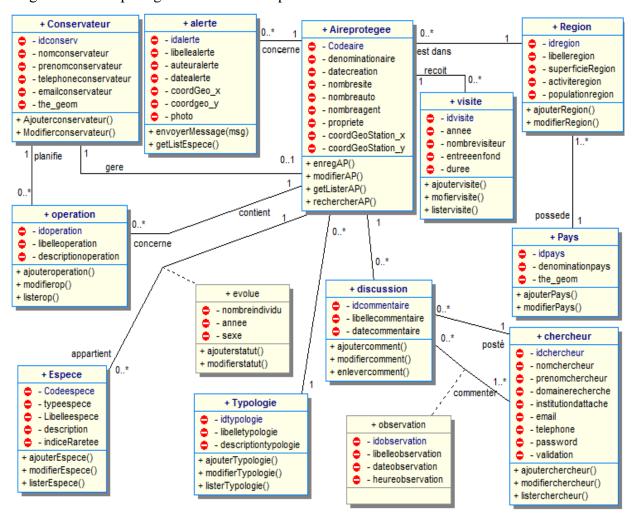


Figure 12: Représentation du système en termes de classe du système

II.2.2.3 Modèle logique de la Base de Données

Le modèle logique résulte de la transformation du diagramme de classe précédent selon un certains nombres de règles bien définies relatives aux cardinalités situées sur les liens. C'est en respectant ces règles que nous obtenons la représentation relationnelle suivante.

- Pays (<u>idPays</u>, DenominationPays, the_geom);
- Region (<u>idRegion</u>, #IdPays, libelleRegion, superficieRegion, activiteRegion, populationRegion);
- Conservateur (<u>idConservateur</u>, nomConservateur, prenomConservateur, diplomeConservateur, telephoneConservateur, emailConservateur);
- **Typologie** (<u>idTypologie</u>, libelleCategorie, descriptionCategorie);
- Aireprotegee (codeAire, #idConservateur, #idRegion, #idTypologie, denominationAire, superficieAire, dateCreationAire, nombreSiteAire, nombreAutoAIre, nombreAgentAire, proprieteAire, modeGestionAIre, coordGeoStation_x, coordGeoStation_y, the_geomAire);
- Operation (<u>idoperation</u>, #codeaire, #idConservateur, libelleOperation, descriptionOperation);
- Alerte (<u>idAlerte</u>, #codeAire, libelleAlerte, auteurAlerte, dateAlerte, coordgeo_x, coordgeo_y, photo);
- **Visite** (idVisite, #codeAire, mois, nombreVisite);
- **Espece** (codeEspece, #codeAire, libelleEspece, description, indiceRaretee);
- **Evolue** (#(codeEspece,idAnnee, codeAireprotegee), libelleEspece, annee, nombre);
- Chercheur (<u>idChercheur</u>, NomChercheur, prenomChercheur, domaineRecherche, institutionAttache, email, telephone, password, validation);
- Commentaire (<u>idCommentaire</u>, #idChercheur, #codeAire, libelleCommentaire, dateCommentaire, sourceCommentaire);
- Observation (<u>idObservation</u>, #idChercheur, #idDiscussion, libelleCommentaire, dateCommentaire, sourceCommentaire).

CHAPITRE III: IMPLEMENTATION DE LA SOLUTION ET RESULTATS

III.1 Techniques de développement

III.1.1 Usage du pattern de développement MVC (Model Vue Controller)

Nous avons adopté ce pattern pour plusieurs raisons : il rend l'application modulaire et facile à développer avec un langage objets, facilement extensible et maintenable.

- « PostgreSQL » met à disposition des autres composants les données (géographiques et attributaires) via son interface persistante;
- « Mapserver » récupère les données géographiques pour produire les cartes qu'il met à disposition des vues ;
- « PHPMapSript » interprète et traite les requêtes concernant PHP et met les résultats à disposition des fonctions et procédures situées dans les contrôleurs;
- Le composant « Controller » a besoin des modèles de classe pour construire les objets manipulables, c'est ainsi qu'il doit communiquer avec le composant « Model » à travers son interface fournie. Enfin, le composant « View » s'occupe de la récupération des informations produites et les soumet au composant client qui est visualisé par l'utilisateur.

L'organisation des répertoires de l'application est située en **Annexe1** et bien décrite dans le manuelle technique et d'utilisation du système DIGAPAC.

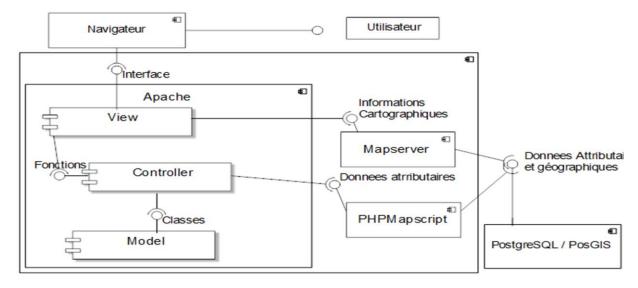


Figure 13: Diagramme de composants relatif à l'utilisation du pattern MVC

III.1.2 Approche de développement par objet

PHP Objet

L'extension PDO (Persistent Data Objects) est utilisée ici car il rend l'application très dynamique en ce qui concerne l'accès aux Base de données MySQL (MyStructured Query Language), PostgreSQL ou Oracle (contrairement à l'extension Mysqli qui varie en fonction des SGBD que l'on utilise). Le langage PHP orienté objet avec l'extension PDO (portable, facile et rapide) comme langage d'interaction avec le SGBD PostgreSQL. C'est un langage facile à comprendre car il reprend assez fidèlement la syntaxe du langage C. Cependant, Il n'a pas de contrainte sur les types de variables par comparaison à un langage de programmation comme ASP (Active Server Page). PHP s'avère très performant qu'ASP (mais perceptible lorsque le site comportes déjà au moins deux millions de page vues par mois) [11].

Pour l'utilisation de PDO, une classe a été créée (**PDOFactory.php**) dans laquelle les paramètres de connexion à la BD sont renseignés. C'est celle-ci qui est incluse dans la page **« index.php »** qui est la page mère dans laquelle toutes les « vues » se chargent.

Utilisation d'AJAX : Lancement des appels au serveur sans rechargement

Cette technologie qui combine le XHTML (Extensible HyperText Mark up Language), la DOM (Document Object Model), le CSS (Cascading StyleSheet), et plus particulièrement son objet XMLHttpRequest. Elle permet de réaliser un grand dynamisme côté client.

Technique de génération des pages HTML et redirection vers le client:

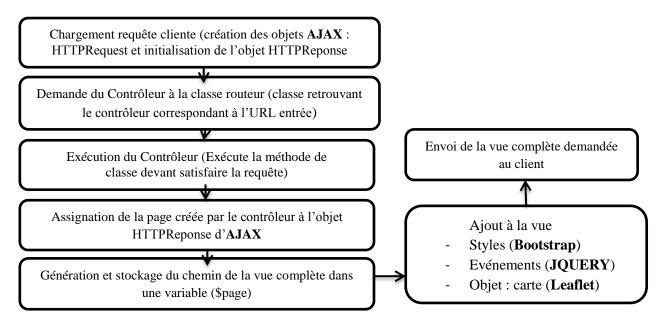


Figure 14: Technique de génération des vues pour le client

III.1.3 Technique de développement webmapping

Le webmapping est l'ensemble des technologies permettant de créer et d'afficher une carte sur Internet. Alors, les technologies utilisées à cet effet sont les suivantes :

- AJAX (Asynchronous JavaScript and XML): celle-ci est utilisée conjointement avec le langage PHP, les fichiers au format GEOJSON/JSON. Il est à noter que le JavaScript est le nœud du développement webmapping. C'est un langage dit *client-side* dont les scripts sont exécutés chez un client. Il nous a permis d'ajouter des interactions avec l'utilisateur dans nos interfaces pour rendre notre application web facile à manipuler [10].

La figure ci-dessous montre le fonctionnement de l'application webmapping du point de vue génération des cartes.

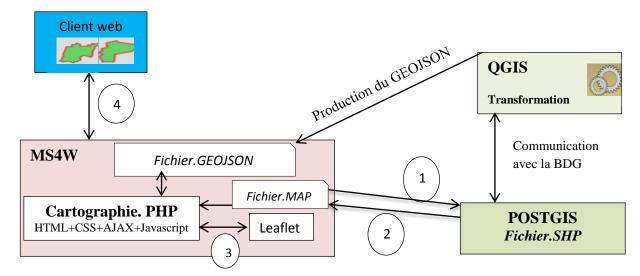


Figure 15: Procédure de production et publication des cartes sur le web

- **La librairie Leaflet** qui est une composante côté client qui permet d'instancier, de produire et d'afficher une carte sur le client web [13].
- **Procédure de production cartographique:**
- 1- La connexion automatique à **PostGIS** via un « **MapFile** » lisible par Mapserver ;
- 2- Lecture et interprétation des données spatiales par Mapserver via le MapFile ;
- 3- Le fichier PHP contenant le code JavaScript intégré fait appel à la librairie **Leaflet** pour instancier la carte.
- 4- Enfin, le résultat complet est formaté en HTML et envoyé au client web.

Utilisation d'un fichier GEOJSON produit grâce à QGIS

 Connexion manuelle à PostGIS et récupération de la table contenant les données spatiales; Projection, vérification du format et enregistrement en fichier GEOJSON; - Le fichier contenant les polygones sur les aires protégées est au format GEOJSON, donc lisible par le JavaScript, il est envoyé sur le serveur pour être utilisé.

Logiciel QGIS (Quantum GIS)

Ce logiciel SIG (Système d'Information Géographique) très puissant nous a permis de créer des couches de données, de les charger, de les visualiser. En plus de cela, il permet d'importer les données cartographiques (Shapefile) dans la BD, de créer des fichiers de données au format **geoJSON** facilement manipulable à partir des codes AJAX. Ci-dessous l'interface de travail de QGIS avec la couche vectorielle des aires protégées chargée (AP représentées par des *contours au remplissage de couleur verte*) sur la couche du Cameroun (en couleur bleue).

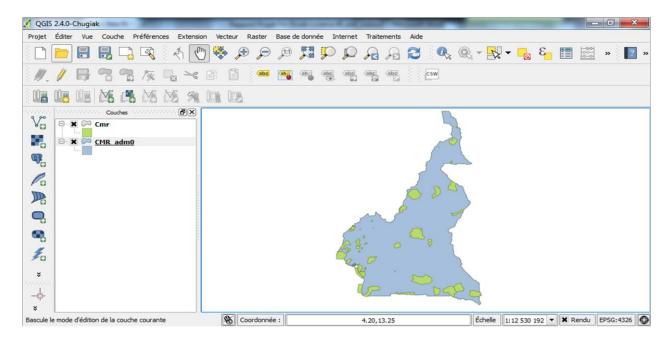


Figure 16: Exemple d'utilisation de Quantum GIS

III.2 Déploiement de l'application

III.2.1 Outils de déploiement et environnements

Une machine serveur a été mise en place pour cette étape de déploiement. Nous avons ici deux solutions à prendre en compte pour le SE (Système d'Exploitation) :

- Une distribution linux (Ubuntu) : Le principe de déploiement est décrit dans Annexe 4;
- Une distribution Windows (La version 7 a été utilisée dans ce cas)

III.2.2 Déploiement de la Base de données sous Windows

Dans cette partie, nous allons décrire le déploiement de la base de données de l'application dans le SGBDG.

- Télécharger la version 9.1.3 de PostgreSQL à travers le lien suivant : http://www.enterprisedb.com/products-services-training/pgdownload ainsi que son extension spatiale ;
- Lancer l'installation de PostgreSQL comme suit :

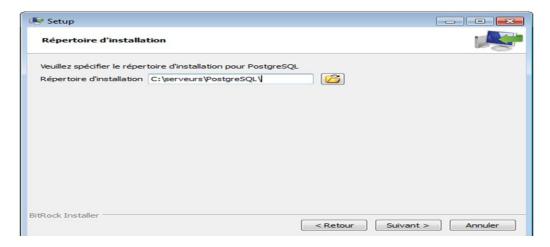


Figure 17: Début d'installation de PostgreSQL

• Ajouter les paramètres suivants à la demande : Numéro de port, Mot de passe du superutilisateur postgres. Continuer jusqu'à l'obtention de l'interface suivante :

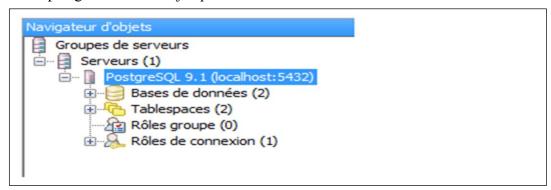


Figure 18: Une vue de l'interface de manipulation des BD dans PostgreSQL

- Faire un clic droit sur « base de données » pour créer une BD au nom de « bddigapac » (sans oublier de choisir le template spatial);
- Importer le fichier « bddigapac.sql » fourni avec le dossier de l'application ;
- Aller dans le fichier « digapac\lib\model\PDOFactory.php » pour modifier les paramètres de connexion. Dès lors, la BD est prêtes à être utilisée.

III.2.3 Installation du package MS4W et chargement de «digapac »

Il est question ici pour nous de montrer comment le serveur cartographique est mis en place, les étapes suivantes doivent être suivies :

- Aller sur http://dl.maptools.org/dl/ms4w/ms4w_3.0.6.zip et télécharger MS4W (version 3.0.4) qui regroupe les packages suivants : Apache version 2.2, le moteur de script PHP version 5.4.3, MapServer version 6.0.3 et MapScript (PHP, C#, Java, Python);
- Décompresser le package obtenu à la racine du disque principal (disque C)
- Copier le dossier « digapac » disponible sur le CD fourni et le coller dans le dossier suivant : C:\ms4w\Apache\htdocs ;
- Double cliquer sur *C:\ms4w\Apache\bin\ApacheMonitor.exe* ; dès lors une icône apparaît sur la barre de tâche près de l'heure ;
- Faire un clique gauche dessus et choisir « Apache MS4W Web Server », une flèche verte sur l'icône signifie que le serveur est déjà en train de fonctionner
- Ouvrir le fichier « C:\ms4w\Apache\conf\httpd.conf », puis changer l'adresse du serveur et les paramètres d'accès (Deny en Allow) à la ligne 194
- Ouvrir votre navigateur et taper *localhost* dans la barre d'adresse ; On voit apparaître la page d'accueil du serveur cartographique suivante:

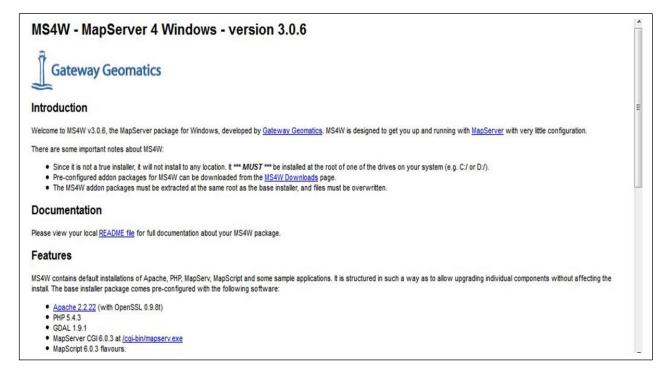


Figure 19: Un extrait de la page d'accueil du serveur cartographique

III.3 Résultats concrets issus du développement

III.3.1 Cartographie des aires protégées et informations

Le premier résultat que nous présentons à la figure qui suit est une vue de l'interface d'accueil du système version Desktop. Ce qui est intéressant à ce niveau est l'information qui apparaît lorsque l'utilisateur interagit avec la carte.

Méthode d'obtention

Ce résultat est le fruit de la cohabitation entre un fichier HTML (offre la structure de la page et un cadre pour la carte), la librairie Leaflet (instancie la carte et ajoute les composants) et le fichier .MAP qui interagit avec la Base de données PostGIS pour récupérer les données sur les aires protégées (Annexe 5).

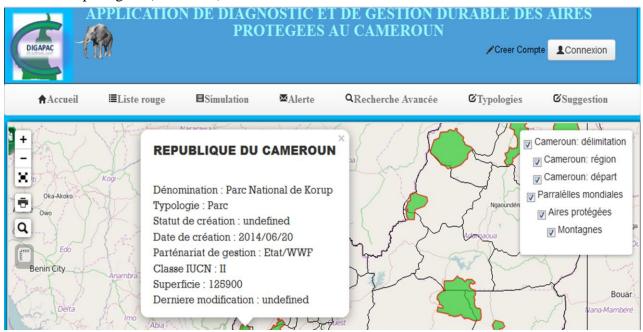


Figure 20: Cartographie des aires protégées du Cameroun

Sur la carte ci-dessus présentée, les utilisateurs peuvent : Faire le zoom (en agrandissement et en réduction), rechercher la position d'une aire protégé, faire un « fullscreen » pour couvrir tout l'écran avec la carte si problème de visibilité, effectuer des tracées pour le calcul de distance entre deux points, etc.

III.3.2 Géolocalisation de l'utilisateur

La géolocalisation de l'utilisateur se fait à partir de l'adresse IP de la machine avec laquelle il s'est connecté à l'application. A cet effet, le plugin « géolocate » de Leaflet a été utilisé ici pour la mise en œuvre de la géolocalisation de l'utilisateur. Ce qui a donné le résultat suivant.



Figure 21: Géolocalisation de l'utilisateur connecté

III.3.3 Mise à disposition de l'information scientifique (Nord Cameroun)

Ces résultats thématiques (images RASTER) proviennent des études scientifiques faites dans la région du Nord autour de la réserve de Laf. Ces RASTER ont été bien agencés et intégrés dans la partie simulation où chaque scénario peut être visualisé par un utilisateur.

Pour mettre en œuvre ce processus de simulation, la librairie JQUERY a fait ses preuves à ce niveau. Elle contient un bloc de code existant qui a été utilisé où les images ont juste été ajoutées avec un timing de changement. En perspectives, les simulations doivent se réaliser directement sur la plateforme où l'utilisateur doit entrer ses propres paramètres dans le système pour observer les résultats produits.

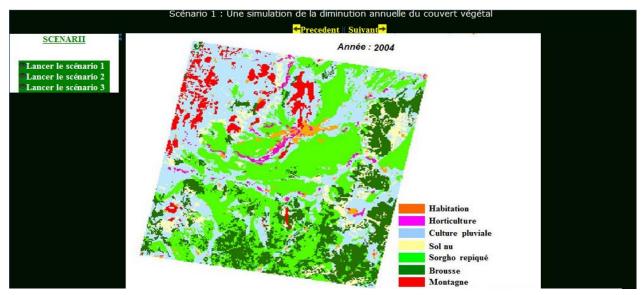


Figure 22: Une vue de simulation montrant la diminution du couvert végétal (Réserve de Laf)

III.3.4 Alerte rapide pour activités illégales en Smartphone

Le processus d'émission d'alerte rapide est très facile, il suffit juste d'être connecté et de remplir les champs de message et identité tout en ayant choisi l'AP. Cependant, l'utilisateur a la possibilité de joindre à son message une image photo. Les coordonnées de l'utilisateur étant déterminée, celles-ci sont envoyées directement au conservateur.

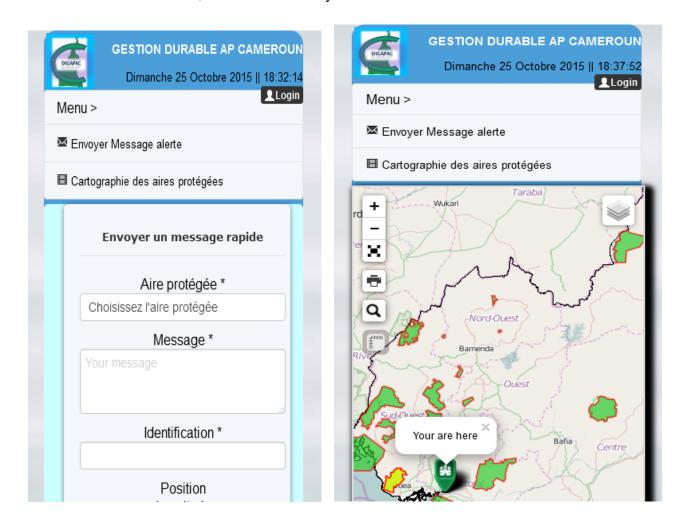


Figure 23: Emission d'alerte pour activités illégales et géolocalisation via un Smartphone

III.3.5 Catalogue de messages d'alertes

Une fois que l'utilisateur saisit le message à partir du formulaire ci-dessus, le conservateur de l'aire protégée en question visualise le message (avec photo ou non). Il a également la possibilité de supprimer le message envoyé si celui-ci est indésirable. La figure suivante présente les messages d'alerte envoyés par les populations :

Liste des messages d'Alertes résents pour le parc de Waza				
Corps du message envoyé	Auteur	Date	Position Geographique	Supp
Trois éléphant ont été retrouvés mort calcinés à la sortie de notre village hier par les villageois. Surement que les forfetaires sont encore là dans le parc ***********************************	Mme Etoundi Ngo	2015-09-09	[14.78;11.48]	٥
alerte, Deux chasseurs viennent d'entrer dans le pars il ya quelques minutes par le côté Est ************************************	Vianey le Touriste	2015-09-02	[3]	0
Je suis cerné par une dixaine de braconniers, ils ont déja abattu plus de 3 elephants ************************************	M. Atangana	2015-07-19	[11.17;14.93]	0
Alerte feux de brousse à l'Est du Parc	M. Sa'a	2015-07-13	[11.1:14.92]	0

Figure 24: Messages d'alerte récents envoyés par les utilisateurs

III.3.6 Indicateurs d'état : courbe d'évolution d'espèce

L'utilisateur accède à l'interface qui donne lieu au choix de l'aire protégée. Les informations de l'aire s'affichent juste en bas suivies de la liste de ses espèces à gauche après avoir choisi l'aire protégée. Dès lors, il peut donc cliquer sur « Evolution » de chaque espèce pour visualiser la courbe d'évolution de 1962 à 2014. Le code SQL à l'**Annexe 5**.

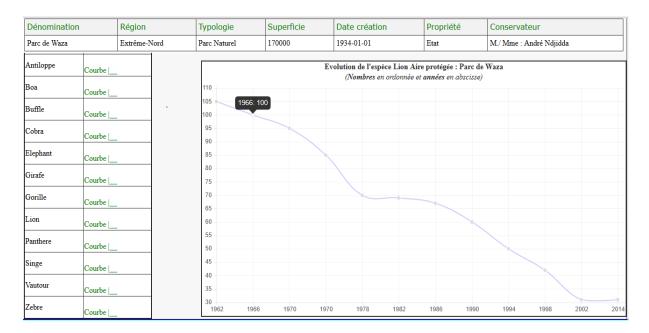


Figure 25: Courbe d'évolution de l'espèce Lion dans le parc de Waza

III.3.7 Nombre d'éco-gardes par aire protégée

Il est à noter que chaque aire protégée est conservée par un certain nombre d'agents de sécurité qui exécutent des opérations de patrouille de temps en temps. Il est donc important de savoir quel est le nombre d'éco-gardes par aire protégée. Cette information semble banale, mais elle peut aider les touristes à établir leur plan de visite tout en connaissant le niveau de sécurité. Cependant, cette information s'avère encore très intéressante car elle risque d'être en faveur des braconniers. Pour cette raison, elle doit être sécrète et gardée uniquement pour les décideurs.

Une fois que la liste des APs et le nombre d'éco-gardes associés sont récupérés de la base de données par une requête SQL, deux tableaux sont construits via PHP où ils sont insérés. On instancie l'objet « graphique » auquel les deux tableaux sont passés en paramètre. Celui-ci se charge de construire le graphique représenté à la figure suivante (confer Annexe **7**).

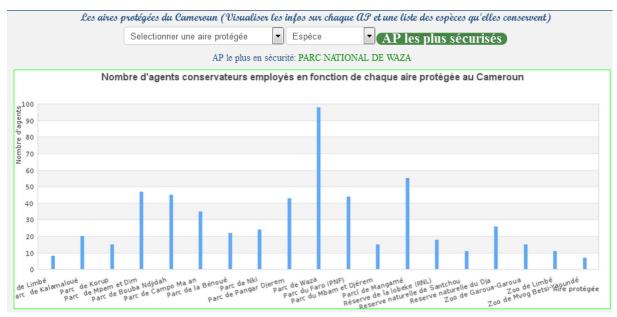


Figure 26: Histogramme présentant le nombre d'agents sécuritaire par aire protégée

III.4 Evaluation du coût de développement de l'application

III.4.1 Coût dans le cas d'une équipe de personnes

Les charges (quantité de travail nécessaire, indépendamment du nombre de personne qui vont réaliser ce travail) des travaux de développement sont décrites comme suit :

1	8	•	11
Phase	Charge (l	homme- durée	(semaine) Nomb
	iou	rs)	perso

Tableau 12: Répartition des charges du travail de conception et de développement

Phase	Charge (homme- jours)	durée (semaine)	Nombre de personnes
Définition des besoins des utilisateurs	8	2	1
Analyse fonctionnelle et définition de l'architecture	18	2	2

Réalisation du cahier de charges	8	2	1
Conception du projet	20	4	3
Réalisation (Base de données	30	6	3
spatiales et modules applicatifs)			
Tests, intégration des modules et	18	4	1
déploiement			
Entretien avec les utilisateurs	15	2	2
(Conservateurs et éco-gardes) et			
rédaction du manuel d'utilisation			
Total	117	22	4

En supposant que l'Homme-jour est équivalent à huit heures de travail, l'équipe de développement doit être constituée d'un (1) Ingénieur de conception et de 2 analystes-programmeurs (développeurs) et d'un (1) géomaticien.

Le coût du développement s'appuie sur l'estimation de la charge du travail liée aux travaux de conception et de développement. Le projet exige 117 Homme-jours bien répartis :

- Environ 40 homme-jours pour les tâches de conception soit 8 homme-jours par mois pour l'Ingénieur : 1 000 000 * 1 soit 1 000 000 FCFA;
- 77 homme-jours pour les tâches de développement soit environ 15 homme-jours par mois pour les 3 développeurs : 800 000 * 3 soit 2 400 000 FCFA
- Connexion Internet: 25 000 * 5 soit 125 000 FCFA

Coût total de développement en équipe =
$$1\ 000\ 000 + 2\ 400\ 000 + 125\ 000$$
 = $3\ 425\ 000\ FCFA$

NB: Le coût du projet est évalué dans le cas où c'est une équipe de 4 personnes qui travaillent en parallèle.

En conclusion, la réalisation du projet nécessite en termes de ressource humaine un (1) Ingénieur de conception pour la supervision, et trois (3) analystes-programmeurs et d'un géomaticien. Ce qui est réalisable avec une somme supérieure ou égale à 3 425 000 FCFA.

III.4.2 Coût dans le cas présent

Le nombre de jours que nous avons faites (132 jours) sachant qu'un homme-jour correspond à 5 Heures en moyenne). Par déduction, le coût de notre produit logiciel est évalué comme suit :

CHAPITRE IV : DIFFICULTES ET SUGGESTIONS TECHNIQUES

IV.1 Freins issus de la mise en œuvre du projet

IV.1.1 Prise en main du projet

Comme difficultés de prise en main du projet, nous citons les éléments suivants :

👃 Adaptation dans le nouveau domaine de la géomatique qu'est le webmapping

Ce projet nous a donné la possibilité de nous frotter à un domaine la géomatique qui est le webmapping (processus de création automatique des cartes interactives et publication sur le web). Il nous a permis de faire évoluer nos connaissances en ce qui concerne le développement web classique. Ceci surtout au niveau des nouveaux outils (QGIS, PostgreSQL, MS4W, Geoserver) et nouvelles librairies disponibles (OpenLayers, Leaflet).

Ce domaine a de nouveaux concepts, de nouveaux outils ont été abordés et appelés à être mis en œuvre dans le projet. Les exemples intéressants sont : Prise en main des serveurs cartographiques à l'instar de Mapserver et Geoserver, ArcGIS-server. Les leçons tirées de ces deux premiers serveurs sont les suivantes:

- Mapserver doit être utilisé pour ceux qui comptent se lancer dans le développement concret avec les langages de programmation suivant : PHP, Perl, Python, etc. car en plus de ses capacités cartographiques, il est beaucoup plus orienté développement alors que Geoserver lui à son tour est beaucoup plus orienté cartographique bien qu'il comprenne un langage unique qu'est le java [12].
- Pour les mini-projets uniquement cartographiques, Geoserver est le plus conseillé car très facile à mettre en œuvre. Le tableau suivant a été construit pour une synthèse comparative entre les deux serveurs regroupant entre autres les leçons apprises pendant les études.

Tableau 13: Etude descriptive et comparative des serveurs cartographiques [14]

	MapServer	Geoserver	ArcGIS-server
Description	- Logiciel libre	- Logiciel libre	- Logiciel payant
	- Assez documenté	- Assez documenté en	- documenté en
	- Installation assez simple	anglais	anglais
	- Gère les projections	-Installation simple	-Installation simple
	- Supporte plusieurs	- Gère les projections	-Supporte
	de formats vectoriels et	- Supporte plusieurs	plusieurs formats
	matriciels	formats vectoriels et	vectoriels et
		matriciels	matriciels
Avantages	- Solution libre	- Solution libre	-prise en charge
	- Multiples langages	- Langage unique Java	de projets
	- Performance et stabilité	- Structure homogène	complexes
	- Adaptabilité et flexibilité	- Finesse de l'interface	-prise en charge
	- Interopérabilité	d'administration et la	des transactions
	- Nombreuses fonctionnalités	qualité des cartes	-prise en charge
	- Evolution rapide	produites	des processus
			automatisés
Inconvénie	- Forte nécessité en	- La lenteur par rapport	- Lenteur dans
nts	développement	à MapServer	l'exécution
	- La qualité du rendu	- La nécessité	- Prise en main
	graphique moins bonne	d'installer un JDK 1.4 ou	un peu difficile
	- Lourdeur d'installation	supérieur	
		- Difficulté à trouver une	
		bonne documentation	

IV.1.2 Freins techniques et leçons apprises

Obtention des « Shapefiles » sur les aires protégées du Cameroun. Avec l'appui des géomaticiens, nous les avons obtenus gratuitement et sans peine. Par la suite une constatation de la disponibilité des données cartographiques sur le Cameroun a été faite au niveau du site dont le lien est le suivant : http://www.sogefi-sig.com/donnees-sig/137-donnees-sig-openstreetmap. Malgré ses maigres inconvénients, le travail d'équipe est très capital vus ses grands avantages.

Importation des fichiers .shp dans PostGIS: deux solutions trouvées; la première est l'importation à partir de QGIS et la deuxième est de vérifier que l'encodage du contenu du fichier portant l'extension .dbf coïncide avec celui de PostGIS (dans certains cas de figure). Il faut toujours vérifier cet encodage avant toute chose.

IV.2 Perspectives visant l'amélioration de l'application

Amélioration du module de discussion (Forum)

Le module de discussion que nous avons ajouté à notre système est une clé pour la viabilité et l'évolution du système. Nous avons commencé son développement sans toutefois terminer. La **version 1.0** d'une application destinée à évoluer vers un véritable SIE a donc été mise en place.

- Les chercheurs peuvent visualiser les messages postés ;
- ♣ Ils peuvent poster leur part de messages ;
- ♣ Ils peuvent également réagir à travers des commentaires face aux messages déjà postés.

Les fonctionnalités nouvelles à inclure sont :

- Discussion instantanée par Smartphone entre les chercheurs ;
- 4 Ajout des nouveaux scénarii interactifs de simulation pour les utilisateurs ;
- ↓ Utilisation d'un framework (Zend par exemple): un framework pourra être utilisé
 pour faciliter le développement ceci pour empêcher le codage de certains aspects de
 contrôle et de sécurité (Formulaires gestion d'accès à la Base de données).

En ce qui concerne la géolocalisation de l'utilisateur, il se pose un problème qui lui est indépendant, celui de l'utilisation d'une adresse IP privée. Lorsque cette adresse est utilisée, c'est le FAI qui est localisé dans ce cas. Pour remédier à ce problème, l'utilisateur doit se connecter avec un réseau disposant d'une passerelle qui utilise le principe de NAT. La recherche qui se dégage de ce problème est celui de savoir comment est-ce que l'on peut pratiquer le NAT sur les points d'accès Internet (modem).

CONCLUSION

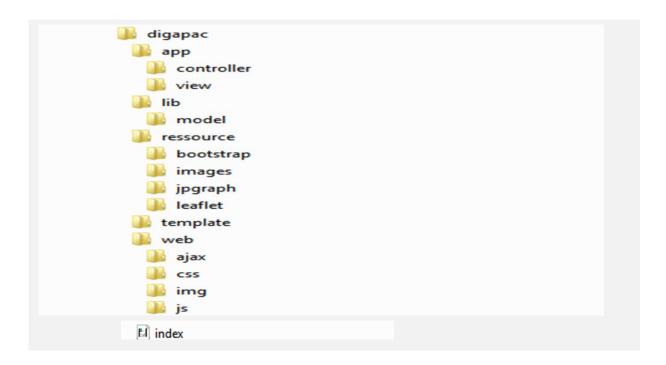
Dans ce projet, il était question de mettre en place une application webmapping pour la gestion durable des aires protégées du Cameroun. Elles sont affectées par les activités comme l'agriculture, la chasse, ce qui nécessite ainsi un suivi rigoureux. Pour cela, nous avons fait une revue de la littérature sur le langage de modélisation UML, la méthode d'informatisation 2TUP et les techniques de webmapping ainsi que les techniques de géolocalisation. Comme outils, nous avons utilisé Mapserver comme serveur cartographique et PostgreSQL/PostGIS comme serveur de base de données. Ce processus et l'ensemble des outils nous ont permis de mettre en place une plateforme (application webmapping) ayant les fonctionnalités suivantes : diagnostic (interfaces de collecte et de stockage des données sur les aires protégées et leurs espèces); cartographie des aires protégées (panneau de recherche, mesure de distance, impression, plein écran); forum d'échange pour les chercheurs sur des questions de gestion; interface simple d'envoi d'alerte aux conservateurs (contribution citoyenne à la gestion); espace de simulation (mécanisme de diminution du couvert forestier); espace pour les statistiques (évolution des espèces, liste des aires protégées par région, leurs niveaux de sécurité). Notons que certains de ces résultats sont visualisés par les utilisateurs, mais sont manipulés uniquement par ceux qui disposent des droits d'accès (administrateur, conservateur et chercheurs). Les fonctionnalités citées précédemment étant réalisées conformément aux spécifications de départ, nous estimons l'atteinte des objectifs à 99%. La version 1.0 est mise en place et continuera à évoluer face aux perspectives présentées à l'instar de la connexion de cette application à celle des ontologies sur les aires protégées.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Fotsing Eric, (2013). Un modèle intégré pour explorer les trajectoires d'utilisation de l'espace. ARIMA Journal, 1-28.
- [2] Roques, F. V. (2007). UML 2 en Action. Paris: EYROLLES, Pages 10-16.
- [3] Rocques, P. (2006). UML2 par la pratique. Paris: Eyrolles, Pages 82-105.
- [4] The Mapserver Team. (2011). MapServer Documentation, Pages 261-327.
- [5] Santiago Meliá, J. G. (2008). *Applying WebSA to a case study: A travel agency system*. Alicant, P. 4.
- [6] Triplet, P. (2012). Manuel de gestion des aires protégées d'Afrique Francophone. Paris
- [7] IUCN. (s.d.). *Observatoire de la Biodiversité et des Aires Protégées*, Consulté le 28 juin 2015 à 20h22, sur http://www.iucn.org/es/noticias/?20166/2/Les-Observatoires-regionaux-pour-les-aires-protegees-et-la-biodiversite--mise-a-jour
- [8] Wijngaarden, P. v. (1996). An Interactive Spatial and Temporal Modeling System as a tool in ecosystem Management. Kadjiado.
- [9] Blanc, X. (2005). *MDA en action, Ingénierie logicielle guidée par les modèles.* 75240 Paris Cedex 05: EYROLLES, Pages 11-30
- [10] Par danaud (Nesquik69), S. d. (2012). Dynamisez vos sites avec Javascript!, Pages 10-101
- [11] Victor Thuillier, V. (2012). La programmation orientée objet en PHP, SIMPLE IT, Pages 213-265
- [12] University of Minnesota. (s.d.). *MapServer*. Consulté le Juillet 02, 2015 à 17h29, sur http://www.mapserver.org/fr/indexhtml
- [13] Dotclear Aman. (s.d.). *Une webmap simple avec Leaflet*. Consulté le 01 juillet 11 à 8h07, 2015, sur http://www.nobohan.be/blog/index.php?tag/Leaflet
- [14] Crispin Flower, (2012). MapServer and GeoServer (and tilecache) comparison serving Ordnance Survey raster maps. Consulté le 20 août 2015 à 22h11, sur https://www.esdm.co.uk/mapserver-and-geoserver-and-tilecache-comparison-serving-ordnance-survey-raster-maps

ANNEXES

Annexe 1 : Organisation des répertoires et fichier de l'application DIGAPAC



Annexe 2: Initialisation du fond de carte avec HTML et Leaflet

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
k rel="stylesheet" type="text/css" href="leaflet/leaflet.css" />
link rel="stylesheet" type="text/css" href=" leaflet/leaflet.ie.css" />
<script src="leaflet/leaflet.js"></script>
<style>html, body, #map {height: 100%;} body {padding: 0;margin: 0; }
</style>
<title>Getting Started with Leaflet</title></head>
<body> <div id="map"></div>
<script type="text/javascript">
var map = L.map('map', {center: [52.48626, -1.89042],zoom: 14});
L.tileLayer('http://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png', { <!-- init fond de carte - ->
attribution: '© OpenStreetMap contributors'
}).addTo(map);
</script>
</body>
</html>
```

Annexe 3 : Exemple d'un « MapFile » récupération de données d'un Shapefile

```
MAP
             NAME "serveur DIGAPAC"
             SIZE 1000 500
             EXTENT 94.0000 -9.0048 131.000 4
             UNITS METERS
             IMAGECOLOR 255 255 255
             SHAPEPATH "data/donnees"
   PROJECTION
             "init=epsg:4326"
   END
             CONFIG "PROJ LIB" "C:/ms4w/proj/nad"
             CONFIG MS ERRORFILE "ms.txt"
 WEB
        METADATA
             wms title "Raster File Server digapac"
             wms enable request "*"
             ows_enable_request "*" wms_format "image/png"
             wms_SRS "epsg:4326 epsg:4269 epsg:3978 epsg:3857"
             wms_attribution_title "Couches vecteur du monde"
             ows title "titre"
             ows_abstract "resume"
             ows_enable_request "*
       END
       IMAGEPATH "C:/ms4w/apps"
       IMAGEURL "tmp/"
 END
  OUTPUTFORMAT
             NAME png
             DRIVER "GD/PNG"
             MIMETYPE "image/png"
             IMAGEMODE PC256
             EXTENSION "png"
  END
# Layer Cameroun
      LAYER
       METADATA
              wms title "CMR adm0" #
             wms_enable_request "*"
             wms SRS "epsg:4326"
             ows abstract "resume"
             ows_enable_request "*"
       END
        NAME CMR adm0
        STATUS ON
      CONNECTIONTYPE OGR
      CONNECTION "data/CMR_adm0.shp"
 END
END
```

Annexe 4 : Procédure de déploiement de l'application dans Linux

Préparation du répertoire vereme.pro

- Se connecter en root sous Ubuntu
- Copier le fichier veremap.pro-xxx.tar.gz téléchargé sur le site de www.mapserver.com
- Lancer la commande # tar xzf veremap.pro-xxx.tar.gz pour décompacter l'archive
- Le répertoire **veremap.pro 1.2.4** vient d'être crée il doit contenir les fichiers .sh
- Nous renommons ce répertoire sous le nom d'INSTALL_DIR à utiliser par la suite

1. Installation de PHP

- Parcourir l'arborescence et entrer dans le répertoire INSTALL DIR
- Lancer le fichier *install_php.sh* comme suit : */install_php.sh*

***Ce fichier exécute une série de décompactage, de compilation et installation ***

- Décompactage, compilation et installation de la source bison (version 1.28)
- Décompactage, compilation et installation de la source flex (version 2.5.31)
- Décompactage de la source mysql (version 4.0.18)
- Décompactage, compilation et installation de la source php (version 5.0.5)
- Copie du CGI PHP dans le répertoire /cgi-bin/ d'Apache
- Copie du fichier de configuration de PHP (php.ini)
- Mise à jour du fichier du fichier de configuration d'Apache (httpd.conf)

Un fichier de log « **install_nomSource.log** » est généré pour chaque source utilisée dans le répertoire **INSTALL_DIR/source/.**

Configuration de PHP

Deux fichiers doivent être configurés pour que PHP fonctionne :

httpd.conf : c'est le fichier de configuration d'Apache. Les lignes suivantes doivent y être ajoutées :

Action phtml-script /cgi-bin/php-cgi.sh

AddHandler phtml-script.phtml

AddHandler phtml-script .php

DirectoryIndex index.phtml

php.ini: C'est le fichier de configuration de PHP. Il doit être stocké dans le répertoire créé lors de la compilation de PHP (/usr/local/php-cgi-5.0.5/).

Ces deux fichiers sont mis à jour lors de l'exécution du fichier d'installation install_php.sh.

* Test

Taper l'URL http://localhost/test/test.phtml dans le navigateur Web. Toutes les informations sur PHP 5.0.5 doivent s'afficher. En cas de problème, vérifiez que le répertoire INSTALL_DIR/html/test/ a bien été copié dans la racine du serveur Web /var/www/html/ lors de l'exécution du fichier d'installation install_php.sh. test.phtml contient simplement :

```
<html><?php
phpinfo(); ?>
</html>
```

2. Installation de MapServer et PHP MapScript

- Lancer le fichier install_mapserver.sh.

#./install_mapserver.sh

Ce fichier exécute une série de commandes :

- Décompactage, compilation et installation de la source jpegsrc (version 6.b)
- Décompactage, compilation et installation de la source gdal (version 1.2.6)
- Décompactage, compilation et installation de la source proj4 (version 4.4.8)
- **------**
- Décompactage, compilation et installation de la source mapserver (version 6)

Un fichier de type log « **install_nomSource.log** » est généré pour chaque source utilisée dans le répertoire /**installDir/source/.**

Configuration de Mapserver

Deux fichiers doivent être configurés pour que MapServer et PHP MapScript fonctionnent:

- **httpd.conf**: C'est le fichier de configuration d'Apache.

Il doit déjà contenir la ligne suivante : ScriptAlias/cgi-bin/ "/var/www/cgi-bin/"

- **php.ini**: C'est le fichier de configuration de PHP. La ligne suivante doit y être ajoutée ou vérifiée :

extension = php_mapscript.so;

Les fichiers httpd.conf et php.ini installés contiennent déjà ces lignes.

❖ Test

- Dans le terminal, taper la commande : /var/www/cgi-bin/mapserv -v pour tester le CGI de Mapserver.

#/var/www/cgi-bin/mapserv -v

- La liste des formats supportés en entrée (**INPUT**) et la liste des formats supportés en sortie (**OUTPUT**) par le CGI Mapserver doit s'afficher.
- Taper l'URL http://localhost/phptest/test.phtml dans le navigateur Web. Ainsi, les informations liées à PHP MapScript doivent s'afficher.

MapServer Version	MapServer version 4.0.1 OUTPUT=GIF OUTPUT=PNG OUTPUT=JPEG OUTPUT=WBMP OUTPUT=PDF OUTPUT=SWF SUPPORTS=PROJ SUPPORTS=FREETYPE SUPPORTS=WMS_SERVER SUPPORTS=WMS_CLIENT SUPPORTS=WFS_SERVER SUPPORTS=WFS_CLIENT INPUT=POSTGIS INPUT=OGR INPUT=GDAL INPUT=SHAPEFILE
PHP MapScript Version	(\$Revision: 1.177 \$ \$Date: 2003/07/30 19:01:31 \$)

- Placer le dossier « **digapac** » du projet dans le dossier de /var/www/html/
- Taper l'adresse suivante dans la barre d'adresse du navigateur (Google chrome ou Firefox) suivante :

http://localhost/digapac/index.php

NB : Faire tout ceci sous-entend que PostgreSql est déjà installé contenant la base de données déployée. Tout ceci étant fait, l'application peut déjà fonctionner.

Annexe 5 : Fragment de codes de connexion à PostGIS (issu du MapFile)

```
#CMR_adm0 correspond au nom de la couche de données géographiques dans la BD
LAYER

NAME "CMR_adm0"

STATUS DEFAULT

TYPE POLYGON

CONNECTIONTYPE postgis

CONNECTION "user=postgres password=postgres dbname=bddigapac
host=localhost port=5432"

DATA "select * from CMR_adm0"

CLASS

STYLE

COLOR 100 100 100

END

END

END
```

Annexe 6 : Codes complets pour génération de la courbe des espèces

```
<!-- Formulaire de choix de l'aire protégée - ->
<div id="requete">
    <label><font size="4" face="Script MT Bold">Les aires protégées du Cameroun
(Visualiser les infos sur chaque AP et une liste des espèces qu'elles
conservent)</font></label>
    <select class="input-xlarge" name="codeaireprotegee"</pre>
id="codeaireprotegee" onchange="APSelected()">
              <option value="">Selectionner une aire protégée</option>
              <?php
              if($idcon !=NULL)
                $manager = new AireprotegeeManager($idcon);
              $listeap = $manager->GetListAireprotegee();
                foreach($listeap AS $row) {
              echo "<option
value="".$row['codeaireprotegee']."">".$row['denominationaire']." </option>";
}
 }
    ?>
            </select>
       </div>
```

//Fonction JavaScript pour l'affichage de la courbe d'évolution d'une espèce function chargerGraphique2(obj){ var codeaireprotegee=document.getElementById("codeaireprotegee").value; var codeespece=\$(obj).attr('data'); var i=0; //alert(codeespece); //alert(codeaireprotegee); if(codeaireprotegee==""){ alert("donnees vide"); }else{ \$.ajax({ type: 'POST', url: 'app/view/cartographie/ChargerEspeceAP2.php?codeespece='+codeespece+' &codeaireprotegee='+codeaireprotegee, dataType:'json', //html ou json, data: 'codeespece='+codeespece+'&codeaireprotegee'+codeaireprotegee, success:function(json){ var nombre=[], annee[], titre; for(var key in json) annee.push(json[key].libelleannee); nombre.push(json[key].nombreespece); titre=json[key].denomaireprotegee; //alert(json); var lineChartData = { labels: annee, datasets:[{ label: "Courbe d'évolution des espèces", fillColor: "rgba(220,220,220,0.2)", strokeColor: "rgba(220,220,220,1)", pointColor: "rgba(220,220,220,1)", pointStrokeColor: "#fff", pointHighlightFill: "#fff", pointHighlightStroke: "rgba(220,220,220,1)", data: nombre },] var ctx = document.getElementById("canvas").getContext("2d"); window.myLine = new Chart(ctx).Line(lineChartData, { responsive: true **})**; }, error:function(a,b,c) alert(c); **})**; } }

Annexe 7 : Codes PHP pour la création du graphique de statistique

```
$idcon = PDOFactory::getPostgresConnexion(); // objet de connexion à la BD
< ?php
  if($idcon !=NULL) //test si objet null
  $req = "SELECT * FROM aireprotegee ORDER BY denominationaire";
  $req2 = "SELECT MAX(nombreagent) as maxagent FROM aireprotegee";
  $q = $idcon->query($req);
       q2 = idcon-query(req2);
  $Liste = array();
  $Liste2 = array();
  $nombreagent=array();
  while($data = $q->fetch(PDO::FETCH_ASSOC)){
       $Liste[] = $data; //Construction du prmier tableau
  while($data2 = $q2->fetch(PDO::FETCH ASSOC)){
       Liste2[] = data2;
  foreach($Liste as $ligne){
       $nombreagent[]=$ligne['nombreagent'];
       $aireprotegee[]=$ligne['denominationaire'];
  }// print_r($aireprotegee);
  //Construction du graphique
  1000;
  \text{hauteur} = 400;
  // Initialisation du graphique
  $graphe = new Graph($largeur, $hauteur);
  $graphe->setScale("textlin");
  $graphe->yaxis->SetLabelFormat('%d');
  $graphe->yaxis->SetTitle("Nombre d'agents"); // titre axe vertical
  $graphe->xaxis->SetLabelMargin(10);
  $graphe->xaxis->SetLabelAngle(15);
  $graphe->SetFrame(true, 'green', 3);
  $graphe->title->SetFont(FF_ARIAL,FS_BOLD,12);
  $graphe->subtitle->SetColor('darkred');
  $graphe >SetAxisLabelBackground(LABELBKG_XAXISFULL,'orange','red', 'lightblue','red');
  // Creation de l'histogramme
  $bplot = new BarPlot($nombreagent);
  blockspace{$bplot->SetWidth(0.1);}
  $bplot->SetFillColor(array('blue'));
  $graphe->xaxis->setTickLabels($aireprotegee);
  $graphe->xaxis->SetTitle("Aire protégée"); // titre axe horizontale
  $bplot->value->show();
  // Ajout de l'histogramme au graphique
  $graphe->add($bplot);
  // Ajout du titre du graphique
  $graphe->title->set("Nombre d'éco-gardes dans chaque aire protégée du Cameroun");
  $graphe->img->SetImgFormat('png');
  $graphe->stroke('app/view/statistique/securiteennombreagent.png');
  }else echo "Erreur de base de données!";
```