

**MEMOIRE DE STAGE**

**Système d'Information Géographique et  
développement local :**  
*la réalisation du diagnostic territorial du 1<sup>er</sup>  
arrondissement de la ville de Moundou au Tchad*

Master 2 de Géographie  
Géomatique, Géomarketing et Multimédia

Réalisé par M. Thomas PIERGIOVANNI  
Sous l'encadrement de Guillaume BOURGAULT et  
Mehdi SEMCHAOUI

Août 2012

## INFORMATION SUR LE MEMOIRE DE STAGE

**Titre :**

Système d'Information Géographique et développement local : la réalisation du diagnostic territorial du 1<sup>er</sup> arrondissement de la ville de Moundou au Tchad

**Version :**

1.3 – août 2012

**Auteur :**

Thomas PIERGIOVANNI, thomas.piergiovanni"@gmail.com / Skype : piergiovanni.thomas

Ce mémoire de stage est la propriété exclusive des auteurs de ce document. Pour toute reproduction, merci de pendre contact avec eux.

## Résumé

Ce document a pour objectif de mettre en évidence le rôle joué par la création d'un Système d'Information Géographique (SIG) dans la constitution du diagnostic territorial du 1<sup>er</sup> arrondissement de la ville de Moundou au Tchad. Dans ce but, les différentes étapes de la construction d'un SIG sont rapportées : géoréférencement d'images aériennes, création d'objets géographiques et d'une base de données et représentations cartographiques. Ses phases ont pu être réalisées grâce au logiciel SIG Quantum Gis 1.7.3, aux systèmes de gestion de bases de données Access et PostgreSQL/PostGIS et au GPS Garmin eTrex10. Le SIG créé s'est révélé être un outil indispensable à l'élaboration du diagnostic territorial. Il a permis de décrire, d'analyser et de représenter sur des cartes ce territoire. Il va ainsi permettre d'aider les acteurs de l'aménagement à prendre des décisions pour développer et gérer leur espace.

## Abstract

*This work aims to put in evidence the role played by a Geographic Information System in the constitution of Moundou's (Chad) 1<sup>st</sup> district territorial diagnostic. In this purpose, the different steps of the GIS's construction are reported: spatial images georeferencing, geographic objects and database's creation and mapping. These phases have been realized with Quantum Gis 1.7.3. , Access and PostgreSQL/PostGIS databases management systems and the Garmin eTrex10 GPS. The created GIS has permitted to describe, analyze and map this territory. It will therefore help the arrangements' actors to take decisions, develop and manage their territory.*

# SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	p.5
<b>1. Cadre du stage</b>	p.5
1.1. Situation géographique	p.5
1.2. Initiative Développement et le projet « Kommand »	p.7
1.3. Objectif du stage	p.9
<b>2. Méthodologie</b>	p.9
2.1. Définition des besoins	p.9
2.2. Choix des outils de travail	p.11
2.3. Intervenants	p.12
<b>3. Réalisation du SIG</b>	p.12
3.1. Réalisation du plan de la ville et des shapefiles de référence	p.13
3.2. Création de la base de données	p.17
3.3. Création des tableaux d'information géographiques et leur stockage dans le serveur de base de données PostgreSQL	p.18
3.4. Production de cartes thématiques pour le diagnostic territorial	p.19
3.5. Intégration des données du SIG dans un GPS	p.20
3.6. Réutilisation du SIG pour les diagnostics territoriaux des autres arrondissements	p.21
<b>4. Contributions du SIG à la réalisation du diagnostic territorial</b>	p.21
4.1. Description du territoire par photo-interprétation et relevés GPS	p.21
4.2. Récupération de l'information provenant de l'enquête, analyse et représentation cartographique du territoire et aide à la décision	p.23
4.3. Cartographie des aménagements à réaliser dans le cadre du Plan de Développement de l'Arrondissement (PDA)	p.25
<b>5. Evaluation du travail effectué</b>	p.25
5.1. Auto-évaluation	p.25
5.2. Recommandations	p.27
<b>Conclusion</b>	p.28
<b>Bibliographie</b>	p.29

## **Introduction**

L'objet de ce mémoire de stage est de montrer, dans le cadre du projet de décentralisation et de développement local « Kommand » mené par l'ONG *Initiative Développement* dans la ville de Moundou au sud du Tchad, ce qu'apporte un Système d'Information Géographique (SIG) à la réalisation d'un diagnostic territorial.

En effet, dans le contexte particulier de cette ville, où les données géographiques sont rares et où les informations statistiques sont soit inexistantes soit disséminées dans les divers services publics de la ville ou de l'Etat, la réalisation d'un SIG permet de collecter et de créer de l'information. En organisant et en analysant cette information, une image pertinente du territoire peut être restituée et son aménagement facilité.

Ainsi, ce mémoire introduit dans un premier temps, le contexte particulier de cette ville du sud tchadien qu'est Moundou ainsi que le projet « Kommand » dans lequel la réalisation et l'exploitation du SIG se sont déroulées. Puis, une seconde partie évoque la méthodologie employée pour la mise en œuvre du SIG, et une troisième présente sa réalisation. Ensuite, les différentes contributions du SIG à la réalisation du diagnostic territorial seront décrites et enfin, une évaluation du travail réalisé ainsi que de la pertinence et des limites de cet outil sera effectuée.

### **1. Cadre du stage**

#### **1.1 Situation géographique**

##### ***Le Tchad***

Le Tchad est un pays enclavé d'Afrique sub-saharienne de 1'284'000 km<sup>2</sup> (près de 2 fois la superficie de la France) dont les pays limitrophes sont, au nord, la Lybie, le Soudan et le Sud Soudan à l'est, la République Centrafricaine au sud, le Cameroun au sud-ouest et le Nigéria et le Niger à l'ouest. En 2006<sup>1</sup>, la population totale du pays est estimée à plus de 10 millions d'habitants. La capitale du pays est N'djamena et compte près de 1 million d'habitants.

---

<sup>1</sup> Amnesty International – rapport 2008

L'espérance de vie moyenne est de 50.4 ans et la mortalité des moins de 5 ans est de 206 ‰ pour les hommes et 183 ‰ pour les femmes. Le taux d'alphabétisation des adultes est de 25.7 %. Selon le rapport mondial de développement humain (PNUD 2010), le Tchad fait parti des 10 pays les plus pauvres du Monde (il est classé au 163<sup>ème</sup> rang sur 169).

Le pays a connu son indépendance en 1960 et le président de la république est, depuis 1991 Idriss Déby Itno.

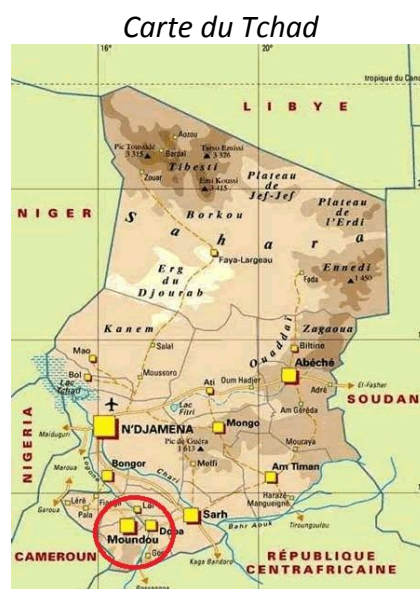
### **Moundou**

Ville où s'est déroulé mon stage, Moundou compte environ 200'000 habitants. Elle est située au Sud du Tchad (8°34' N ; 16°05' E) dans la région du Logone Occidental à environ 400 km de N'Djamena. La ville se divise en quatre arrondissements lesquels se subdivisent à leur tour en plusieurs quartiers eux même découpés en « carrés ».

L'ethnie autochtone Ngambaye est l'ethnie dominante. Les langues parlées sont principalement le ngambaye, l'arabe tchadien et le français et les principales religions pratiquées sont le christianisme, l'islam et l'animisme.

Moundou développe son activité économique autour de l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'artisanat. De plus, il existe une activité industrielle avec la présence d'une usine de coton (la Coton Tchad), d'une usine de fabrication de cigarettes ainsi que des Brasseries du Logone.

Figure 1



Source : [www.afrique-planete.com](http://www.afrique-planete.com)

## 1.2. Initiative Développement et le projet « Kommand »

Suite à la promulgation de lois portant statuts des collectivités locales décentralisée (1996), le Tchad a connu ses premières élections locales en 2011. A Moundou, l'élection du nouveau maire (L.K. Médard, parti de coalition du Cheval Blanc) a été associée au projet « Kommand » (Kommand signifie collaborer en ngambaye). Ce projet, mis en œuvre par l'ONG *Initiative Développement* (ID) et financé par l'Union européenne (UE) et l'Agence Française de Développement (AFD), a pour objectif l'appropriation de la décentralisation et de la démarche de développement local par les acteurs tchadiens ainsi que l'amélioration du dialogue entre société civile et autorités publiques. Le projet « Kommand » est un projet pilote qui est mené dans le 1<sup>er</sup> arrondissement de Moundou. Il a vocation, si concluant, à être réalisé dans les 3 autres arrondissements de la ville.

La décision de l'élaboration du projet « Kommand » a fait suite au constat concernant l'existence à Moundou de:

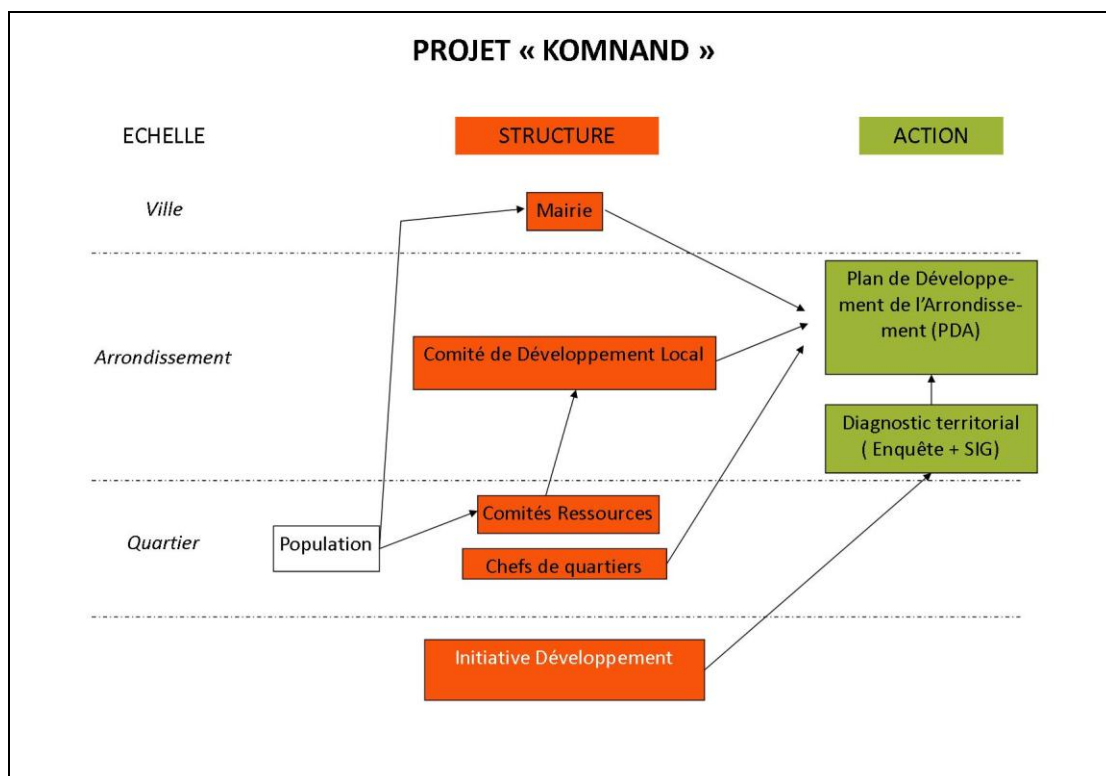
- Une faible structuration de la société civile tchadienne.
- Une absence de représentativité de la société civile dans les sphères de décision.
- Une méconnaissance des principes de décentralisation et de développement local des acteurs locaux.
- Un accès à l'information restreint.

Afin de palier à ces carences, il a été décidé, dans le cadre du projet « Kommand » de :

- Créer dans chacun des 6 quartiers de l'arrondissement (Doyon, Dombao, Dokab, Diarabe 2, Taye et Ngara) un Comité Ressource (CR) composé de 7 membres et élu par les habitants du quartier. Ce comité est chargé de faire émerger les problématiques existantes du quartier et de les transmettre au Comité de Développement Local (CDL). Le CR doit aussi jouer le rôle de structure ressource dans le quartier, au même niveau que les chefs de quartiers (nommés par les maires précédents lesquels étaient nommé par l'Etat), dans le cas d'une sollicitation des services de la mairie ou d'autres organismes.

- Créer un Comité de Développement Local (CDL) représentant l'arrondissement. Les 12 membres du CDL (Président, vice-président, secrétaire, secrétaire-adjoint, responsable du développement économique, etc.) sont élus par les 42 membres des Comités Ressources des différents quartiers. Le CDL est chargé de relayer la parole des habitants de l'arrondissement et de participer à l'élaboration du Plan de Développement de l'Arrondissement (PDA).
- Réaliser un Plan de Développement de l'Arrondissement (PDA) en réunissant les membres du CDL, les chefs de quartiers, le maire, les services de la mairie et en s'appuyant sur le diagnostic territorial (aussi appelé monographie) réalisé en amont.
- Former les membres du CDL ainsi que les différents acteurs participant à la définition du PDA au processus de décentralisation.
- Présenter le projet « Kommand », les principes de décentralisation et de développement local à la population de la ville de Moundou en intervenant dans des émissions de la radio locale.

Figure 2



*Organigramme du projet « Kommand »*

### **1.3. Objectif du stage**

L'objectif de ce stage s'inscrivant dans le cadre du projet « Kommand » est de créer un Système d'Information Géographique qui alimente et aide la réalisation du diagnostic territorial de la ville de Moundou. De plus, il m'a été demandé de réaliser un document capitalisant mes activités.

J'ai été placé sous la supervision du Responsable de Projet et j'ai collaboré directement, pour la réalisation de mon travail, avec le Coordinateur au Développement Local ainsi qu'avec le Chargé de Mission à la Décentralisation.

Le diagnostic territorial a été élaboré à partir d'une enquête réalisée dans les 6 quartiers du 1<sup>er</sup> arrondissement. Cette enquête a permis de récupérer des données géographiques, démographiques, sociales, économiques et culturelles sur ce territoire et ses habitants. Elle a aussi relevé des informations sur les différents équipements publics de l'arrondissement ainsi que sur les différentes organisations locales (associations) y existant. Au final, chaque quartier dispose d'un document le décrivant composé d'une trentaine de pages. L'information est récupérée auprès des chefs de quartiers et des chefs de carrés des 6 quartiers ainsi qu'auprès des structures compétentes de la ville (mairie, Délégation d'Arrondissement, service de la voirie, etc.) et de l'état (délégation du Ministère de l'Education, délégation du Ministère de l'Administration du Territoire et de la Décentralisation, etc.). L'enquête a été menée par 12 enquêteurs répartis dans les 6 quartiers et s'est étalée sur une période de 10 jours ouvré consécutifs.

J'ai récupéré le reste des informations nécessaire pour la création du SIG en me rendant sur le terrain avec le chauffeur de l'ONG, avec les collaborateurs mentionnés ci-dessus ou par mes propres moyens (mototaxi « clando », vélo, marche).

## **2. Méthodologie**

### **2.1. Définition des besoins**

La première étape a été de définir les besoins et les possibilités de production cartographique en fonction de la demande du Responsable de Projet et du Coordinateur du Développement Local, de l'information récupérée dans l'enquête préalablement menée, de

l'information disponible sur le terrain ainsi que du matériel mis à disposition (images aériennes, gps, logiciels SIG, moyens de locomotion).

Ainsi, la liste des besoins et possibilités cartographiques suivante a été établie:

*1. Réaliser un plan de la ville*

L'absence de plan fiable de la ville a exigé, de la part du Responsable de Projet, du Coordinateur au Développement Local et du Chargé de Mission à la Décentralisation, la création d'un plan intégral de la ville répertoriant les rues de la ville, les principales infrastructures, les lieux-dits, les limites administratives exactes des 6 quartiers du 1<sup>er</sup> arrondissement ainsi que les limites approximatives des autres arrondissements de la ville.

*2. Stocker les informations disponibles dans une base de données*

J'ai décidé de stocker l'information issue de l'enquête de terrain, et celle que j'allais produire, dans une base de données organisée selon la méthode Merise. Ce choix se justifie car il permet la récupération de l'intégralité des données à n'importe quel moment en vue de leur exploitation dans un logiciels SIG ou non.

*3. Réaliser des cartes thématiques pour les besoins du diagnostic territorial*

L'ensemble de l'équipe chargée du projet « Kommand » a jugé nécessaire d'avoir des cartes thématiques des 6 quartiers de l'arrondissement pour illustrer le diagnostic territorial.

*4. Intégrer, si possible, le plan de la ville dans un GPS portable*

J'ai proposé la possibilité d'intégrer des données issues du SIG dans le GPS. Il s'agira là, si possible, d'intégrer une carte de la ville dans le GPS afin de faciliter la navigation dans cette dernière. Ce travail sera à réaliser durant le courant du mois de juillet (mon stage prenant fin le 05/08/2012).

*5. Capitaliser le travail produit dans un document*

Enfin, le Responsable de Programme m'a demandé de produire un document capitalisant l'ensemble des activités réalisées.

## 2.2. Choix des outils de travail

Pour réaliser le SIG et répondre aux objectifs fixés, le choix des outils a été une étape importante.

Pour faire le plan de la ville de Moundou et pour la création de tous les objets géographiques (point, ligne, polygone) le logiciel QuantumGis 1.7.3. (aussi appelé QGIS) a été utilisé. Il a permis le géoréférencement des images aériennes grâce à son association à un GPS. Le système de projection WGS84 / UTM33N (epsg 32633) a été employé. L'utilisation du logiciel Quantum Gis s'est imposée d'elle-même étant donné qu'*Initiative Développement* ne disposait pas de logiciels SIG et que QGIS est gratuit. De plus, le logiciel dispose de toutes les fonctionnalités nécessaires à la réalisation du projet (géoréférencement, connexion à des périphériques GPS, connexion à des bases de données, création de couches, analyse statistique, analyse spatiale, édition de cartes « papier»).

Le GPS Garmin Etrex 10 a été choisi car il est le moins cher du marché, il permet de relever des points GPS, des tracés et de les transférer facilement sur un PC. De plus, il est facile d'utilisation et la précision des informations qu'il fournit est suffisante en regard du travail à réaliser.

La base de données a été conçue dans Access. Les tables ont ensuite été exportées dans le serveur de base de données PostgreSQL /PostGIS afin de pouvoir les modifier et en créer de nouvelles via le logiciel PgAdmin. Le logiciel Access a été utilisé car il permet de visualiser le modèle conceptuel des données, de vérifier la validité des relations entre les tables et de saisir facilement l'information provenant des enquêtes de terrain. Le logiciel de gestion de base de données spatiale PostgreSQL/PostGIS a été choisi pour sa gratuité, pour sa capacité de stockage, pour sa facilité de connexion et d'échanges d'information avec QGIS ainsi que pour la « maniabilité » et « flexibilité » des scripts SQL dans PgAdmin.

L'analyse et la production de cartes a été entièrement réalisée dans Quantum Gis de même qu'il est prévu d'intégrer la carte dans le GPS par l'intermédiaire de ce même logiciel.

Enfin, la connexion très limitée à internet à Moundou rend l'accès à l'information diffusée sur la toile quasi inexploitable. L'intégralité du matériel issu d'internet et utilisé pour le stage

comme les guides d'utilisations des différents logiciels ont été récupéré avant le départ pour le Tchad.

### **2.3. Intervenants**

Les personnes qui ont permis la réalisation du SIG ont été les suivantes :

#### *Le Responsable de Projet*

Le Responsable de projet m'a présenté le projet « Kommand » et ses objectifs ainsi que la philosophie et la méthode de travail *d'Initiative Développement*. Il a aussi vérifié que la réalisation du SIG suit son cours et s'est assuré que la production de cartes réponde à la demande du Coordinateur au Développement Local et au besoin du diagnostic territorial.

#### *Le Coordinateur au Développement Local*

Le Coordinateur au Développement local rédige la monographie. Il émet la demande de cartes et vérifie leurs réalisations. Il est aussi une personne ressource fondamentale par sa connaissance du terrain et des objectifs du projet « Kommand ».

#### *Le Chargé de Mission à la Décentralisation*

Le Chargé de Mission à la Décentralisation participe à la mise en place du projet « Kommand ». Il m'a accompagné lors de certains de mes déplacements sur le terrain et m'a aidé à collecter des informations dans l'arrondissement.

#### *Les chefs de quartiers*

Personnes ressources dans leurs quartiers par leur connaissances du territoire, ils m'ont aidé dans la recherche d'information notamment pour déterminer les limites entre les différents quartiers.

### **3. Réalisation du SIG**

La réalisation du Système d'Information Géographique et des couches shapefiles le constituant a permis de produire un plan de la ville de Moundou, de créer une base de données répertoriant l'intégralité des informations relevées par l'enquête de terrain, de produire des cartes thématiques pour les besoins de la monographie, d'intégrer des données

spatiales dans un GPS et de fournir un outil d'aménagement pour l'ensemble des arrondissements de la ville.

### 3.1. Réalisation du plan de la ville et des shapefiles de référence

Etant donné l'absence de plan de la ville accessible au public, il a été décidé de réaliser un plan de la ville. Ce plan a pour vocation d'intégrer le diagnostic territorial mais aussi à d'aider le travail d'*Initiative Développement* dans ses tâches quotidiennes ainsi que celui de ses institutions partenaires.

Le plan a été réalisé à partir de plus de 400 images aériennes de résolutions différentes récupérées sur google earth, depuis la France avant le départ, par copie d'écran (*figure 3*). Les images ont été nommées en fonction de leur emplacement sur un quadrillage du terrain préalablement établi (image A1, A2,..., B1, B2,...) et classées en fonction de l'échelle de l'image (200m x 200m ; 800 x 800 ; 2000 x 2000). Les images de grande échelle ont ensuite été imprimées, couplées à des relevés de points GPS et géoréférencées.

Figure 3



*Image aérienne de grande échelle.*

Comme il vient d'être dit, le GPS a principalement servi à relever des coordonnées géographiques pour géoréférencer les images aériennes. Pour ce faire, des déplacements en auto, à moto, à vélo ou à pied dans les 6 quartiers de l'arrondissement et de la ville ont été effectués. Le temps passé sur le terrain pour obtenir ces relevés a été supérieure à 26 heures.

Une liste des lieux importants a été définie en fonction des besoins et des lieux de déplacements habituels des membres de l'ONG ainsi que de ceux de la population (rond points, marchés, mosquées, etc.). Le relevé des coordonnées de ces endroits avec le GPS a pris plus de 9 heures.

Parmi les images aériennes de plus grande échelle, seules celles qui couvraient le territoire de l'arrondissement ont été géoréférencées. Le choix de disposer d'images détaillées n'a été jugé nécessaire que pour les besoins du diagnostic territorial, donc uniquement pour le 1<sup>er</sup> arrondissement. Les images de résolution moyenne quant à elles ont été utilisées pour couvrir les autres arrondissements de la ville. Elles présentaient tout de même un niveau de détail suffisant pour distinguer les différents types de rues et de routes.

Une fois ce travail effectué, les images géoréférencées de la ville ont été chargées dans Quantum Gis pour ensuite pouvoir créer les différents shapefiles nécessaire à la production d'un plan de la ville.

Pour représenter les routes (*figure 4*), il a fallu créer trois couches shapefiles (ligne) différentes. Une première représentant les routes goudronnées, une seconde les routes principales en terre et une dernière les routes et chemins difficilement carrossables. Une fois ces fichiers créés, des vérifications ponctuelles sur le terrain ont été effectuées pour s'assurer de la correspondance entre l'information décrite dans le SIG et la réalité.

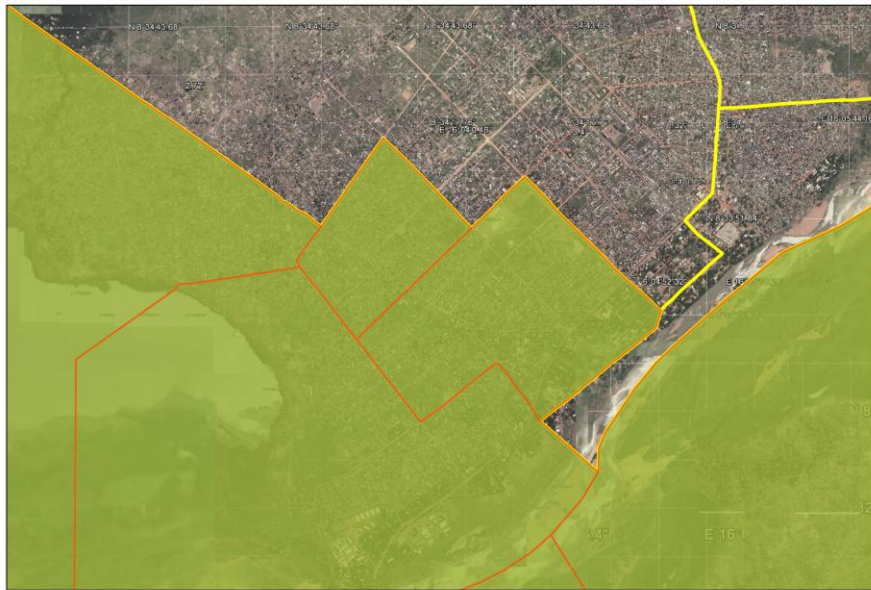
Figure 4



*Shapefiles des routes et l'image géoréférencée qui lui est relative.*

La représentation des limites administratives a aboutit à la création de trois couches shapefiles de type « ligne » et d'une couche shapefiles de type « polygone » (figure 5). Les fichiers shapefiles de type « ligne » représentent les limites des quartiers, des arrondissements et de la ville. Elles ont été obtenues en réutilisant les shapefiles des différents types de routes et en se basant, pour déterminer leur emplacement sur : les indications fournies par un plan préexistant et, pour les limites des quartiers du 1<sup>er</sup> arrondissement, en se renseignant auprès des chefs de quartiers et en confrontant les différentes propositions (qui par ailleurs, correspondaient les unes aux autres). Le fichier vecteur de type polygone représentant les quartiers a été créé à partir du fichier (ligne) représentant les quartiers. Il a servi à la réalisation des cartes thématiques illustrant le diagnostic territorial.

Figure 5



*Création des shapefiles des limites administratives*

La représentation des différentes infrastructures et lieux dits de la ville (service de l'état, commerces, ONG, carrefour routiers, etc.) a demandé la création de nombreuses couches de type « point ». Celles-ci ont été créées directement à partir des relevés GPS et représentées sur les cartes en utilisant une sémiologie appropriée.

Enfin, la représentation du milieu naturel et des modes d'occupation du sol a nécessité la création de 7 shapefiles de type « polygone » représentant les zones urbaines, les zones agricoles, les lacs et surfaces inondées, les cours d'eau ainsi que le lit majeur, moyen et mineur du fleuve Logone qui traverse la ville. Cette étape a été réalisée grâce aux images aériennes géoréférencées ainsi que par des renseignements collectés sur le terrain.

La production du plan définitif (*figure 6*) est en cours et sa livraison est prévue pour la fin du mois de Juillet. Il respectera les règles de sémiologie graphique standard et sera produit pour les besoins de l'ONG et de ses partenaires. Il existera, à priori, une version papier au format A2 ainsi qu'une version informatique (image au format jpeg).



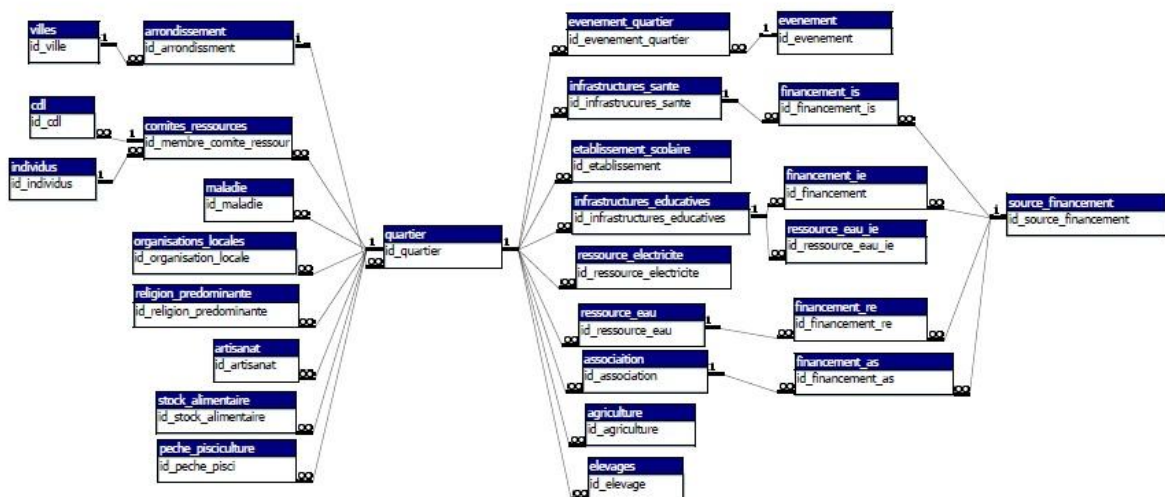
n'apparaissant pas dans l'enquête de terrain mais présentant un intérêt pour le diagnostic territorial ont été ajoutée à l'inventaire.

A cette étape est venu se greffer le besoin de regrouper les informations parfois éparpillées dans l'enquête par domaine et par thématiques. Ainsi, par exemple, les informations relatives aux associations de pêcheurs et les informations relatives aux agriculteurs ont été regroupées.

Après avoir réalisé ces trois phases, la méthode Merise a été employée pour créer un modèle entité-relation. Sa conversion en modèle conceptuels des données a été effectuée sous Access. Ainsi, plus de 30 tables principales ont été créées avec leurs tables de codes relatives (figure 7). Une centaine d'heures a été nécessaire à la réalisation de la base de données et à la saisie des enquêtes sous Access.

**Figure 7**

Relations pour l'enquête de terrain du projet "Kommand"  
mardi 3 juillet 2012



*Modèle conceptuel de données réalisé dans Access*

### 3.3. Création des tableaux d'information géographiques et leur stockage dans le serveur de base de données PostgreSQL

L'exploitation de la base de données pour la production des cartes thématiques a demandé d'exporter les tables contenues dans Access dans le serveur PostgreSQL, de manipuler, grâce

au logiciel PgAdmin, ces tables avec celles qui ont été importées depuis QGIS et enfin d'y produire des nouvelles tables de données géographiques.

Les tables contenues dans Access ont été importée, au fur et à mesure de la demande, dans PostgreSQL via une connexion ODBC. Comme la base de données a été créée, modifiée et l'information saisie sous Access (via une réimportation de la table), il n'a pas été jugé nécessaire de redéfinir les clés étrangères de toutes les tables importées.

Une fois les tables importées et les clés primaires redéfinies (le passage de Access à PostgreSQL ne permet pas de conserver les contraintes appliquées aux tables dans Access), les tables ont été enregistrées dans les schémas leur correspondant (éducation, santé, démographie, etc.) et ayant été préalablement créés.

Ensuite, des requêtes de sélection ont été effectuées sur les différentes tables afin de produire les tables d'informations désirées. Ainsi, par exemple, la table éducation, provenant de la base de données, qui contenait toutes les informations relatives à l'éducation dans le 1<sup>er</sup> arrondissement, a été manipulée pour produire uniquement de l'information propre à chaque quartier et relative à l'éducation dans les écoles primaires de la ville. A cette requête est venue s'ajouter la jointure d'une table contenant des informations relatives à des données démographiques ainsi que la jointure de la table de données géographiques « quartiers » importées depuis QGIS. Cela a permis, dans ce cas, de produire la nouvelle table d'information géographique appelée « quartiers\_primaire » et de l'exporter dans Quantum GIS pour en faire une représentation cartographique.

Cette méthode a été appliquée pour créer l'intégralité des tables d'information géographique qui ont été utilisées pour produire les cartes thématiques nécessaires au diagnostic territorial.

### **3.4. Production de cartes thématiques pour le diagnostic territorial**

L'import des tables d'information géographiques dans le logiciel QuantumGis a permis de réaliser de nombreuses cartes thématiques pour les besoins du diagnostic territorial.

Les tables importées dans QGIS depuis le serveur PostgreSQL/PostGIS ont été enregistrées au format shapefiles. Cela présente l'avantage d'éviter d'effacer des données par erreur mais

l'inconvénient de devoir réimporter la table et recréer le shapefiles en cas de modification de la table (notamment de la colonne contenant la géométrie)

Ensuite, la production des cartes thématiques a été principalement réalisée en manipulant le « style » et les « étiquettes » des propriétés des différentes couches en utilisant différentes classifications. Les fonctions de calculs et de requêtes que propose le logiciel n'ont presque pas été employées car ces actions avaient été préalablement réalisées dans PgAdmin. A noter que pour la charte graphique de construction des cartes, j'ai repris les codes de couleur et de police employée par *Initiative Développement*.

Pour finir, la production des cartes a été réalisée dans le « composeur d'impression » que propose QGIS. Suite à la réalisation de quelques premières cartes thématiques, il a été jugé judicieux de réaliser des cartes que le public puisse apprécier et comprendre. En effet, bien que les cartes serviront d'outil d'aménagement pour la réalisation du PDA, elles devront tout de même être accessibles à un public hétérogène composé de personnes ayant suivi des études supérieures mais aussi de personnes parfois analphabète et/ou ne parlant pas français. Ainsi, les cartes produites représentent des choses simples à comprendre, n'utilisant pas de ratio complexe (les cartes représentant des écarts à la moyenne ou résultant de l'utilisation de méthodes telles que le score ont été jugées inappropriées). De plus, il a été nécessaire de toujours nommer les objets représenté car la vue en plan n'est pas coutumière de tous.

### **3.5. Intégration des données du SIG dans un GPS**

Afin de palier le manque de cartes, d'instruments de navigations, de panneaux directionnels, de nom de rues et d'adresses dans la ville de Moundou, il a été décidé de créer une plan de la ville au format .gpx afin de pouvoir l'intégrer dans un GPS portable.

En utilisant le logiciels Quantum Gis et ses diverses extensions, il est possible de transformer un fichier shapefiles en un fichier .gpx. Ce travail doit, si possible, être réalisé durant le mois de juillet 2012. La plus grande difficulté réside dans le passage de fichiers shapefiles de type point et ligne à un fichier .gpx unique.

### **3.6. Réutilisation du SIG pour les diagnostics territoriaux des autres arrondissements**

Bien que le souhait n'ait pas été formulé, la méthode et la conception de ce SIG permettent sa réutilisation pour la réalisation des diagnostics territoriaux des autres arrondissements de la ville.

En effet, la base de données a été créée afin que des données concernant des quartiers extérieurs au 1<sup>er</sup> arrondissement puisse y être intégrées. Ainsi, si la même enquête (voire le chapitre recommandation ci-dessous) est effectuée dans d'autres quartiers de la ville, les informations qu'elle recensera pourront compléter la base déjà existante.

De plus, l'utilisation du logiciel gratuit QuantumGis permet que le travail de création des objets géographiques des autres arrondissements ne nécessite pas la création de nouvelles couches mais seulement l'agrégation de nouvelles entités au shapefiles « quartiers » et « arrondissements ».

## **4. Contributions du SIG à la réalisation du diagnostic territorial**

J'ai dégagé trois contributions majeures du SIG à la réalisation du diagnostic territorial. Tout d'abord, il permet de délimiter et de décrire la morphologie générale du territoire. Ensuite, il permet de regrouper, d'organiser puis d'analyser l'information issue de l'enquête pour produire des cartes donnant une vision globale et spatiale de la zone d'étude afin d'aider à la prise de décision dans le cadre des ateliers dédiés à la définition du Plan de Développement de l'Arrondissement. Enfin le SIG sert à cartographier et à rendre visible les actions et aménagements futurs qui seront à réaliser dans le cadre du PDA.

### **4.1. Description du territoire par photo-interprétation et relevés GPS**

L'utilisation d'un logiciel de SIG jointe à des relevés GPS et à de la photo-interprétation a permis de créer un SIG produisant des cartes représentant la morphologie du territoire, ses différentes limites administratives (quartiers, arrondissements, commune). La définition de ces objets enrichissent le diagnostic territorial et clarifient de nombreuses interrogations sur ce territoire.

Ainsi, le SIG a permis de définir le réseau routier de la ville. La couleur et la largeur des routes a permis de les classer dans trois catégories. Les routes goudronnées (noire et larges) ont pu être distinguées des routes principales en terres (ocre et large) ainsi que des chemins moins carrossables (ocre étroit et vert large). Cette apport du SIG permet tout d'abord de repérer les disparités de qualité de la voirie entre les différents quartiers de la ville, de posséder un plan « intégral » de la ville ainsi que de nommer les rues afin de faciliter la localisation des infrastructures dans la ville.

De plus, la photo-interprétation a permis de définir le mode d'occupation du sol. En effet les zones urbaines (maillage routier, habitation dense) sont apparues facilement différenciables des zones agricoles des lacs et des rivières. Cette analyse a aidé à définir les limites d'urbanisation actuelle (à la date de la prise de l'image aérienne) pour éventuellement observer une évolution du front d'urbanisation avec des images antérieures. La rapidité d'évolution du front peut ainsi être déterminée et l'aménagement du territoire peut se faire en conséquence de cette évolution. S'il n'existe pas de photo aérienne antérieure, cette méthode ne peut pas être utilisée mais elle pourra servir dans le cadre d'un futur diagnostic territorial.

Par ailleurs, l'utilisation du plan de la ville couplé aux images aériennes géoréférencées, à des plans de la villes antérieur ainsi qu'à des enquêtes de terrains et des relevés GPS a permis de redéfinir, dans leur intégralité, les limites des différents quartiers du 1<sup>er</sup> arrondissement qui, de plus, n'étaient souvent connues que des chefs de quartiers. Cette délimitation est essentielle dans le cadre du diagnostic territorial car elle permet de définir pour chaque habitant son quartier de domiciliation et de « vie démocratique », d'éviter l'exclusion des personnes vivant dans la périphérie de l'arrondissement par méconnaissance de ses limites, d'éviter les éventuels conflits territoriaux, d'améliorer la qualité des recensements et des données statistiques des futures enquêtes ainsi que d'effectuer les futurs aménagements et actions issues du futur PDA sur le bon territoire.

Enfin, l'utilisation du plan réalisé par photo-interprétation couplée à des relevés GPS a permis de faire localiser et de faire émerger sur le plan, les principales infrastructures et « lieux dits » de la ville. Ces nouvelles informations, apportées par le SIG au diagnostic territorial, permettent de faciliter le travail des différents acteurs de l'aménagement en

localisant précisément les personnes et structures ressources présente sur le territoire de la ville, de démocratiser l'information et de faire connaître, sur la carte, des organismes manquant parfois de visibilité.

#### **4.2. Récupération de l'information provenant de l'enquête, analyse et représentation cartographique du territoire et aide à la décision**

Le SIG apporte sa plus grande contribution au diagnostic territorial en permettant à l'information contenue dans le questionnaire d'enquête d'être analysée, représentée sur des cartes et utilisée pour aider à la décision dans le cadre du PDA.

La sollicitation de créer un SIG pour le projet « Komnand » réside principalement pour les besoins de productions de cartes thématiques servant à illustrer le diagnostic territorial. En effet, le SIG permet de produire, pour chaque thème évoqué dans ce document, des cartes de données brutes, d'analyses et de comparaisons. Ainsi il a été possible de représenter, à l'échelle des quartiers, de l'information relative à la démographie (population, densité d'habitants, % d'enfants dans la population, etc.), à l'éducation (nombre d'écoles, nombre d'élèves, % d'élèves de sexe féminin, nombre d'enseignants pour mille habitants, % de salles équipées, etc.), à la santé (nombre de centres de santé, nombre de médecins, d'infirmier(ère)s pour mille habitants, etc.), aux infrastructures publiques hydrauliques (quartiers desservis par le réseau d'eau potable, % de forages publique fonctionnels, etc.), aux infrastructures publiques électriques, etc.

Ces cartes apportent au diagnostic territorial non seulement une représentation graphique d'informations numériques parfois non perceptibles, mais rendent également compte des disparités entre les différents quartiers. Ainsi il a été possible de voir, par exemple, que le nombre d'enseignants dans les écoles du quartier de Taye à Moundou était plus de 6 fois inférieur à celui de Diarabe 2 (*figure 8*), ou encore que le taux d'élèves de sexe féminin dans les établissements scolaire du quartier de Ngara n'était que de 39 % (*figure 9*).

Figure 8

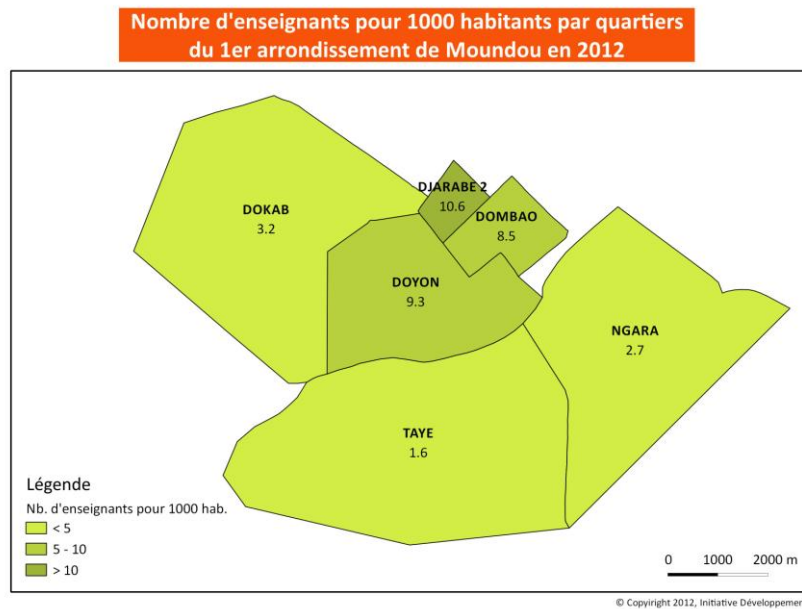
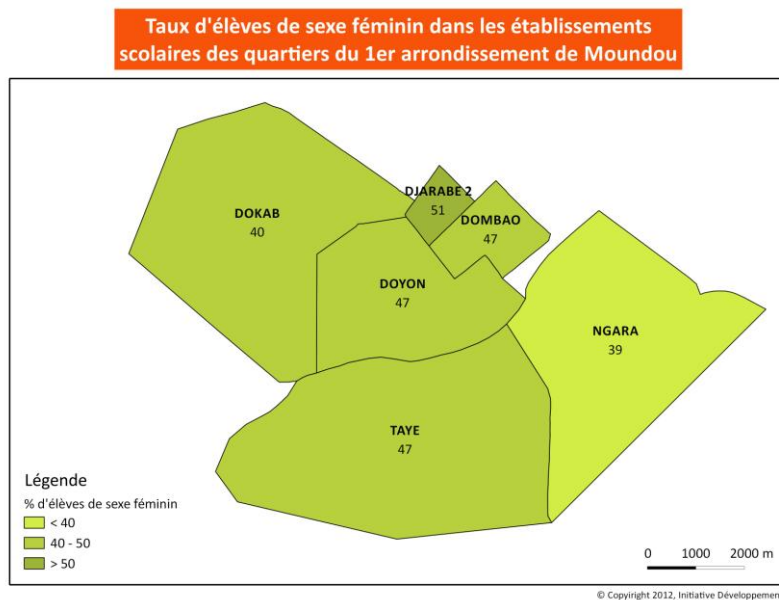


Figure 9



Enfin, ces cartes permettront de débattre et de proposer une vision réelle du territoire lors des ateliers destinés à la définition des actions de développement du PDA. En effet, la carte permet d'éviter qu'une décision soit prise contre une réalité territoriale.

### **4.3. Cartographie des aménagements à réaliser dans le cadre du Plan de Développement de l'Arrondissement (PDA)**

Enfin, le SIG complétera le diagnostic territorial en proposant des cartes représentant les quartiers de l'arrondissement et les aménagements à réaliser à une échéance de 1 an, 2 ans, 3 ans, etc. Cela servira d'outils de communication vis-à-vis du public et des bailleurs (UE, AFD).

## **5. Evaluation du travail effectué**

### **5.1. Auto-évaluation**

Bien que le stage ne soit pas terminé, le travail déjà réalisé dans le cadre de ce stage peut d'ores et déjà être partiellement évalué notamment sur des aspects d'atteintes ou non des objectifs fixés en début de stage, de méthodologie employée ainsi qu'en terme d'investissement personnel.

#### ***Atteintes des objectifs***

Concernant l'atteinte des objectifs définis en début de stage par le Responsable de Programme et moi-même, il est possible de dire que tous ont été atteints tant en terme de production que de temps. En effet, la réalisation du plan de la ville est en cours d'achèvement et la base de données a été créée et a permis de produire les cartes thématiques demandées. Quant à l'intégration du plan dans le GPS, il est en passe d'être effectué.

#### ***Méthodologie***

Parmi les points positifs, la méthodologie générale de travail a été la bonne, tant en ce qui concerne le choix du matériel que sur la façon d'opérer. De même, l'organisation entre les collaborateurs du projet « Kommand » a été bonne car chacun a pu disposer et se mettre au service des autres tout en respectant les agendas respectifs.

Par contre, il est possible d'émettre quelques réserves sur l'exploitation et l'optimisation des ressources qui ont été utilisées. En effet, par impatience et afin de donner un aperçu rapide des possibilités du SIG en termes de production cartographique, certains objets

géographique, ont été créés trop rapidement alors qu'ils n'étaient pas valides. Cela a abouti à la création de cartes incorrectes qui ont, par conséquent, dû être reprises par la suite.

Cependant, il faut remarquer qu'étant donné la méconnaissance des membres de l'équipe en termes de SIG, il a été plusieurs fois nécessaire de montrer ce que peut apporter le SIG au diagnostic territorial. En effet, la compréhension du SIG n'étant pas forcément évidente, il aurait fallu, et c'est à mettre à ma décharge, insister plus, en début de stage, sur la présentation du SIG et sur son utilité. Pour ce faire, il aurait été judicieux que je dispose d'un diagnostic territorial ayant déjà fait recours à l'utilisation d'un SIG.

Par ailleurs, j'aurais dû faire plus attention à la méthodologie et à l'organisation de travail du Coordinateur au Développement Local pour mieux comprendre sa démarche et comment il concevait le diagnostic territorial. En effet, en restant figé sur mes habitudes, j'imaginai le diagnostic territorial comme l'ouvrage de référence qui aide à décider des actions à réaliser dans le cadre du Plan de Développement de l'Arrondissement donc, qui précède la prise de décision. Or il se trouve que les ateliers thématiques servant à définir les actions prioritaires d'actions à réaliser dans le cadre du PDA se tiendraient de mi-juin à mi-juillet soit avant la date de rendu du diagnostic territorial – et même que le diagnostic territorial devra intégrer les décisions prises durant les ateliers. Ainsi, je me suis retrouvé dans une situation où j'ai dû accélérer mon rythme de production de cartes afin de fournir les outils nécessaires aux moments opportuns.

### ***Investissement personnel***

Je pense avoir fait preuve d'une bonne autonomie et d'un bon investissement dans ce projet de développement local. Les enjeux qu'il y a derrière m'ont donné envie de m'impliquer, de chercher de l'information, de me rendre sur le terrain et de réaliser un travail de qualité. Par ailleurs, je pense avoir fait preuve d'une bonne capacité d'adaptation à la ville, à sa culture mais aussi à l'environnement de travail que j'ai rencontré.

Par contre je pense que j'aurais dû d'avantage m'impliquer dans la rédaction du diagnostic territorial afin de faire d'avantage peser mon analyse du territoire. Évidemment, il peut aussi être jugé plus judicieux de laisser les acteurs vivant sur ce territoire décider de ce qui les préoccupe le plus et il est vrai que ma compréhension et mon appréciation du Tchad, même après trois mois passé là-bas, vaut mieux de la retenue de ma part.

## 5.2. Recommandations

Afin de permettre d'améliorer l'efficacité d'un diagnostic territorial qui serait mené dans un contexte similaire à celui-ci, je propose quelques recommandations à prendre en compte en regard du travail effectué ici.

Tout d'abord, et bien qu'elle soit très riche et très complète, il serait nécessaire de concevoir l'enquête qui a servi à récupérer les informations dans l'optique de créer une base de données. En effet, si l'enquête est pensée pour que l'information soit stockée dans une base de données, le gain de temps pour la création de la base et pour la saisie de l'information est substantiel. De plus, cela faciliterait la réutilisation de la base dans un autre arrondissement de la ville (ce qui est tout de même le but final ici) afin de pouvoir faire des comparaisons à l'échelle de la ville.

De même, il serait judicieux de concevoir le questionnaire d'enquête dans l'optique de réaliser les enquêtes à des dates différentes afin de pouvoir faire des comparaisons dans le temps

Par ailleurs, il serait préférable de recourir à plus de questions fermées et à mieux former les enquêteurs afin d'avoir des réponses d'avantages standardisées et exploitables dans une base de données. En effet, dans le cas de cette enquêtes beaucoup d'information n'a pas pu être comparée et à par conséquent été « perdue » (p.ex. définir précisément l'unité de mesure pour les céréales).

D'autre part, il pourrait éventuellement être préférable de fournir l'enquête à la personne chargée de la réalisation du SIG avant qu'il ne se rende sur le terrain afin qu'il puisse construire préalablement la base de données. En effet, la constitution de la base est chronophage et les conditions de travail pour réaliser cette tâche (climat, matériel et bibliographie à disposition) sont, à mon avis, plus facile sous nos latitudes.

Enfin, je pense qu'il serait, dans la mesure du possible, préférable de prévoir la réalisation du travail sur le terrain à une période de l'année plus fraîche. En effet, étant donné que les relevés de point GPS se font principalement à pied ou à vélo pour des raisons d'accessibilité au terrain, l'organisme est rapidement mis à mal par la dureté du climat tchadien (40 degrés à 9 heures du matin en Avril).

## **Conclusion**

S'inscrivant dans le cadre du projet pilote d'appui à la décentralisation et au développement local « Kommand », la réalisation d'un Système d'Information Géographique servant à alimenter le diagnostic territorial du 1<sup>er</sup> arrondissement de la ville de Moundou a été jugée nécessaire. Le SIG produit a fourni de l'information géographique (plan de la ville, localisation des infrastructures, délimitation des quartiers et de l'arrondissement, définitions des axes routiers, superficies) et de l'analyse du territoire (comparaison entre quartiers). Il va ainsi permettre d'aider les acteurs de l'aménagement à prendre des décisions pour développer et gérer leur territoire. De plus, et même si cela n'entrait pas dans les objectifs du stage, la réutilisation de ce SIG sera possible et sûrement nécessaire pour la réalisation des diagnostics territoriaux des autres arrondissements de la ville. En effet, l'emploi du SIG garantit une gestion raisonnée et durable du territoire et ce, avec des moyens humains et financiers restreints.

## Ressources utilisées

### Bibliographie :

- AMNESTY INTERNATIONAL-RAPPORT 2008. *La situation des droits humains dans le monde*. Edition francophones Amnesty International. 463p.
- MIELLET P., DELAGE C et coll.(2001). Représentation cartographique. EDATER. 87p.

### Manuels :

- QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM (2011) *Quantum Gis, Manuel d'utilisateurs version 1.7.2. 'Wroclaw'* (2011). 213p.

### Supports de cours :

- JAOUEN M. (2011). *Gestion de bases de données SQL*. 14p.
- JAOUEN M. (2011). *SQL spatial avec postgresSQL/PostGIS*. 21p.

### Ressources internet :

- <http://spatialreference.org>
- [www.id-ong.org](http://www.id-ong.org)