

CHAPITRE 3. TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Le transfert de technologie mené au cours de ce projet a couvert toutes les étapes de la cartographie à l'exception de la prise de vue aérienne. Les étapes en question sont:

1. Prébalisage de PCSs (mise en place des signaux aériens)
2. Levé GPS
3. Nivellement et piquage
4. Identification sur le terrain
5. Identification complémentaire sur le terrain
6. Aérottriangulation
7. Restitution numérique
8. Compilation numérique
9. Structuration des données
10. Symbolisation cartographique

Les exercices des cinq premiers processus ont été conduits sur le terrain. Les données acquises par ces formations ont été employées pour la cartographie réelle dans ce projet. Les détails de chaque étape ont été présentés dans le CHAPITRE 2.

Les exercices des cinq derniers processus ont été conduits à l'intérieur de la DCIG avec des systèmes informatiques. Tous les stagiaires sont listés dans l'ANNEXE 2.

Tableau 3.1 Transfert de technologie

Sujet	Période	Contenus	Nombre de stagiaires	Commentaires
Prébalisage de PCSs	1-11Mai 2007	Explication de l'objectif et de la méthode (matériels, répartition, condition du sol) Installation des signaux aériens au 22 points	4	2-3 signaux par jour
Levé GPS	19 Juin- 2 Juillet 2007	Explication de l'objectif et de la méthode de l'observation GPS et de nivellement Instruction de maniement de GPS et d'appareils de nivellement Entraînement d'observation GPS Observation GPS aux 23 points	4	ACM01 et AZ001

Nivellement et piquage	3 Juillet - 16 août 2007	Entraînement de nivellement (ajustement, observation) Nivellement pour 200km Piquage pour 135 points	4	7 km par jour
Identification sur le terrain	20 Août - 26 Sept. 2007	Explication de l'objectif et de la méthode de l'identification sur le terrain Indentiication sur le terrain pour 1200km ²	4	
Identification complémentaire sur le terrain	8 Oct. - 17 Nov. 2008	Méthode d'intégrer les résultats dans les feuilles de carte symbolisée Identification complémentaire pour 1200km ²	11	
Aérotriangulation	Oct. - Nov. 2008	Création de fichiers caméra et de fichiers de données des points de contrôle au sol Observation des points de passage et des points de liaisons Observation des points de contrôle Calcul d'ajustement	2	
Restitution numérique	Nov. - Dec. 2009	Révision de l'Aérotriangulation Création du Catalogue de bibliothèque Installation diverse de restitution numérique	1	
Compilation numérique	Nov. - Dec. 2009	Entraînement de MicroStation	2	
Structuration des données	Oct. - Nov. 2008	Compréhension du concept de SIG Opération du logiciel SIG La méthodologie pour préparer la base de données SIG depuis les données de restitution compilées	2	
	Nov. - Dec. 2009		5	
Symbolisation cartographique	Nov. - Dec. 2009	Entraînement de MicroStation pour symbolisation cartographique	2	

3.1. Préalimentation de PCSs (mise en place des signaux aériens)

Ce travail a été réalisé par les membres du personnel technique de la DTC sous les instructions de la Mission. Pendant les travaux, ils ont appris le but du préalable de points de contrôle au sol (PCSs), leur distribution appropriée, des matériels appropriés, la conception et la couleur de signal aérien et l'utilisation de GPS pratique. Tous les signaux établis ont été reconnus sur les photographies aériennes qui ont été prises plus tard. Les stagiaires ont acquis le niveau ciblé afin d'effectuer les travaux pratiques à venir.

3.2. Levé GPS

Ce travail a été réalisé par les membres du personnel technique de la DTC sous la surveillance de la Mission. Comme ils n'avaient pas d'expérience dans le domaine des études GPS, ils ont été brièvement formés sur les opérations d'équipements GPS avant l'observation GPS. Au cours de l'observation, ils ont acquis des compétences. Tous les résultats de l'observation ont été utilisés pour l'aérotriangulation faite plus tard au Japon. Les stagiaires ont acquis le niveau ciblé afin d'effectuer les travaux pratiques à venir.

3.3. Nivellement et piquage

Ce travail a été réalisé par les membres du personnel technique de la DTC sous la supervision de la Mission. La méthode de nivellement numérique a été appliquée à ce projet. Comme ils n'avaient pas d'expérience dans le domaine du nivellement numérique, ils ont été formés pour apprendre l'opération d'équipement de nivellement numérique avant le travail. Pendant le travail, ils ont acquis des compétences. Tous les résultats du nivellement ont été aussi utilisés pour l'aérotriangulation faite plus tard au Japon. Les stagiaires sont jugés d'avoir acquis le niveau ciblé afin d'effectuer les travaux pratiques à venir.

3.4. Identification sur le terrain

Ce travail a été réalisé par les membres du personnel technique de la DTC sous la supervision de la Mission. Ils ont appris l'observation stéréoscopique, la photo-interprétation, l'identification sur place de caractéristiques topographiques comparant avec des photographies aériennes, la compilation de résultats sur photographies. Tous les résultats obtenus ont été utilisés pour la restitution numérique faite plus tard au Japon. Les stagiaires sont jugés d'avoir acquis le niveau ciblé afin d'effectuer les travaux pratiques à venir.

3.5. Identification complémentaire sur le terrain

Ce travail a été réalisé par les membres du personnel technique de la DTC sous la supervision

de la Mission. Ils ont appris la vérification in situ des caractéristiques topographiques qui avaient été tracées sur la carte au Japon. Ils ont aussi appris la compilation de carte des caractéristiques qu'ils ont corrigées sur place. Tous les résultats obtenus ont été utilisés pour la compilation numérique et la symbolisation cartographique réalisées plus tard au Japon. Les stagiaires sont jugés d'avoir acquis le niveau ciblé afin d'effectuer les travaux pratiques à venir.

3.6. Aérotriangulation

La formation en aérotriangulation a été menée à la DCIG en novembre 2008. Deux (2) stagiaires de la DCIG ont participé à cette session. Les stagiaires sont listés dans l'ANNEXE 2. Le niveau de cible à atteindre est qu'ils peuvent exercer l'entraînement volontaire.

Avant le début de la formation, la Mission a examiné leurs compétences et connaissances en aérotriangulation à l'aide d'un questionnaire pour répondre à leurs besoins pour le transfert de technologie. Leurs réponses sont attachées en ANNEXE 7.

3.6.1. Session de formation

La formation en aérotriangulation n'a pas été menée quotidiennement mais chaque lundi matin et chaque mercredi matin car ces stagiaires participaient aussi à une session de structuration des données.

La session de formation s'est déroulée comme cela ; elle est présentée dans le Tableau 3.2.

Tableau 3.2 Session de formation en Aérotriangulation (2008)

Date		Contenu
30-Oct	Jeu	Explication au sujet du logiciel
Weekend		
2-Nov	Dim	
3-Nov	Lun	Fonctionnement du logiciel
4-Nov	Mar	
5-Nov	Mer	Aérotriangulation étape 1 (Création de nouveaux blocs & Ajout de frames à la liste)
6-Nov	Jeu	
Weekend		
9-Nov	Dim	
10-Nov	Lun	Aérotriangulation étape 2 (Orientation intérieure & Acquisition de points de contrôle au sol)
11-Nov	Mar	
12-Nov	Mer	Aérotriangulation étape 3 (Création de points de liaison automatiques & Ajustement de blocs)
13-Nov	Jeu	
Weekend		
16-Nov	Dim	
17-Nov	Lun	Aérotriangulation étape 4 (Extraction DEM & Orthorectification / Mosaiquage)

3.6.2. Contenu

La formation a été menée selon la Figure 3.1. Le logiciel utilisé était la version 9.2 du LPS (Leica Photogrammetry Suite).

L'interface de ce logiciel est conviviale et conçue afin de comprendre aisément et réaliser une séquence de processus de travail des travaux d'aérotriangulation à la restitution numérique.

Les modules de LPS utilisés pour la formation concernant l'aérotriangulation sont présentés ci-dessous.

- ①. LPS Core
- ②. LPS Stereo
- ③. LPS ATE (Automatic Terrain Extraction)
- ④. LPS TE (Terrain Editor)
- ⑤. Mosaic Pro

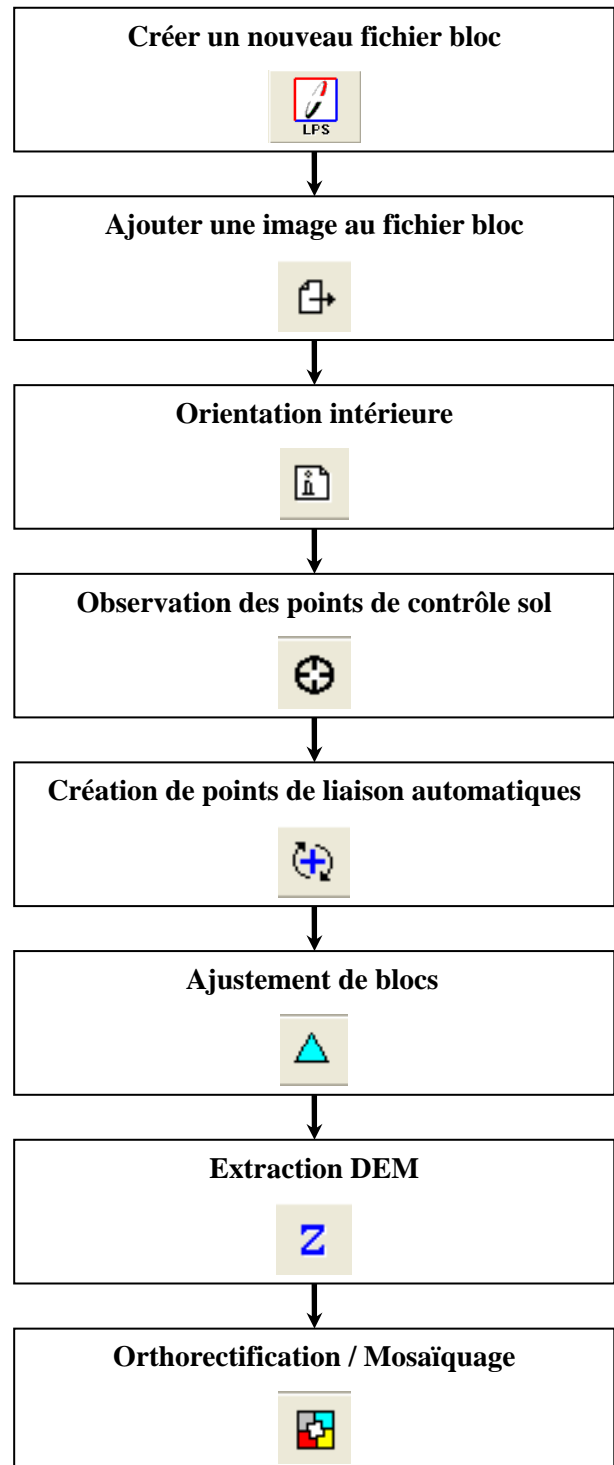


Figure 3.1 Processus d'aérotriangulation dans le LPS

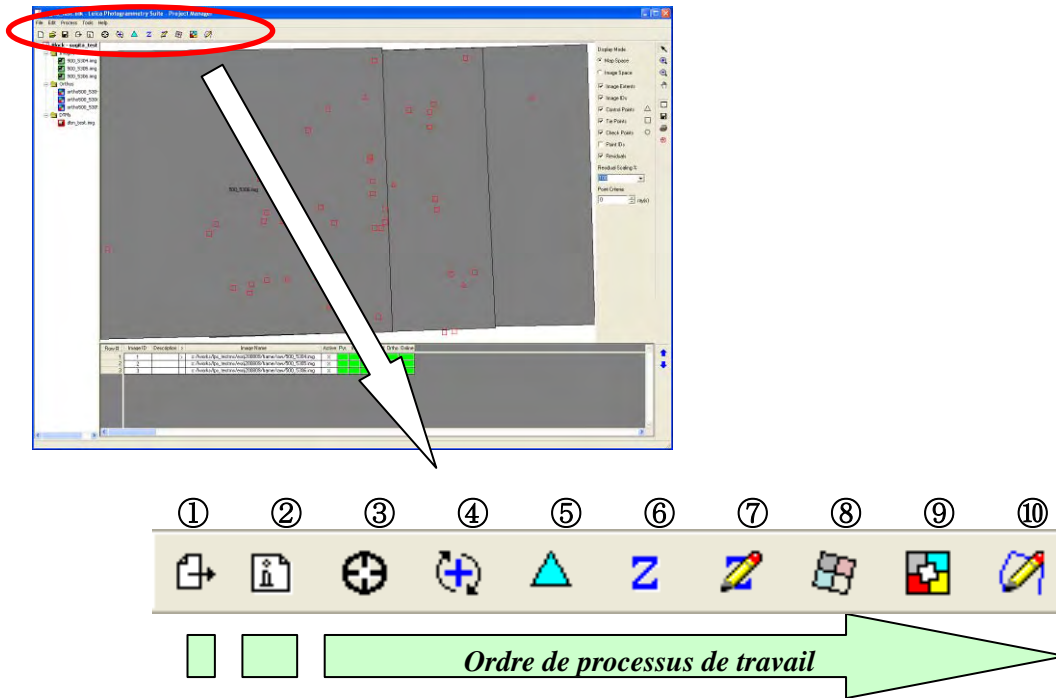


Figure 3.2 Interface du LPS

- ①. Ajout d'images
- ②. Éditeur de frames (orientation intérieure)
- ③. Mesure des points (observation des points de contrôle sol)
- ④. Auto Tie (création de points de liaison automatiques)
- ⑤. Triangulation (ajustement de blocs)
- ⑥. Extraction DEM
- ⑦. Édition DEM
- ⑧. Ortho Rééchantillonnage
- ⑨. Ortho Mosaïquage
- ⑩. Collection de caractéristiques (C'est un sujet du transfert de technologie de l'année prochaine)

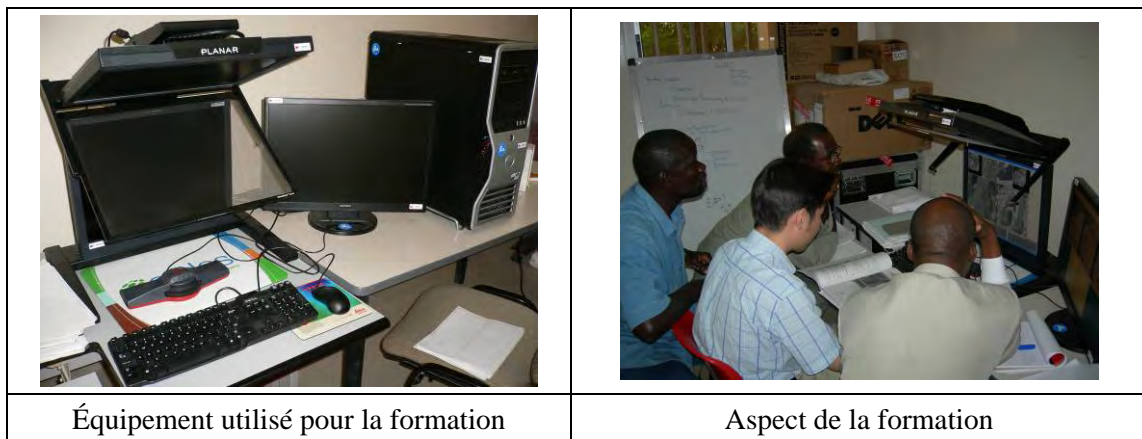
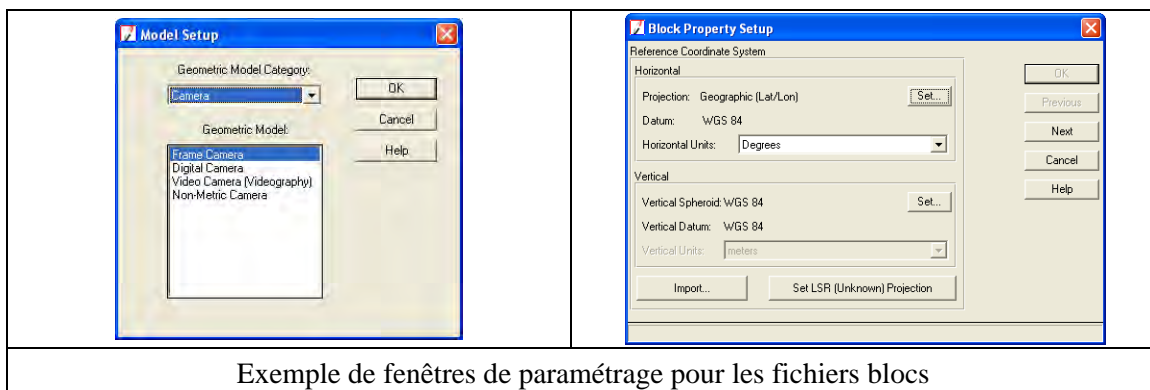


Figure 3.3 Aspect du transfert de technologie pour l'aérotriangulation

D'abord, la Mission a préparé des matériels d'instruction pour les stagiaires. Le matériel de formation comme les images ne provenait pas des photos aériennes prises pour ce projet. Les photos utilisées ont été préparées à d'autres endroits car les photos prises pour ce projet étaient peu convenables pour des stagiaires pour regarder le relief terrestre par la visualisation 3D en raison de la planéité de la zone d'étude.

a) Créer un nouveau fichier bloc

A ce stade, un nouveau fichier bloc est créé pour l'aérotriangulation. Et des informations telles que le type d'appareil utilisé pour la photographie ou le système de coordonnées sont paramétrables dans les fichiers blocs.

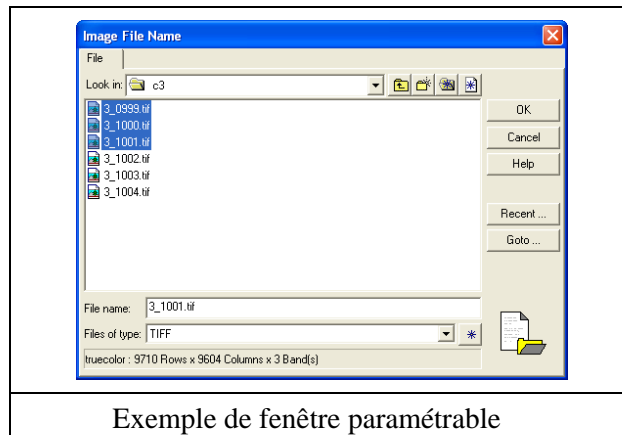


Les stagiaires ont paramétré les informations sous les directives de la Mission. Ils ont pu réaliser cette tâche sans le moindre problème.

b) Ajouter de nouvelles images aux fichiers blocs

A ce stade, les images utilisées pour l'aérotriangulation sont enregistrées au niveau des

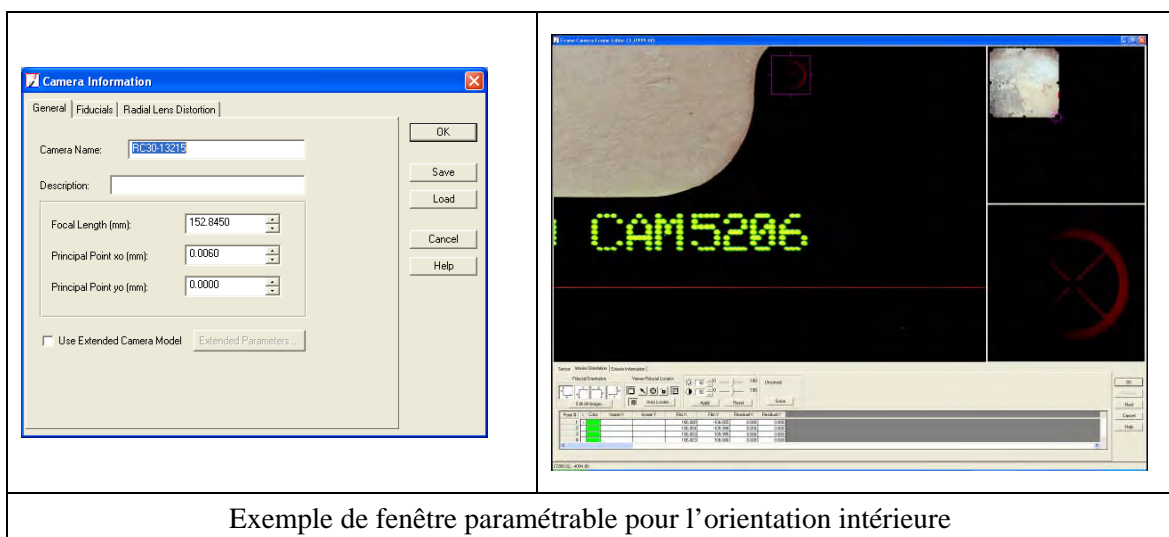
fichiers blocs.



Ils ont pu réaliser cette tâche sans difficulté.

c) Orientation intérieure

Il s'agit du processus de définition de la géométrie interne de l'appareil utilisé pour la photographie. Des marques fiducielles sont mesurées sur l'image et comparées ensuite aux positions calibrées de l'appareil pour déboucher sur une solution.

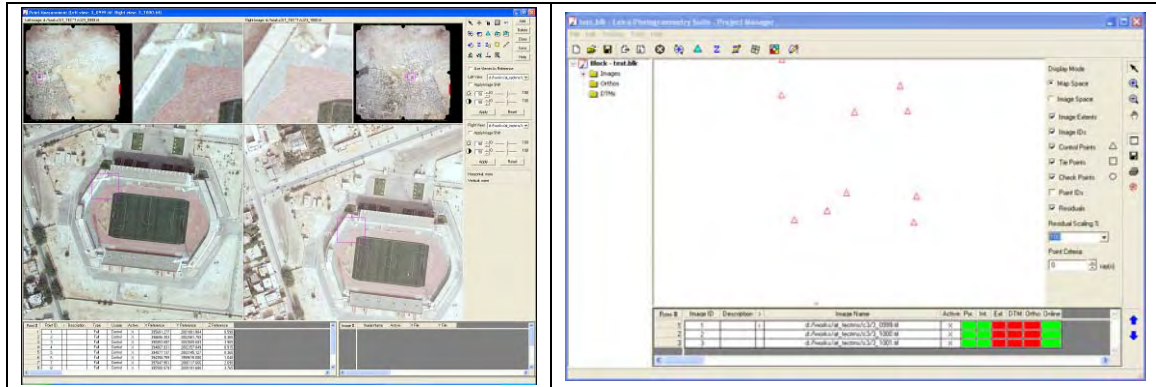


Les stagiaires ont pu mener cette procédure sous la conduite de la Mission. Ils doivent, cependant, suivre cette procédure tout en incorporant les informations de l'appareil et l'observation des marques fiducielles.

d) Observation des points de contrôle au sol (PCSs)

A cette étape, les PCSs sont observés pour l'ajustement de blocs (aérotriangulation) par des opérateurs. Ce travail est très important pour l'ajustement de blocs. Si celui-ci n'est pas

mené correctement, le résultat de l'ajustement de blocs sera faux. Par conséquent, une capacité de lecture des cartes est exigée à l'opérateur pour observer les PCSs avec précision.

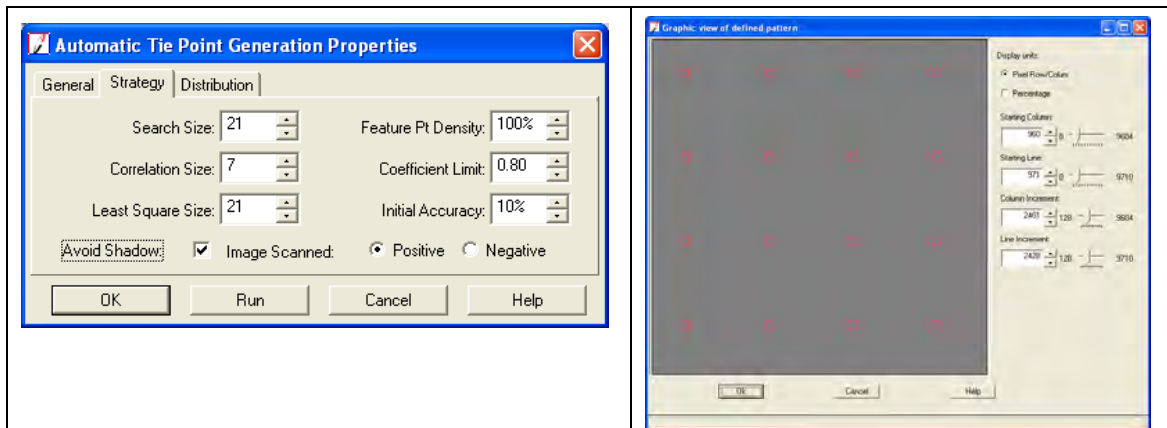


Exemple de fenêtre paramétrable pour l'orientation intérieure

Même si cela a pris du temps, les stagiaires ont pu réaliser cette tâche. Ils doivent, toutefois, acquérir des compétences en matière de lecture des cartes.

e) Création de points de liaison automatique

Il s'agit de la procédure de création de points de liaison automatique sur la base de la technologie d'ajustement d'images de ce logiciel. Dans ce logiciel, les points de passage ainsi que les points de liaison sont tous deux appelés « points de liaison ».



Exemple de fenêtre paramétrable de création de points de liaison automatique

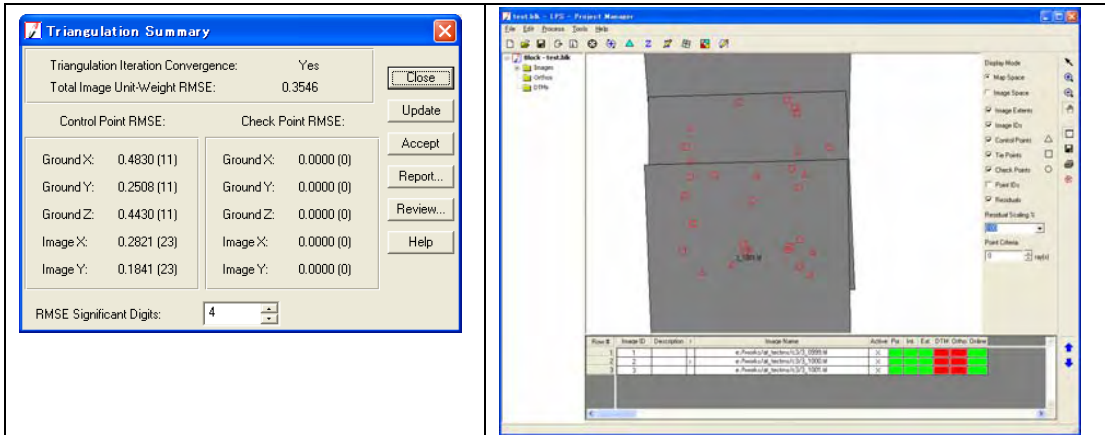
Bien que la fonction d'ajustement d'images soit très pratique pour l'utilisateur, le résultat n'est pas toujours précis. Par conséquent, le résultat doit être vérifié visuellement par l'opérateur un par un.

Les stagiaires ont pu mener cette procédure sans le moindre problème car cette étape consiste uniquement en des réglages et paramétrages. Ils ont tendance à croire les résultats

du logiciel. Mais, il est nécessaire d'essayer de vérifier les résultats de ce logiciel avec précaution.

f) Ajustement de blocs

Il s'agit de la procédure de définition de la corrélation mathématique entre les images contenues dans un bloc, le modèle d'appareil permettant l'obtention d'images et le sol.

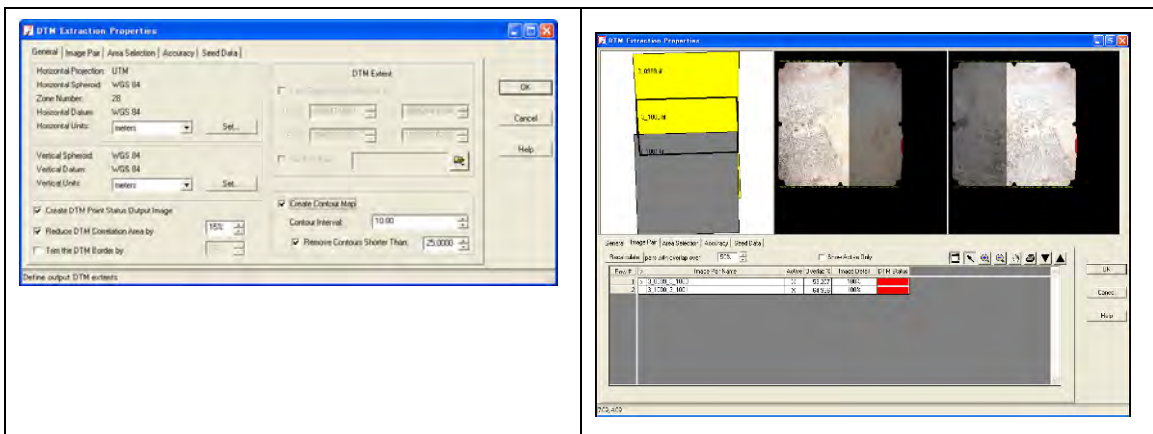


Exemple de fenêtres de paramétrages et de résultats pour l'ajustement de blocs

Les stagiaires ont pu réaliser cette tâche sous instructions de la Mission. Ils doivent, cependant, apprendre la théorie de cette procédure et chaque signification des divers paramètres.

g) Extraction DEM

A ce stade, le DEM est extrait automatiquement depuis les modèles stéréo établis par le résultat de l'ajustement de blocs.



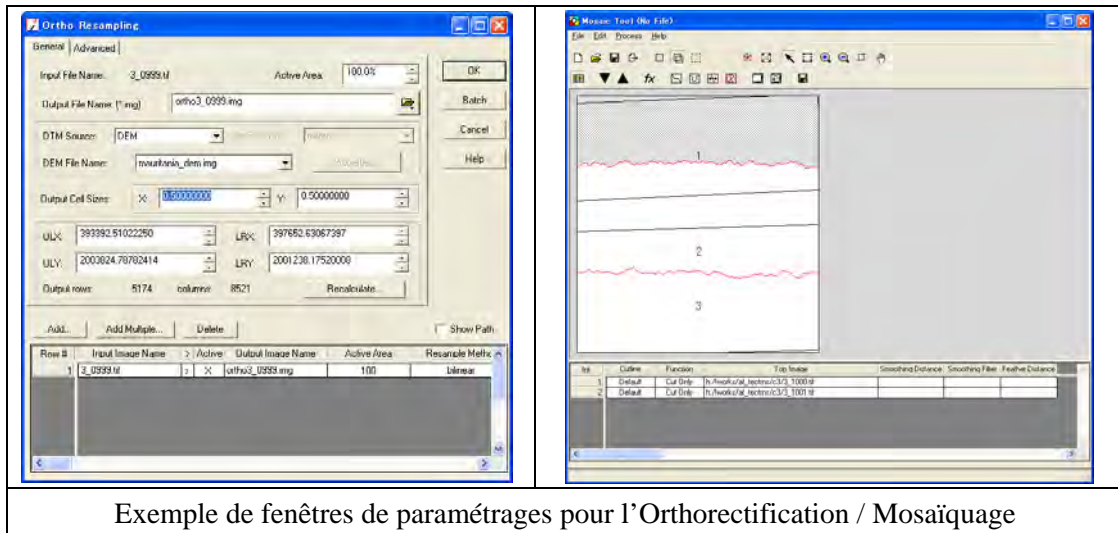
Exemple de fenêtres de paramétrages pour l'extraction DEM

Les stagiaires ont pu réaliser cette procédure sous instructions de la Mission. Ils doivent cependant étudier la nouvelle signification des paramètres et la différence de résultat par

des paramètres.

h) Orthorectification / Mosaïquage

A cette étape, l'ortho-image est créée par l'utilisation du DEM réalisé lors de l'étape précédente et le résultat de l'aérotriangulation. L'ortho-image pour les zones larges est créée par le mosaïquage.



Les stagiaires ont pu réaliser cette procédure sous instructions de la Mission. Ils doivent, cependant, étudier de nouvelles informations sur des paramètres divers pour le mosaïquage. Parce qu'il y a des options diverses et des techniques pour l'ajustement coloré parmi des images voisines dans le processus de mosaïquage.

3.6.3. Évaluation des stagiaires et des tâches futures

a) Évaluation

La Mission a évalué les stagiaires à travers la formation et les résultats de celle-ci.

L'évaluation a été faite à partir des aspects suivants.

Tableau 3.3 Aspects de l'évaluation pour l'aérotriangulation

	Aspects	Contenu
1	Connaissances de base	Connaissances de base à propos de la photogrammétrie, cartographie, logiciel et ce projet au début de la formation
2	Motivation	Motivation à comprendre de cette formation et à appliquer les résultats de cette formation
3	Compréhension	Compréhension à propos du contenu de cette formation

	Aspects	Contenu
4	Théorie mathématique	Compréhension à propos de la théorie mathématique de l'aérotriangulation
5	LPS	Bonne compréhension et manipulation du LPS.
6	Améliorations	Amélioration de la compréhension et de la motivation à travers cette formation
7	Futur	Possibilité d'une application future de cette formation et de ces données

b) Conclusion et tâches futures

La formation a été planifiée en considération de la période, des compétences et des connaissances des stagiaires. La Mission a décidé que la formation devrait débiter de l'opération logicielle sans explication théorique. L'objectif de la Mission consistait à ce que les stagiaires étudient la théorie par eux-mêmes après qu'ils ont pris connaissance des étapes de travail par la voie de l'opération logicielle. Considérant la situation actuelle, la Mission évalue que les stagiaires peuvent exploiter le logiciel. Au contraire, il est préférable que les stagiaires étudient et exercent encore plus le visionnement 3D et la mesure, en utilisant continuellement le matériel d'entraînement par eux-mêmes.

La Mission a défini les points suivants pour leurs tâches futures:

- ✧ Mise en pratique en utilisant le matériel de formation dès qu'il a du temps libre
- ✧ Essayer de changer la valeur des paramètres à chaque étape et en comprendre les différences
- ✧ Appréciation de la théorie de l'aérotriangulation et de sa théorie mathématique
- ✧ Posséder les occasions d'apprendre comment réaliser l'étude des points de contrôle au sol car sa connaissance est nécessaire dans l'aérotriangulation
- ✧ Améliorer les capacités de lecture cartographique
- ✧ Améliorer leurs compétences linguistiques en anglais car le logiciel est en anglais

3.7. Restitution numérique

La formation en restitution numérique a été menée à la DCIG du mois de novembre au début du mois de décembre 2009. Un stagiaire de la Direction de l'Aménagement du Territoire et de L'Action Régionale (DATAR) a participé à cette session. Le niveau ciblé à atteindre est qu'il peut exercer l'entraînement volontaire.

Avant le début de formation, la Mission a examiné ses compétences et connaissances sur la restitution numérique avec un questionnaire pour répondre à ses besoins pour le transfert technologique. Sa réponse est attachée dans l'ANNEXE 7.

Dans le travail de mise en pratique, l'aérotriangulation doit avoir été achevée pour exécuter le processus suivant de restitution numérique. Autrement, la restitution numérique est impossible parce que des modèles stéréo réalisés par l'aérotriangulation sont indispensables pour l'acquisition de données en visualisation 3D. Le stagiaire n'a pas pris la session de l'aérotriangulation conduite en 2008. Par conséquent, on lui a donné une formation brève sur l'aérotriangulation avant le départ de la session de Restitution numérique.

3.7.1. Session

Les sessions de formation sont listées dans le Tableau 3.4.

Tableau 3.4 Session de formation pour la restitution numérique (2009)

Date		Contenu
01-Nov	Dim	Instruction du transfert de technologie (restitution numérique, compilation numérique, symbolisation cartographique)
02-Nov	Lun	Explication sur le logiciel utilisé
03-Nov	Mar	Révision de l'aérotriangulation
04-Nov	Mer	Révision de l'aérotriangulation
05-Nov	Jeu	Révision de l'aérotriangulation
Weekend		
08-Nov	Dim	Révision de l'aérotriangulation
09-Nov	Lun	Préparation pour la restitution numérique (Création de catalogue de bibliothèques)
10-Nov	Mar	Préparation pour la restitution numérique (Création de catalogue de bibliothèques)
11-Nov	Mer	Préparation pour la restitution numérique (Création de catalogue de bibliothèques)
12-Nov	Jeu	Préparation pour la restitution numérique (Création de catalogue de bibliothèques)

Date		Contenu
Weekend		
15-Nov	Dim	Divers réglages pour la restitution numérique
16-Nov	Lun	Divers réglages pour la restitution numérique
17-Nov	Mar	Divers réglages pour la restitution numérique
18-Nov	Mer	Divers réglages pour la restitution numérique
19-Nov	Jeu	Exercice
Weekend		
22-Nov	Dim	Exercice
23-Nov	Lun	Exercice
24-Nov	Mar	Exercice
25-Nov	Mer	Exercice
26-Nov	Jeu	Exercice
Weekend		
29-Nov	Dim	Exercice
30-Nov	Lun	Évaluation des stagiaires
1-Dec	Mar	Évaluation des stagiaires
2-Dec	Mer	Évaluation des stagiaires
3-Dec	Jeu	Généralisation

3.7.2. Contenu

La formation a été menée selon la Figure 3.4. Le logiciel utilisé était la version 9.2 du LPS (Leica Photogrammetry Suite) et le Bentley MicroStation XM édition (ci-après MicroStation).

Les modules de LPS utilisés pour la formation en rapport avec le traçage sont présentés ci-dessous:

- ⑥. LPS Core
- ⑦. LPS Stereo
- ⑧. Pro600 (le Pro600 fonctionne sur une plateforme MicroStation)

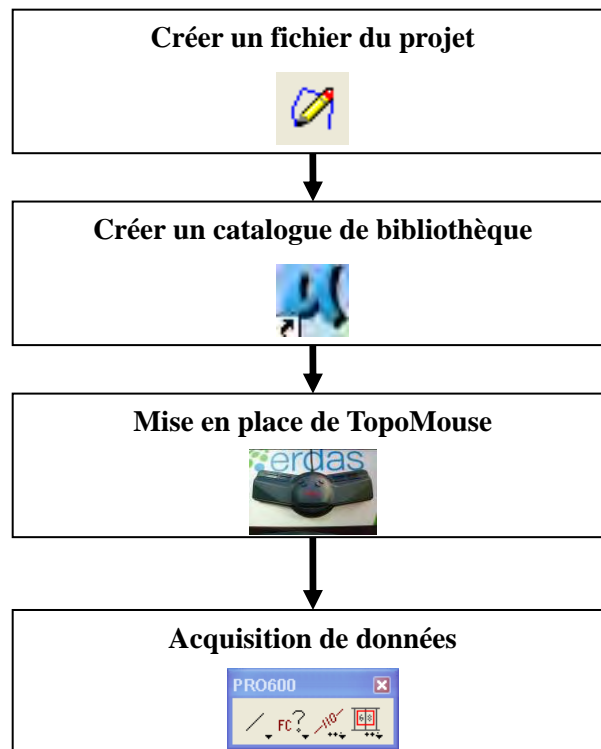


Figure 3.4 Procédure de restitution numérique dans le LPS



Figure 3.5 Aspect du transfert de technologie pour la restitution numérique

L'aérotriangulation de ce projet a été menée sur une surface d'environ 2.000 km² à l'aide de près de 450 photos. Toutefois, la Mission a utilisé uniquement 3 photographies durant la formation afin que les stagiaires puissent apprendre aisément le contenu de la restitution numérique et de l'aérotriangulation.

La Figure 3.6 présente les empreintes des photographies utilisées durant la formation. Ces photographies se chevauchent dans la direction verticale car la direction de vol de ce projet était nord-sud. Cependant, un modèle stéréo est affiché droite-gauche.

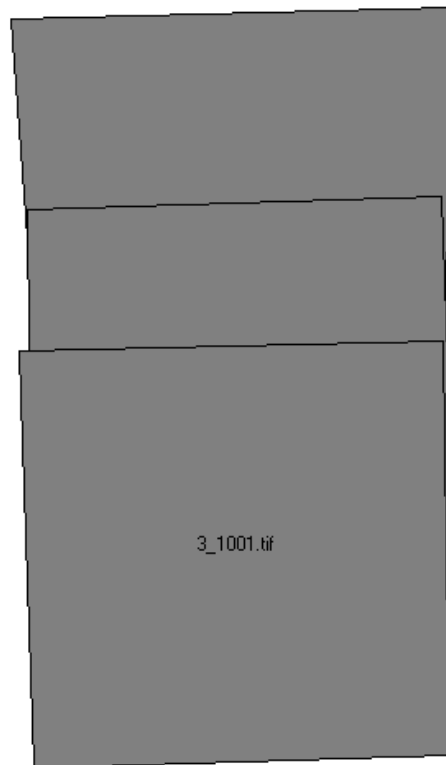


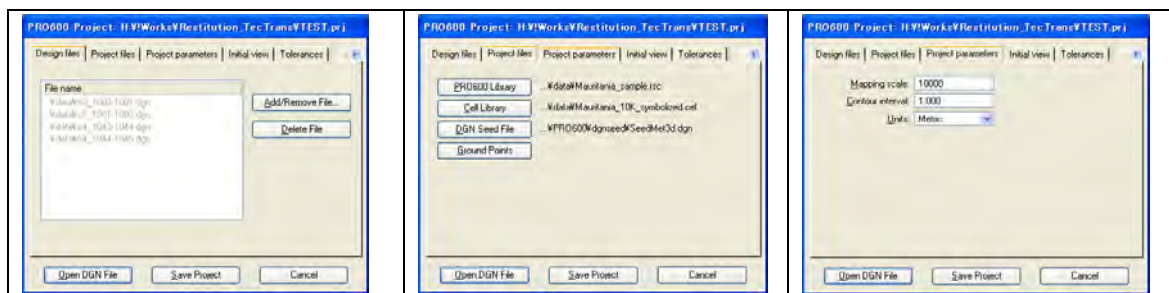
Figure 3.6 Empreinte des images

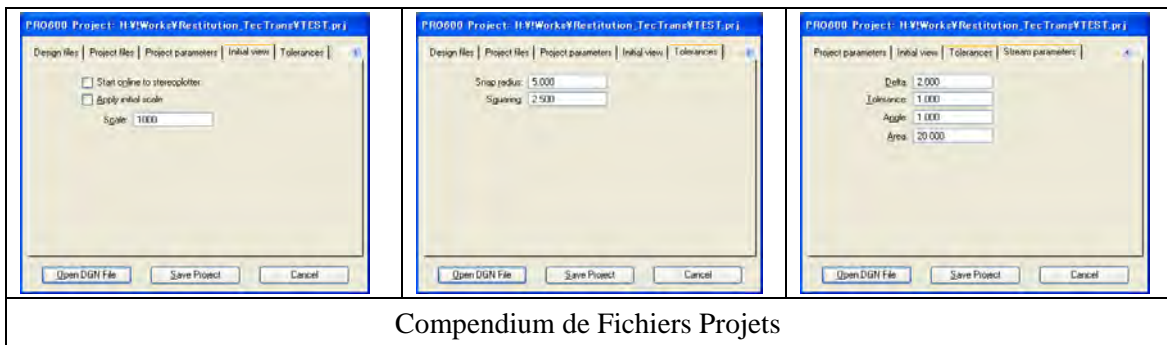
a) Création de fichiers projets

En vue de la réalisation de la restitution numérique à l'aide du LPS et de la MicroStation, un Fichier Projet doit être créé dans le module Pro600, et de nombreux fichiers et paramètres doivent y être réglés.

Les conditions et circonstances d'acquisition de données sont réglables au sein du Fichier Projet.

La Mission a expliqué le contenu du Fichier Projet et la signification de chacun des paramètres étape par étape.





Compendium de Fichiers Projets

b) Créer un catalogue de bibliothèques

Le Catalogue de bibliothèques doit être créé selon la spécification de carte. Ainsi, le contenu de spécification de cartes doit être compris tandis que le Catalogue de bibliothèques est créé.

Le contenu du Catalogue de bibliothèques créé doit suivre la spécification de carte du projet comme indiqué ci-dessous. Le côté gauche dans les images suivantes correspond aux réglages par défaut. D'autre part, le côté droit correspond aux réglages du projet. Le numéro de code de chaque caractéristique a suivi la spécification de carte du projet. Par ailleurs, n'importe quelles caractéristiques pendant l'acquisition de données ne sont pas stockées dans des couches appropriées et la qualité de données sera basse.

La Mission a expliqué comment créer le Catalogue pour chaque caractéristique. Pour créer correctement le Catalogue pour chaque caractéristique, on a considéré le caractère de chaque caractéristique.



c) Paramétrage de TopoMouse

TopoMouse a été installé pour ce projet. Dans ce rapport, il y a TopoMouse, la souris 3D furtive, la souris système, l'Immersion SoftMouse, le jeu de handwheels et de footdisk et la trackball de souris-trak pour l'acquisition de données par la visualisation 3D, généralement. Le TopoMouse a 16 boutons et une molette comme indiqué ci-dessous. De plus, 31 fonctions sont possibles par la combinaison de boutons. Ainsi, il n'est pas aisé d'apprendre toutes les fonctions dans un court laps de temps. Beaucoup de pratique sera nécessaire jusqu'à la maîtrise.



d) Acquisition de données

Pour acquérir des données précises, l'opérateur doit prêter attention aux points divers comme l'ordre d'acquisition de données, comment interpréter des caractéristiques sur des photographies, l'observation de la hauteur de caractéristique etc. Par conséquent, un certain temps sera requis pour maîtriser correctement tous les points pour l'acquisition de données et devenir indépendant. Il est nécessaire de pratiquer en intervalles courts.

Dans cette section, la Mission a observé l'aspect du stagiaire pendant l'acquisition de données et lui a donné des instructions. On montre l'aspect de modèle stéréo dans la Figure 3.7. Dans ce rapport, on montre le modèle stéréo en mode anaglyphe pour le montrer visuellement. Dans le travail pratique, le modèle stéréo est montré dans l'affichage stéréo, mais en mode anaglyphe.

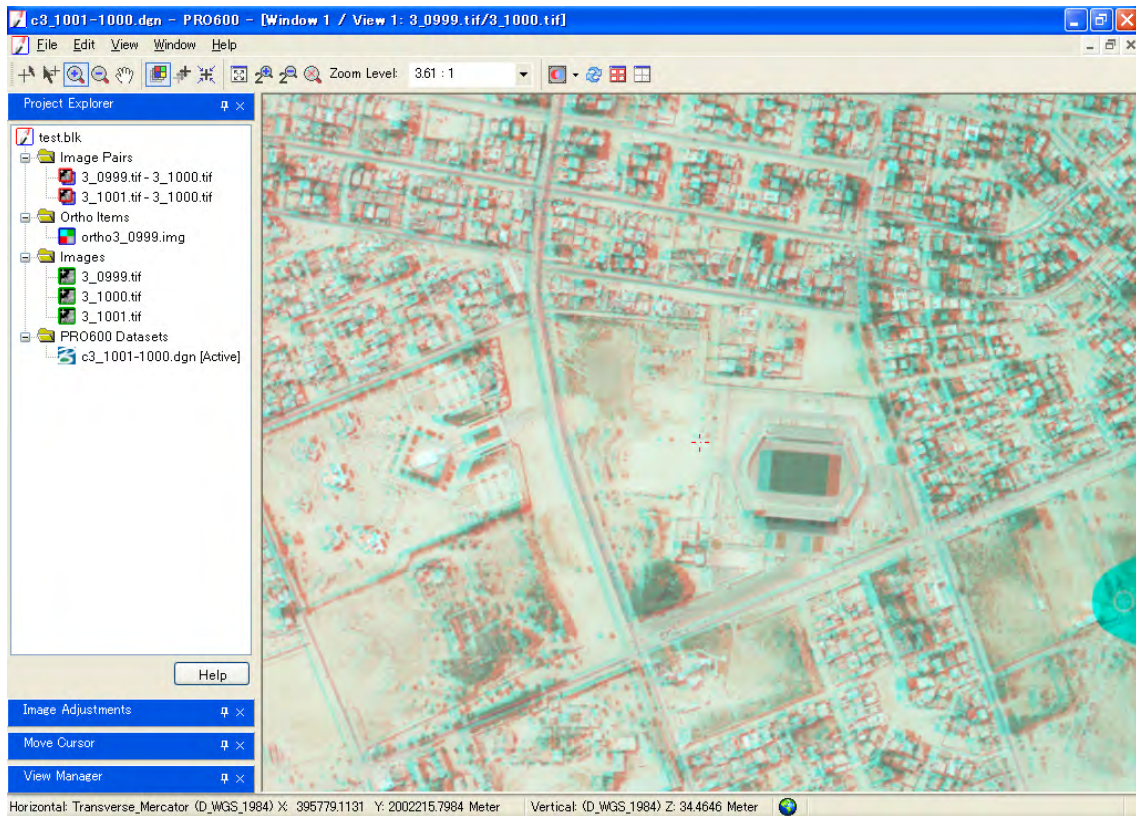
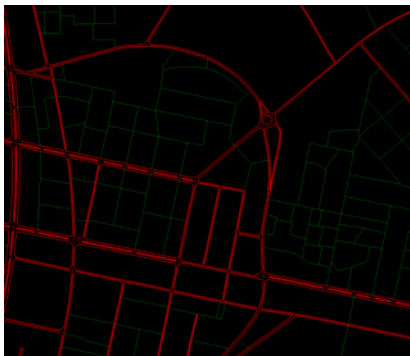


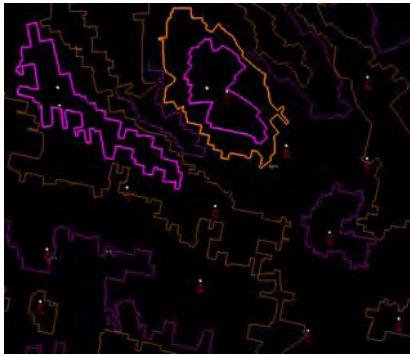


Figure 3.7 Modèle stéréo en LPS

Les images suivantes sont un exemple de l'ordre dans l'acquisition de données.

<p>1. Données linéaires qui sont des arêtes (routes, voies ferrées, rivières, canaux, lacs, littoraux, lignes à haute tension, oléoducs etc.)</p>	
<p>2. Données de bâtiments, petits objets, points de repères et traçage (divers bâtiments, clôtures, revêtements, puits, divers réservoirs, postes transformateurs électriques, diverses tours, cimetières, etc.)</p>	
<p>3. Données relatives à la végétation (rizières, champs de culture, vergers, diverses plantations, forêts, buissons, etc.)</p>	
<p>4. Données relatives au terrain (contours, falaises, points d'élévation, etc.)</p>	

3.7.3. Évaluation des stagiaires et des tâches futures

a) Évaluation

La Mission a évalué les stagiaires à travers la formation et les résultats de celle-ci.

L'évaluation a été faite à partir des aspects suivants.

Tableau 3.5 Aspects de l'évaluation pour la restitution numérique

	Aspects	Contenu
1	Connaissances de base	Connaissances de base à propos de la photogrammétrie, cartographie, logiciel et ce projet au début de la formation
2	Motivation	Motivation à comprendre de cette formation et à appliquer les résultats de cette formation
3	Compréhension	Compréhension à propos du contenu de cette formation
4	LPS	Bonne compréhension et manipulation à propos du LPS.
5	Pro600	Bonne compréhension et manipulation à propos du Pro600.
6	MicroStation	Bonne compréhension et manipulation à propos de la MicroStation.
7	TopoMouse	Manipulation de TopoMouse
8	Acquisition de données	Bonne compréhension et manipulation à propos de l'acquisition de données
9	Améliorations	Amélioration de la compréhension et de la motivation à travers cette formation
10	Futur	La possibilité d'une application future de cette formation et de ces données

b) Conclusion et tâches futures

Ce stagiaire a pu s'essayer à la manipulation de l'ERDAS IMAGINE, qui est un logiciel de base sur le LPS. Ainsi, il a pu aisément comprendre le maniement du LPS et exécuter sa tâche sans le moindre problème.

Il a participé aux sessions d'apprentissage de manière positive, en prenant note avec précision des explications données par l'Équipe. Ses compétences en termes de manipulation de la TopoMouse sont encore faibles car ceci est quelque peu complexe pour un débutant. Il sera capable de faire des progrès rapides en acquisition de données des caractéristiques planimétriques s'il continue à s'exercer davantage, mais, concernant les caractéristiques de terrains telles que les lignes de contour, il lui est demandé de faire davantage d'exercices intensifs en acquisition de données en vue 3D.

La Mission mentionne les points suivants comme ses tâches à venir en vue de devenir indépendant.

- ✧ Améliorer les connaissances et compétences de mesure des caractéristiques en visionnement 3D
- ✧ Améliorer les connaissances et compétences de l'interprétation photographique.
- ✧ Améliorer les connaissances et compétences de l'acquisition de caractéristiques géographiques correspondant à l'échelle cartographique.

3.8. Compilation Numérique

La formation en compilation numérique a été menée auprès de la DCIG entre le mois de novembre et le début du mois de décembre 2009. Deux (2) stagiaires de la Société Nationale de l'Eau (SNDE) ont participé à cette session de formation. Ils sont listés dans l'ANNEXE 2. Le niveau de cible à atteindre est qu'ils peuvent exercer l'entraînement volontaire.

Avant le début de la formation, la Mission a évalué leurs compétences et connaissances en compilation numérique à l'aide d'un questionnaire afin de se rendre compte de leurs besoins pour le transfert de technologie. Leurs réponses sont mentionnées au niveau de l'ANNEXE 7.

Le premier jour, la Mission a expliqué aux stagiaires le but de la compilation numérique et son rapport avec la restitution numérique et la symbolisation cartographique.



Figure 3.8 Explication à propos de la session

3.8.1. Session de formation

La session de formation a été menée selon le programme du Tableau 3.6.

Tableau 3.6 Sessions de formation à la compilation numérique (2009)

Date		Contenus
01-Nov	Dim	Explication à propos du transfert de technologie (restitution numérique, compilation numérique, symbolisation cartographique)
02-Nov	Lun	Formation de base à la MicroStation

Date		Contenus
03-Nov	Mar	Formation de base à la MicroStation
04-Nov	Mer	Formation de base à la Création de Manuels
05-Nov	Jeu	Formation de base à la MicroStation pour la symbolisation cartographique
Weekend		
08-Nov	Dim	Formation de base à la MicroStation pour la symbolisation cartographique
09-Nov	Lun	Formation de base à la MicroStation pour la symbolisation cartographique
10-Nov	Mar	Instruction pour les types de données (point, ligne, polygone) Résumé de la compilation numérique (nettoyage de données, création topologique) Explication à propos du catalogue de caractéristiques
11-Nov	Mer	Instruction pour le nettoyage de données (outils pour le nettoyage de données, les types d'erreurs)
12-Nov	Jeu	Exercices de nettoyage de données (erreurs et tolérance et leurs effets)
Weekend		
15-Nov	Dim	Exercices de nettoyage de données
16-Nov	Lun	Synthèse et documentation pour le nettoyage de données
17-Nov	Mar	Instruction de la création topologique (outils pour la création topologique)
18-Nov	Mer	Exercices de création topologique
19-Nov	Jeu	Synthèse et documentation pour le nettoyage de données
Weekend		
22-Nov	Dim	Exercice 1, Exercice 2
23-Nov	Lun	Exercice 3
24-Nov	Mar	Exercice 4
25-Nov	Mer	Exercice 4
26-Nov	Jeu	Instruction du contrôle qualité de la compilation numérique
Weekend		
29-Nov	Dim	Exercice 5
30-Nov	Lun	Exercice 5
1-Déc	Mar	Évaluation des stagiaires
2-Déc	Mer	Évaluation des stagiaires
3-Déc	Jeu	Généralisation

a) Maniement basique de la MicroStation

A partir de la réponse au questionnaire (Voir ANNEXE 7), il a été constaté qu'aucun des

stagiaires n'avait eu une expérience avec un logiciel CAD (MicroStation, AutoCAD, etc.) Ainsi la Mission a établi un programme débutant par les manipulations basiques de la MicroStation.

Lors de cette session, la Mission a pu s'exercer aux manipulations basiques de la MicroStation et à la méthode d'établissement de manuels par eux-mêmes.

- ÉTAPE 1: Dessin

Explication à propos des outils et méthodes basiques de dessin de points, lignes, polygones et textes.

- ÉTAPE 2: Modification

Explication à propos des outils et méthodes basiques de modification de points, lignes, polygones et textes.

- ÉTAPE 3: Aperçu, Réseau, Couche, Contrôle Fichier

Explication à propos des outils et méthodes basiques pour l'aperçu, les réseaux, couches et contrôles fichiers.

b) Les objets dont la modification est nécessaire lors de la compilation numérique

La compilation numérique peut être séparée en deux parties, le nettoyage de données et la création topologique. Afin de comprendre ces deux éléments, il est important d'apprendre le catalogue de caractéristiques.

Les stagiaires ont appris au sujet du catalogue de caractéristiques et de la classification de chacun des objets.

Tableau 3.7 Objets et travaux concernant le nettoyage de données et la création topologique

Objets	Travaux en nettoyage de données	Travaux en création topologique
Tout	Suppression d'erreurs (duplication, objets courts)	
Lignes pour l'analyse de réseaux	Suppression d'erreurs (écarts, chevauchements)	
Lignes pour la création de polygones	Suppression d'erreurs (écarts, chevauchements)	Création de polygones

Tableau 3.8 Exemple de classification des objets dans le catalogue de caractéristiques

No	Catégorie	Code	Désignation	Data Type	Observations	Classification pour créer de POLYGONE	
40	Hydrographie et détails particuliers	5101	Lac, Etang, Mare	Polygone	La surfipercifie immergée interprétable sur les photos aériennes dont le côté le plus court est supérieur à 20m sera saisie.	polygone	
41		5102	Sebkha	Polygone	La sebkh dont le côté le plus court est supérieur à 100m sera saisi.	polygone	
42		5103	Oued	Polygone	La zone immergée au moment de pluie don't le côté le plus court est supérieur à 100m sera saisie.	polygone	
43		5104	Zone inondable	Polygone	La zone inondable dont le côté le plus court est supérieur à 100m sera saisie.	polygone	
44		5105	Talweg(Lit de oueds)	Ligne	Le lit de oueds dont la longueur est en supérieure à 100m sera saisie.	x	
45		5106	Marais salant	Polygone	Le marais salant don't le côté le plus court est supérieur à 50m sera saisi.	polygone	
46		5107	Trait de côte(Cordon littoral)	Ligne	Le trait de côte(cordon littoral) au moment de la prise de vue aérienne sera saisi.	○	
47		5201	Wharf	Ligne (Polygone)		△	
48		5202	Jetée	Ligne (Polygone)		△	
49		5203	Brise-lames	Ligne Polygone	Les brise-lames seront encadrées et annotées.	△	
50		5204	Revêtement	Ligne	Le revêtement en béton don't le côté le plus court est supérieur à 50m sera saisi.	x	
51		Végétation	6001	Limite de la Végétation	Ligne		○
52			6002	Herbes	Polygone	Le terrain herbu dont le côté le plus court est supérieur à 100m sera saisi.	Symbol
53			6003	Buisson	Point Polygone	Le terrain buissonneux dont le côté le plus court est supérieur à 40m sera saisi. Si des buissons sont éparpillés dans d'autres zones de végétation, ils seront représentées par des points.	Symbol

○:Utilizer comme linéament

△:Utilizer deponds de situation

x :Utilizer jamais

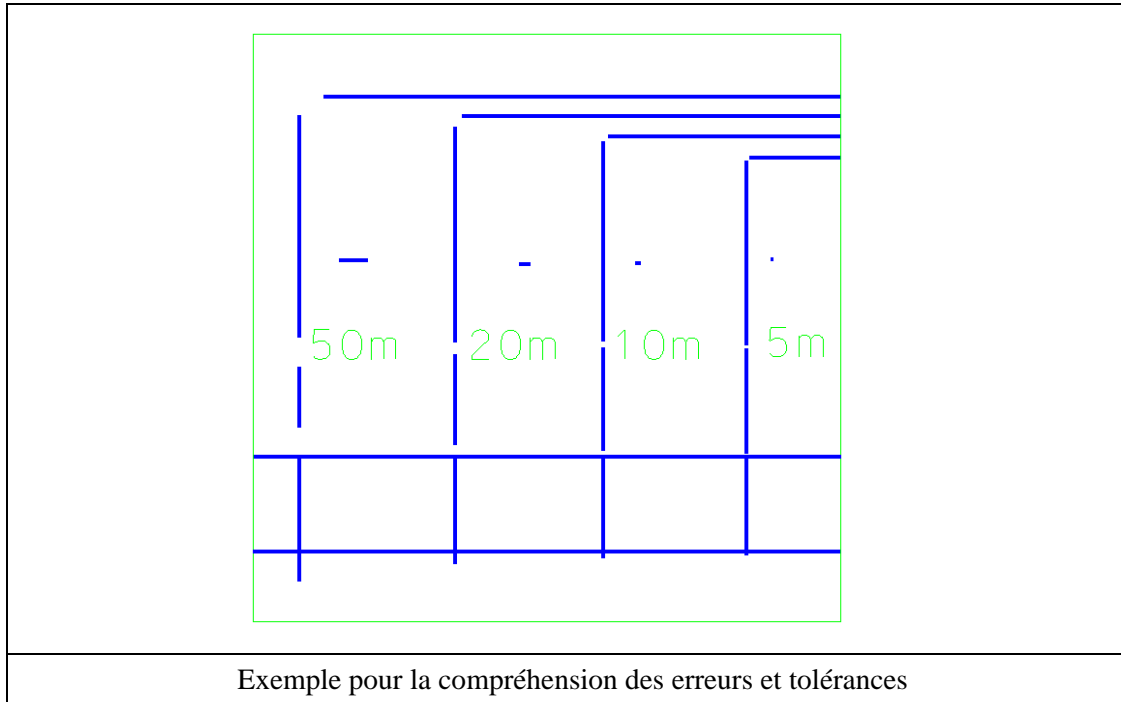
Polygone: Etre deja "polygone"

Symbol: Pour soulement creation de "polygone"

c) Nettoyage de données

● Outils, Erreurs et Tolérances

Les outils principaux en nettoyage de données servent à rechercher les écarts et chevauchements. Afin que les stagiaires comprennent les erreurs de chacun des outils de nettoyage des données et le paramétrage des tolérances, la Mission a poursuivi la formation selon l'exemple suivant :



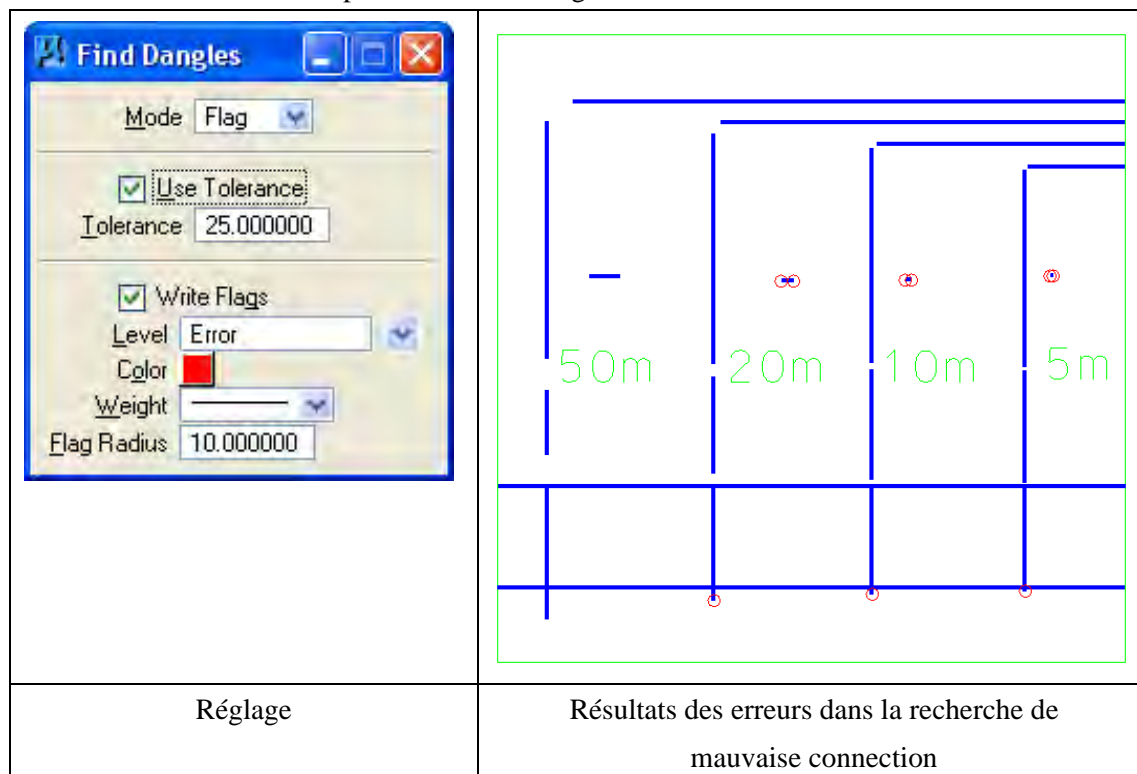
d) A propos des outils de recherche des écarts

Dans le cas du réglage de la recherche d'écarts, les erreurs (curseurs rouges) arrivent comme cela est présenté dans l'image ci-dessous.

<p>Réglage</p>	<p>Résultats des erreurs de recherche d'écarts</p>

e) À propos des outils de recherche des chevauchements

Dans le cas du réglage de la recherche de chevauchements, les erreurs (curseurs rouges) arrivent comme cela est présenté dans l'image ci-dessous.



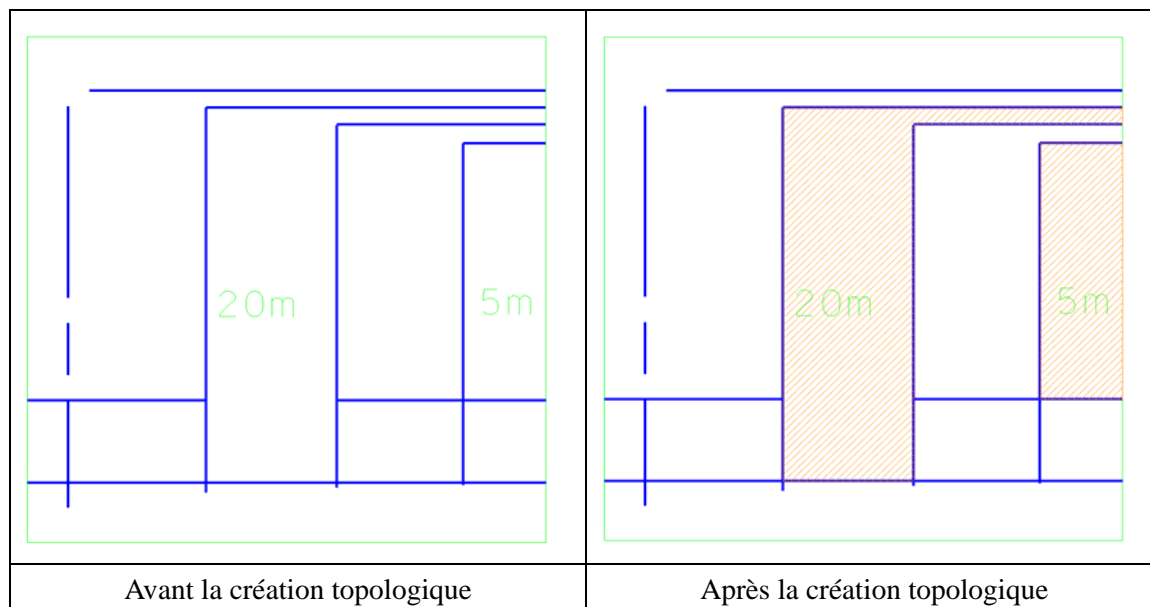
f) Création Topologique

Pour la création de polygones, l'outil principal est la Création topologique. La Mission en a expliqué les points importants.

- Avant la création topologique, tous les écarts et chevauchements doivent être corrigés
- Les zones qui ont des symboles dans leur rangée peuvent créer des polygones
- Les éléments peuvent être segmentés à chaque point de croisement
- Les polygones sont créés dans une couche active.

Puis, la Mission a expliqué à propos du maniement des outils de création topologique.

Afin que les stagiaires puissent comprendre les points cités plus haut, la Mission leur a présenté l'exemple suivant:



g) Exercices

Les stagiaires se sont essayés à 5 types d'exercices.


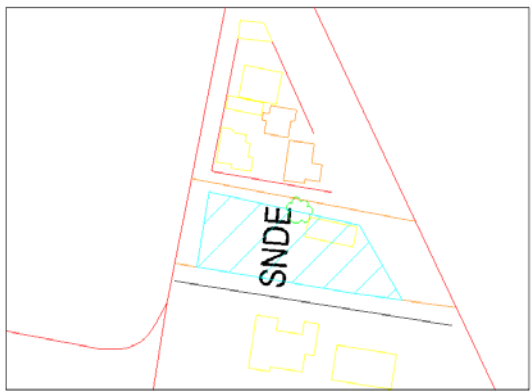
Tableau 3.9 Exercices pour le nettoyage de données et la création topologique

Exercice No.	Contenu	Zone visée (km ²)	Points Importants
1	Traçage 2D sur données orthophotographiques pour la confirmation du nettoyage de données et la création topologique	0,03	Révision du nettoyage de données et de la création topologique
2	Traçage 2D sur données orthophotographiques et réalisation du nettoyage de données et de la création topologique	0,10	Révision du nettoyage de données et de la création topologique. Vérification des erreurs provenant des résultats du nettoyage de données.
3	Exercice au nettoyage de données et résultats	0,70	Vérification de la compréhension des

			stagiaires concernant les outils de nettoyage et les tolérances.
4	Exercice au nettoyage de données et à la création topologique dans une zone de végétation. Vérification qualitative des résultats de la création topologique	2,00	Édition de lignes concernant les polygones créés après la compilation numérique
5	Exercice final de nettoyage de données et de création topologique en zone urbaine.	3,00	Définir les lignes nécessaires pour le nettoyage de données et la création topologique

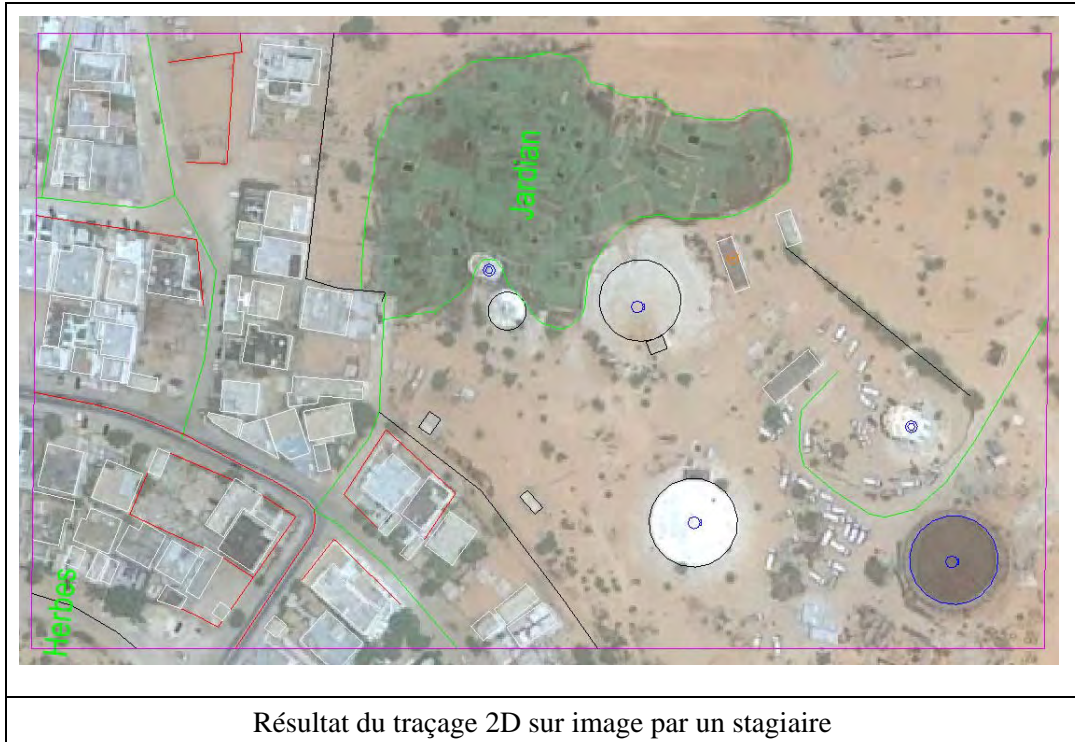
- Exercice 1

La Mission a préparé une zone pilote pour le premier exercice.

	
Le résultat du traçage 2D sur image par un stagiaire	Le résultat du nettoyage de données et de création topologique

- Exercice 2



La Mission a préparé une zone cible plus vaste que celle lors de l'Exercice 1.



Les stagiaires ont pu vérifier et compter les erreurs du résultat du nettoyage de données à partir des données qu'ils ont tracées. De ce constat, les stagiaires ont compris quel type d'erreur survenait régulièrement et dans quel cas celles-ci survenaient.

Tableau 3.10 Erreurs de traçage 2D détectées lors du nettoyage de données

Erreur	Outil de nettoyage	Tolérance (m)	Nombre d'erreurs	Solution
Duplication	Find Duplicate		0	Suppression
Écart	Find Gaps	10	1	Modification
Chevauchement	Find Dangles	10	6	Suppression
Objets courts	Find Dangles	20	2	Suppression

	
<p>Les erreurs de traçage 2D détectées par les stagiaires</p>	<p>Le résultat du nettoyage de données et de création topologique</p>

- Exercice 3

La Mission a préparé des données comportant des erreurs au préalable. Les stagiaires ont réalisé le nettoyage de données du réseau routier en vue de déceler ces erreurs.



<p>Données pour l'exercice 3</p>

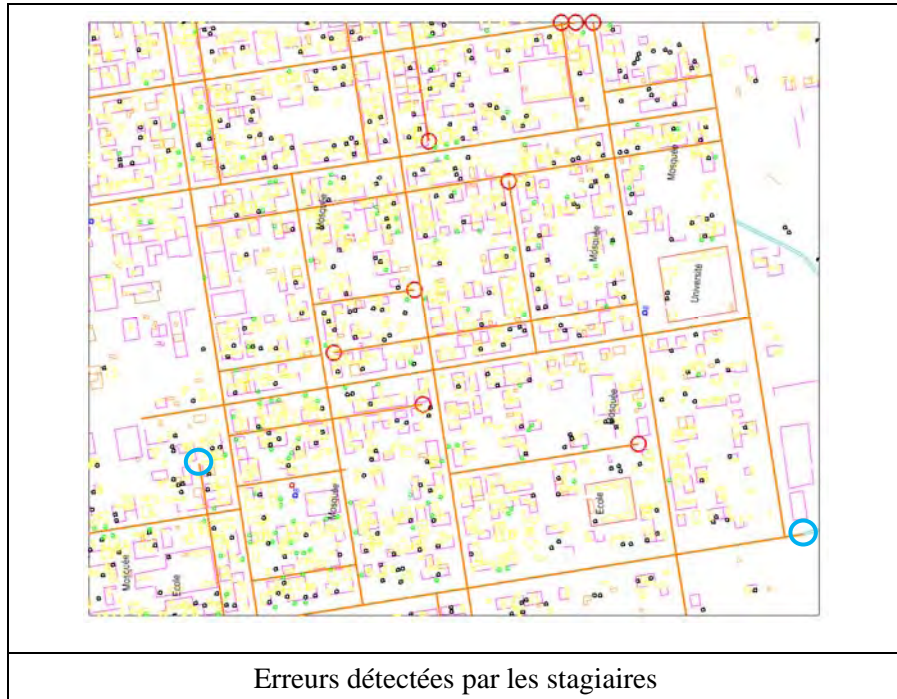
Tableau 3.11 Erreurs préparées par la Mission pour l'Exercice 3

Erreur	Nombre d'erreurs
Duplication	2
Écarts	7
Chevauchements	3
Objets courts	2

En résultat à cet exercice, les stagiaires ont découvert et compris la différence entre les erreurs et chaque outil ainsi que les tolérances.

Tableau 3.12 Erreurs du réseau routier détectées lors du nettoyage de données

Erreurs	Outil de nettoyage	Tolérance (m)	Nombre d'erreurs	Solution	Remarques
Duplication	Find Duplicate		2	Suppression	OK
Écarts	Find Gaps	20	9	Modification	Il y a des objets courts qui sont apparus car coupés par Neatline. Toutefois, ils ne sont sujets à modification.
Mauvaise connexion	Find Dangles	30	5	Suppression	Il y a des dépassements car la route s'arrête soudainement ou se connecte avec un autre type de route (voir le cercle bleu). Ils ne sont pas sujets à modification.
Objets courts	Find Dangles	30	2	Suppression	OK



● Exercice 4

La Mission a préparé les données suivantes sous forme d'exercice. La zone couvre principalement une zone maritime, une zone sableuse et une zone de végétation.

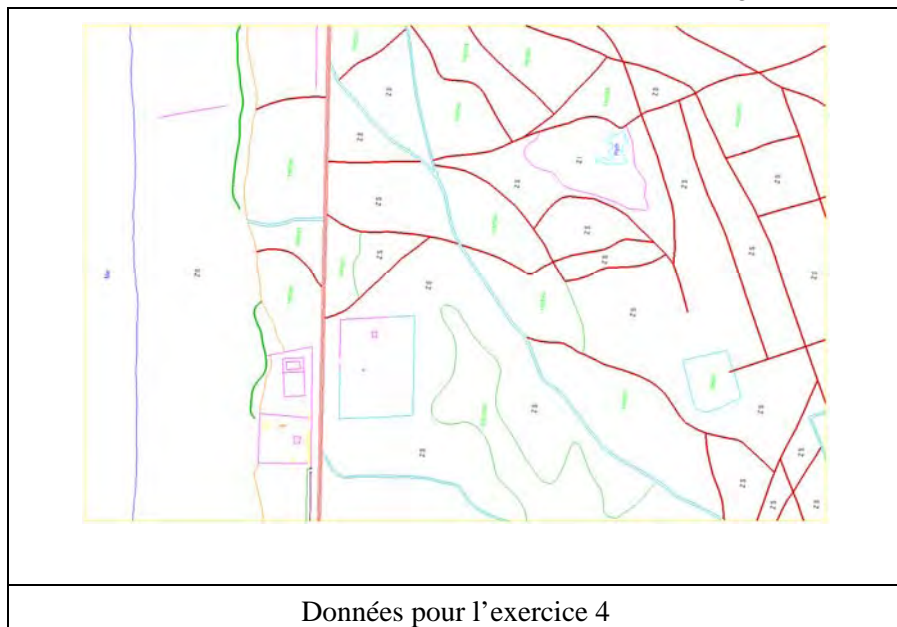
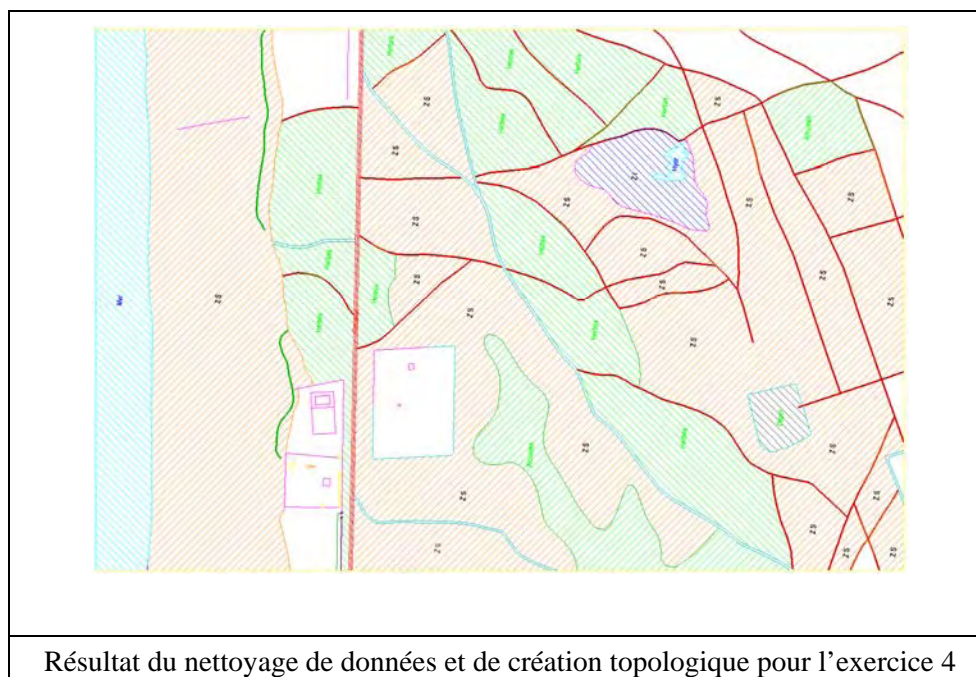


Tableau 3.13 Classification des couches pour la création topologique

Couche	Objet	Usage / Pas d'usage	Remarques
2002	Voies Goudronnées	Usage	
2004	Piste	Usage	
2005	Sentier	Usage	
2006	Piste aménagée	Usage	
2102	La ligne centrale des Voies Goudronnées	Pas d'usage	
3001	Bâtiment	Pas d'usage	
3005	Habitat précaire	Pas d'usage	
3006	Bâtiment en chantier	Pas d'usage	
3007	Bâtiment en ruine	Pas d'usage	
4202	Clôture en haie	Usage	Usage partiel
4204	Autre limites	Usage	
5101	Lac, Étang, Mare	Pas d'usage	
5104	Zone inondable	Usage	
5107	Ligne côtière	Usage	
6001	Limite de la Végétation	Usage	
6002	Herbes	Usage	Symbole
6004	Arbustes	Usage	Symbole
7201	Zone sableuse	Usage	Symbole
7204	Escarpement	Pas d'usage	
8302	Dépôt	Usage	Symbole



- Exercice 5

La Mission a préparé les données suivantes sous forme d'exercice. La zone couvre principalement une zone urbaine. En zone urbaine, il y a plus de couches que dans les autres zones et il existe une multitude de lignes mixtes complexes, nécessaires ou pas lors de la création topologique.

Il s'agit de trouver une zone pour la création de polygones et de distinguer la couche nécessaire.

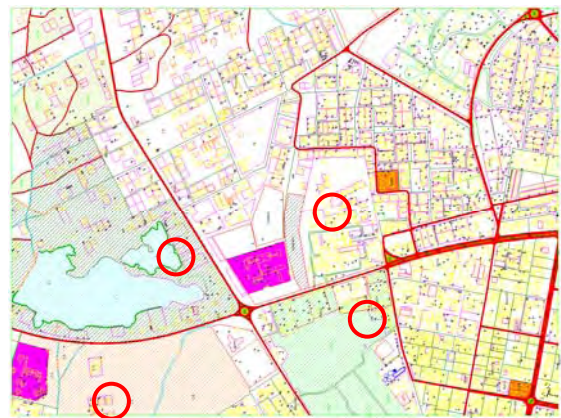
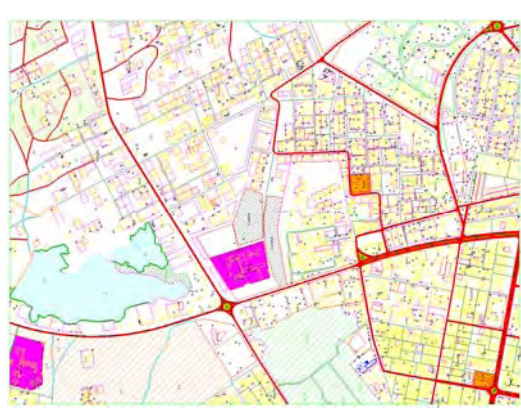
Tableau 3.14 Polygones devant être créés au cours de cet exercice

Couche	Polygones	Nombre d'apparitions
2002	Voies Goudronnées	1
2010	Terre plein central	26
3103	Ecole	2
3107	Hôpital	2
4117	Cimetière	2
5104	Zone inondable	2
6002	Herbes	5
6004	Arbustes	1
6007	Jardins	4
7201	Zone sableuse	5

Remarque: les hôpitaux et les écoles ne sont pas nécessaires à la polygonisation dans ce projet mais sont des cibles de cet exercice.

Tableau 3.15 Résultats et évaluation de l'Exercice 5

Couche	Polygones	Nombre d'apparitions	Résultat
2002	Voie Goudronnées	1	Bon
2010	Terre plein central	26	Bon
3103	École	2	Bon
3107	Hôpital	2	Bon
4117	Cimetière	2	Une zone créée était impropre car ses limites n'étaient pas fermées (écarts)
5104	Zone inondable	2	Bon
6002	Herbes	5	Bon
6004	Arbustes	1	Une zone créée était impropre car ses limites n'étaient pas fermées
6007	Jardins	4	Certaines lignes enferment une zone non segmentée. Ainsi, une zone n'a pu être polygonisée correctement
7201	Zone sableuse	5	Une zone créée était impropre (une zone a des duplications) car ses limites n'étaient pas fermées

	
Erreurs et résultats de l'exercice 5	Résultats après modification des erreurs ci-dessus de l'exercice 5

h) Contrôle Qualité

Pour la vérification des résultats des polygones créés (Exercice 4), il est nécessaire de superposer les couches polygonales sur les données originales et de comparer les symboles et les polygones créés.

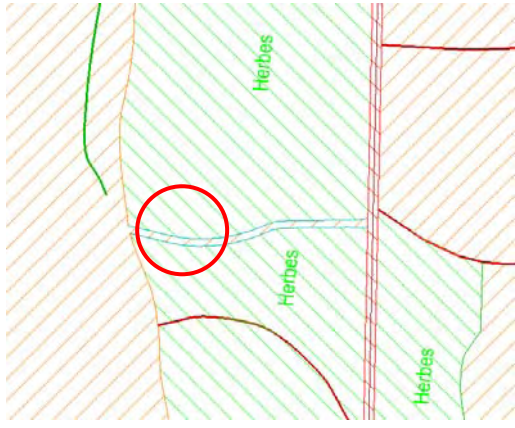
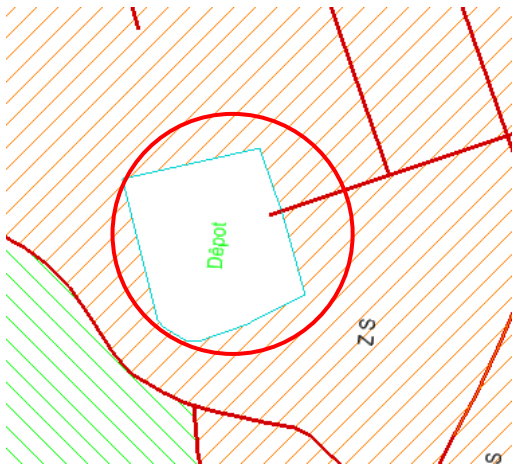
Les cas suivants ont été décelés après vérification.

Tableau 3.16 Types d'erreurs de la création topologique

Cas	Situation	Cause	Solution
1	Il y a un polygone dans une zone sans symbole	La zone n'était pas close	Nettoyage de données
2	Il y a une zone qui n'a pas de polygone mais qui a des symboles	La procédure de création topologique a été omise	Création topologique sur cette zone
3	Il n'y a aucun polygone dans une zone où un polygone aurait dû être créé	L'oubli d'insertion de symboles dans la zone	Insérer un symbole dans la zone

Tableau 3.17 Exemples d'erreurs en tant que résultat de la création topologique

Cas	Cause	Exemple
Cas 1	La zone maritime est couverte par de la "Sableuse". La ligne n'était pas connectée, l'écart n'a pas été détecté car la distance était supérieure au réglage de la "Tolérance".	

<p>Cas 2</p>	<p>La zone entre les “Herbes” (route actuelle) était couverte d’une “Zone Sableuse”. La raison était que la “Zone Sableuse” n’était pas fermée.</p>	
<p>Cas 3</p>	<p>La “Polygon Creation” (Création de polygones) a été omise.</p>	

3.8.2. Évaluation des stagiaires et tâches futures

a) Évaluation

La Mission a évalué les stagiaires à travers la formation et les résultats de celle-ci.

L'évaluation a été réalisée à partir des aspects suivants.

Tableau 3.18 Aspects de l'évaluation pour la compilation numérique

	Aspects	Contenu
1	Connaissances de base	Connaissances de base à propos de la photogrammétrie, la cartographie, le logiciel et ce projet au début de la formation
2	Motivation	Motivation pour comprendre cette formation et appliquer le résultat de celle-ci
3	Théorie	Bonnes compréhension et motivation pour l'acquisition face à la théorie
4	Manipulation	Bonnes compréhension et motivation pour l'acquisition face à la manipulation de logiciel
5	MicroStation	Bonne compréhension et manipulation à propos de la MicroStation.
6	Nettoyage de données	Bonne compréhension et manipulation à propos du nettoyage de données
7	Création topologique	Bonne compréhension et manipulation à propos de la création topologique
8	Améliorations	Amélioration de la compréhension et de la motivation à travers cette formation
9	Futur	Possibilité d'application future de cette formation et de ses données

b) Conclusion et tâches futures

Mme. N'Dourouha a une faible expérience des logiciels à l'exception de "Microsoft Office" au début de cette formation. Par conséquent, elle a eu besoin de débiter ce stage par les bases. Cependant, elle a fait de son mieux pour comprendre le maniement de logiciels en réalisant ses propres manuels. Elle a démontré de remarquables progrès dans certains exercices bien qu'elle ait fait des progrès assez lentement, en se référant à ses notes.

Il était attendu que les résultats (connaissances, techniques) de cette formation et les données de ce projet soient utilisées dans de nouveaux domaines (ex: planification des

conduites d'eau, développement territorial) par la stagiaire.

Mme. Yemehelha avait déjà une certaine expérience avec l'AutoCAD, même si elle n'était pas familiarisée, son expérience l'a aidée à plusieurs reprises pour comprendre la théorie et le maniement, s'exercer au logiciel en comparant les cas identiques en AutoCAD au travers de ce stage.

Il était attendu que les résultats (connaissances, techniques) de cette formation et les données de ce projet soient utilisées dans de nouveaux domaines (ex: planification des conduites d'eau, développement territorial) par la stagiaire.

3.9. Structuration de données

L'objectif général de la formation sur la structuration des données était de transmettre des compétences pour créer des données SIG, depuis des données de traçage compilées (au format CAD) préparées durant ce projet et, de plus, la création d'échantillons de l'application SIG sur la base des données converties. Cette formation a été menée à la DCIG aussi bien à la deuxième (2008) qu'à la troisième (2009) phase de l'Étude. Il était attendu à ce que ce transfert technologique encourage les organismes liés pour l'utilisation élargie des données de ce projet dans le processus de prise de décisions.

3.9.1. Deuxième Phase (2008)

a) Structure et Programme

Deux (2) stagiaires de la Direction de la Cartographie et l'Information Géographique (DCIG) ont participé à ce stage. Ainsi, le nombre de stagiaires était suffisant pour mener le support des opérations un par un. Ils sont listés dans ANNEXE 2.

Avant le début de ce stage, la Mission a évalué leurs connaissances et expériences en structuration des données à l'aide d'un questionnaire afin de voir quels sont leurs besoins pour le transfert de technologie. Leurs réponses sont rassemblées dans le Tableau 3.19.

Tableau 3.19 Résumé du Questionnaire Réponses des stagiaires de la deuxième phase (2008)

SN	Nom du stagiaire	Organisation	Connaissances sur PC	Connaissances sur données SIG	Connaissances sur données SIG	Expérience d'opération du logiciel SIG	Logiciel utilisé	Compréhension de coordonnées	Compréhension sur données topologiques vecteurs	Expérience de création de données SIG à partir des fichiers CAO
1	Mr. Sow Cheikh	Directeur adjoint, service cartographie, DCIG	Bonnes		Passables	Oui	ArcView (ArcGIS), ArcInfo (ArcGIS), MapInfo, Geoconcept	Oui	Oui	Non
2	Mr. Maleck Vall	Chef du service cartographie, DCIG	Bonnes		Bonnes	Oui	MapInfo	Oui	Oui	Oui

L'enquête a révélé que les deux stagiaires avaient de bonnes connaissances en données SIG. Ils avaient une expérience concluante avec le logiciel MapInfo et aussi un peu d'expérience avec le logiciel ArcGIS. Cependant, il s'agissait de leur première formation avec le logiciel ArcGIS. Ainsi, la formation a été concentrée principalement sur les opérations du logiciel ArcGIS.

Cette formation a été conduite à la DCIG d'octobre à novembre 2008. En tout, 16 sessions (incluant deux sessions de révisions) ont été conduites. Voir le Tableau 3.20 ci-dessous.

Tableau 3.20 Session de formation à la structuration de données durant la deuxième phase (2008)

Awadh K. SAH, JICA Study Team
October-November, 2008

SN	Date	Jour	Heure	Sujet traité durant la session
1	2008/10/13	Lundi	10:30-11:30	Cours: Introduction SIG
2	2008/10/14	Mardi	15:00-15:30	Cours: Introduction ArcGIS
			15:30-16:00	Exercice: Menu principal de ArcCatalog
3	2008/10/16	Jeudi	10:00-10:30	Démo: Fonctions importantes de ArcCatalog
			10:30-12:00	Exercice: Fonctions importantes de ArcCatalog
4	2008/10/19	Dimanche	10:00-10:30	Démo: Menu et fonctions importantes de ArcMap
			10:30-12:00	Exercice: Menu principal et fonctions importantes de ArcMap
5	2008/10/21	Mardi	10:00-10:30	Démo: Menu et fonctions importantes de ArcMap (Suite)
			10:30-12:00	Exercice: Menu principal et fonctions importantes de ArcMap (Suite)
6	2008/10/23	Jeudi	10:00-10:30	Démo:Création d'un nouvel ensemble de données (new dataset) (Lignes)
			10:30-12:00	Exercice: Création d'un nouvel ensemble de données (new dataset) (Lignes)
7	2008/10/26	Dimanche	10:00-10:30	Démo: Création d'un nouvel ensemble de données (new dataset) (polygones)
			10:30-12:00	Exercice: Création d'un nouvel ensemble de données (new dataset) (polygones)
8	2008/10/28	Mardi	10:00-10:30	Démo: Vue d'ensemble Menu et fonctions des tableaux
			10:30-12:00	Exercice: Vue d'ensemble Menu et fonctions des tableaux
9	2008/10/30	Jeudi	10:00-10:30	Démo: Questions sur données et mise à jour données des tableaux
			10:30-12:00	Exercice: Questions et maniement sur données des tableaux
10	2008/11/2	Dimanche	10:00-10:30	Cours/Démo: Introduction de ArcToolBox
			10:30-12:00	Exercice: Fonctions principales de ArcToolBox
11	2008/11/4	Mardi	10:00-10:30	Cours/Démo: Certaines fonctions principales de ArcToolBox
			10:30-12:00	Exercice:Certaines fonctions principales de ArcToolBox
12	2008/11/6	Jeudi	10:00-10:30	Démo: Opérateur logique et superposition de cartes
			10:30-12:00	Exercice:Opérateur logique et superposition de cartes
13	2008/11/9	Dimanche	10:00-10:30	Cours: Composition de cartes
			10:30-12:00	Exercice: Composition de cartes
14	2008/11/11	Mardi	10:00-10:30	Cours: Vue d'ensemble des couches de ce projet et création de schéma pour la base de données SIG
			10:30-12:00	Exercice: Création de schéma pour la base de données SIG
15	2008/11/13	Jeudi	10:00-12:00	Révisions des sessions précédentes
16	2008/11/16	Dimanche	10:00-12:00	Révisions des sessions précédentes

Le stage a été conçu dans un but pratique autant que possible. Chaque session (à l'exception de la première session et des sessions de révisions) était divisée en deux parties: instruction/démonstration puis mise en pratique. La mise en pratique a été conçue pour un exercice immédiat des stagiaires sur ordinateur personnel. La Figure 3.9 montre l'environnement de la session de formation.



Figure 3.9 Une session de formation à la structuration de données SIG lors de la deuxième phase

b) Description du contenu

Comme cela est mentionné plus haut, le stage était principalement concentré sur les opérations au logiciel ArcGIS. Des échantillons de données couvrant une partie de l'étude ont été utilisés pour la démonstration ainsi que pour les exercices. Le contenu est résumé ci-après:

- Introduction aux éléments du logiciel ArcGIS

ArcGIS consiste en une collection intégrée du logiciel SIG pour la réalisation d'un SIG complet pour une organisation. Comme cela est présenté dans la Figure 3.10, ce logiciel possède un large panel de produits sous ce projet; ArcInfo, avec ses extensions telles que l'Analyste ArcGIS 3D, l'Analyste Spatial ArcGIS et l'Analyste de Réseaux ArcGIS sont installées.

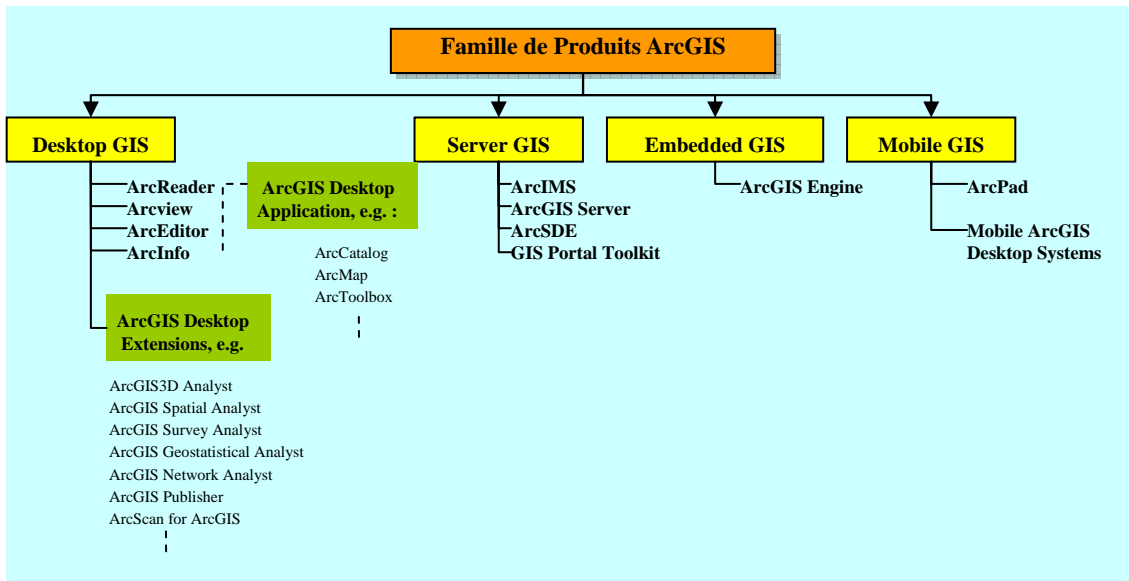


Figure 3.10 Famille de produits du logiciel ArcGIS

Les éléments d’ArcGIS; ArcCatalog, ArcMap, et ArcToolBox ont été introduits au préalable par l’explication de ses fonctions de base. Les points principaux sont présentés ci-dessous :

■ ArcCatalog:

- Familiarisation aux divers menus (File, Edit, View, Tools, Window, Help).
- Affichage de fichiers SIG et de ses tableaux
- Affichage et édition de métadonnées
- Création de nouveaux fichiers Shapefile.
- Utilisation de “conversion Tools” (outils de conversion): exercice de conversion de fichiers MIF en fichiers Shapefile.

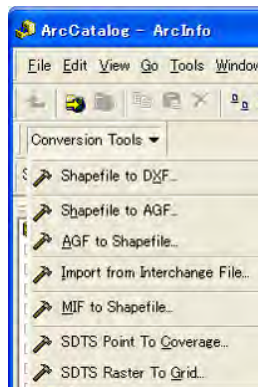


Figure 3.11 Outils de conversion dans l’ArcCatalog du logiciel ArcGIS

■ ArcMap:

- Familiarisation au menu incluant l'ajout de fichiers SIG
- Pratique des fonctions incluant la fenêtre de propriétés des couches
- Options d'affichage et de paramétrage dans Data Frame Properties (Propriétés des frames des données)
- Affichage de diverses barres d'outils et familiarisation aux fonctions incluses
- Ajout de données XY pour la création de données points

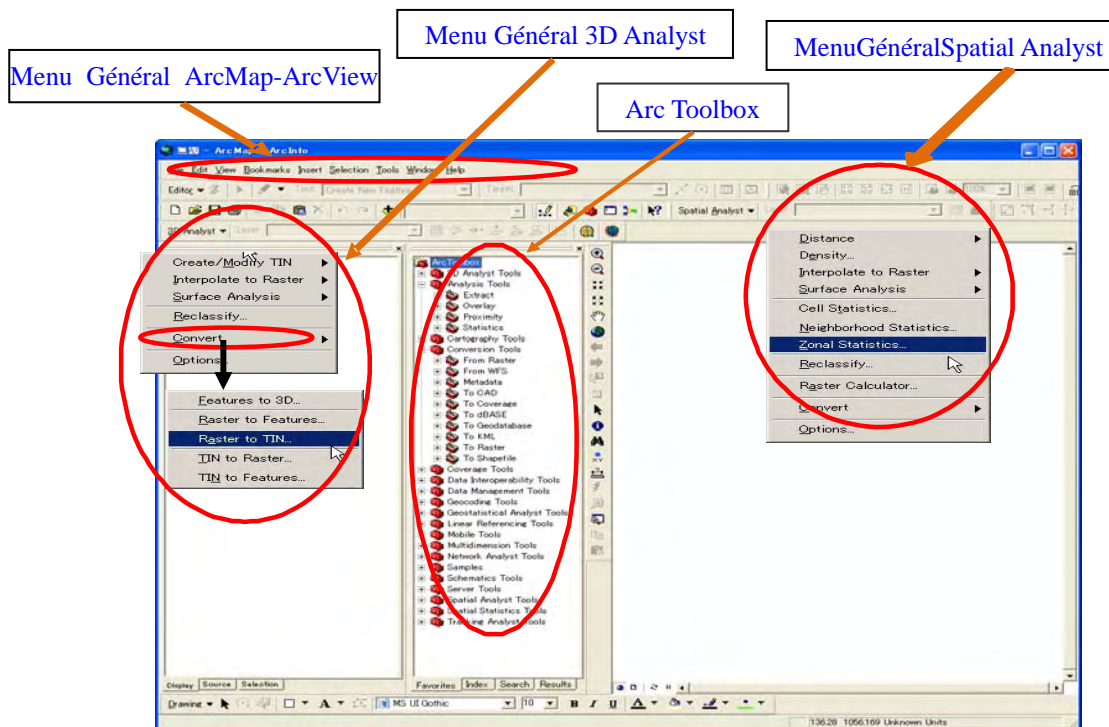


Figure 3.12 ArcMap, ArcToolBox, 3D Analyst, et Spatial Analyst du logiciel ArcGIS

■ ArcToolBox

- Introduction aux ToolBoxes, ToolSets, et Tools (Outils).
- Pratique des fonctions sous Projection et Transformation, Feature Conversion (Conversion de caractéristiques), Extract (extraction), et autres.

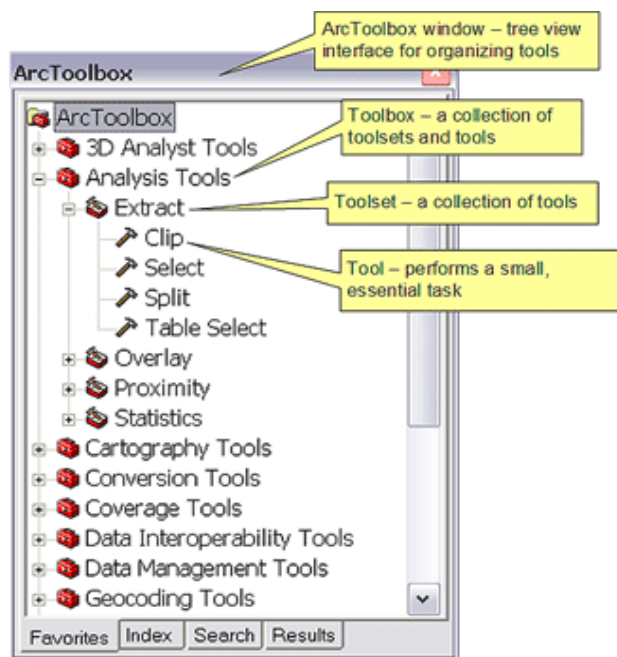


Figure 3.13 Disposition des ToolBoxes, ToolSets, et Tools (Outils) dans l' ArcToolBox

- Création et édition d'un nouvel ensemble de données spatial (new spatial dataset)

Cela inclut la création d'un nouveau Feature Datasets-ensemble de données caractéristiques- (polygones, lignes et points) en utilisant l'ArcCatalog et en insérant les caractéristiques à l'aide de l'ArcMap. Les exercices ont été menés par l'assignation de petites zones (d'environ deux blocs) dans la ville de Nouakchott et l'insertion de caractéristiques telles que des bâtiments en tant que polygones, des routes comme lignes et des arbres isolés comme points.

Les caractéristiques saisies (addition/editing) ont été réalisées dans l'ArcMap en utilisant la barre d'outils « Editor », comme suit:



Figure 3.14 Présentation de l'Editor Tool Bar (barre d'outils éditeur)

- Vue d'ensemble des fonctions en tableau

Lors de l'introduction au menu, de nombreuses fonctions dans Table Window ont été

essayées, comme :

- Sélection ou désélection de rangées ou de colonnes (Champs)
- Demande de données, ajouter et supprimer des champs, ajouter et éditer des données dans un tableau, ajouter Longueur/Zone en tant que colonne séparée
- Importer un tableau créé dans Excel
- Exporter les rangées sélectionnées ou le tout dans un nom de fichier à part

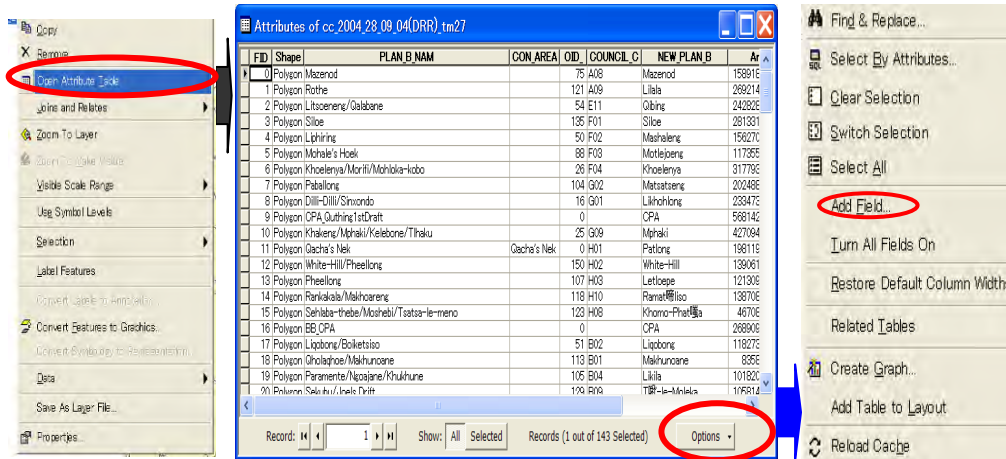


Figure 3.15 Affichage du tableau et menu sous l'onglet « Options »

● Opérateur logique et analyse spatiale

Cela inclut la construction de logiques pour choisir l'ensemble de caractéristiques basées sur des critères définis et sur l'exportation de ces caractéristiques comme nouveau fichier. Aussi, les fonctions d'analyse spatiale comme la coupe (Clipping), le tamponnage (Buffering) de caractéristiques avec des critères définis, les caractéristiques de superposition (Overlaying) de deux fichiers et la Généralisation avec la pratique ont été expliquées. Un exemple de coupe est présenté dans la Figure 3. 16.



Figure 3.16 Un exemple de coupe pour extraire la zone de couverture de données pour intérêt

- Composition cartographique et disposition

Des étapes de préparation à la disposition et à la composition cartographique ont été présentées. Pour cela, les caractéristiques comme les constructions, les routes et les arbres isolés créés lors des sessions de “Creating New Dataset” ont été utilisées en tant que données types. Pendant cette mise en pratique, des options diverses pour choisir les symboles inclus dans ArcGIS ont été présentées. Après l’insertion d’articles comme des légendes, des barres d’échelle et la description de texte, la fonction d’export de cartes à d’autres formats comme le .jpg.pdf a aussi été effectuée. Un échantillon de carte composée est présenté dans la Figure 3. 17.

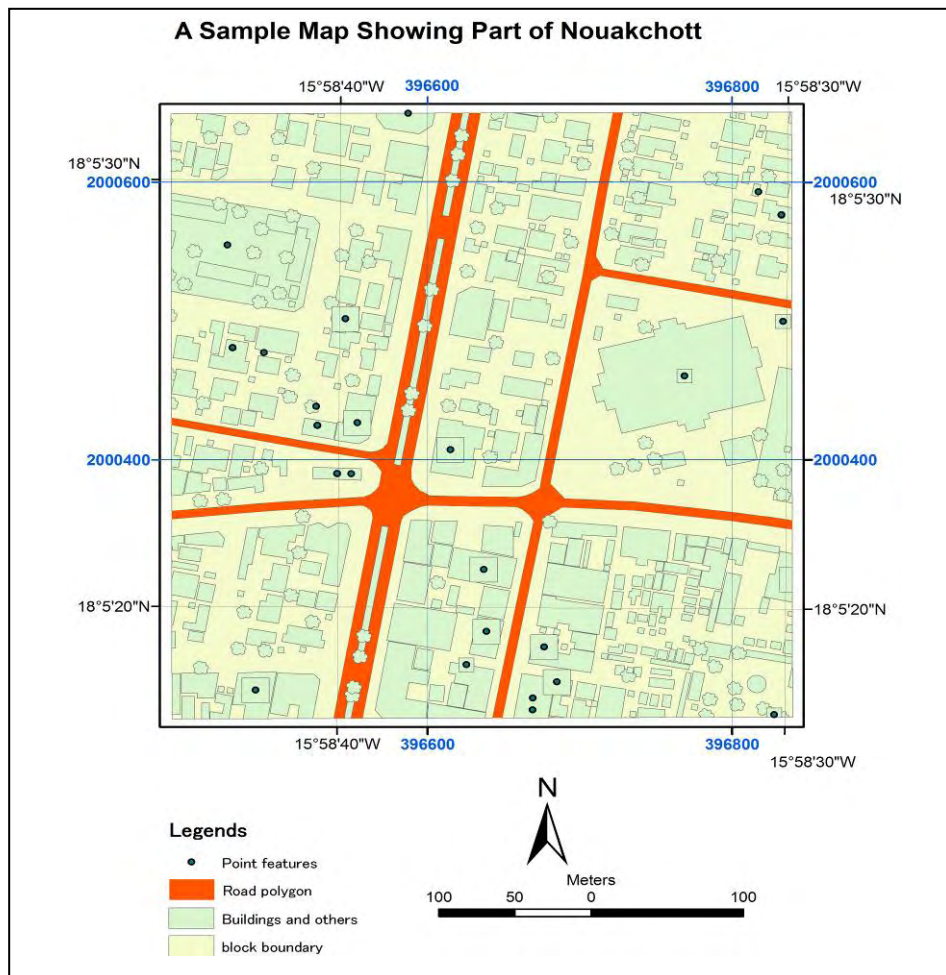


Figure 3.17 Échantillon de Carte Composée Préparée selon l’ArcGIS

c) Défis et résolutions

Ce stage mené pour la première fois pour les stagiaires a montré des défis qui furent

relevés par les stagiaires grâce à leurs efforts. Ces défis sont listés ci-dessous:

- Niveau de compréhension en anglais:

Défi: Le niveau d'anglais des stagiaires était insuffisant pour une compréhension rapide du logiciel ArcGIS, logiciel entièrement en anglais.

Résolution: Communication via des interprètes, répétition des démonstrations, constater leurs activités pratiques intensivement, leur faire la promotion de la prise de notes des opérations.

- Emploi du temps chargé:

Défi: En plus du programme de formation, les stagiaires devaient aussi accomplir leurs tâches quotidiennes. Par conséquent, malgré leur volonté, ils étaient parfois incapables de rejoindre les sessions de formation prévues.

Résolution: Réarrangement de l'emploi du temps, séances de rattrapage des sessions manquées par les stagiaires absents.

d) Évaluation des stagiaires

Les stagiaires, impliqués à la structuration de données SIG durant cette phase, ont été évalués selon les aspects présents dans le Tableau 3.21.

Tableau 3.21 Aspects pour l'évaluation des stagiaires de la deuxième phase (2008)

	Aspects	Contenu
1	Connaissances de base	Connaissances de base à propos des données SIG et de l'ArcGIS au début de cette formation
2	Motivation	Motivation pour comprendre cette formation et pour appliquer les résultats de cette formation
3	Améliorations	Amélioration générale de la compréhension concernant le maniement de l'ArcGIS, la structuration et l'analyse des données SIG à travers cette formation
4	Éléments de l' ArcGIS	Amélioration de la compréhension des éléments de l'ArcGIS; l'ArcCatalog, l'ArcMap, Tableaux et l'ArcToolBox ainsi qu'à propos de 3D et Spatial Analyst, etc.
5	Saisie et édition de données SIG	Amélioration de la compréhension concernant la saisie et l'édition de données SIG
6	Analyse de données SIG	Amélioration de la compréhension concernant l'analyse spatiale des données SIG

	Aspects	Contenu
7	Composition de cartes	Amélioration de la compréhension concernant la composition, l'impression et l'export de cartes
8	Futur	Possibilités d'application dans le futur des connaissances requises pour le stage

Le niveau des deux stagiaires, en respect avec les différents aspects présents dans le Tableau 3.21. En conclusion, les deux stagiaires ont fait preuve d'une grande motivation pour apprendre les différents points abordés lors du stage. Malgré leurs occupations, ils ont essayé de faire de leur mieux lors de leur participation aux stages. Il est préférable qu'ils continuent à exercer les opérations par eux-mêmes.

3.9.2. Troisième Phase (2009)

a) Structure et Programme

Considérant que le dernier stage (mené lors de la deuxième phase) se concentrait sur les fonctions du logiciel ArcGIS, le stage de la troisième phase porterait sur la structuration de données SIG à partir de données de traçage compilées (au format CAO) et la préparation d'échantillons d'application utilisant principalement des données SIG converties. Toutefois, sur les 6 (six) stagiaires qui ont participé cette fois, 5 (cinq) n'ont pris part au dernier stage et un stagiaire (M. Maleck Vall) qui avait participé l'autre fois désirait reprendre des leçons de la session précédente. Par conséquent, ce stage est composé de trois éléments principaux avec plusieurs sessions pour chacun de ces éléments :

- Introduction aux fonctions de l'ArcGIS
- Conversion de données projet CAD en une base de données SIG
- Création d'une application SIG utilisant principalement les données SIG converties

Plusieurs sessions ont été conduites pour chacun des éléments cités plus haut. Veuillez-vous référer au Tableau 3.24.

● Stagiaires:

Six (6) stagiaires ont participé à ce stage comme cela est mentionné dans le Tableau 3.22. ci-dessous et dans l'ANNEXE 2. Ils étaient rassemblés en groupe de trois afin de pouvoir mener des opérations de formation individuelle avec un équipement limité.

Tableau 3.22 Liste des stagiaires de la formation à la structuration de données durant la troisième phase (2009)

SN	Nom du stagiaire	Organisation	Groupe
1	M. Cheikhna Ould Elémine	Chef du service, OMRG	Groupe 1
2	M. Moussa Mamadou Saidou	Chef du service, DATAR	Groupe 2
3	M. Maleck Vall	Chef de cartographie, DCIG	Groupe 3
4	M. Sy Abdoul	Chef du service de la planification urbaine , Direction de l'Urbanisme	Groupe 3
5	M. Cheikh Tijani Ould Cheikh Mohamédou	Conseiller technique, Communauté urbaine Nouakchott (CUN)	Groupe 4
6	Mme Aminetou Mint Mokhtar	Expert SIG, Communauté urbaine Nouakchott (CUN)	Groupe 4

Le stagiaire M. Sow Ceikh, qui avait participé au stage de la deuxième phase, n'a pu participer cette fois car il avait été transféré vers un autre organisme et était occupé par son emploi du temps professionnel.

Afin de déterminer une signification effective au transfert de technologie, une enquête a été menée pour comprendre les expériences et connaissances des stagiaires qui participaient pour la première fois au stage de ce projet. Leurs réponses ont été rassemblées dans le Tableau 3.23. Il a pu être constaté que la plupart d'entre eux avaient des connaissances correctes en données SIG et systèmes de coordonnées. Aussi, certains d'entre eux avaient eu l'occasion de travailler avec le logiciel SIG.



Figure 3.18 Une session de formation à la structuration de données SIG lors de la troisième phase

Tableau 3.23 Résumé du Questionnaire Réponses des stagiaires de la troisième phase (2009)

SN	Nom du stagiaire	Connaissances sur PC	Connaissances sur données SIG	Expérience d'opération du logiciel SIG	Logiciel utilisé	Compréhension de coordonnées	Compréhension sur données topologiques vecteurs	Expérience de création de données SIG à partir des
1	M. Cheikhna Ould Elémine	Passables	Passables	Oui	ArcView Ver. 3.X, ArcGIS (ArcView), ArcGIS (ArcInfo), MapInfo, ERDAS, GLOBAL- Mapper9, ENVI4.2	Oui	Oui	Oui
2	M. Moussa Mamadou Saidou	Passables	Passables	Oui	ArcGIS (ArcInfo)	Oui	Oui	Non
3	M. Sy Abdoul	Passables	Négligeable	Non	-	Oui	Non	Non
4	M. Cheikh Tijani Ould Cheikh Mohamédou	Bonnes	Bonnes	Oui	ArcInfo(ArcGIS), MapInfo	Oui	Non	Oui
5	Mme Aminetou Mint Mokhtar	Bonnes	Passables	Oui	ArcView Ver. 3.X, MapInfo	Oui	Non	Oui

Cette formation a été menée auprès de la DCIG du mois de novembre jusqu'au début du mois de décembre 2009 et, selon les réponses obtenues par les questionnaires, les détails du transfert de technologie ont été déterminés et disposés en 17 sessions (incluant une pour la révision). Voir le Tableau 3.24.

Ces sessions de formation ont été conçues pour être pratique autant que possible. Dans ce but, les sessions ont été divisées en deux parties : instruction/démonstration et mise en pratique. Les démonstrations ont été conduites avec tous les stagiaires, en un groupe pour les exercices, les stagiaires s'étaient séparés en 4 groupes (avec un ou deux stagiaire(s) par groupe) pour mener des opérations de support un par un. Voir le Tableau 3.22. Les exercices ont été conçus pour une mise en pratique immédiate des stagiaires sur ordinateur personnel. L'environnement d'une session de démonstration est présenté dans la Figure 3.18.

De plus, M. Cheikh Tijani Ould Cheikh Mohamédou et Mme. Aminetou Mint Mokhtar ont rejoint la formation à partir du 1^{er} Décembre, des entretiens additionnels ont été effectués pour traiter des points des sessions précédentes.

Tableau 3.24 Sessions de formation à la structuration de données durant la troisième phase (2009)

SN	Date	Jour	Heure	Sujet traité durant la session
1	15 nov. 2009	Dimanche	10 :30-11 :30	Cours : Orientation au sujet de l'OJT-2 ; Introduction au SIG et à ArcGIS
2	16 nov.2009	Lundi	9 :30-10 :45	Démo : Menu et fonctions de l'ArcCatalog
			11 :00-12 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcCatalog (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcCatalog (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcCatalog (groupe3)
3	17 nov.2009	Mardi	9 :30-10 :45	Démo : Menu et fonctions de l'ArcMap
			11 :00-12 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcMap (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcMap (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcMap (groupe 3)
4	19 nov.2009	Jeudi	9 :30-10 :45	Démo : Création d'un nouvel ensemble de données (new dataset) (Lignes, points & polygones)
			11 :00-12 :00	Exercice : Création d'un nouvel ensemble de données (Lignes, points & polygones) (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Création d'un nouvel ensemble de données (Lignes, points & polygones) (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Création d'un nouvel ensemble de données (Lignes, points & polygones) (groupe 3)
5	22 nov.2009	Dimanche	9 :30-10 :45	Démo : Menu et fonctions des tableaux
			11 :00-12 :00	Exercice : Menu et fonctions des tableaux (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Menu et fonctions des tableaux (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Menu et fonctions des tableaux (groupe 3)
6	24 nov. 2009	Mardi	9 :30-10 :45	Démo : Menu et fonctions de l'ArcToolBox
			11 :00-12 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcToolBox (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcToolBox (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Menu et fonctions de l'ArcToolBox (groupe 3)
7	26 nov. 2009	Jeudi	9 :30-10 :45	Démo : Composition de cartes
			11 :00-12 :00	Exercice : Composition de cartes (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Composition de cartes (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Composition de cartes (groupe 3)
8	30 nov.2009	Lundi	9 :30-10 :45	Démo : Vue d'ensemble des couches de ce projet et création de schéma pour la base de données SIG
			11 :00-12 :00	Exercice : Vue d'ensemble des couches de ce projet et création de schéma pour la base de données SIG (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Vue d'ensemble des couches de ce projet et création de schéma pour la base de données SIG (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Vue d'ensemble des couches de ce projet et création de schéma pour la base de données SIG (groupe 3)
9	1 ^{er} déc.2009	Mardi	9 :30-10 :45	Démo : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile
			11 :00-12 :00	Exercice : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (groupe 3)
	2 déc.2009	Mercredi	11 :00-13 :00	Exercice : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (groupe 4)
10	3 déc. 2009	Jeudi	9 :30-10 :45	Démo : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (<i>suite</i>)
			11 :00-12 :00	Exercice : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (<i>suite</i>) (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (<i>suite</i>) (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Conversion de données CAO en fichiers Shapefile (<i>suite</i>) (groupe 3)
11	6 déc. 2009	Dimanche	9 :30-10 :45	Démo : Vérification et traitement des données sheetwise converties
			11 :00-12 :00	Exercice : Vérification et traitement des données sheetwise converties (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Vérification et traitement des données sheetwise converties (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Vérification et traitement des données sheetwise converties (groupe 3)
	7 déc.2009	Lundi	11 :00-13 :00	Exercice : Vérification et traitement des données sheetwise converties (groupe 4)

12	8 déc. 2009	Mardi	9 :30-10 :45	Démo : Opérateur logique et superposition de cartes
			11 :00-12 :00	Exercice : Opérateur logique et superposition de cartes (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Opérateur logique et superposition de cartes (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Opérateur logique et superposition de cartes (groupe 3)
	9 déc. 2009	Mercredi	11 :00-13 :00	Exercice : Opérateur logique et superposition de cartes (groupe 4)
13	10 déc. 2009	Jeudi	9 :30-10 :45	Démo : Exemple de modèle SIG
			11 :00-12 :00	Exercice : Exemple de modèle SIG (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Exemple de modèle SIG (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Exemple de modèle SIG (groupe 3 & 4)
14	13 déc. 2009	Dimanche	9 :30-10 :45	Démo : Concernant la formulation d'un modèle SIG
			11 :00-12 :00	Exercice : Formulation d'un modèle SIG (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Formulation d'un modèle SIG (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Formulation d'un modèle SIG (groupe 3 & 4)
15	15 déc. 2009	Mardi	9 :30-10 :45	Démo : Concernant la préparation d'un modèle SIG
			11 :00-12 :00	Exercice : Préparation d'un modèle SIG (groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Préparation d'un modèle SIG (groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Préparation d'un modèle SIG (groupe 3 & 4)
16	20 déc.2009	Dimanche	9 :30-10 :45	Démo : Concernant les progrès du modèle SIG
			11 :00-12 :00	Exercice : Finalisation du modèle SIG (Groupe 1)
			12 :00-13 :00	Exercice : Finalisation du modèle SIG (Groupe 2)
			15 :00-17 :00	Exercice : Finalisation du modèle SIG (Groupe 3 & 4)
17	21 déc. 2009	Lundi	9 :30-11 :00	Vue d'ensemble des sessions précédentes

b) Description du contenu

- Introduction aux fonctions de l'ArcGIS

Cet élément répète ce qui a été conduit au cours de la deuxième phase, son contenu est le même que celui présenté dans le sous-titre : (2) Description du contenu de i) Formation de la deuxième phase.

- Conversion de données projet CAD en une base de données SIG

- Vue d'ensemble des couches SIG incluant les données de traçage de ce projet.

Il y a environ 120 types de couches utilisés pour la compilation de plans topographiques de ce projet. Ainsi, au début, ces couches étaient réalisées pour déterminer la manière de les regrouper et de créer un schéma pour la base de données SIG. En général, il n'y a pas de règle stricte quant au nombre de couches ou quelles couches sont nécessaires pour être incluses dans un groupe (insérer dans un fichier Shapefile). Cependant, le regroupement est réalisé selon la similarité des couches entre elles, ainsi, une couche polygonale peut être regroupée avec un polygone, etc. De plus, il serait préférable de regrouper les couches de même catégorie. Par exemple, une couche polygonale de végétation a tout intérêt à être regroupée avec une couche polygonale de même catégorie. Les couches de contours ayant des informations sur l'élévation ont tout intérêt à être traitées séparément. Sur la base de ces points, le Tableau 3.25 et le Tableau 3.26 présentent une manière possible de regroupement pour ces 120 couches en 21 fichiers Shapefile.

Tableau 3.25 Une manière d'organiser les couches du SIG

No	Catégorie / Category	File Name	Geometry	Code	Désignation / Designation
1	Limites communales ou administratives / Community or administrative boundary	admin_lin	Line	1002	Wilaya / Region
2			Line	1003	Moughataa / Department
3	Routes / Roads	road_lin	Line	2102	Axe de la Voie goudronnée / Center line of Paved Motorway
4			Line	2103	Axe de la Voie non-goudronnée / Center line of un-paved Motorway
5			Line	2004	Piste / Cart track
6			Line	2005	Sentier / Foot path
7			Line	2006	Piste aménagée / Garden road
8			Line	2010	Terre plein central / Median strip
9	Bâtiment / Building	bldg_pol	Polygon	3001	Bâtiment de moins de 3 niveaux / Building having less than 3 storey
10			Polygon	3002	Immeuble de plus de 3 niveaux / Building having 3 or more storey
11			Polygon	3003	Hangar / Hanger
13			Polygon	3006	Bâtiment en chantier / Building under construction
14			Polygon	3007	Bâtiment en ruine / Ruined (deserted) building
12		bldg_pnt	Point	3005	Habitat précaire / Small building
22	Infrastructure et Equipement / Infrastructure and equipment	infra_pol	Polygon	4106	Réservoir / Reservoir
37			Polygon	4117	Cimetière / Cemetery
38			Polygon	4118	Piscine / Swimming pool
40			Polygon	4220	Piste d'en vol et piste de guidage dans l'aéroport / Runway and guidance lane in the airport
19			Polygon	4305	Cuve plus de 10 mètres / Curve more than 10m
23			Polygon	4307	Silo plus de 10 mètres / Silo more than 10m
30			Polygon	4312	Pylône plus de 5 mètres / Pylon more than 5m
33		infra_lin	Line	4113	Ligne à haute tension (Ligne électrique) / High tension electric line
34			Line	4114	Conduite d'eau / Water pipeline
35			Line	4115	Pipeline / Pipe line
39			Line	4119	Conduite souterraine / Underground pipeline
15		infra_pnt	Point	4101	Château d'eau / Water tower
16			Point	4102	Potence / Water station (for tank lorry)
17			Point	4103	Borne fontaine / Water station (for cart)
18			Point	4104	Bassin d'eau / Watering place
21			Point	4105	Cuve / Tank
25	Point		4107	Silo / Silo	
26	Point		4108	Antenne de relais (Télévision, Radio, Télécommunication) / Antenna (Television, Radio, Telecommunication)	
27	Point		4109	Phare / Light house	
28	Point		4110	Grue / Crane	
29	Point		4111	Monument / Monument	
32	Point		4112	Pylône / Pylon	
36	Point	4116	Station de marégraphe / Tide guage station		
41	Clôture / Fence	fence_lin	Line	4201	Clôture en mur / Wall fence
42			Line	4202	Clôture en fil de fer / Iron fence
43			Line	4203	Clôture en haie / Hedge fence
44			Line	4204	Autres limites de parcelle ou de concession / Other borders of plot or concession
45	Hydrographie et détails particuliers / Hydrography and its structures	hydro_pol	Polygon	5101	Lac, Etang, Mare / Lake, Pond, Pool
46			Polygon	5102	Sebkha / Sebkha (Salt pan)
47			Polygon	5103	Oued / Wadi (Valley)
48			Polygon	5104	Zone inondable / Zone prone to flooding
50			Polygon	5106	Marais salant / Salty marsh
52			Polygon	5108	Mer / Sea
49		hydro_lin	Line	5105	Thalweg (Lit de oueds) / Valley line
51			Line	5107	Ligne côtière / Coastline
53			Line	5201	Wharf / Wharf
54			Line	5202	Jetée / Pier
55			Line	5203	Brise-lames / Break-water
56			Line	5204	Revêtement / Revetment
58		hydro_pnt	Point	5206	Tétrapode / Tetrapod
57		hydro_pnt	Point	5205	Port d'eau Profonde / Harbor of deep water

Tableau 3.26 Une manière d'organiser les couches du SIG (Suite)

No	Catégorie / Category	File Name	Geometry	Code	Désignation / Designation	
60	Végétation / Vegetation	vegt_pol	Polygon	6002	Herbes / <i>Steppe (grassy) vegetation</i>	
61			Polygon	6003	Buisson / <i>Shrub/bush</i>	
62			Polygon	6004	Arbustes / <i>Scrub</i>	
63			Polygon	6005	Espace vert / <i>Green space</i>	
64			Polygon	6006	Ceinture verte / <i>Fixation des dunes / Green belt</i>	
65			Polygon	6007	Jardins / <i>Gardens</i>	
66			Polygon	6008	Cultures / <i>Farmland</i>	
67			Polygon	6009	Plantation / <i>Tree Plantation</i>	
68			Polygon	6010	Palmier (Oasis) / <i>Coconut tree</i>	
71			Polygon	6013	Arbres / <i>Trees</i>	
59			vegt_lin	Line	6001	Limite de la Végétation / <i>Vegetation boundary</i>
70			vegt_lin	Line	6012	Rangée d'arbres / <i>Roadside trees</i>
69			vegt_pnt	Point	6011	Arbre isolé / <i>Isolated tree</i>
72	Morphologie, Relief / Topography, Relief	cont_lin	Line	7101	Courbe maîtresse / <i>Index contour line (10m interval)</i>	
73			Line	7102	Courbes normale / <i>Regular contour line (2m interval)</i>	
74			Line	7103	Courbe intermédiaire / <i>Supplementary contour line (1m interval)</i>	
75			Line	7104	Courbe de dépression / <i>Depression contour. (Index 10m interval)</i>	
76			Line	7105	Courbe de dépression / <i>Depression contour. (Regular 2m interval)</i>	
77			Line	7106	Courbe de dépression / <i>Depression contour. (Supplementary 1m interval)</i>	
79		cont_oth_pnt	Line	7203	Remblai / <i>Artificial slope</i>	
80		cont_oth_pnt	Line	7204	Escarpements / <i>Escarpment</i>	
81		cont_oth_pnt	Point	7205	Brèche / <i>Pause of beach bank</i>	
82		Point de contrôle / <i>Control points</i>	contl_pnt	Point	7301	Points GPS existants / <i>Existing GPS point</i>
83	Point			7302	Bornes de Nivellement existantes / <i>Existing level point</i>	
84	Point			7303	Points de repère de Nivellement / <i>Leveling bench mark</i>	
85	Point			7304	Points cotés / <i>Stereoplotter measurement point</i>	
86	Point			7305	Points de contrôle nouveaux / <i>Signpost fixed point</i>	
87	Édifice public / <i>Public buildings</i>	pbldg_pnt	Point	3101	Mosquée / <i>Mosque</i>	
88			Point	3102	Eglise / <i>Church</i>	
89			Point	3103	Ecole fondamentale / <i>Elementary school</i>	
90			Point	3104	Collège / <i>Junior high school</i>	
91			Point	3105	Lycée / <i>High school</i>	
92			Point	3106	Université / <i>University</i>	
93			Point	3107	Hôpital/Centre de santé / <i>Hospital / Health Center</i>	
94			Point	3109	Commissariat de Police / <i>Police station</i>	
95			Point	3110	Bureau de poste(PTT) / <i>Post office</i>	
96			Point	3111	Sapeur-Pompier / <i>Fire station</i>	
97			Point	3112	Administration / <i>Administrations (Town halls, Services)</i>	
98			Point	3113	Ambassade et Institution internationale / <i>Embassy and international organization</i>	
99			Point	3114	Marché / <i>Market</i>	
100			Point	3115	Usine / <i>Factory</i>	
101			Point	3116	Stade / <i>Stadium</i>	
102	Point	3117	Centrale électrique / <i>Power station</i>			
103	Point	3118	Poste transformateur / <i>Sub-station</i>			
104	Point	3119	Etat Major / <i>Military centers</i>			
105	Point	3120	Aéroport / <i>Airport</i>			
106	Point	3121	Centre de traitement des eaux potables / <i>Water treatment plant</i>			
107	Point	3122	Musée / <i>Museum</i>			
108	Point	3123	Station de météorologie / <i>Meteorological observatory</i>			
109	Point	3124	Banque / <i>Bank</i>			
110	Point	3125	Hôtel / <i>Hotel</i>			
111	Point	3126	Station de service / <i>Gas station</i>			
112	Point	3127	Centre de traitement des eaux usées / <i>Water Treatment Center</i>			
113	Point	3128	Terrain de sport (Complexe Sportif) / <i>Sports ground (Sports complex)</i>			
114	Point	3129	Dépôt d'ordures / <i>Dumping site</i>			
115	Point	3130	Carrière / <i>Sand quarry site</i>			
119	Autres / <i>Others</i>	other_pol	Polygon	9100	Zone non spécifique / <i>Non specific zone</i>	
120		other_pnt	Point	9000	Point d'indication / <i>Indication point</i>	

➤ Une manière possible de convertir le CAD en données SIG

Pour la conversion, chaque groupe assigné est fourni en données CAD d'une des 4 cartes; XV-1A-11, XV-1A-12, XV-1A-16 et XV-1A-17. Deux méthodes de conversion ont été démontrées et incluses dans la mise en pratique, la seconde méthode a reçu des modifications en respect aux étapes de la première méthode. Les étapes incluses dans la première méthode sont comme suit:

1).Vue d'ensemble des 120 couches SIG de ce projet

2).La formulation des fichiers et leur structure en considérant les points suivants:

- Arrangement des couches dans les fichiers shapefile (par exemple, dans le Tableau 3.25 et le Tableau 3.26)
- Nom des fichiers shapefile (par exemple, dans le Tableau 3.25 et le Tableau 3.26)
- Création d'une structure dossier/fichier, par exemple, comme cela est présenté dans l' Figure 3.19.

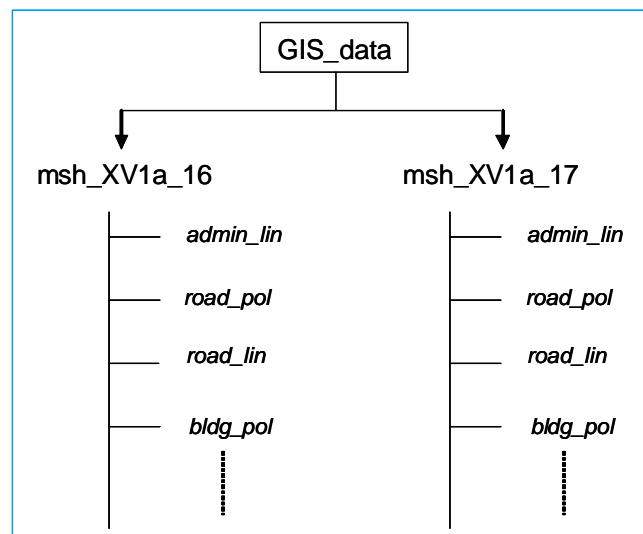


Figure 3.19 Exemple de structure dossier/fichier (Folder/File) pour la disposition de données SIG

3).Création de fichier Shapefile selon le schéma suivant:

Par exemple:

i) Shape file - *road_pol.shp*

Name	Alias	Type	Length	Precision	Scale	Number Format
<input checked="" type="checkbox"/> FID	FID	Object ID	4	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Shape	Shape	Polygon				
<input checked="" type="checkbox"/> layer_code	layer_code	Long	5	5	0	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> perimeter	perimeter	Double	10	9	2	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> area	area	Double	12	11	2	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> remarks	remarks	Text	100	0	0	

ii) Pour Shape file - *road_lin.shp*

Name	Alias	Type	Length	Precision	Scale	Number Format
<input checked="" type="checkbox"/> FID	FID	Object ID	4	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Shape	Shape	Line				
<input checked="" type="checkbox"/> layer_code	layer_code	Long	5	5	0	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> length	length	Double	10	9	2	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> remarks	remarks	Text	100	0	0	

iii) Pour Shape file - *bdg_pnt.shp*

Name	Alias	Type	Length	Precision	Scale	Number Format
<input checked="" type="checkbox"/> FID	FID	Object ID	4	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Shape	Shape	Point				
<input checked="" type="checkbox"/> layer_code	layer_code	Long	5	5	0	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> remarks	remarks	Text	100	0	0	

iv) Pour Shape file - *cont_lin.shp*

Name	Alias	Type	Length	Precision	Scale	Number Format
<input checked="" type="checkbox"/> FID	FID	Object ID	4	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Shape	Shape	Line				
<input checked="" type="checkbox"/> layer_code	layer_code	Long	5	5	0	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> elevation	elevation	Long	8	8	0	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> length	length	Double	10	9	2	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> remarks	remarks	Text	100	0	0	

v) Pour Shape file - *contl_pnt.shp*

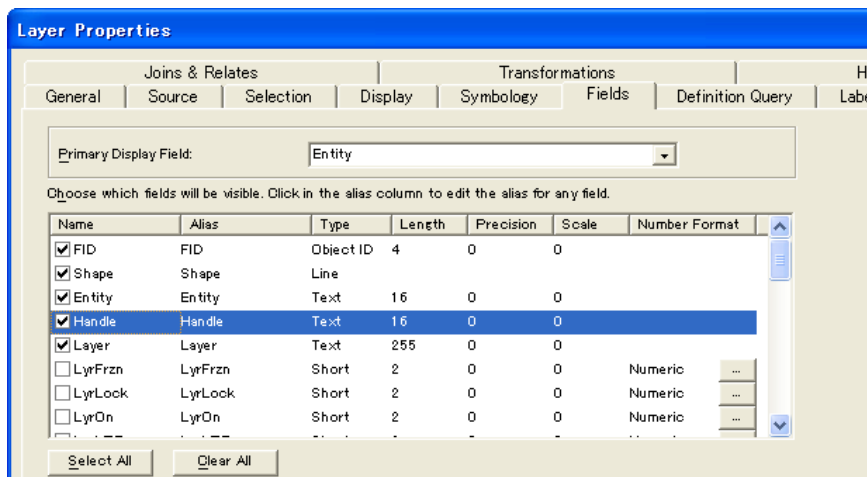
Name	Alias	Type	Length	Precision	Scale	Number Format
<input checked="" type="checkbox"/> FID	FID	Object ID	4	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Shape	Shape	Point				
<input checked="" type="checkbox"/> layer_code	layer_code	Long	5	5	0	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> elevation	elevation	Float	7	6	2	Numeric ...
<input checked="" type="checkbox"/> remarks	remarks	Text	100	0	0	

- Créer, ci-dessus, les cinq (5) fichiers shapefile avec des colonnes autres que les FID et Shape similaires comme cela est mentionné.
- Définir la projection comme elle est désignée pour ce projet

- Puis, copier le fichier en un fichier similaire et le renommer comme on le désire
- Et, créer un ensemble complet de fichiers shapefile en une carte
- Copier l'ensemble complet de fichiers shapefile dans une autre carte

4).Afficher le fichier CAD et le préparer pour sa conversion

- Afficher le fichier CAD
- Vérifier les couches en affichant la fenêtre « Layer Properties » (Propriétés des couches) puis cliquer sur la fenêtre « Fields » (Champs).



Remarque: pour le contour des données des points de contrôle, cocher aussi le champ « élévation ».

- Enregistrer le fichier ci-dessus dans un fichier **shapefile** temporaire (dans un objectif de travail) en sélectionnant « Data » puis « Data Export » dans la fenêtre « Data Frame Window ».
- Définir la projection de ce fichier Shape file.
- Afficher ce nouveau fichier shape file. Ajouter les colonnes requises comme dans le schéma du point 3) de la même séquence.
- Transférer / calculer les données attribuées dans la colonne créée.

5).Transférer les données vers les fichiers shapefile requis:

- Afficher le fichier shapefile vide requis
- Sélectionner les couches requises dans le fichier shapefile temporaire requis
- Lancer « Editor » puis copier les couches du fichier shapefile temporairement créé et coller dans le fichier vide
- « Save edits » puis « Stop editing ». Ainsi, le fichier shapefile requis aura des

données

- Répéter de la même façon la procédure pour enregistrer les autres couches requises des autres fichiers Shapefile.

Il est à noter que la deuxième méthode (procédure), la création de fichiers shapefile vides comme cela est mentionné dans l'étape 3) peut être ignorée. Si tel est le cas, le fichier Shapefile temporaire (intermédiaire) avec toutes les colonnes requises et les couches désirées peuvent être choisies à l'aide de « Definition Query » qui peuvent être « Exported » (exportées) en tant que nouvel ensemble de données avec un nom de fichier décidé au cours de l'étape 2.

➤ Vérification et traitement des données converties

Les données SIG converties étaient affichées avec des orthophotographies en fond afin de constater la répartition des différentes couches. La fonction « Append » a été utilisée pour combiner les données SIG de 4 cartes séparées dans un fichier. Aussi, les opérations ont été incluses dans la mise en pratique:

- Création d'expression logique
 - Superposition (comme « Union »)
 - Conversion de fichiers polygonaux en lignes et fichiers linéaires en polygones
- Création d'application SIG en utilisant principalement les données SIG converties

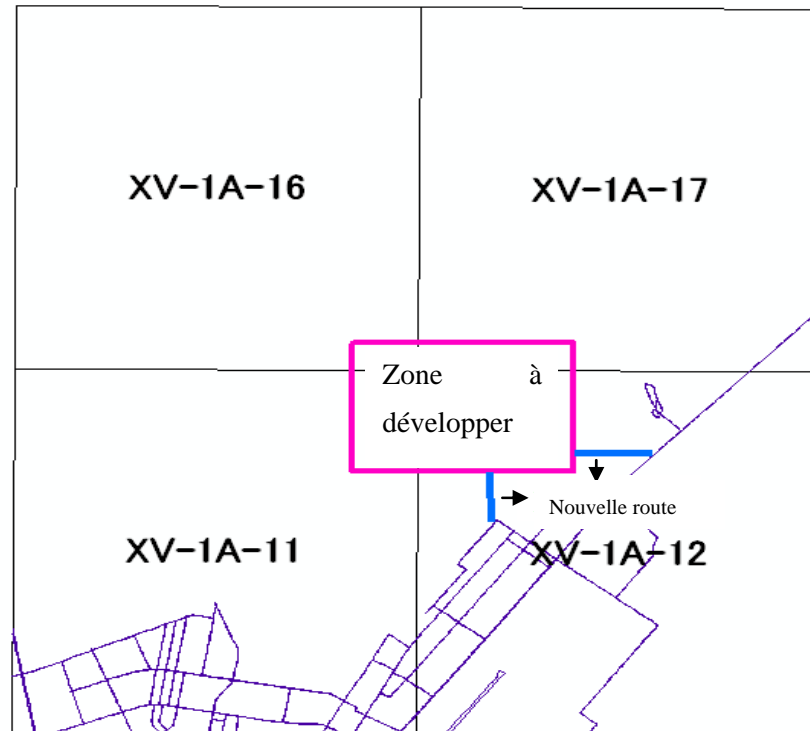
➤ Exemple de modèle SIG

Pour démontrer l'utilisation de l'application des données SIG de ce projet, un exemple de modèle basé sur les SIG des 4 cartes converties a été inclus dans la formation. Le détail de cette application modèle est présenté dans la Figure 3.20.

Exemple de modèle de GIS

Titre:

Pour trouver les constructions existantes (larges et petits) à affecter avec le développement proposé de l'Industrie et des complexes marchands dans la zone et l'amélioration du réseau routier comme cela est mentionné ci-dessous. :



Remarque: la largeur de la route à considérer est de 30m

Données utilisées:

- Données du projet:
 - Bâtiments larges comme polygones (*bldg_pol.shp*)
 - Petits bâtiments comme points (*bldg_pnt.shp* et *pblgd_pnt.shp*)
 - Réseau routier
 - Polygones routiers (*road_pol.shp*)
- Les limites de la zone proposée sont à développer.
- Autres

Plan méthodologique:

- Clipping (coupure, césure), ajout de Buffering road (tamponnage routier), statistiques.

Résultats: Nombre de bâtiments concernés (larges et petits) par le développement du quartier et l'élargissement des routes.

Figure 3.20 Exemple de modèle de SIG

➤ **Création de modèle de SIG par les stagiaires**

Après l'exercice de la création de modèle de SIG ci-dessus, chaque stagiaire fut chargé de formuler et de préparer un modèle SIG basique utilisant les données SIG converties de ce projet. 5(cinq) stagiaires ont participé activement à la formulation et à la préparation de modèles SIG. M. Cheikhna Ould Elémine avait compris la réalisation de ces modèles, mais il ne put participer au stage compte tenu de son emploi chargé. Des entretiens nécessaires ont été menés durant les étapes de formulation et la supervision a été effectuée à l'état de la préparation. Ainsi, ils ont eu, outre l'opportunité d'avoir des idées pour la mise en pratique, la possibilité d'apprendre de première main l'utilisation de données SIG de ce projet. Aussi, ils ont pu exprimer leur compréhension de ce qu'ils ont étudié au cours de leur formation. Les titres des modèles SIG créés par les stagiaires sont listés dans le 3.27.

Tableau 3.27 Titres des modèles de SIG créés par les stagiaires

SN	Nom du stagiaire	Groupe	Titre Modèle SIG
1	Moussa Mamadou Saidou	Groupe 2	Préférable Site Pour Une Gare Routière Centrale De Nouakchott (Suitable Site for Building a Central Train Station in Nouakchott).
2	Maleck Vall	Groupe 3	Création D'un Modèle de SIG Pour Identifier Les Zones Inondées Dans un Quartier de Nouakchott (Creation of a GIS Model to Identify Inundated Zones in a Quarter of Nouakchott).
3	Sy Abdoul	Group 3	Restructuraion du Quartier précaire dans la Moughataa de Dar Naim (The Plan of Restructuring of the Precarious Quarters of Dar Naim).
4	Cheikh Tijani Ould Cheikh Mohamédou	Groupe 4	Projet de mise en place d'une esplanade (Plan of Installation of an Esplanade).
5	Aminetou Mint Mokhtar	Groupe 4	Identification des zones adaptées pour construire une nouvelle école (Identificaiton of Suitable Areas for Building a New School).

Le résultat des modèles SIG réalisés par les stagiaires est présenté dans la Figure 3.21.

Quartier precaire restructure dans la Moughataa de DAR NAIM

(Site adéquat pour la construction de la gare centrale en Nouakchott)

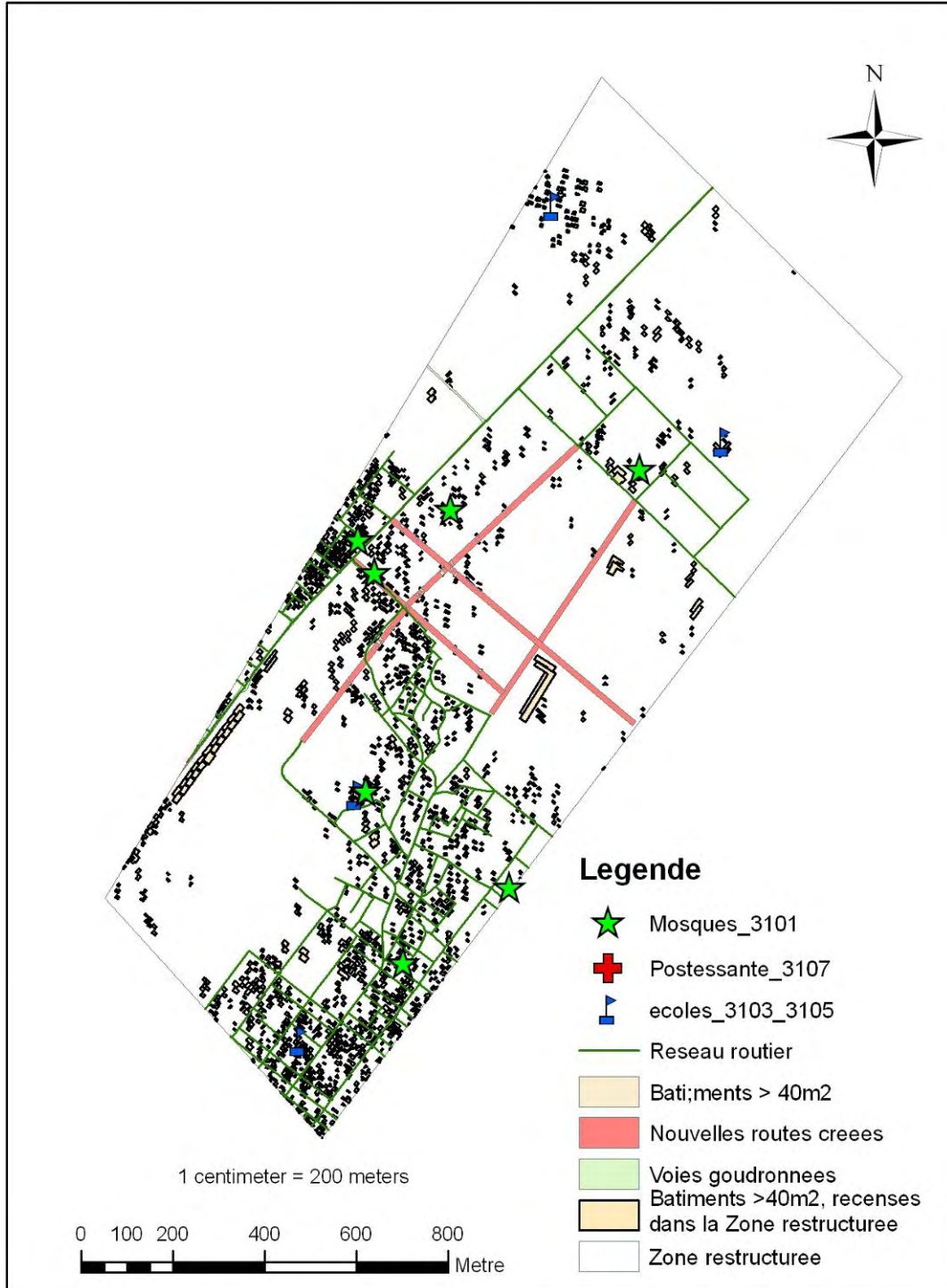


Figure 3.21 Modèle de SIG créé par un stagiaire

c) Défis et résolution

Durant ce stage, les stagiaires ont fait face à divers défis qu'ils ont résolus grâce à leurs efforts. Lors de la deuxième phase, les stagiaires prévus dans cette phase avaient un emploi de temps chargé et différents niveaux de compréhension en anglais. Ces deux problèmes ont été résolus de la même manière que cela est décrit dans le sous-titre « Défis et Résolution » de « Formation à la structuration de données » dans la deuxième phase; ce qui consiste en un réarrangement de leur emploi de temps et l'utilisation d'interprètes pour la communication. En plus de ces deux aspects, un troisième aspect est mentionné ci-après :

● Différents domaines et niveaux de compréhension:

Défi: Comme cela est mentionné dans le Tableau 3.22, six stagiaires provenaient de quatre organismes différentes. Ainsi, le niveau de compréhension à l'égard du SIG était disparate.

Résolution: Durant la démonstration, encourager les stagiaires pour qu'ils posent des questions quand ils ne comprenaient pas quelque chose; Vérifier leur compréhension sur les points particuliers. Durant les phases d'exercices, encourager les stagiaires à participer à des entretiens en face à face et de répéter ce qu'ils désiraient.

d) Évaluation des stagiaires et tâches futures

Les stagiaires, impliqués dans la structuration de données SIG, ont été évalués en considération des aspects présentés dans le Tableau 3.28.

Tableau 3.28 Aspects pour l'évaluation des stagiaires en structuration des données lors de la troisième phase

	Aspects	Contenu
1	Connaissance de base	Connaissances de base à propos des données SIG et de l'ArcGIS au début de cette formation
2	Motivation	Motivation pour comprendre cette formation et pour appliquer les résultats de celle-ci
3	Améliorations	Amélioration générale de la compréhension à l'égard du maniement de l'ArcGIS, de la structuration et de l'analyse des données SIG à travers cette formation
4	Éléments de	Amélioration de la compréhension à l'égard des éléments de

	Aspects	Contenu
	l'ArcGIS	l'ArcGIS; ArcCatalog, ArcMap, Tables, ArcToolBox et aussi à propos de l'Analyse Spatiale et 3D (3D et Spatial Analyst), etc.
5	Saisie et édition de données SIG	Amélioration de la compréhension à l'égard de la saisie et de l'édition des données SIG
6	Analyse des données SIG	Amélioration de la compréhension à l'égard de l'analyse spatiale des données SIG
7	Composition de cartes	Amélioration de la compréhension à l'égard de la composition, l'impression et l'export de cartes
8	Conversion de CAD en Shape	Amélioration de la compréhension à l'égard de la conversion de données CAD en données SIG
9	Création des modèles de SIG	Amélioration de la compréhension à l'égard de l'usage de données de ce projet dans la création des modèles de SIG et l'extraction d'informations pour être utilisées par le décideur
10	Futur	Possibilités d'applications futures des connaissances acquises durant la formation

Le même critère utilisé dans l'évaluation des stagiaires en structuration de données durant la deuxième phase a été utilisé lors de cette phase.

En conclusion, tous les stagiaires ont fait preuve d'une grande motivation pour apprendre les différents points abordés lors de la formation. Malgré leurs occupations, ils ont fait de leur mieux lors de leur participation aux différentes sessions. Lorsque des stagiaires ne pouvaient se présenter à certaines sessions, ils essayaient de récupérer lors d'autres sessions. Après leurs progrès démontrés à la fin de la formation, il est fort à espérer que ces stagiaires continueront à améliorer leurs connaissances lors d'exercices futurs.

3.10. Symbolisation cartographique

Le stage de symbolisation cartographique a été mené au sein de la DCIG entre le mois de novembre et le début du mois de décembre 2009. Deux (2) membres techniques de la Société Nationale de l'Eau (SNDE) ont participé à cette session. Ils sont listés dans l'ANNEXE 2. Le niveau de cible à atteindre est qu'ils peuvent effectuer l'entraînement volontaire.

Avant le début de ce stage, la Mission a évalué leurs connaissances et expériences en symbolisation cartographique à l'aide d'un questionnaire afin de constater quels étaient leurs besoins pour le transfert de technologie. Leurs réponses sont présentées dans l'ANNEXE 7.

Ainsi, la Mission a expliqué aux stagiaires le but de la symbolisation cartographique et ses relations avec la restitution numérique et la compilation numérique.



Figure 3.22 Session pour symbolisation cartographique

3.10.1. Session

Les sessions de formation ont été menées selon le programme décrit dans le Tableau 3.29.

Tableau 3.29 Sessions de formation à la symbolisation cartographique (2009)

Date		Contenu
01-Nov	Dim	Explication à propos du transfert de technologie (restitution numérique, compilation numérique, symbolisation cartographique)
02-Nov	Lun	Formation de base à la MicroStation
03-Nov	Mar	Formation de base à la MicroStation
04-Nov	Mer	Formation de base à la Création de Manuels
05-Nov	Jeu	Formation de base à la MicroStation pour la symbolisation cartographique
Weekend		

Date		Contenu
08-Nov	Dim	Formation de base à la MicroStation pour la symbolisation cartographique
09-Nov	Lun	Formation de base à la MicroStation pour la symbolisation cartographique
10-Nov	Mar	Instruction pour les types de données (point, ligne, polygone) Résumé de la symbolisation cartographique (cellules, style de lignes et topologie)
11-Nov	Mer	Explication et exercices de cellules
12-Nov	Jeu	Explication et exercices de style de texte
Weekend		
15-Nov	Dim	Explication et exercices de styles de lignes
16-Nov	Lun	Explication et exercices de création topologique
17-Nov	Mar	Explication et exercices de modèles
18-Nov	Mer	Explication et exercices de textes et manipulation
19-Nov	Jeu	Explication et exercices de préparation cartographique
Weekend		
22-Nov	Dim	Explication et exercices de création de tableaux (pour l'impression)
23-Nov	Lun	Exercice
24-Nov	Mar	Exercice
25-Nov	Mer	Exercice pour la création de catalogues de caractéristiques dans le Waterworks Bureau
26-Nov	Jeu	Exercice pour la création de catalogues de caractéristiques dans le Waterworks Bureau
Weekend		
29-Nov	Dim	Exercice pour la création de catalogues de caractéristiques dans le Waterworks Bureau
30-Nov	Lun	Exercice pour la création de catalogues de caractéristiques dans le Waterworks Bureau
1-Déc	Mar	Évaluation des stagiaires
2-Déc	Mer	Évaluation des stagiaires
3-Déc	Jeu	Généralisation

3.10.2. Contenu

Ce logiciel utilisé pour la symbolisation cartographique était la MicroStation. Bien que ce logiciel soit un logiciel CAD, il est possible de l'utiliser pour la symbolisation cartographique dans le cas de cartes à grande échelle. Dans le cas de cartes à petite échelle, d'autres logiciels

sont utilisés.

Par conséquent, le contenu de la formation portait sur l'utilisation de la MicroStation, la lecture des symboles et leur mise en pratique.

a) Cellules

Le symbole qui est utilisé dans la MicroStation comme une cellule doit être créé afin d'exprimer et de réaliser ses attributs sur la carte topographique.

La Mission a fait des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour les bibliothèques de cellules et les cellules.

- Création de bibliothèques de cellules
- Création de cellules
- Placement de cellules actives
- Remplacement de cellules

La Figure 3.23 présente des exemples d'avant et après le placement de cellules.

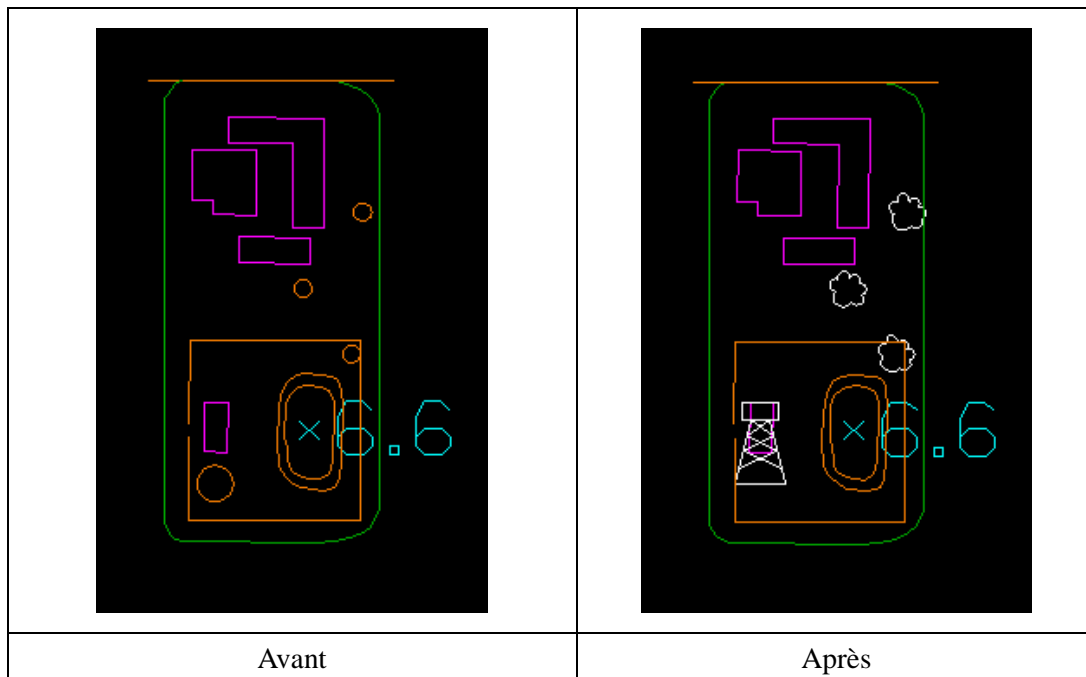


Figure 3.23 Exemple de placement de cellules

b) Style de Texte

La taille et la police de texte qui doit exprimer les attributs de l'objet doivent être modifiées afin de comprendre ses indications aisément sur la carte topographique.

La Mission a fait des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour le style de texte.

- Placement de texte
- Modification des attributs de texte

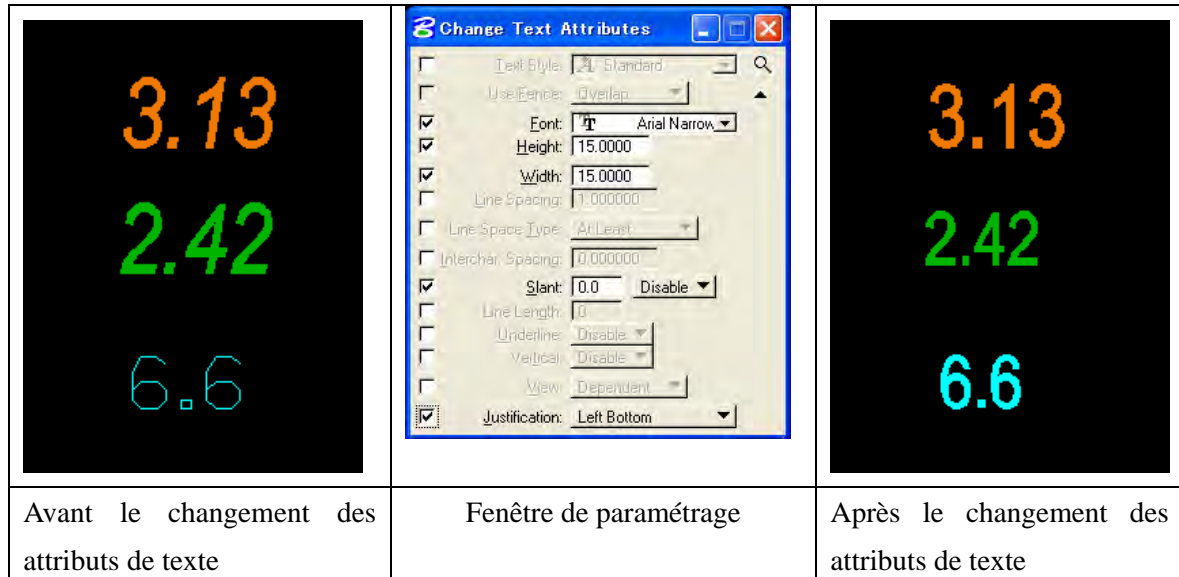


Figure 3.24 Exemple de style de texte

c) Style de lignes

Le modèle affecté aux données linéaires telles que les routes afin de classer et réaliser ses attributs aisément sur la carte topographique. La Mission a fait des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour le style de lignes.

- Création d'une bibliothèque de styles de lignes
- Éditeur de style de lignes

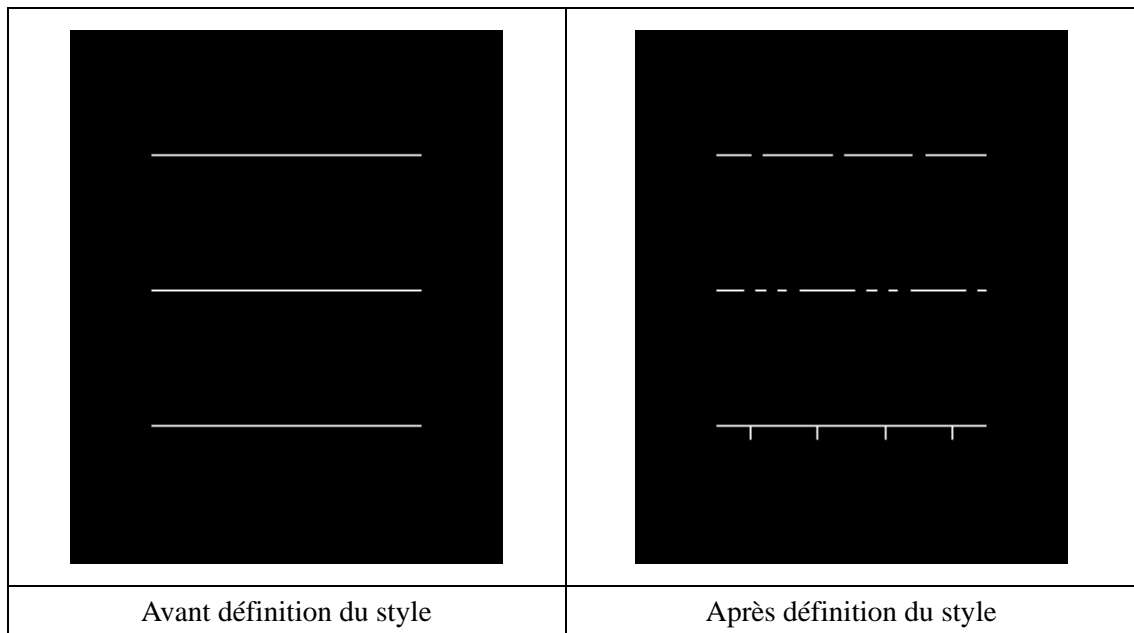


Figure 3.25 Exemple de style de lignes

d) Création topologique

La ligne diagonale et colorée est affectée aux données Shapefile telles que les bâtiments afin de classer et réaliser ses attributs sur la carte topographique. Ainsi, la topologie est créée à cette étape.

La Mission a donné des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour la création topologique.

- Création de formes
- Modification du type plein actif
- Zone hachurée

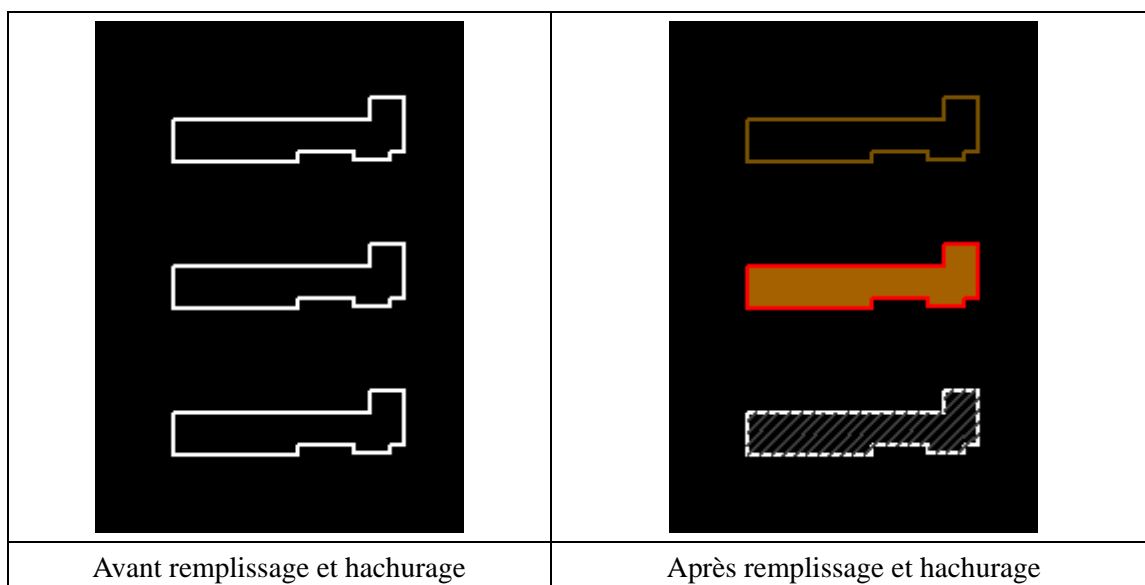


Figure 3.26 Exemple de création topologique

e) Modèles

Le modèle de symbole est affecté aux données de zones telles que les forêts pour classifier et réaliser ses attributs aisément sur la carte topographique. La Mission a fourni des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour les « Modèles ».

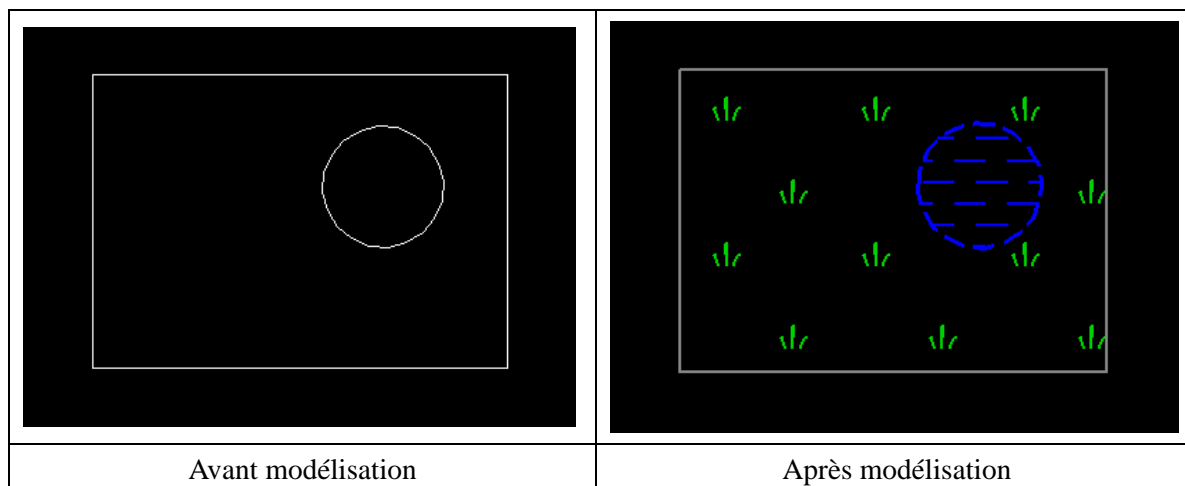


Figure 3.27 Exemple de modèles

f) Texte

Quand une annotation est placée, elle doit suivre la forme. Par exemple, l'annotation du nom de la route doit suivre la forme de celle-ci.

La Mission a fait des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour le Texte.

- Placement de texte
- Rotation

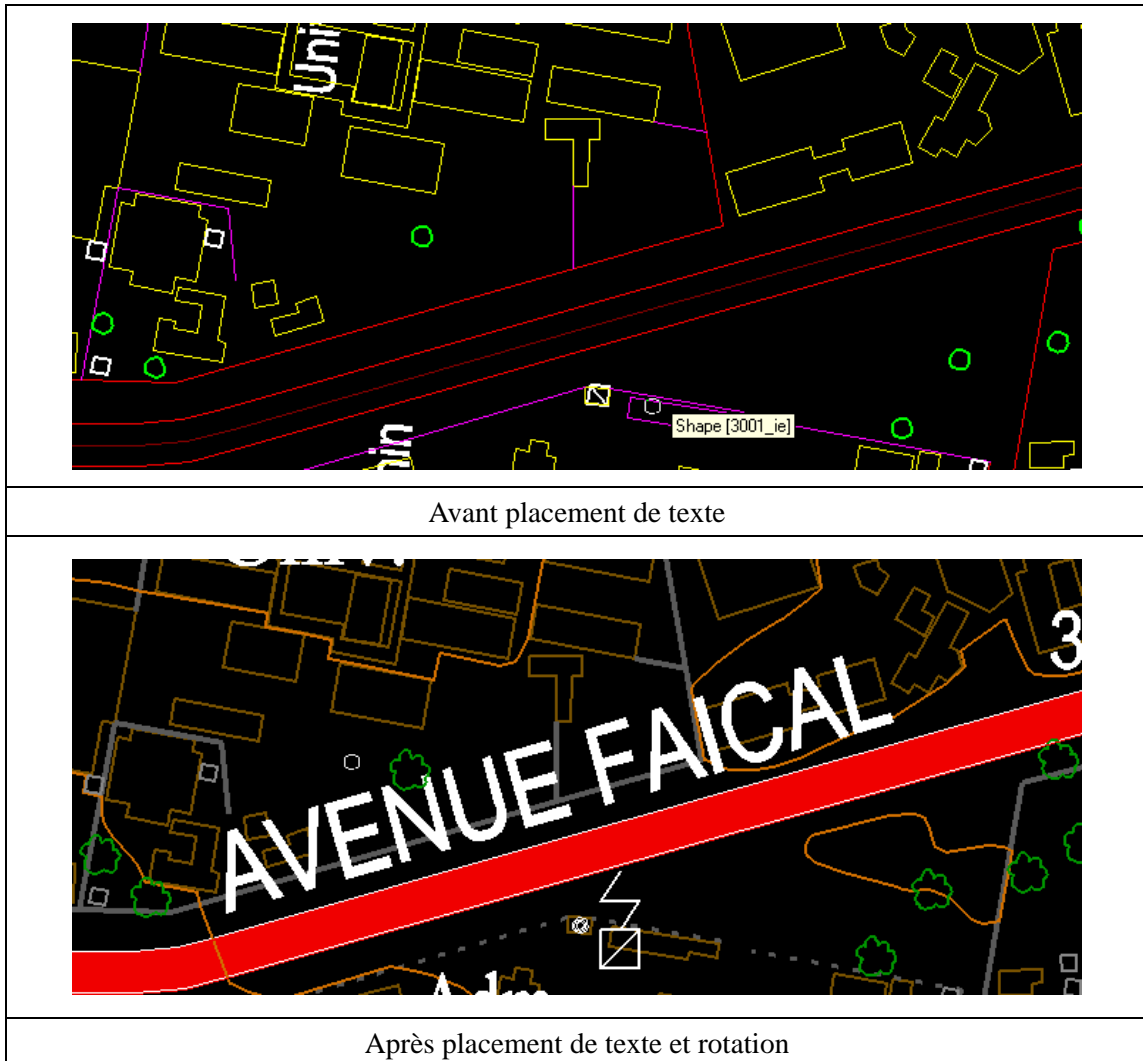


Figure 3.28 Exemple de placement de texte

g) Préparation de cartes

Quand certains objets existent près d'un site et que le symbole (cellule) est donné à cet objet, le symbole chevauche le symbole voisin. Dans ce cas, les symboles doivent être arrangés à cet endroit.

La Mission a fait des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour la préparation de cartes.

- Déplacement de cellules et placement de points d'indication

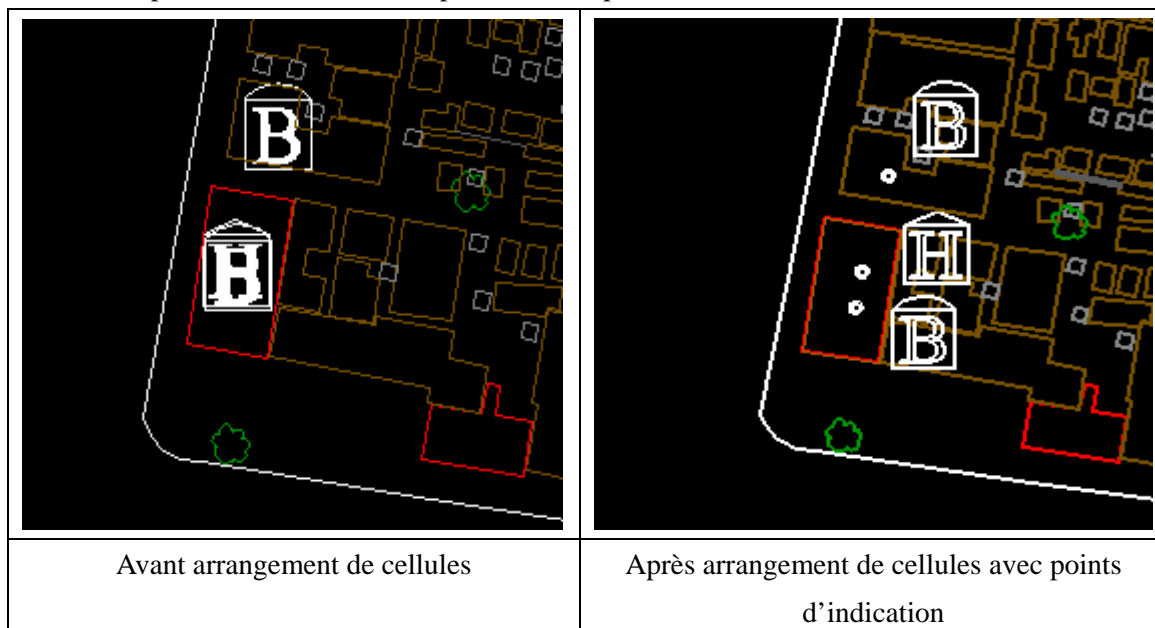


Figure 3.29 Exemple de déplacement de cellules et placement de points d'indication

- Suppression de lignes

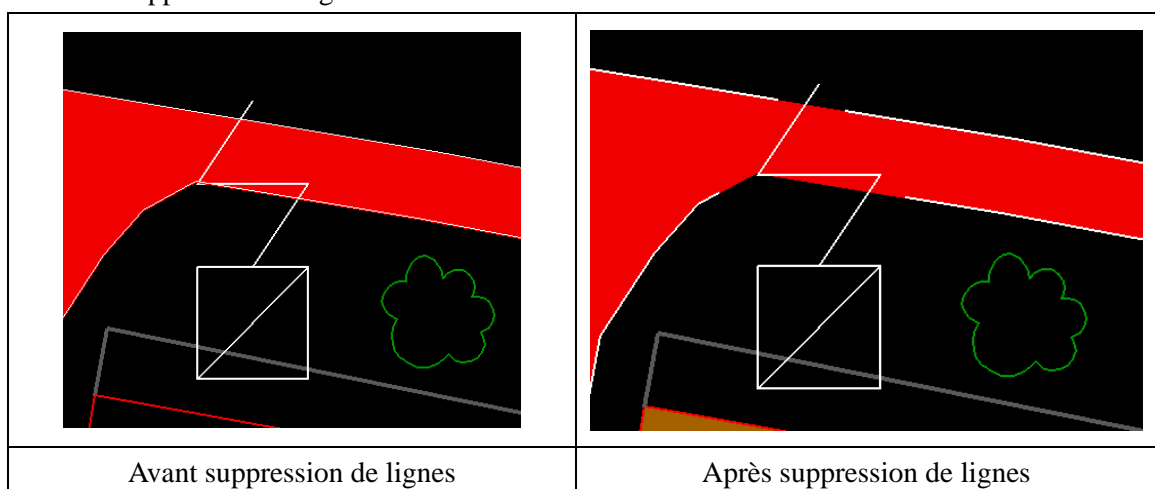


Figure 3.30 Exemple de suppression de lignes

h) Création de tableaux

L'ordre prioritaire est donné à chaque couche en vue de prévenir la disparition de symboles sous des polygones lors de l'impression de cartes. De plus, le poids des lignes et des couleurs doit être ajusté.

La Mission a fait des explications concernant les outils et leur manipulation dans la MicroStation pour la création de tableaux (pour l'impression).

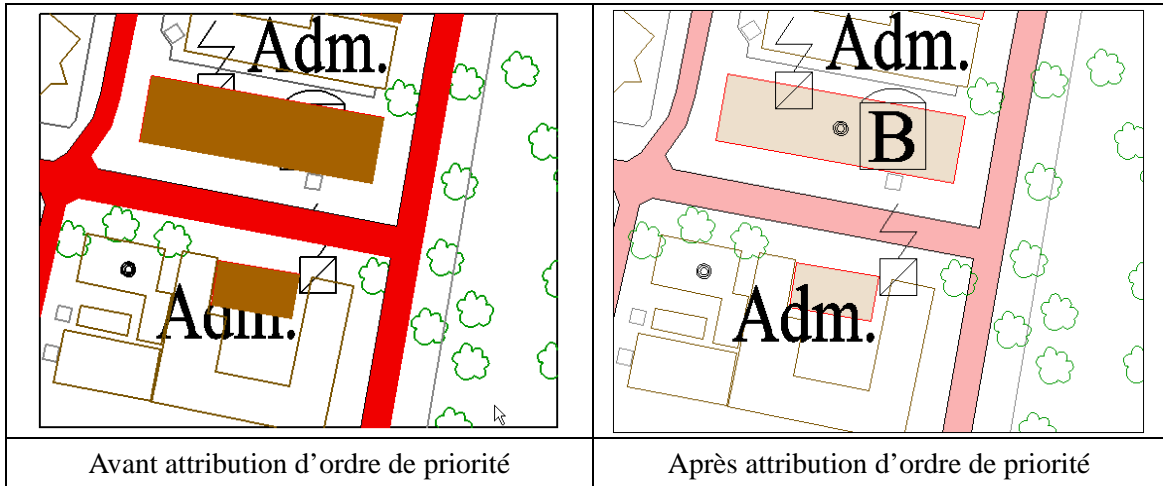
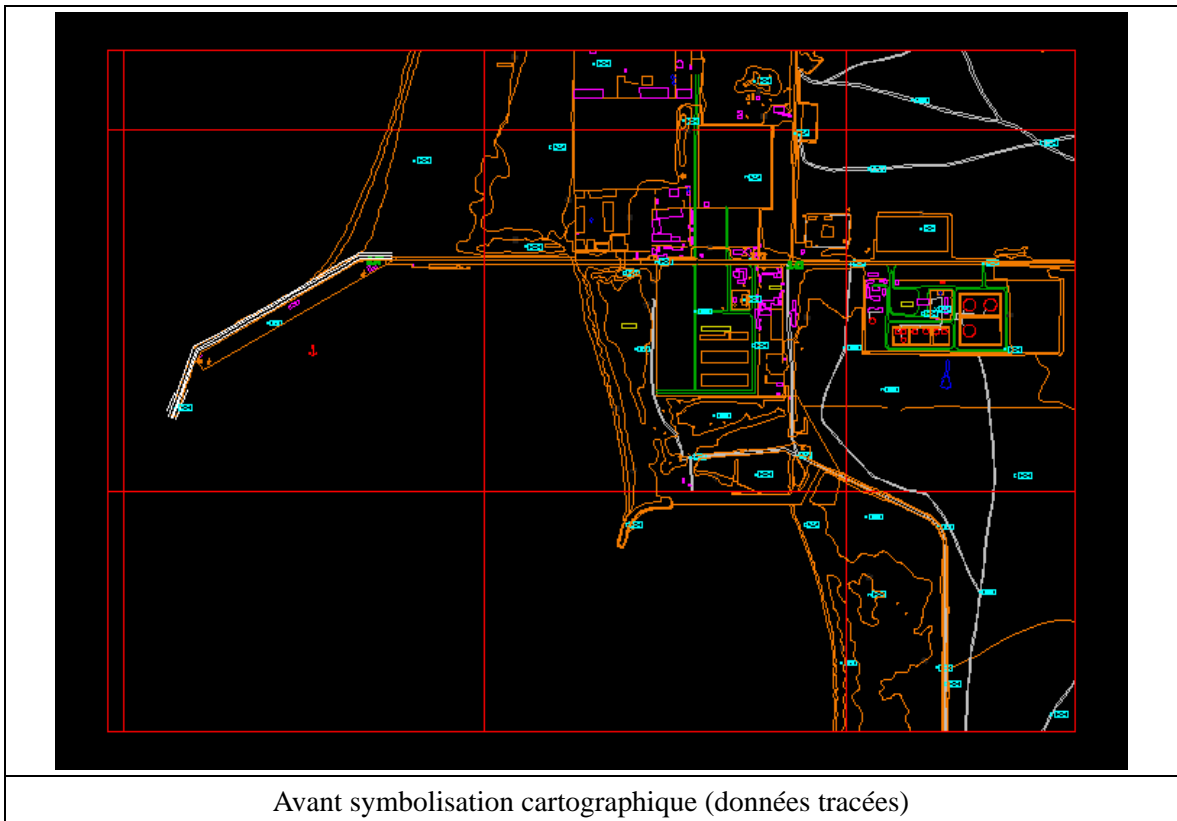


Figure 3.31 Exemple de ordre de la priorité donnant

- Exercice 1

La Mission a préparé les données d'une zone projet de 5km² pour l'exercice. Les résultats de cet exercice peuvent être constatés dans la Figure 3.32.



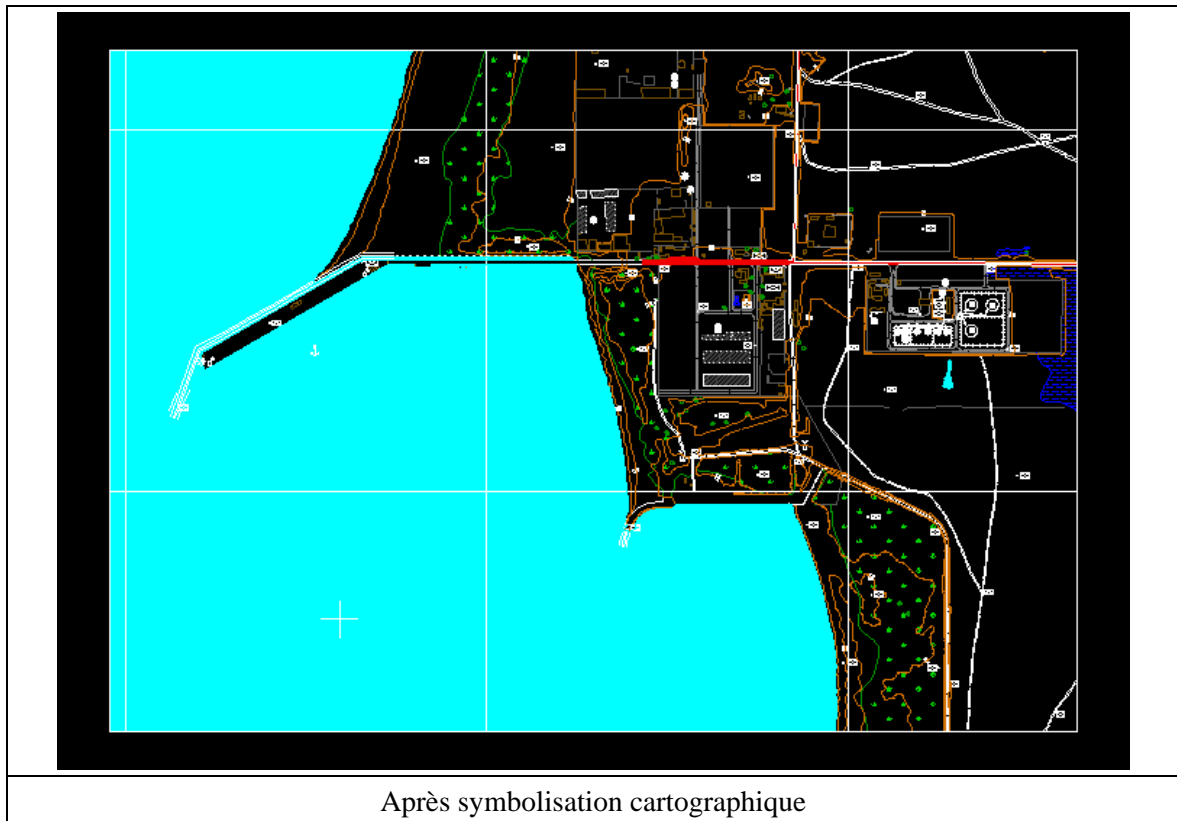


Figure 3.32 Résultats de la symbolisation cartographique par les stagiaires

- Exercice 2

La Mission a préparé un exercice spécial pour les stagiaires. Les stagiaires qui travaillent à la SNDE ont demandé à la Mission à ce que l'exercice soit en rapport avec leur travail. L'exercice consistait en la « Création d'un catalogue de caractéristiques de la SNDE ». Ils ont essayé de le réaliser pour les réseaux d'approvisionnement en eau.

La Figure 3.33 présente le catalogue de caractéristiques réalisé par les stagiaires.

Copiage		Niveau : 1001
Prise, Runge		Niveau : 1002
Prise d'eau superficielle		Niveau : 1003
Station de pompage, Groupe électrogène		Niveau : 1004
Station de traitement		Niveau : 1005

Figure 3.33 Catalogue des caractéristiques des stagiaires

3.10.3. Évaluation des stagiaires et tâches futures

a) Évaluation

La Mission a évalué les stagiaires au cours de la formation et à partir des résultats de celle-ci.

L'évaluation a été réalisée selon différents aspects.

Tableau 3.30 Aspects d'évaluation pour la symbolisation cartographique

	Aspects	Contenu
1	Connaissances de base	Connaissances de bases à propos de la photogrammétrie, de la cartographie, du logiciel et de ce projet au début de cette formation
2	Motivation	Motivation pour comprendre cette formation et appliquer les résultats de celle-ci
3	Théorie	Bonnes compréhension et motivation pour l'acquisition à l'égard de la théorie
4	Manipulation	Bonnes compréhension et motivation pour l'acquisition à l'égard du maniement du logiciel
5	MicroStation	Bonne compréhension et manipulation à propos de la MicroStation.
6	Symbolisation	Bonne compréhension et manipulation à propos de la

	cartographique	symbolisation cartographique.
7	Création de tableaux	Bonne compréhension et manipulation à propos de la création de tableaux
8	Améliorations	Amélioration de la compréhension et de la motivation à travers cette formation
9	Futur	Possibilité d'application future de cette formation et de ses données

b) Conclusion et tâches futures

Les stagiaires avaient une expérience dans le domaine du maniement de logiciels CAD mais très peu de connaissances concernant les cartes topographiques. Ils ont, cependant, montré de l'intérêt pour la symbolisation cartographique durant les sessions.

Il est normalement difficile de réaliser et de comprendre les attributs de chaque donnée en simples données tracées. Toutefois, ceci a pu être réalisé aisément après la symbolisation cartographique.

Comme ils avaient réalisé leurs propres symboles durant l'exercice 2, même s'ils auraient pu avoir des idées de nouveaux symboles, ils devaient réaliser leur propre symboles à travers plusieurs tentatives et erreurs.

Malgré leurs faibles connaissances en symbolisation cartographique, ils ont montré de l'intérêt et ont été enthousiastes pour la conception de techniques d'approvisionnement en eau. Il est à espérer qu'ils mettront à profit, dans le futur, leur expérience et les données acquises au cours de ce projet pour développer le réseau de distribution en eau ainsi que le terrain concerné par ce réseau.

Il est préférable qu'ils continuent à exercer les opérations par eux-mêmes.

3.11. Conclusion

Tous les sujets de transfert de technologie ont été accomplis malgré le changement de calendrier à cause de la situation politique. Au début, la plupart des stagiaires n'avaient aucune expérience dans ces technologies. Ils ont acquis la connaissance et l'habileté basiques. Ils ont besoin de plus d'exercices sans instructions afin d'acquérir l'habileté pour effectuer les travaux pratiques. En d'autres termes, ils ont atteint le niveau à partir duquel ils peuvent commencer les exercices par eux-mêmes.

Le niveau de réalisation varie d'un sujet à l'autre. En ce qui concerne les cinq sujets des travaux sur le terrain, ils ont acquis l'habileté d'effectuer les travaux pratiques, parce qu'ils ont travaillé sur le tas, en produisant les données fiables pour le projet de cartographie.

Au contraire, pour les sujets des travaux de bureau, ils ont encore besoin d'exercices

volontaires, parce que ces travaux les nécessitent de manipuler une variété de logiciels, qui permettent des applications diverses en dépendant de leurs propres objectifs et idées originales.

En particulier, l'aérotriangulation et la restitution numérique les obligent à exercer intensivement pendant une certaine période, parce que ces sujets les obligent à obtenir l'habileté avec le visionnement 3D et la mesure ainsi qu'à être familiers au logiciel.

Chaque session de transfert de technologie était néanmoins dispensée aux personnels techniques dont le nombre est limité. Ainsi, il est préférable qu'ils essaient de diffuser ces technologies à d'autres personnels.

CHAPITRE 4. DIFFUSION DE L'EMPLOI DES DONNEES DE CARTE NUMERIQUE

Le mécanisme de circulation indiqué dans la Figure ci-dessous doit être mis en pratique pour diffuser toute donnée de carte numérique, y compris les données produites dans ce projet d'Etude.

Cette circulation comprend trois phases, à savoir Création et maintenance des données, Distribution des données et Application des données.

Dans la première phase, l'éditeur crée ses données de carte numérique selon un plan, des règles et des spécifications, en vue de développer une base de données spatiale. Dans ce projet d'Etude, des données de carte numérique ont été créées pour la zone de Nouakchott. Après la création, l'éditeur a établi un système de distribution pour la diffusion efficace. Ce système doit être efficace pour permettre aux utilisateurs finaux d'obtenir facilement les données qu'ils souhaitent. L'éditeur établit un système de soutien aux utilisateurs. Puis il annonce la publication et les conditions nécessaires.

Dans la seconde phase, l'éditeur distribue les données aux utilisateurs via ce système de distribution.

Dans la troisième phase, les utilisateurs appliquent les données à tout ce qui répond à leurs objectifs et intentions. Pour cela, les utilisateurs acquièrent les compétences et ressources humaines requises, si nécessaire, et forment un système d'application. Ils collectent aussi ou créent des données additionnelles si nécessaire.

D'autre part, les données doivent être maintenues pour leur utilisation durable dans une autre première phase. La maintenance des données signifie non seulement leur mise à jour, mais aussi leur amélioration et développement. Pour cela, la maintenance doit être assurée en suivant les demandes des utilisateurs. Pour faire une maintenance correcte, l'éditeur essaie de collecter les demandes et opinions des utilisateurs qui ont demandé les données.

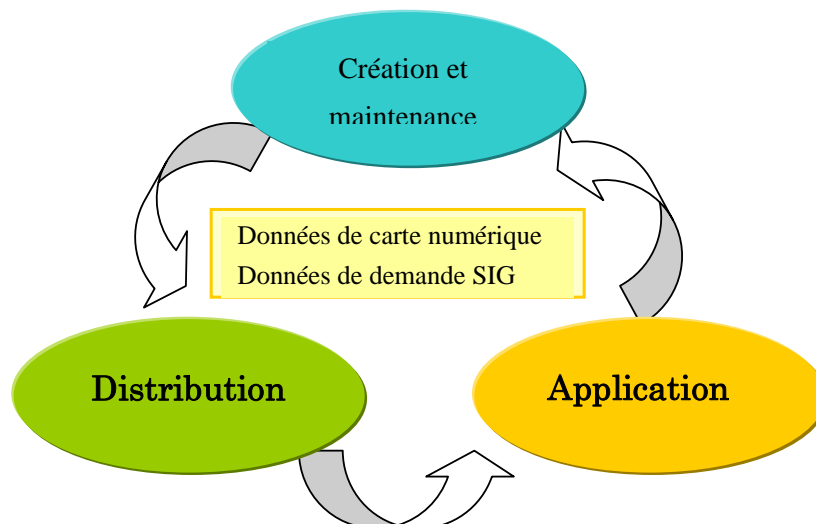


Figure 4.1 Mécanisme de circulation des données de carte numérique

Plus le domaine d'application des données est large, plus la diffusion des données devrait être efficace et stable. Ces diverses applications de données de carte numérique et les plus avancées exigent un soutien technique stable.

4.1. Utilisateurs des cartes numériques et SIG

Avant un nouveau développement de données de carte numérique, une analyse de la demande de données doit être faite. Les résultats indiqueront le type d'utilisateur et la manière efficace de distribuer les données.

Le diagramme conceptuel ci-dessous donne un exemple de structure de groupe d'utilisateurs utilisant des cartes numériques. En plus des trois groupes d'utilisateurs actuels (ou qui devraient exister), l'existence d'un groupe d'utilisateurs potentiels doit être considérée derrière le groupe de petits utilisateurs.

Pour réaliser la diffusion de l'emploi des données de carte numérique, avant tout le renforcement des fonctions des groupes d'utilisateurs actuels pour remplir leur rôle, puis le développement des nouveaux petits utilisateurs à partir des utilisateurs potentiels seront nécessaires.

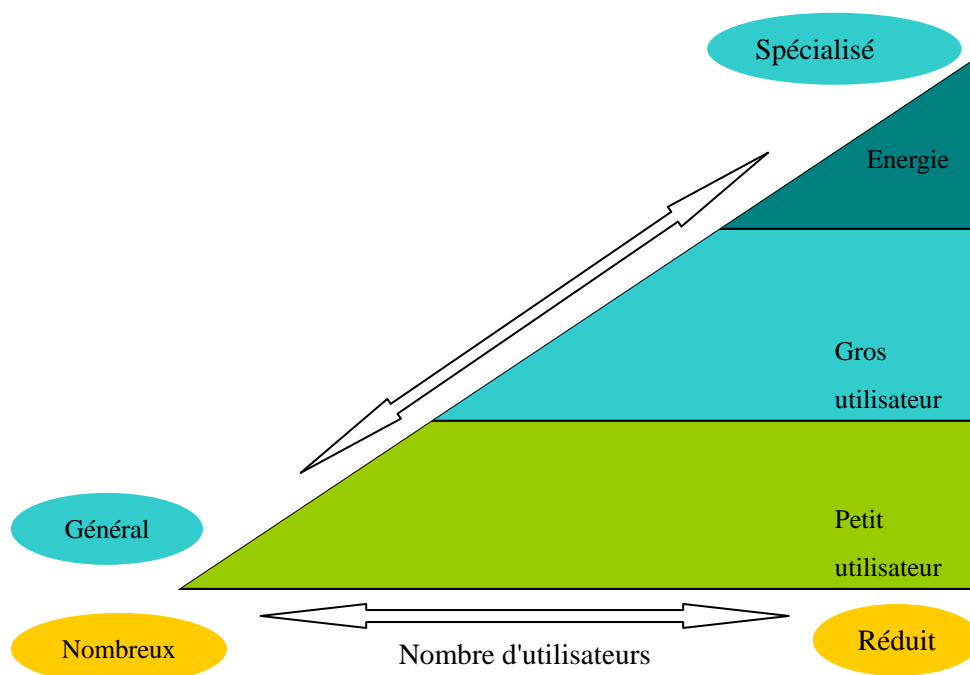


Figure 4.2 Diagramme conceptuel des utilisateurs de carte numérique et SIG

4.1.1. Utilisateurs de données de carte numérique et SIG

1) Groupe d'utilisateurs énergie

Ce groupe devrait jouer un rôle important dans les services généraux concernant SIG, y compris l'informatique de soutien. Pour la Mauritanie, la DCIG devrait jouer ce rôle. Le renforcement des ressources humaines, des progrès techniques, et un meilleur environnement du système seront nécessaires pour que la DCIG puisse jouer ce rôle.

2) Groupe des gros utilisateurs

Ce groupe devrait s'occuper du SIG, soutien informatique y compris, pour des objectifs individuels. Dans le cas de la Mauritanie, certains des utilisateurs SIG actuels pourraient être soutenus pour créer ce groupe qui jouera le rôle d'utilisateur avancé de SIG, analyse SIG, etc.

3) Groupe des petits utilisateurs

La plupart des utilisateurs qui se réfèrent aux données de carte numérique sont généralement classés dans ce groupe. Dans le cas de la Mauritanie, la plupart des utilisateurs SIG actuels sont inclus dans ce groupe.

4) Groupe des utilisateurs potentiels

Ce groupe est placé derrière le groupe des petits utilisateurs attendant une occasion d'utiliser le SIG chaque fois que l'environnement alentour en favorise l'usage.

4.1.2. Utilisateurs de données de carte numérique et SIG en Mauritanie

Pour la diffusion de la carte numérique et du SIG, la Mission et la DCIG ont eu des concertations sur l'état d'utilisation actuel des cartes numériques et SIG en Mauritanie, et ont listé les utilisateurs actuels et potentiels. Puis, la Mission et la DCIG ont rendu visite aux organismes listés et présenté les données de carte numérique en préparation dans cette Etude. Résumés des réunions sont présentées dans l'ANNEXE 8.

1) Utilisateurs potentiels de cartes numériques et SIG

Le tableau suivant donne la liste des utilisateurs actuels et les utilisateurs de carte numérique trouvés via cette Etude.

Tableau 4.1 Utilisateurs potentiels de données de carte numérique (O: Oui, N: Non)

Nom de l'organisme	Domaine concerné	Etat actuel d'utilisation de carte et SIG
DCIG (Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et du Développement du Territoire)	Développement et distribution de cartes cartographiques	Carte sur papier : O Carte numérique : N SIG: type autonome
DU (Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et du Développement du Territoire)	Planification urbaine, urbanisation	Carte sur papier : O Carte numérique : O SIG: type autonome
DATAR (Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire)	Développement du Territoire, planification régionale	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: type autonome
DIT (Ministère de l'équipement et du Transport)	Planification des transports, construction d'autoroutes	Carte sur papier : O Carte numérique : O SIG: type autonome
DA (Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement)	Drainage de l'eau, processus d'égout principal	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
OMRG (Ministère de l'Industrie et des Mines)	Développement des ressources naturelles et	Carte sur papier : O Carte numérique : O SIG: type autonome

	des mines	
DGPC (Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation)	Sécurité civile, lutte contre l'incendie, logistique	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
Environnement (Bureau délégué auprès du Premier Ministre en charge de l'Environnement)	Préservation de l'environnement	Carte sur papier : O Carte numérique : O SIG: type autonome
DS (Ministère de la Santé)	Planification et gestion des soins médicaux	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
DFE (Ministère des Affaires Economique et du Développement)	Affaires économiques et développement	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
CUN	Administration de Nouakchott	Carte sur papier : O Carte numérique : O SIG: type autonome
SNDE	Alimentation en eau	Carte sur papier : O Carte numérique : O SIG: type autonome
SOMELEC	Alimentation en électricité	Carte sur papier : O Carte numérique : O SIG: type autonome
UE	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
PNUD	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
UNICEF	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
WFP	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
OMS	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
FAO	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
HCR	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
Banque Mondiale	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N

		SIG: N
FDA	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
Ambassade de France	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N
Ambassade des Etats-Unis	—	Carte sur papier : N Carte numérique : N SIG: N

2) Domaines d'utilisation des données de carte numérique et rôle prévu des organisations en Mauritanie

Comme indiqué plus haut, un rôle espéré pour la DCIG en vue de la diffusion des données de carte numérique sera le "Groupe d'utilisateurs puissants (*Power User Group*)", compte tenu son champ officiel dans le gouvernement mauritanien. Les fonctions espérées pour la DCIG en tant que "Groupe d'utilisateurs puissants" seront le développement, la publication et la distribution de données, leur normalisation, etc.

Tableau 4.2 Domaines d'utilisation et rôle escompté

Nom de l'organisme	Champ d'utilisation des données de carte numérique et SIG	Groupe utilisateur (rôle espéré)
DCIG (Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire)	Développement de données, publication et distribution, administration de système, normes de données spatiales et technologie, etc.	Groupe d'utilisateurs puissants
DU (Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et du Développement du Territoire)	SIG de planification urbaine Administrateur de système et utilisateur de système, etc.	Groupe des gros utilisateurs
DATAR (Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire)	Planification de développement du territoire, planification régionale, etc.	Groupe des gros utilisateurs
DIT (Ministère des Infrastructures de Transport)	Système de planification et gestion des installations de transport, etc.	Groupe des gros utilisateurs
DA (Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement)	Evacuation des eaux usées, système de gestion de l'égout	Groupe des gros utilisateurs

	principal, etc.	
OMRG (Ministère de l'Industrie et des Mines)	Système de gestion des ressources naturelles, etc.	Groupe des gros utilisateurs
DGPC (Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation)	Système de protection contre l'incendie, système d'information sur les crimes, etc.	Groupe des gros utilisateurs
Environnement (Bureau délégué auprès du Premier Ministre en charge de l'Environnement)	Système de préservation de l'environnement, système de mitigation des risques d'inondation, etc.	Groupe des petits utilisateurs
DS (Ministère de la Santé)	Système de services d'installations de santé, etc.	Groupe des petits utilisateurs
CUN	Système d'informations de la ville de Nouakchott, etc.	Groupe des gros utilisateurs
SNDE	Système de gestion de l'alimentation en eau, etc.	Groupe des petits utilisateurs
SOMELEC	Système de gestion de l'alimentation en électricité, etc.	Groupe des petits utilisateurs
UE	Activités de soutien communautaire, etc.	Utilisateurs potentiels
DFE (Ministère des Affaires économie et du Développement)	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
PNUD	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
UNICEF	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
WFP	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
OMS	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
FAO	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
HCR	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
Banque Mondiale	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
FDA	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
Ambassade de France	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels
Ambassade des Etats-Unis	Comme ci-dessus	Utilisateurs potentiels

4.2. Distribution des données de carte numérique

La carte topographique numérique nouvellement créée à l'échelle 1/10.000 devrait considérablement contribuer à la prise de décisions de tous les ministères sur le plan

administratif pour Nouakchott. Ainsi, un système efficace et pratique pour la diffusion optimale des informations géographiques, y compris ceci, et la création d'un système de mise en commun sont très importants. La diffusion des données inclura la vente des données spatiales et sa promotion auprès du public pour une utilisation extensive. De même, le Système de mise en commun des données inclura l'usage interactif des données spatiales parmi les organismes gouvernementaux, en particulier parmi les ministères. Pour faire réussir ces deux composants, il est recommandé de mettre sur pied un organisme responsable appelé par exemple Centre de données spatiales (CDS) pour agir comme noyau pour le traitement des données spatiales.

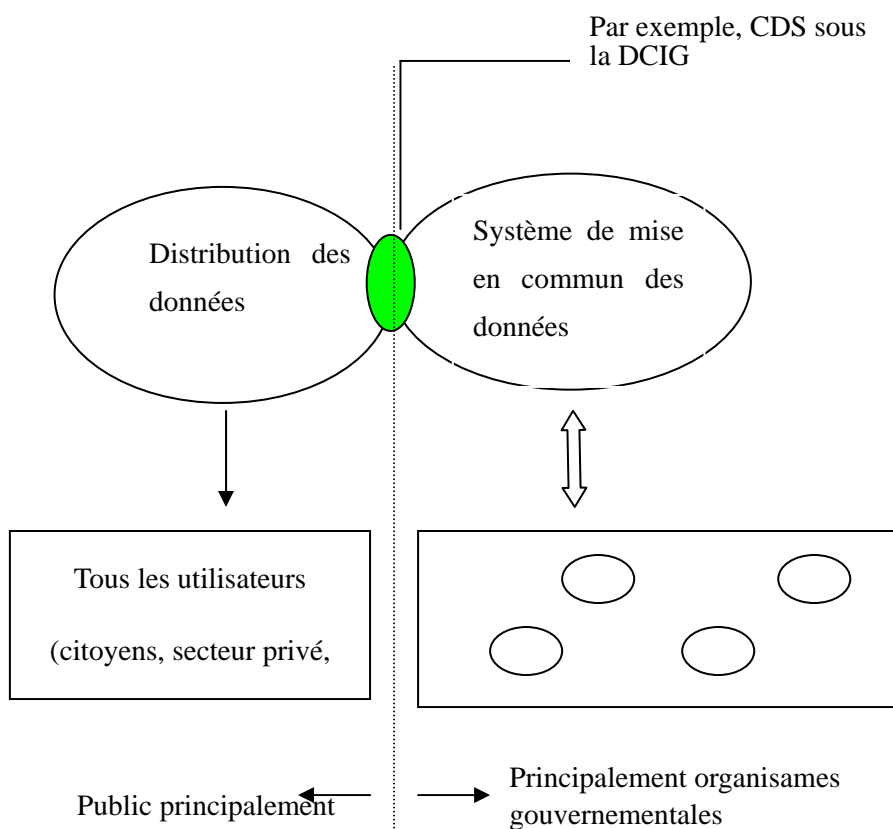


Figure 4.3 Concept de la diffusion et de la mise en commun des informations géographiques

Ainsi, avec la description ci-dessus du CDS, ce chapitre décrit les deux (2) composants principaux : Distribution des informations géographiques et Systèmes de mise en commun des données.

4.2.1. Centre de données spatiales

Une organisation de contrôle des données sera essentielle pour la distribution efficace et en temps voulu des données topographiques de ce projet, ainsi que des autres données spatiales

disponibles ou devant être créées dans le Ministère aux utilisateurs de données. Cet organisme sera aussi responsable pour la mise à jours de toutes les données spatiales en cas de besoin. Cela permettra d'assurer l'uniformité des données spatiales et promouvra leur diffusion. L'organisme désigné pourra être par exemple appelé "Centre de données spatiales (CDS)".

Pendant la réalisation de ce Projet, la DCIG a été impliquée en tant qu'organisme de contrepartie de la Mission. Mais son rôle officiel est le développement de nouvelles données spatiales, la publication et la distribution de données, la mise à jour des données, etc. Vu ce point, la proposition de la Mission est d'établir le CDS sous la DCIG comme indiqué ci-dessous.

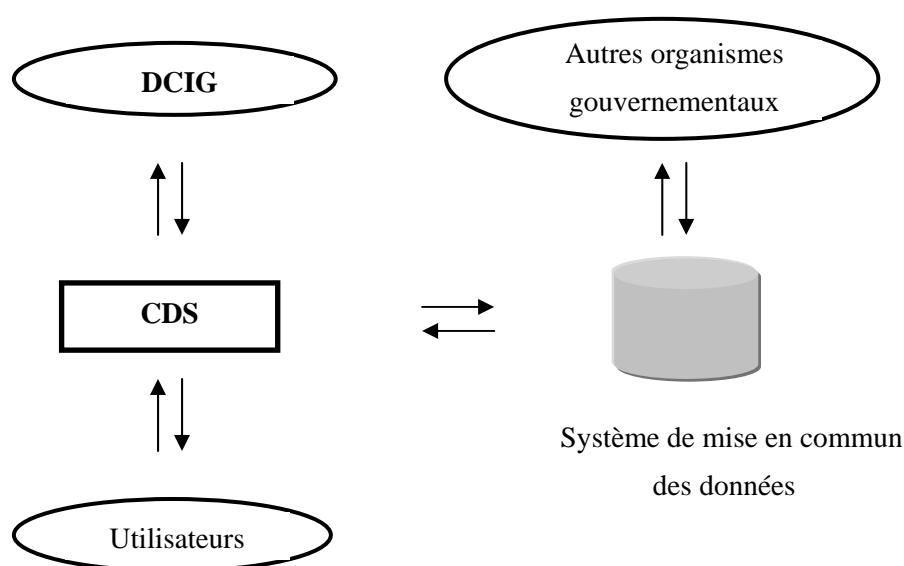


Figure 4.4 Centre de données spatiales (CDS)

1) Systématisation du Centre de données spatiales

Pour systématiser CDS, les points suivants doivent être soulignés :

- a) Rôle spécifique de ce centre dans la création et le maintien des données
- b) Formulation d'un système pour la mise à jour des données de carte
- c) Infrastructure faisable qui permettra de préparer à l'essai :
 - Développement de l'équipe du projet
 - Composition du matériel pour travailler de manière pratique
 - Logiciels à installer.

2) Fonctions du Centre de données spatiales

Les principales fonctions du CDS sont soulignées comme suit :

- Promotion de la diffusion des données
- Facilitation des systèmes de mise en commun des données

- Création, maintien et mise à jour des données spatiales
- Autres.

4.2.2. Diffusion des données topographiques (base de données SIG y compris)

Pour élargir l'utilisation des données spatiales, y compris ces données topographiques, un organisme opérant tout le mécanisme de circulation allant de la création de données, distribution de données à la fourniture de services, serait requise. Des ressources financières seraient aussi nécessaires pour l'organisme pour opérer le mécanisme de circulation. Pour cela, la Mission propose la vente des données spatiales. La vente des données spatiales devrait être ouverte à tous les organismes connexes qui veulent acheter des données. Mais des points comme les types de données à vendre et la politique de tarification nette doivent être clarifiés à l'avance. De même, une estimation des besoins doit être menée de temps à autre pour connaître les tendances de la demande des utilisateurs de données spatiales. Par ailleurs, des activités de promotion telles que des démonstrations utilisant des systèmes modèles créés sous ce Projet seront nécessaires. Tous ces efforts aideront aussi à maintenir et exécuter des activités efficacement à la CDS.

Pour la vente des données spatiales, deux (2) cas de base sont étudiés : gestion directe par la DCIG et sous-traitance à une agence, y compris entreprises privée.

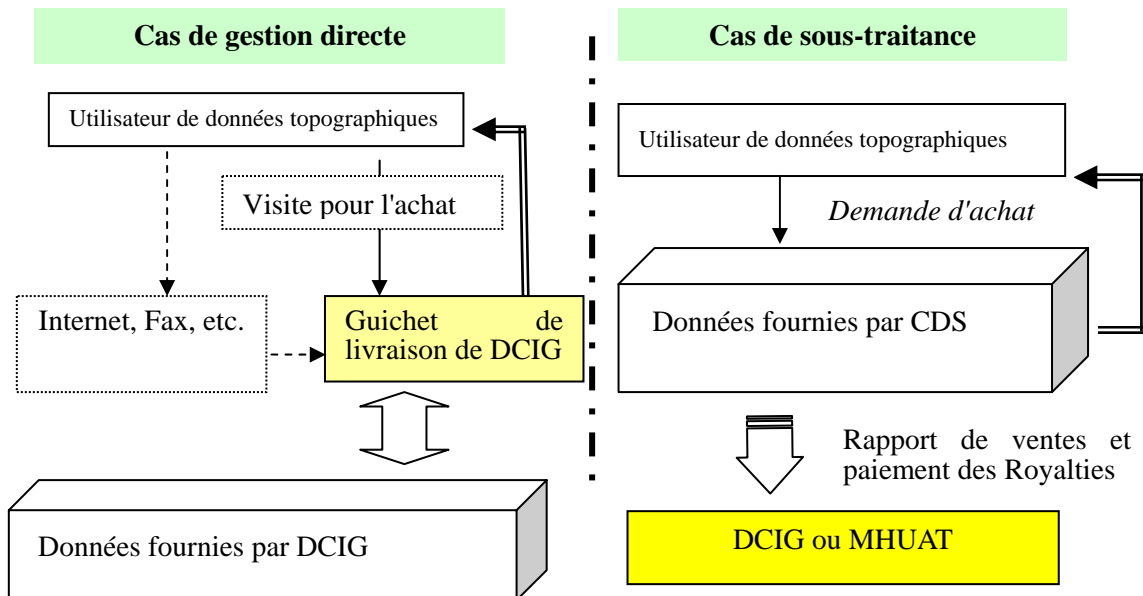


Figure 4.5 Cas de diffusion des données topographiques

* MHUAT : Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire

Dans le cas de la gestion directe, la DCIG assure la maintenance des cartes topographiques

1:10.000 ainsi que de la base de données SIG produite par l'Agence en tant que seule organisme d'unification de toutes les informations géographiques. De plus, la DCIG distribue les données topographiques gratuitement ou à titre payant sur demande en jouant un rôle central dans la construction d'un système où elle est le distributeur des produits cartographiques.

Par contre, dans le cas de sous-traitance à un corps subordonné comme une agence, celle-ci exécutera collectivement la vente et la fourniture des données sur commande d'un utilisateur. Elle sera obligée de soumettre régulièrement ses performances de vente à la DCIG ou au Ministère. Le sous-traitant devra aussi payer des royalties de copyright.

Articles à vendre : Même dans ce projet, il y a de produits de données de différentes formes, comme carte imprimée, carte numérique, base de données SIG, etc. Et avec le concept de Centre de données spatiales, différents produits s'y ajouteront dans l'avenir. Il sera donc essentiel de décider des types de produits à diffuser par vente.

4.2.3. Problèmes additionnels pour la diffusion des données de carte numérique

1) Plan de développement des informations géospatiales

Dans cette étude, il a été clairement compris que les demandes de cartes détaillées, par ex. échelles de 1/2.500, 1/5.000, pour développer les installations d'alimentation en eau et d'égout, établir les plans pour le drainage et pour réparer l'infrastructure urbaine, par ex. autoroutes, ceinture verte, centre de traitement des ordures, etc. dans la ville de Nouakchott sont nombreuses.

Ordinairement, le développement de données pour les nouvelles cartes topographiques, en particulier à grande échelle, revient cher et demande beaucoup de temps. Si des directions individuelles du gouvernement ou des autorités locales développent indépendamment leur propre carte, des chevauchements risquent de survenir pour les investissements. Pour minimiser le coût en évitant les chevauchements, il est efficace d'établir un plan global pour le développement de données géospatiales à l'échelle nationale qui sera appelé "plan de développement des données spatiales nationales".

2) Collaboration du gouvernement et des autorités locales pour le développement des informations géospatiales

La Mauritanie comprend douze régions (wilaya) et un district de la capitale. Dans cette étude, les données de carte topographique numérique (1:10.000) couvrant le district de Nouakchott ont été achevées.

Comme indiqué plus haut, les demandes de données de cartes détaillées augmenteront chez les

autorités locales. Actuellement, il n'est pas réaliste que le gouvernement mauritanien prépare tous les jeux de données requises par les autorités locales.

Les données de carte numérique préparées par les autorités locales doivent être mises en commun avec le gouvernement, sauf certains cas exceptionnels.

3) Développement des ressources humaines

Le développement des ressources humaines est un des éléments importants à considérer pour la diffusion des données géospatiales, y compris les données de carte numérique (1:10.000) créées dans cette étude.

4) Utilisation des informations géospatiales dans l'administration publique

Les données de carte topographique numérique doivent être utilisées par les administrations locales pour mitiger les sinistres, gérer les ressources naturelles, améliorer la sécurité sociale, conserver l'environnement naturel, divulguer les informations, etc.

5) Normalisation des informations géospatiales

La normalisation des données de carte numérique facilite les échanges de données entre les différents utilisateurs, organismes, groupes sociaux et autres. Suite à la normalisation, la diffusion des données de carte numérique peut être promue par échanges d'informations.

6) Mise à jour des données de carte numérique

Les données de carte numérique doivent être mises à jour sur la base des procédures établies. Sans mise à jour adaptée, les données de carte numérique perdront leurs liens avec les réalités spatiales dans les années à venir, ce qui réduira leur valeur.

Un changement radical est en cours, en particulier dans la zone centrale de Nouakchott et une expansion rapide des peuplements de migrants dans la zone sub-urbaine progresse actuellement à cause de la haute pression comparative du développement urbain, qui rend plus importante la mise à jour des données à un intervalle de temps spécifique.

Il existe quarante-sept feuilles (1.200 km²) de données de carte numérique au total et la couverture par l'est de 2.000 km². Il serait recommandé de mettre à jour tout le lot de feuilles de carte numérique (47 feuilles) en même temps tous les 3 à 5 ans pour préserver sa fraîcheur. S'il est difficile de mettre à jour de la manière ci-dessus, il peut être suggéré de classer ces feuilles de carte dans plusieurs classes rendues prioritaires par le changement actuel d'utilisation des sols. Par ailleurs, la priorité doit être donnée aux feuilles de carte contenant des plans de développement urbain ou d'autres plans.

La figure ci-dessous donne un exemple de cycle de mise à jour proposé par la Mission.

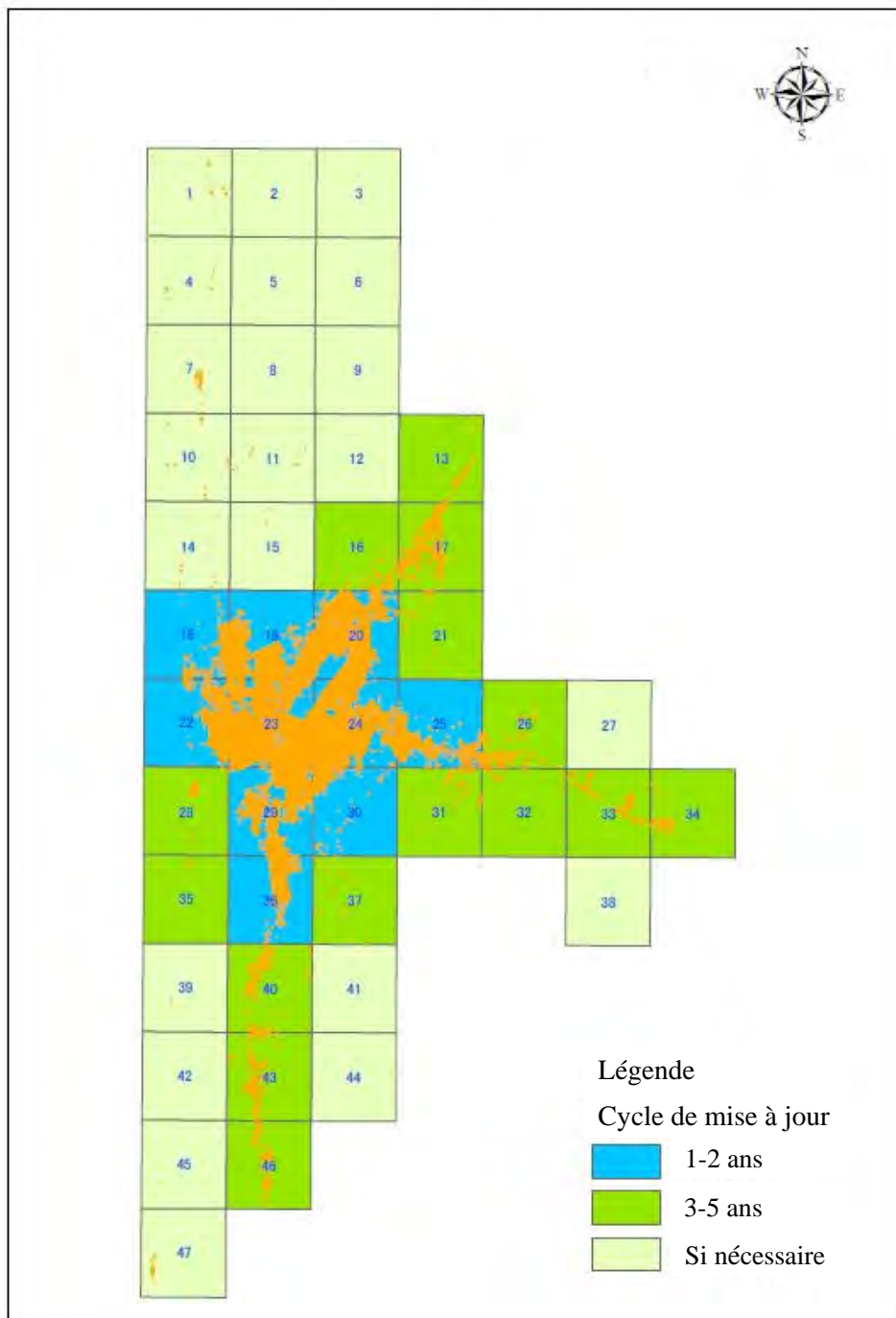


Figure 4.6 Cycle de mise à jour des données de carte numérique (exemple)

Tableau 4.3 Cycle de mise à jour des données de carte numérique (exemple)

N°	Feuille de carte n°	Cycle de mise à jour	Remarques
1	NE28-XIV-2d-15	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
2	NE28-XV-1c-11	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
3	NE28-XV-1c-12	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
4	NE28-XIV-2d-10	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
5	NE28-XV-1c-6	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
6	NE28-XV-1c-7	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
7	NE28-XIV-2d-5	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
8	NE28-XV-1c-1	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
9	NE28-XV-1c-2	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
10	NE28-XIV-2b-25	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
11	NE28-XV-1a-21	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
12	NE28-XV-1a-22	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
13	NE28-XV-1a-23	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
14	NE28-XIV-2b-20	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
15	NE28-XV-1a-16	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
16	NE28-XV-1a-17	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
17	NE28-XV-1a-18	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
18	NE28-XIV-2b-15	1-2 ans	Zone d'agglomération, zone à environnement marin
19	NE28-XV-1a-11	1-2 ans	Zone d'agglomération
20	NE28-XV-1a-12	1-2 ans	Zone d'agglomération
21	NE28-XV-1a-13	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
22	NE28-XIV-2b-10	1-2 ans	Zone d'agglomération, zone à environnement marin
23	NE28-XV-1a-6	1-2 ans	Zone du plan de redéveloppement d'Arafat
24	NE28-XV-1a-7	1-2 ans	Zone du plan de redéveloppement d'Arafat
25	NE28-XV-1a-8	1-2 ans	Zone d'agglomération
26	NE28-XV-1a-9	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
27	NE28-XV-1a-10	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
28	NE28-XIV-2b-5	3-5 ans	Zone à environnement marin
29	NE28-XV-1a-1	1-2 ans	Zone du plan de redéveloppement d'Arafat
30	NE28-XV-1a-2	1-2 ans	Zone du plan de redéveloppement d'Arafat
31	NE28-XV-1a-3	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
32	NE28-XV-1a-4	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
33	NE28-XV-1a-5	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
34	NE28-XV-1b-1	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
35	NE28-VIII-4d-25	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
36	NE28-IX-3c-21	1-2 ans	Zone d'agglomération
37	NE28-IX-3c-22	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
38	NE28-IX-3c-25	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
39	NE28-VIII-4d-20	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
40	NE28-IX-3c-16	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
41	NE28-IX-3c-17	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
42	NE28-VIII-4d-15	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
43	NE28-IX-3c-11	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
44	NE28-IX-3c-12	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
45	NE28-VIII-4d-10	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott
46	NE28-IX-3c-6	3-5 ans	Environs d'une zone d'agglomération
47	NE28-VIII-4d-5	Si nécessaire	Périphérique de Nouakchott

4.3. Modèle de SIG

La nouvelle carte topographique numérique créée à l'échelle 1/10.000, qui couvre toute la zone d'agglomération de Nouakchott et ses environs, devrait largement contribuer à la formulation de plans pour la gestion des quartiers précaires, l'amélioration de l'assainissement, la préservation de l'environnement, etc. par les planificateurs et les décideurs.

La démonstration de l'utilité du lot de données aidera sans doute à promouvoir leur diffusion. Aussi, la Mission a fait une tentative pour préparer des modèles de SIG indiquant plusieurs problèmes actuels à Nouakchott.

4.3.1. Création des modèles de SIG

Le système modèle a été conçu et développé en prenant les points suivants en considération :

- Performance pratique
- Question de haute priorité
- Propriétés à usage général
- Propriété à action rapide

4.3.2. Logiciel et matériel pour les modèles de SIG

L'environnement de système suivant a été adopté pour obtenir des effets bénéfiques sur les modèles de SIG.

1) Logiciel

Un jeu de ArcGIS avec licence ArcInfo a été installé pour faire face aux problèmes prioritaires.

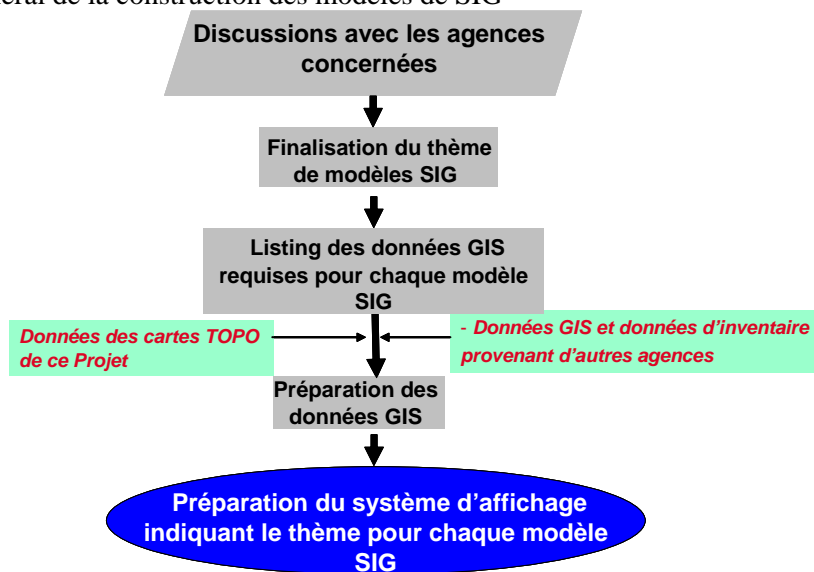
2) Matériel

Les spécifications du matériel installé avec le logiciel SIG (ArcGIS avec licence ArcInfo) et les extensions de l'analyste 3D, de l'analyste spatial et de l'analyste de réseau sont comme suit :
Processeur – Processeur Intel Xeon 5160, 3.000 GHz avec cache L2 4 Mo (double capacité)
1333 MHz, FSB 1333 MHz ou mieux.

4.3.3. Données et modèle de SIG

Pour la préparation des données SIG et du système modèle, les données de construction, le lot de données d'adresses, DEM, la classe d'évaluation, etc. ont été extraits des données de carte topographique. Ces données et les modèles de SIG sont applicables immédiatement aux problèmes actuels en Mauritanie.

1) Flux général de la construction des modèles de SIG



2) Thèmes pour Modèle SIG

En bref, des discussions furent tenues avec la DCIG et d'autres organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, pour examiner en détail les éléments historiques concernant Nouakchott et ses environs. Compte tenu des points soulevés lors de la discussion, les quatre thèmes suivants furent sélectionnés pour les modèles de SIG. Les organismes concernés pour chaque thème sont présentés ci-dessous.

Tableau 4.4 Thèmes de modèles de SIG

Thème		Organismes connexes	Données SIG utilisées
1	Modèle de SIG pour recherche et affichage d'adresses	Communauté Urbaine de Nouakchott (CUN)	Voir 1. dans le tableau suivant
2	Modèle de SIG pour gestion de risques d'inondation	Direction de la Prévention et du Contrôle (DGPC)	Voir 2. dans le tableau suivant
3	Modèle de SIG pour gestion d'installations d'alimentation en eau	Société Nationale de l'Eau (SNDE)	Voir 3. dans le tableau suivant
4	Modèle de SIG pour gestion d'installations	Ministère de la Santé, Ministère de l'Education fondamentale	Voir 4. dans le tableau suivant

Les données SIG utilisées pour la préparation des modèles pour chaque thème sont listées ci-dessous.

Tableau 4.5 Données utilisées pour chaque thème

Thème	Données				
	De la carte topographique (1:10.000)				Autre
	Routes	Bâtiments		Autres	
Grands		Petits			
1	Données linéaires spécifiques de routes	Données polygonales (centre médical, école, autres établissements publics)	Données ponctuelles	Emplacement de points d'eau (sous forme de point)	Données spécifiques de routes, données spécifiques de blocs
2	Données linéaires	Données polygonales	Données ponctuelles	Courbes de niveau, points relevés, hauteurs ponctuelles	
3	Données linéaires	Données polygonales	Données ponctuelles		Données spécifiques de points d'eau, Photographies de points d'eau
4	Données linéaires	Données polygonales			Orthophoto, données spécifiques de routes, données spécifiques de blocs
		Ecoles (collège, lycée (<i>sous forme de points</i>), hôpital, centre médical (<i>sous forme de points</i>))			

Ensuite, une fois établie la liste des données SIG requises pour chaque modèle, la Mission a préparé ces données, comprenant non seulement les cartes topographiques du Projet mais aussi celles fournies par d'autres organismes. Finalement, la Mission a préparé les modèles de SIG.

3) Modèle de SIG pour recherche d'adresse/affichage sur la carte

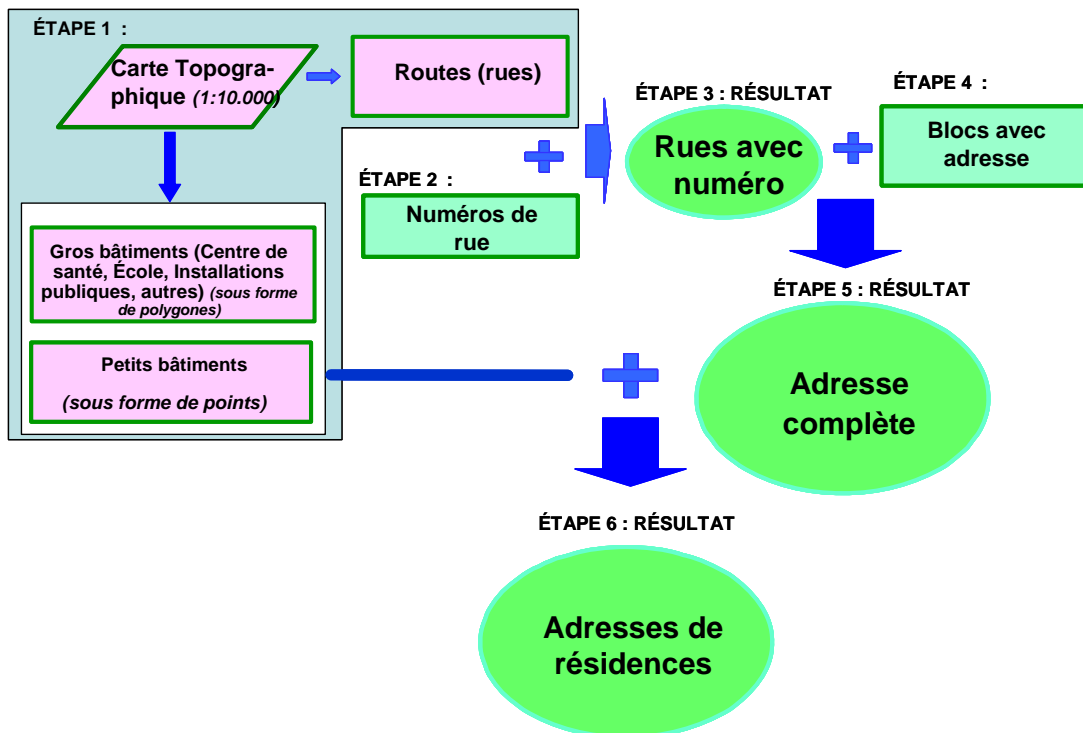
➤ But

Il y a deux façons d'indiquer la position au sol. La première est la méthode d'indication directe de la position à l'aide d'un jeu de coordonnées, et la deuxième la méthode d'indication indirecte à l'aide d'une adresse.

L'adresse est utilisée pour indiquer un emplacement dans une société humaine de la façon la plus générale. Par exemple, l'emplacement des bâtiments, des installations et des parcelles de terre sera spécifié par leur adresse.

Les données d'adresse de ce système modèle peuvent être utilisées pour chercher ou indiquer un emplacement, gérer des installations, etc.

➤ Éléments et méthodologie

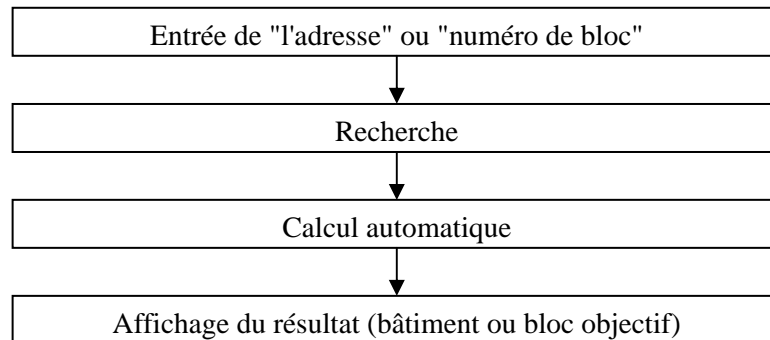


Les données de numéros de route (rue), fournies par l'homologue, ont été ajoutées aux données routières à partir des cartes topographiques d'échelle 1/10.000. Elles ont ensuite été affichées avec des blocs ayant leur propre numéro. Tous ces éléments forment ensemble un système d'adresse à Nouakchott. Finalement, elles sont affichées avec les données de bâtiments (à partir de la carte topographique d'échelle 1/10.000) pour la recherche d'adresse et fournir un affichage attrayant.

Par ailleurs, Centre de santé, École, Installations publiques et autres bâtiments plus gros (données de polygones) compris dans la carte topographique d'échelle 1/10.000 ont été

regroupés dans la catégorie Autres bâtiments. Ces données, tout comme celles des petits bâtiments (sous forme de points) seront affichées à l'arrière-plan.

➤ Procédure d'utilisation (analyse ou recherche) dans le système



➤ Exemples d'application

Les outils pour la recherche d'adresse comprennent la "Recherche d'adresse par adresse de rue", "Recherche d'adresse par adresse de bloc" et la "Recherche d'adresse par point de repère".

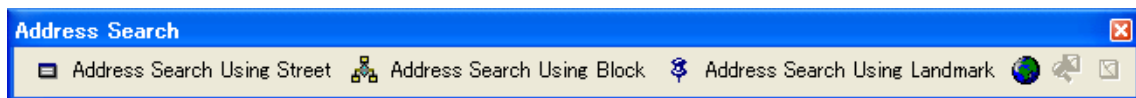


Figure 4.7 Barre d'outils pour la recherche d'adresse

La figure suivante indique comment utiliser les outils.



Figure 4.8 Outil de recherche d'adresse par adresse de rue

➤ **Exemples d'application**

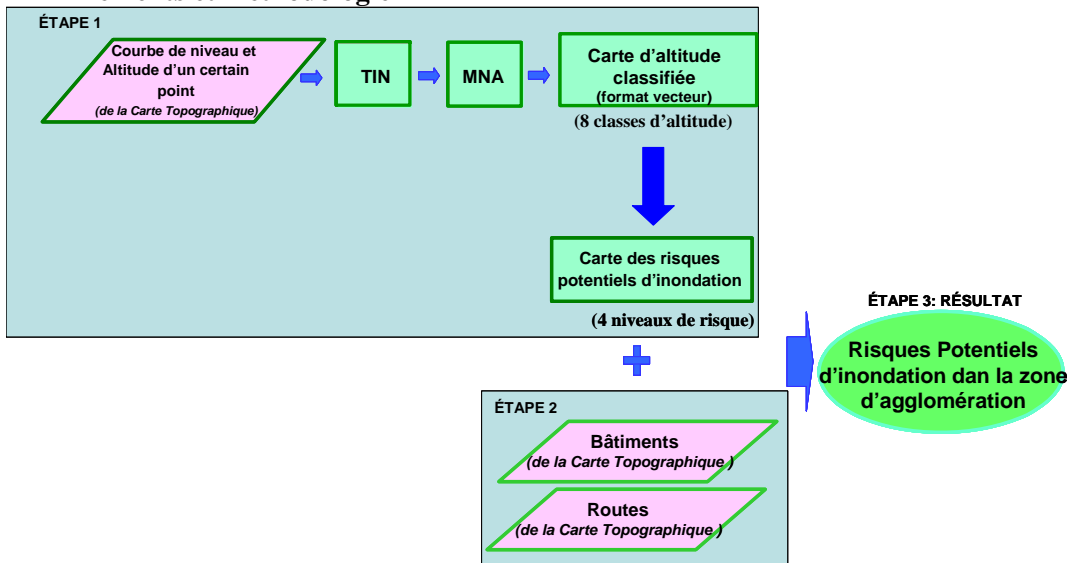
- Recherche d'adresse et affichage sur la carte, par rue et adresse de bloc pour utilisation personnelle.
- Recherche d'adresse et affichage sur la carte, par rue et adresse de bloc pour utilisation publique.
- Recherche d'adresse et affichage sur la carte, par rue et adresse de bloc pour situation d'urgence.

4) Modèle de SIG pour gestion de risques potentiels d'inondation

➤ **But**

La Mauritanie a été victime de plusieurs inondations par le passé, causées principalement par des pluies fortes, le débordement du fleuve Sénégal, ainsi que par l'érosion du cordon littoral. Sans mesures de protection, le risque d'inondation due aux pluies fortes subsistera dans l'avenir. Le risque d'inondation suite au débordement du Fleuve Sénégal a été minimisé. Le risque d'inondation causé par l'érosion du littoral se maintiendra ou augmentera si des mesures préventives ne sont pas prises. Ce Modèle de SIG a donc été élaboré en analysant l'altitude autour de Nouakchott pour évaluer les risques d'inondation dans la zone d'agglomération, dont la topographie est presque plate. Ce Modèle sera très utile pour la planification et la prise de mesures préventives à l'avance, pour réduire le danger causé par le sinistre.

➤ **Éléments et méthodologie**



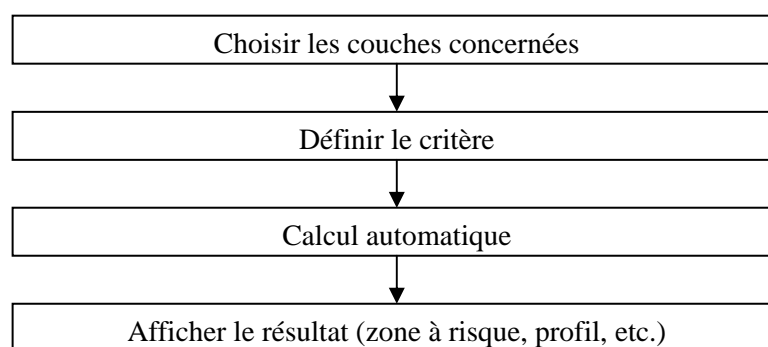
Les courbes de niveau et les données de points contenant des informations d'altitude seront utilisées pour créer le TIN (Réseau Irrégulier Triangulé), qui servira à la création du MNA (Modèle Numérique d'Altitude). Le MNA, en format de trame, représente de manière réelle les altitudes, sous forme de matrice de cellules ou de pixels. Dans ce modèle, la taille des pixels du MNA est de 20 m. Compte tenu de la différence d'altitude par rapport au niveau moyen de la mer, ainsi que des risques d'inondation, la carte d'altitude a été créée en divisant les altitudes en 8 catégories autour de Nouakchott. Cette carte est aussi classée selon quatre catégories de risques d'inondation, tel que présenté ci-dessous.

Tableau 4.6 Critères de création de la Carte d'altitude et de la Carte des risques potentiels d'inondation

Altitude (m)	Classe d'altitude	Niveau du risque d'inondation
≤ -1,50	1	Risque potentiel très élevé
-1,49 à 0,00	2	
0,01 à 1,00	3	Risque potentiel modéré
1,01 à 2,00	4	
2,01 à 3,00	5	Risque potentiel moins grave
3,01 à 5,00	6	
> 5,01	7	Risque potentiel peu élevé

La Carte des risques d'inondation ci-dessus s'affiche avec des données d'arrière-plan. Bâtiments et routes sont des installations urbaines indiquant le niveau de risque dans la zone d'agglomération de Nouakchott.

➤ Procédure d'utilisation (analyse ou recherche) dans le système



➤ Exemples d'application

- Analyse des zones à risques d'inondation
- Carte des risques
- Analyse d'emplacement de site
- Planification de mesures préventives contre les désastres
- Prédiction des dommages

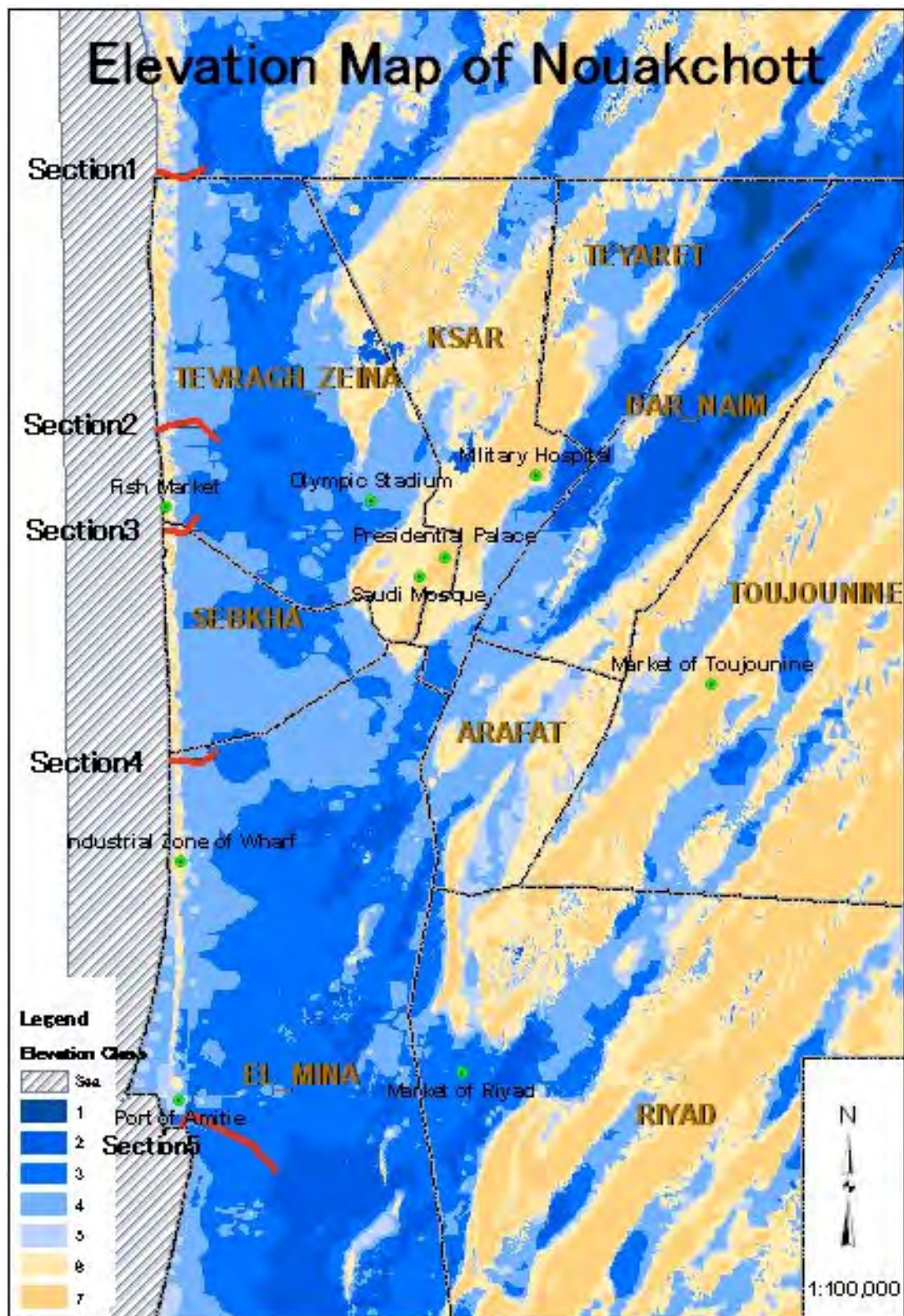
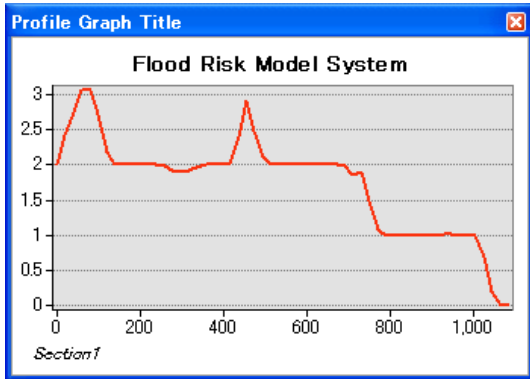
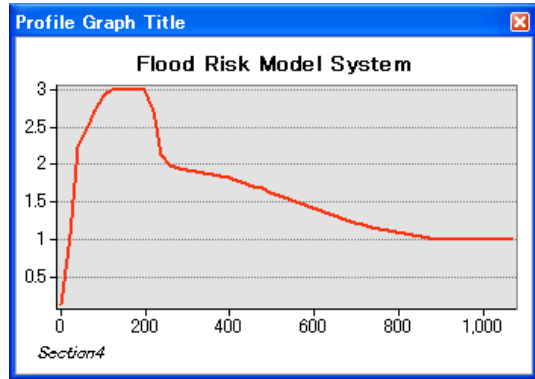


Figure 4.10 Carte d'altitude de Nouakchott

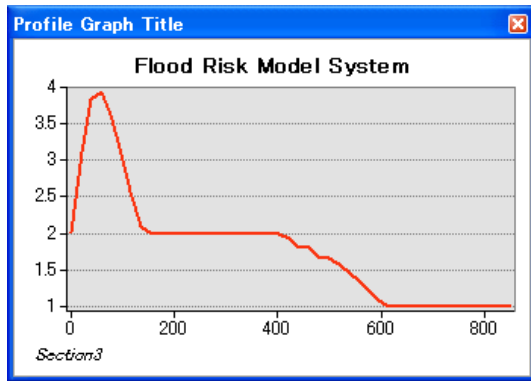
Section 1 de cordon littoral



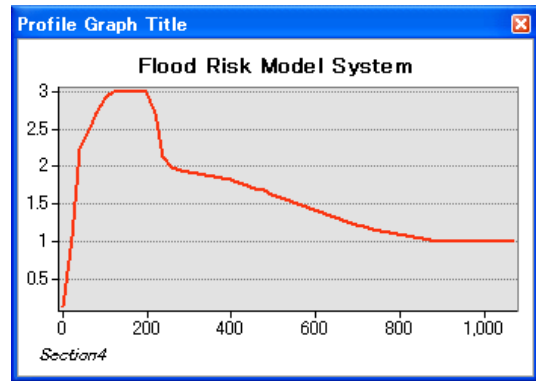
Section 2 de cordon littoral



Section 3 de cordon littoral



Section 4 de cordon littoral



Section 5 de cordon littoral

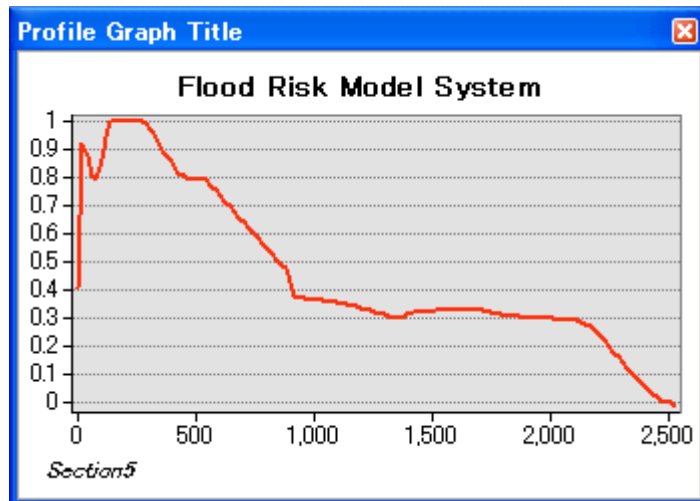


Figure 4.11 Section de cordon littoral

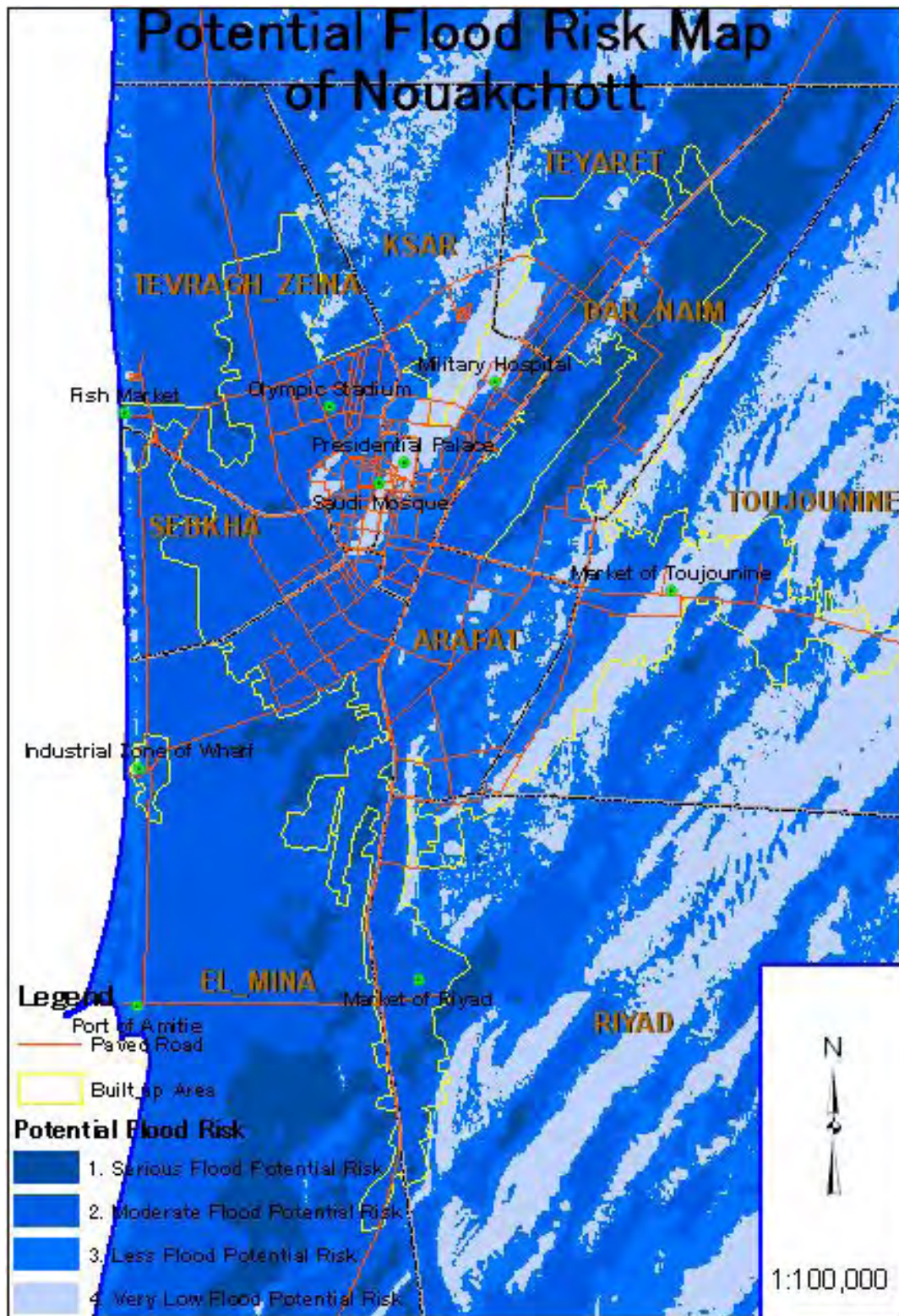


Figure 4.12 Risque potentiel d'inondation à Nouakchott

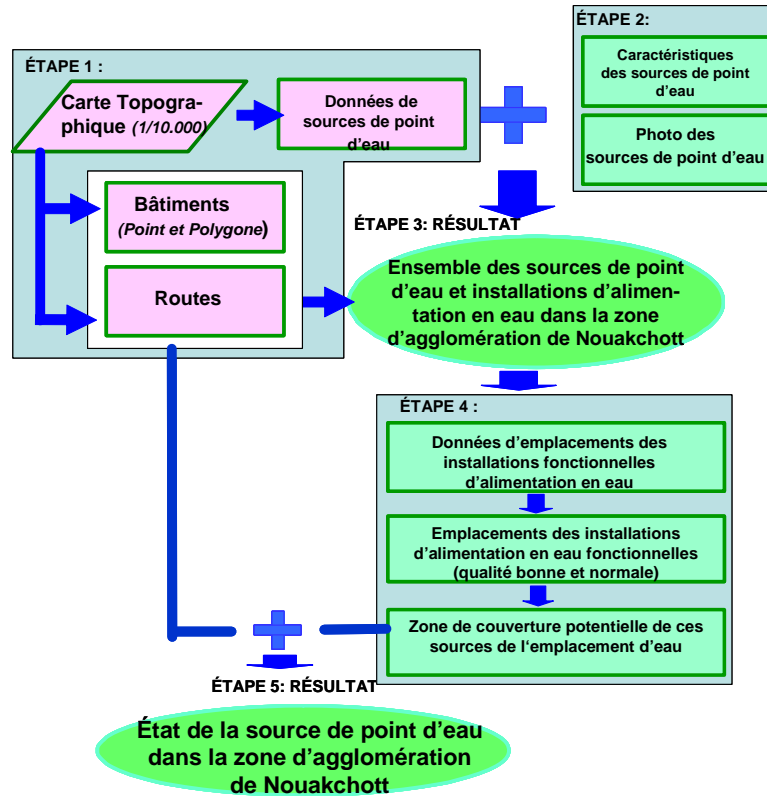
5) Modèle de SIG pour gestion d'installations d'alimentation en eau

➤ But

L'alimentation en eau est un des problèmes critiques dans toute la zone de Nouakchott. Ainsi le modèle de SIG a été créé de manière à présenter l'état actuel des installations d'alimentation en eau dans la zone de sources de points d'eau (puits, réservoirs d'eau, etc.), ce qui contribuera à leur gestion rapide et efficace.

➤ Éléments et méthodologie

Les principales étapes à suivre pour ce Modèle sont présentées dans le diagramme ci-dessous.



À partir des données SIG de la carte topographique (1/10.000) préparée dans le cadre de ce projet d'Étude, les couches liées aux sources de point d'eau et bâtiments (sous forme de points et polygones) et aux routes (sous formes de lignes) ont été sélectionnées et organisées pour obtenir des données séparées de sources de point d'eau (sous forme de points), de bâtiments (sous forme de polygones) et de routes (sous forme de lignes).

Les données descriptives liées aux sources de point d'eau, fournies par l'organisme

concerné (Communauté Urbaine de Nouakchott), ont été combinées avec ces données spatiales. Les photographies disponibles de ces sources ont aussi été liées, ce qui permettra leur affichage même sous l'environnement ArcGIS. Une fois les données descriptives combinées aux photographies, les données des sources de point d'eau ont été affichées avec les bâtiments et routes, ce qui permettra de mieux comprendre leur distribution dans la zone d'agglomération de Nouakchott.

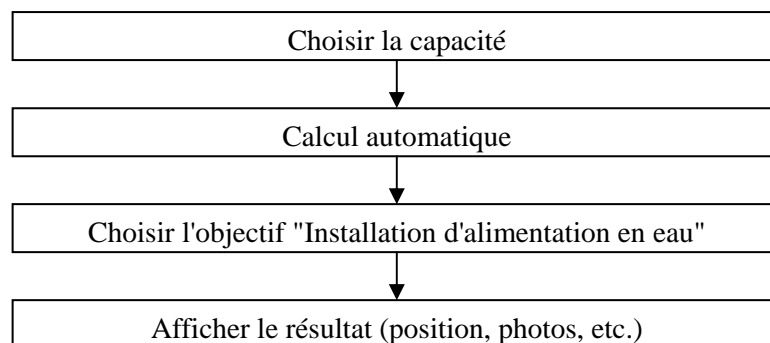
Le tableau descriptif des sources de point d'eau contient un nombre considérable de champs (éléments). Par exemple, un champ indique si une source est fonctionnelle ou non. Ceci permet de voir que beaucoup des sources de point d'eau ne sont pas en opération actuellement. De plus, parmi les sources fonctionnelles, certaines n'ont pas une eau normale et de bonne qualité. En tenant compte de cette situation, des sources de point d'eau fonctionnelles et potables ont été sélectionnées, et l'analyse par tamponnement a été effectuée sur la base de la capacité d'alimentation en eau, en fonction des critères suivants :

Critères de tamponnement:

- Petite capacité d'alimentation (couverture env. < 50 ménages) : tampon avec 39 m
- Moyenne capacité d'alimentation (couverture env. de 51 à 200 ménages) : tampon avec 50 m
- Grande capacité d'alimentation (couverture env. > 200 ménages) : tampon avec 84 m

Finalement, l'état des sources de point d'eau avec les résultats ci-dessus est affiché avec les données d'arrière-plan (bâtiments et routes).

➤ Procédure d'utilisation (analyse ou recherche) dans le système



➤ **Exemples d'application**

- Étude du service actuel
- Vérification de l'alimentation et de la demande en eau

- Plan de distribution d'eau
- Nouvelle mise en place, remplacement ou enlèvement d'installations d'alimentation en eau
- Service d'alimentation en eau, contrôle de qualité

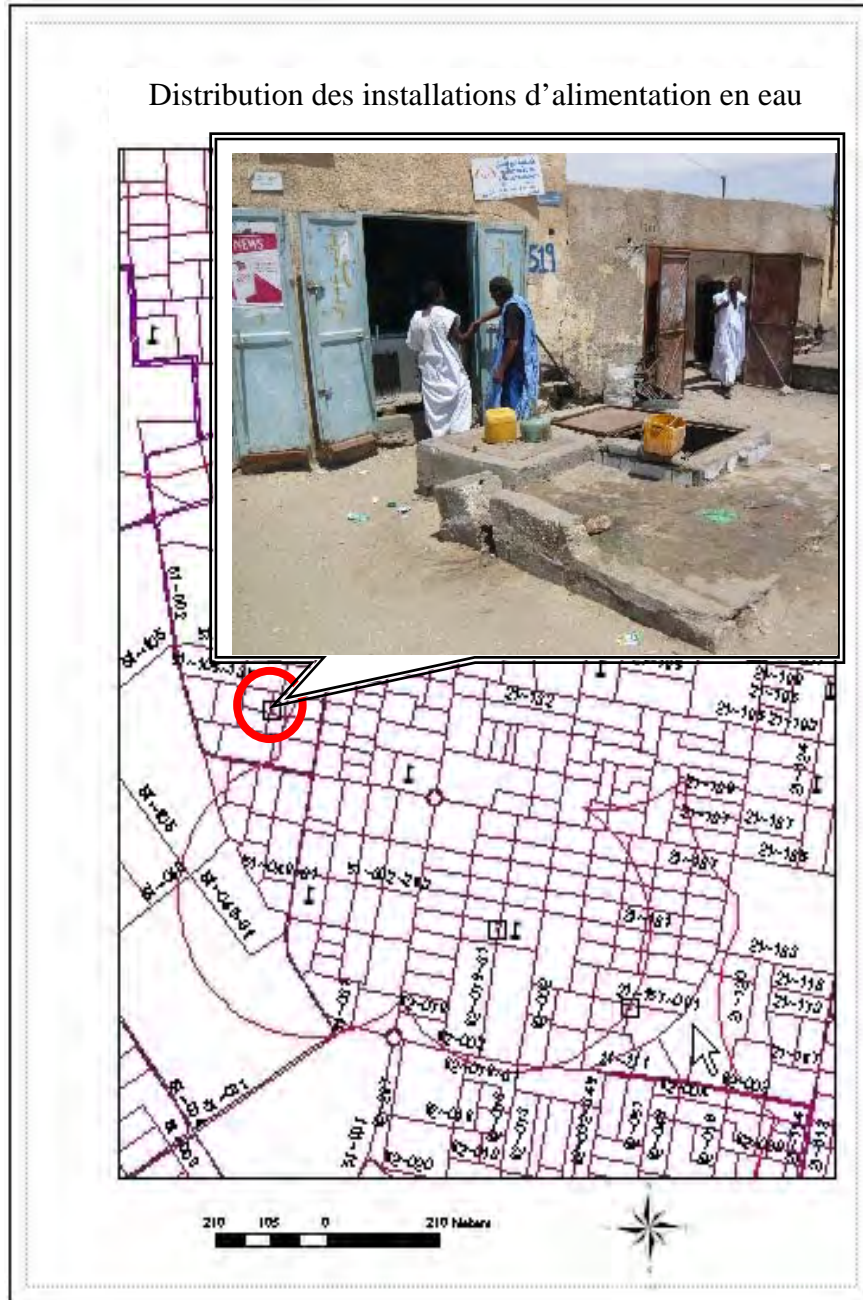


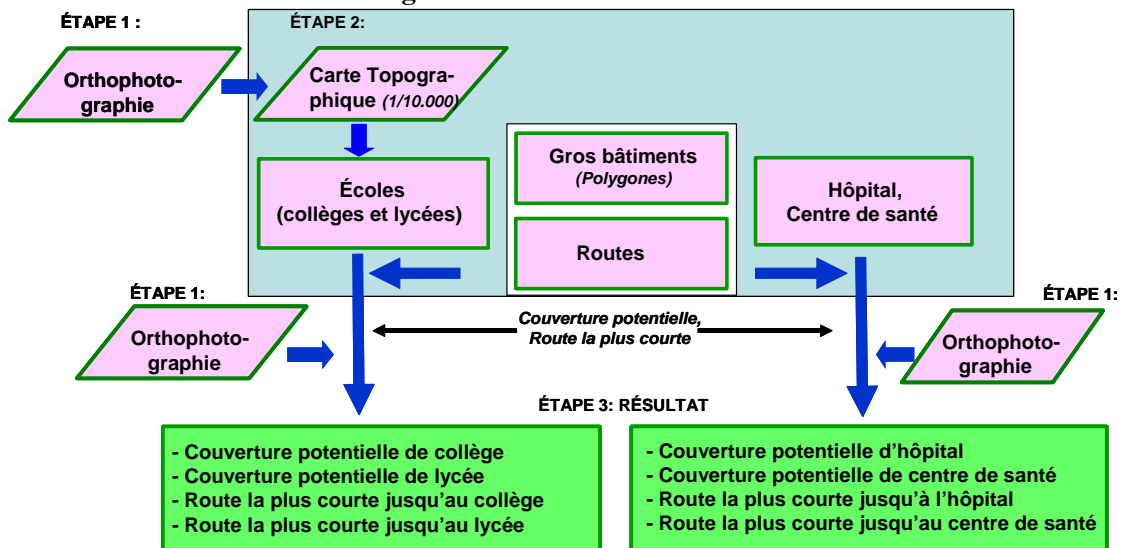
Figure 4.13 Carte de l'état des installations d'alimentation en eau

6) Modèle de SIG pour gestion d'installations avec réseau

➤ But

Le modèle de SIG présente un exemple typique d'analyse de la distribution des installations publiques et de l'emplacement des sites, au moyen du traitement par tamponnement. Dans cet exemple, une analyse de l'emplacement des écoles et installations de santé est exécutée.

➤ Éléments et méthodologie



À partir des couches SIG de la carte topographique (1/10.000), les collèges, lycées, hôpitaux et centres de santé ont été analysés pour connaître le potentiel de couverture des services, par un tamponnement avec les critères suivants.

Critères de tamponnement:

- Collège : 500 m- Hôpital : 500 m
- Lycée : 1.500 m- Centre de santé : 200 m

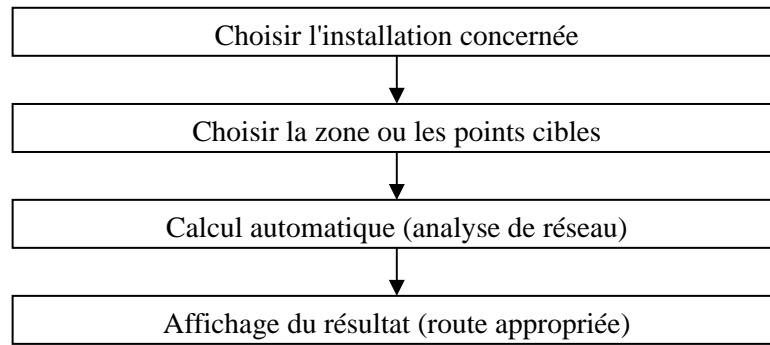
L'analyse ci-dessus indique, le cas échéant, les zones non couvertes par une école ou des installations de santé.

De même, en prenant quelques emplacements comme échantillons dans la zone d'agglomération, la plus courte distance pour atteindre une école ou des installations de santé est analysée pour indiquer son importance en cas de situation d'urgence.

Tous les affichages ci-dessus (couverture des écoles et installations de santé, distance la plus

courte) comprennent les couches de bâtiments et de routes à l'arrière-plan.

- Procédure d'utilisation (analyse ou recherche) dans le système



Distribution des installations publiques à Nouakchott et Voies d'accès optimales (Santé et Éducation)

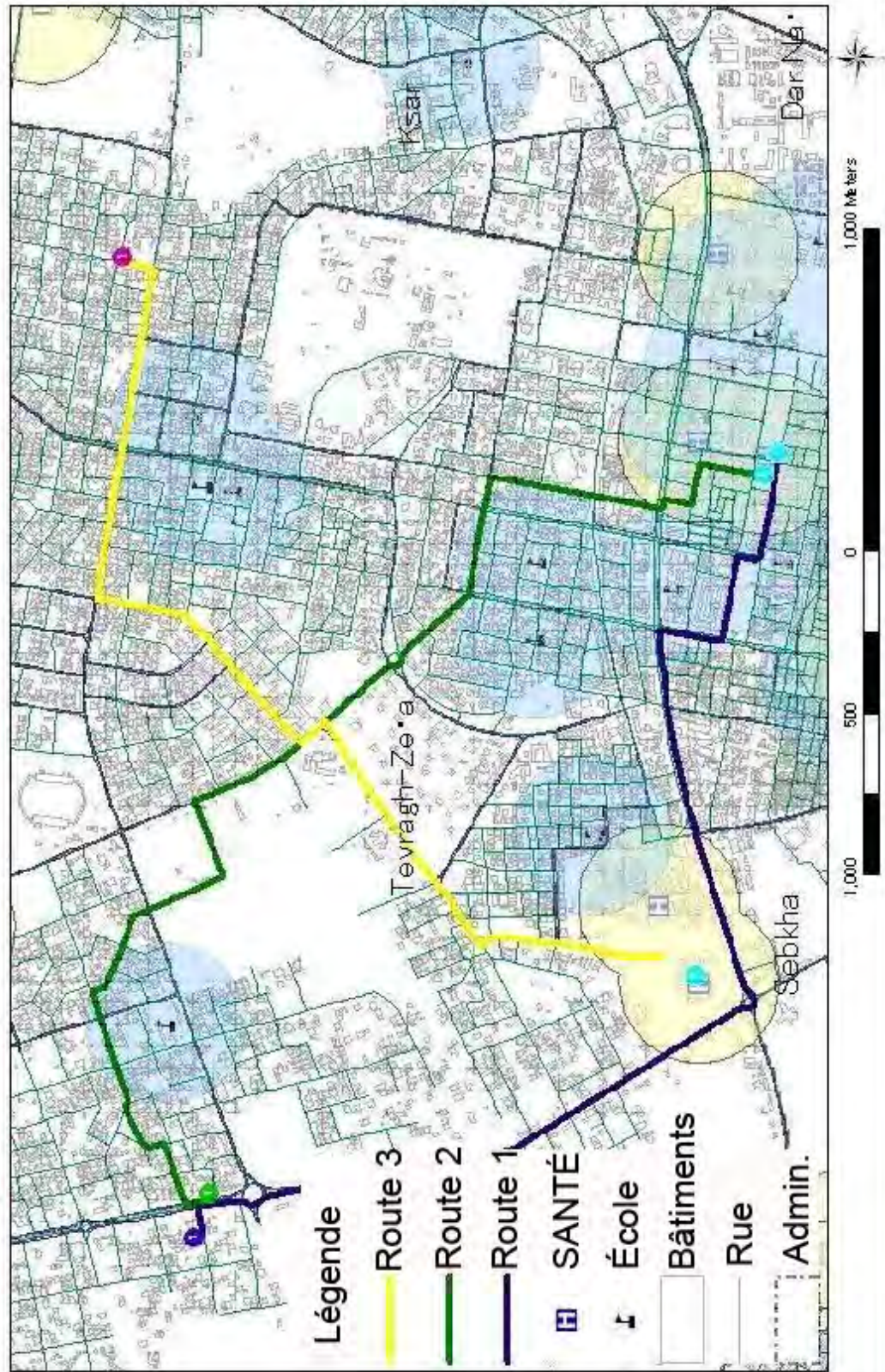


Figure 4.14 Distribution des installations publiques, et voie d'accès optimale

CHAPITRE 5. CONCLUSION

L'Étude a débuté en avril 2007 et s'est terminée en mai 2010 dans le contexte mentionné dans la Section 1.3, soit une augmentation rapide de la population, du changement de l'utilisation des terrains de la ville de Nouakchott et un manque de cartes sous forme numérique mises à jour. Tous les travaux planifiés ont été menés sans la moindre omission pour créer une base de données géographiques numérique satisfaisante en vue d'applications variées du GIS par ses utilisateurs. De plus, le transfert de technologies à l'équipe technique de la DCIG et aux autres organes correspondants a été conduit en vue de leur permettre de réaliser la planification numérique, la mise à jour de données et l'usage de données par eux-mêmes. Les niveaux de technologies visés ont été atteints.

La base de données géographiques de la ville de Nouakchott est une propriété nationale toute récente, il est donc essentiel pour le Gouvernement de Mauritanie de produire tous les efforts nécessaires pour promouvoir l'application de la base de données dans des domaines variés en vue de l'utilisation et le maintien de celle-ci pour un usage durable.

Afin de maintenir un usage durable de la base de données, il est recommandé que le Gouvernement mette en place un système approprié pour la maintenance et la distribution de données, où la maintenance de données inclut la mise à jour, l'amélioration et le développement de données.

La DCIG, organisme national en charge du service d'information géographique, se doit d'effectuer sa mission de maintien de la base de données dans une forme adéquate et de distribuer les données aux utilisateurs avec efficacité. Il existe deux approches de création de systèmes. La première repose sur une gestion directe du service de données par la DCIG, en se dotant d'un laboratoire exclusif à la maintenance et à la distribution de données au sein de la Direction. La seconde approche vise à confier le service de données par la DCIG ou le Ministère à une agence ou société privée, qui s'occuperait de gérer le service de l'ensemble des données sous la supervision de la DCIG.

En tout cas, il est recommandé que la DCIG soit techniquement capable de gérer le service de données. Le transfert de technologies a été mené dans le cadre du projet et les participants mauritaniens ont réussi à atteindre un niveau de procédure pratique des travaux sur terrain. En revanche, il leur est demandé de faire des progrès en continuant à participer volontairement aux exercices. En même temps, il leur est demandé de transmettre leurs connaissances

technologiques aux autres membres en vue de maintenir un niveau technique suffisant au sein de la DCIG.

Par ailleurs, il est recommandé que la base de données et que les nouveaux équipements soient entretenus en vue d'un service de données viable.

Un organe gouvernemental pour la coordination des besoins des utilisateurs et de diffusion des applications devrait être introduit pour une utilisation à long terme de la base de données. Par conséquent, il est suggéré que la Commission Nationale des Informations Géographiques soit mise en place dès que possible.