

---

# **DEUXIEMME PARTIE : EVALUTION DES RESSOURCES EN EAU A L'AIDE DES SIG**

## **CHAPITRE I : METHODOLOGIE POUR L'ELABORATON DE L'APPLICAATION SIG**

### **I. PRESENTATION GENERALE DES SIG**

Un SIG est l'ensemble des structures des méthodes, des outils et des données rassemblés pour rendre compte de phénomènes localise dans un espace spécifique et facilité

---

les décisions à prendre dans un espace (Joliveau, 1996). Il permet de manipuler des fichiers numériques multi sources et multi formats dont la seule information commune est le lieu physique qu'ils représentent. Son but est de rationaliser l'intégration de ces différentes couches d'information pour des processus d'identification, d'extraction ou d'aide à la décision.

Un SIG est un outil informatique qui permet de gérer différents types de données, que l'on a placées géographiquement sur un support carte. Les SIG offrent les possibilités des logiciels de gestion de bases de données (telles que requêtes et analyse statistiques) et cela, à travers une visualisation synthétiques et à travers des analyses géographiques propres aux cartes. Cependant, la définition du logiciel des SIG est peu limitée, c'est en faite un ensemble comprenant : le logiciel, le personnel, les données, etc.

## **1. Les composantes d'un SIG**

Le concept de SIG date des années 60, et a étendu son champ d'application au fur et à mesure des progrès de l'informatique : manipulation d'un nombre croissant d'informations, amélioration des interfaces, nombre croissant de fonctions, en même temps qu'il devenait disponible à beaucoup grâce à la microinformatique. On peut définir ce concept comme "un système de base de données dans lequel les données sont spatialement référencées et sur lequel agissent un ensemble de procédures afin de produire des informations sur les entités spatiales dans la base de données. Pratiquement, il s'agit donc d'un ensemble d'outils comprenant :

- Une base de données à deux composantes :
  - ✓ une spatiale, pour le stockage des coordonnées d'objets géographiques (communes, villes, routes...)
  - ✓ une classique, qui gère les données (attributs) qui sont attachées aux objets géographiques (nombre d'habitants, type de végétation, incidence d'une maladie...)
- Un gestionnaire de ces bases de données, comportant les fonctions habituelles de tri, requête, recherche croisée dans des fichiers différents...
  - Des outils d'opérations spatiales (calcul de distance, de proximité, d'itinéraire optimal...), de calcul et de combinaison des données
  - Des outils de saisie des données spatiales, et notamment cartographiques : table à digitaliser ou scanner
  - Des outils de représentation des données, et notamment cartographiques

## **2. Intégration des données dans un SIG**

L'acquisition des données est la phase la plus couteuse dans la mise en place d'un projet SIG. Il y a donc tout intérêt à bien définir ses besoins et connaître l'ensemble des données.

### **a. Importation des données**

L'importation de données est la première manière d'acquérir des données. Les SIG offrent généralement trois types de moyens d'importer des données :  
- importer une base de données structurée dans un format interne à un SIG. Ce moyen convient entre les SIG d'un même type mais est plus délicat entre des SIG de types ou de versions différentes.

- importer un fichier "à plat", simple fichier textes contenant toutes les informations structurées de façon simple. Néanmoins un important travail de structuration des données est nécessaire pour coïncider avec la structure interne du SIG.

---

- passer par une des normes d'échange disponible sur le marché. Ce troisième moyen est le plus économique à long terme.

D'une façon générale, l'importation des données sémantiques est plus simple : import de simples fichiers Excel ou Access....

### **b. Saisie de l'information**

Elle utilise plusieurs méthodes, les plus classiques utilisent les cartes existantes ; on peut utiliser une table à digitaliser ; ou un numériseur d'image (scanner).

### **c. Mise en forme des informations.**

Un SIG comprend deux types de bases de données : la base de données spatiale, qui décrit les coordonnées et la forme géographiques des éléments de la base, et la base de données des attributs, qui comprend les caractéristiques diverses de ces éléments. Ces deux bases peuvent être distinctes, ou intégrées dans une même entité, ce qui a des conséquences dans la gestion des données, notamment les tris ou les requêtes.

- Modèles des données spatiales

La composante spatiale de l'information d'un objet géographique est gérée dans l'ordinateur par deux grands modes de transcription numérique de l'espace

Le mode raster (trame ou matricielle) divise l'ensemble de l'espace étudié selon une grille régulière de cellules (maille ou pixel) pour former une image (matrice) constitué de lignes et colonnes. Dans ce format, l'objet n'existe que par explicitement, seule la maille est gérée. Exemples : carte scannées, photographies aériennes...

Le mode vecteur utilise les concepts géométriques des points, des lignes et des polygones pour décrire les objets spatiaux (route, cours d'eau, limite de commune...) à l'aide d'un système de coordonnées (X, Y, Z).

- Données attributaires et organisations de l'information :

Les données attributaires d'un objet géographique sont des données alphanumérique, que l'on peut organiser sous forme de fiches descriptives. Une fiche correspond à un objet.

Ces données sont prises en charge par des outils informatique spécifiques : les systèmes de gestion de base de données (S.G.B.D.). Ils permettent d'organiser, de mettre à jour, d'interroger et de prendre en charge les relations logiques entre les données alphanumériques.

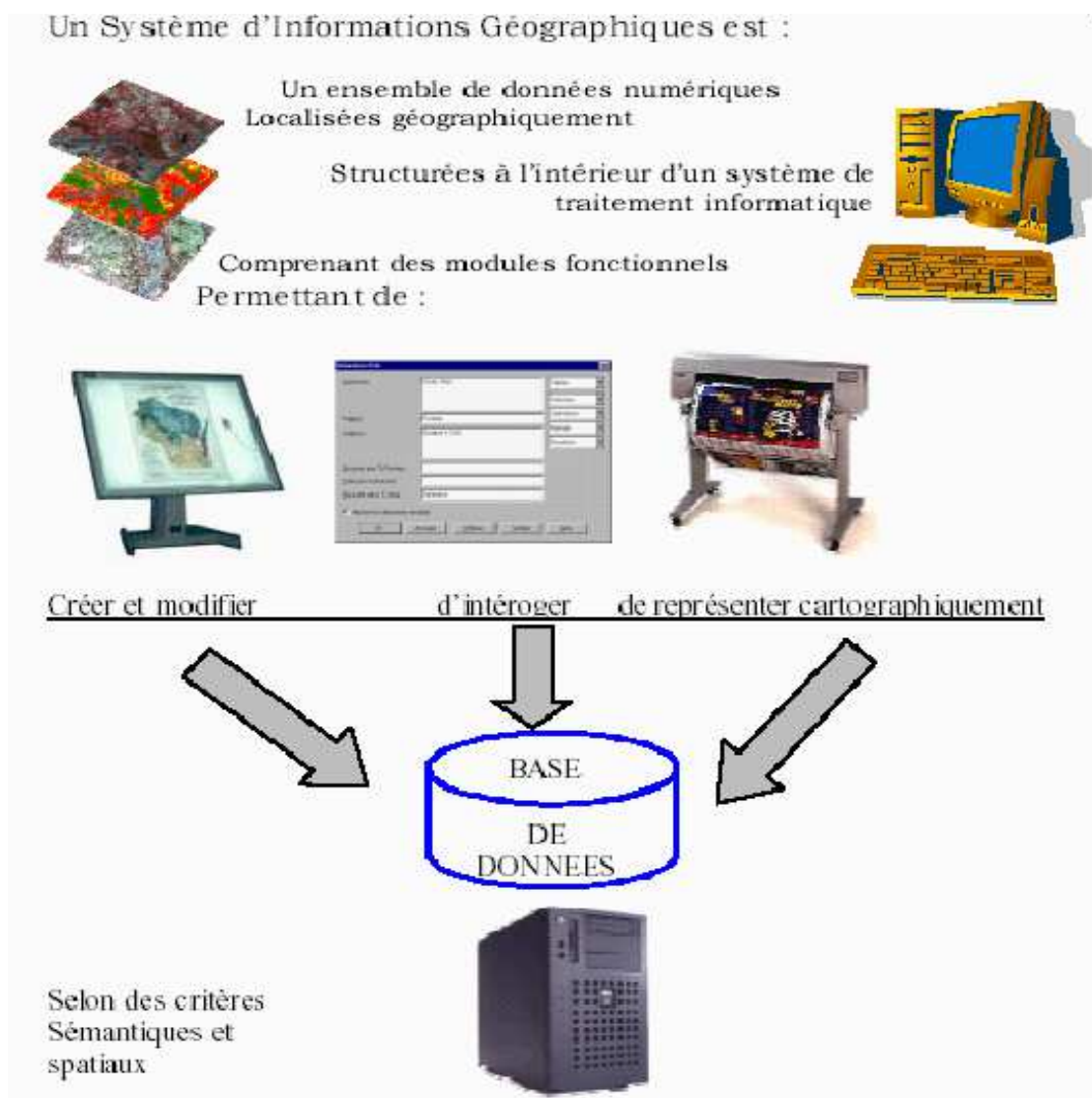


Figure 11 : Description SIG

## II. Conception d'un système d'informatique pour les eaux du bassin de Fès-Meknès

### Introduction

La gestion rigoureuse et rationnelle de l'eau est basée sur une connaissance précise des ressources en eaux et leur environnement. Ceci implique la prise en compte d'un grand nombre de paramètres et d'informations, relevant de diverses disciplines.

### 1. Organisation du SIG pour les eaux du bassin de Fès-Meknès.

---

Le SIG élaboré s'articule autour d'un système de gestion de base de données comportant les données relatives aux eaux du bassin et d'un logiciel ArcGis comportant des informations utiles à l'élaboration des cartes thématiques.

Le SIG est constitué par deux bases de données, à savoir :

- ✓ La base de données décrivant les objets spatiaux (cartes)
- ✓ La base de données alphanumérique (attributs) définissant les caractéristiques thématiques des objets spatiaux.

## **2. Outils de développement**

Pour réaliser l'infrastructure du système d'informatique, plusieurs outils sont utilisés afin de pouvoir effectuer les traitements nécessaires et d'avoir les résultats escomptés, nous citerons ci-dessous quelques définitions

- Système d'information géographique (ArcGis)

Le système d'information géographique ArcGis est à la fois un outil exceptionnel de cartographie thématique et un logiciel performant permettant la création, la mise à jour des données géographique et leur approfondie. Sa grande ouverture vers de multiples format d'entrée et de sortie de données en fait un outil de choix pour étendre son utilisation auprès d'un large public et constitue le SIG le plus utilisé dans le monde (Sinan, 2000) permettant de visualiser, d'explorer, d'interroger et d'analyser des données géographiques. Il est en fait, l'interface graphique vers l'utilisateur final qui est le décideur (Ouzar, 2005).

- Base de données

Une base de données permet de mettre des données à la disposition d'utilisateurs pour une consultation, une saisie ou bien une mise à jour, tout en s'assurant des droits accordés à ces derniers. Cela est d'autant plus utile que les données informatiques sont de plus en plus nombreuses.

## **3. Principales étapes de la mise en place du SIG :**

Un SIG ne peut fonctionner que s'il contient des données. Il s'agit de l'ensemble des informations nécessaires au fonctionnement du système, informations qui sont nombreuses de natures diverses et possèdent de nombreux liens entre elles. En effet, l'élaboration des deux bases de données cartographiques et alphanumériques qui constituent le cœur de SIG, nécessitent un gros travail de collecte, de gestion et l'analyse d'une masse de données socio-économiques et statistiques, spatiales et temporelles en relation avec les ressources naturelles et l'environnement de bassin de Fès-Meknès.

Dans notre projet on a agencé l'information en relations avec les sous bassin à savoir par exemple : le réseau hydrographique, les barrages... Bien que l'ensemble des données se trouve dans l'agence il nécessite plusieurs étapes de transformation et de référencement avant qu'ils ne soient utilisables et compatibles avec les projections du Maroc (Merchich Nord Maroc degré)

Ce travail a été établi selon des étapes résumées

- Recensement et collecte des données existants dans la zone d'étude concernant le bassin et ceci quel que soit leur rapport (Fiches d'indices, registres, fichiers numériques, etc.)
- Filtre des données douteux ou incorrectes ;
- Vérification des données sur les fiches d'enquête et les registres pour les informations qui manquent de données ;

- Ajout des données non existantes dans la base de données et qui sont situées dans les cartes topographiques ;
- Réalisation d'un exemplaire des cartes sur ArcGis pour retrouver les coordonnées mal notées à fin de les corriger ;
- Géoréférencement des cartes mal référencées
- Acquisition et stockage des données dans une base de données spatiales et thématiques ;
- Connexion des deux bases de données

#### a. Recensement, collecte et vérification des données

L'inventaire implique de recenser toutes les informations de données en liaisons avec notre projet et qui sont réparties principalement dans plusieurs fichiers et registres de l'ABHS. Ces données ont subi des traitements et des analyses avant d'être importées et structurées dans la base. Certaines données (manuscrites ou informatiques) fausses, ou douteuses ou manquantes du fait :

- D'informations difficilement vérifiables ou quantifiables sur le terrain ;
- Des renseignements résultant d'erreur de lecture, de saisie, de référentiel ou d'interprétation ; ont été corrigées (par vérification à posteriori ou par retour à l'origine de l'information) ou complétées (par fiches d'enquêtes du terrain).

#### b. Acquisition et stockage des données

A partir du moment où l'on a défini les informations nécessaires à notre besoin, il reste à régler la question du choix du mode d'acquisition des données.

L'organigramme de la figure 15 résume la méthodologie à adopter pour l'acquisition et les traitements des données collectées.

### 4. Structure des bases de données du SIG du bassin

L'information contenue dans la base de données doit être organisée de manière cohérente et complète afin de pouvoir répondre aux différentes requêtes. Sur ce point ArcGis dispose des moyens de connexion et d'interaction entre ces différents composants et qui sont plus souvent facilement manipulable et actualisable.

#### a. Base de données cartographiques

Système de projection

Avant d'écrire les informations géographiques contenues dans le SIG, il faut définir la géodésie qui permet de géoréfencier les données.

Le système de projection standard des coordonnées utilisé au Maroc (et pour le bassin) est la projection conique conforme Lambert Nord Maroc zone 1 (datum : Merchich) dont les paramètres géographiques sont présentés dans le tableau suivant.

#### Caractéristiques des Projections Marocaines

Zone Maroc	I ou Nord	II Agadir	ou III La'youn	ou IV Dakhla
Zone d'application N	31.05	27.45	23.85	20.25
Zone	35.55	31.95	28.35	24.75

d'application S				
<b>Latitude origine</b>	<b>33.30</b>	<b>29.70</b>	<b>26.10</b>	<b>22.50</b>
<b>Longitude origine</b>	<b>-5.40</b>	<b>-5.40</b>	<b>-5.40</b>	<b>-5.40</b>
<b>Xo ou Eo en m</b>	<b>500 000</b>	<b>500 000</b>	<b>1 200 000</b>	<b>1 500 000</b>
<b>Yo ou No en m</b>	<b>300 000</b>	<b>300 000</b>	<b>400 000</b>	<b>400 000</b>
<b>Facteur d'échelle</b>	<b>0.999 625</b> <b>769</b>	<b>0.999 615</b> <b>596</b>	<b>0.999 616</b> <b>304</b>	<b>0.999 616</b> <b>437</b>
<b>Parallèle Standard 1</b>	31.723925 65	28.102912 91	24.504700 25	20.905282 78
<b>Parallèle Standard 2</b>	34.866457 66	31.288493 53	27.687919 80	24.088469 76
<b>Parallèle Standard 1</b>	31°43'26.1 3233"	28°06'10.4 8647"	24°30'16.9 2090"	20°54'19.0 1802"
<b>Parallèle Standard 2</b>	34°51'59.2 4756"	31°17'18.5 7670"	27°41'16.5 1127"	24°05'18.4 9112"
<b>Code EPSG</b>	<b>26191</b>	<b>26192</b>	<b>26194</b>	<b>26195</b>

Au Maroc on utilise les projections coniques conformes de Lambert avec un seul parallèle et un facteur d'échelle.  
 Les parallèles standards 1 et 2 sont les facteurs de conservation d'échelle.  
 On les utilise quand les logiciels ne connaissent que la projection conique conforme à 2 parallèles sans facteur d'échelle.

<b>Ellipsoïde Clarke 1880 (IGN) - Code EPSG 7011</b>						
<b>Demi Grand (en m) = a</b>	<b>Axe</b>	<b>Aplatissement = f</b>	<b>Inverse Aplatissement = 1/f</b>	<b>Demi Petit (en m) = b</b>	<b>Axe</b>	<b>Excentricité = e</b>
<b>6 249.20</b>	<b>378</b>	0.003407549 52002	293.4660 21294	<b>6 515.00</b>	<b>356</b>	0.08248325 67634

<b>Datum Merchich - Code EPSG 6261</b>					
<b>Param. Molodensky</b>	<b>Tx (en m)</b>	<b>Ty (en m)</b>	<b>Tz (en m)</b>	<b>Δ a (en m)</b>	<b>Δ f x 10<sup>6</sup></b>
<b>Merchich -&gt; WGS84</b>	<b>31.0</b>	<b>0</b>	<b>47.0</b>	112.20	54.7388552681665
<b>WGS84 -&gt; Merchich</b>	-	-	-	112.	54.73885526
	31.0	146.0	47.0	20	81665

<b>Coordonnées</b>	37.1665 654 gr	33.4499 0886 °	33° 26' 59.671896"
--------------------	-------------------	-------------------	-----------------------

de Merchi ch	-	-	-7° 33'
	8.3973133 gr	7.55758197 °	27.295092"
	243.42		
	m		

Da	a (en	1/f
tum	m)	
W	6 378	298.257
GS 84	137.00	22356

- Description des données

Cette base est composé d'un ensemble de documents cartographiques déjà digitalisé et d'autres documents préalablement scannés, insérés sous format image SIG et géoréférenciés.

Nous citerons ci-dessous le contenu de cette base de données spatiale :

- Font topographique ;
- Réseau hydrographique ;
- Infrastructures hydrauliques (barrages)
- Limites administratives (provinces et communes).

#### **b. Bases de données alphanumériques**

Les différentes tables de la base sont remplies en importances des données déjà informatisées dans des bases de données. Ces données sont complétées par d'autres données notamment celles au format Excel ou Dbase, procurées au près de l'ABHS.

Cette base contient les données alphanumériques relatives aux eaux du bassin. Elles sont composés essentiellement par les coordonnées X, Y des points contrôlés de la qualité des eaux de surface, des stations pluviométriques et hydrologiques, les IRE, les provinces, les communes et les débits.

ArcGis permet de naviguer commune par commune, cercle et province à l'intérieur du bassin tout en donnant une série d'information relatives à chaque zone. Il trouve son importance dans sa compétence de mise à jour facile. En effet outre ses fonctions cartographique et d'analyse associés aux cartes, l'application « ArcMap » permet de créer des fichiers de formes et des géodatabases à l'aide d'une interface utilisateur commune. Il est facile de faire des sélections selon des critères thématiques ou spatiaux à partir des requêtes.

## **Conclusion**

Dans le but de sauvegarder les données sur les eaux du bassin et de faciliter l'accès et le traitement de ces données, l'élaboration de l'information en terme de suivi, d'évaluation d'aide à la gestion des ressources en eau, nous avons entrepris une mise en place d'un système d'information géographique dont les composantes sont :

Une base de données cartographique facilement consultable et actualisable permettant de stocker, d'organiser et spatialiser les données. Elle comporte ainsi des couches thématiques de base à partir desquels peuvent être générés moyennant des traitements appropriés des documents d'aide à la décision ;

Une base de données alphanumérique dont la réalisation est effectuée à l'aide du SGBD Access qui permet la gestion de grande quantité d'informations sur les ressources en eau du



---

bassin. Cette base régie par un modèle relationnel qui assure une structuration informatique des données de la façon pour qu'elles puissent être manipulées ou consultées de la façon la plus fiable et lui confère une capacité d'évolution pour l'intégration d'étude.

