

## NOTE DE PRÉSENTATION DES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

AHMED BELLAHRECHE

INRAA Siège - Département Informatique et Biométrie - Cellule SIG.

**Résumé :** Les SIG, par leur faculté de collecter, stocker, traiter et éditer des données géographiques, sont devenus un outil indispensable pour l'analyse de cartes et de données très sophistiquées très largement utilisées notamment dans le domaine de l'aménagement du territoire. Les SIG sont cette chaîne d'opérations qui, à partir d'observations et de collectes de données, ont abouti à l'édition et l'analyse de ces dernières, nous facilitant ainsi l'interprétation et prise de la décision dans différents domaines. Le domaine d'utilisation des SIG est très varié et touche beaucoup de secteurs d'activités telle que l'Agriculture, domaine qui nous intéresse. Les SIG permettent de modéliser une plateforme de travail solide pour le chercheur. Néanmoins, il est impératif de signaler que tout résultat issu de l'application de cet outil dépendrait aussi de la fiabilité des données d'origine. Le présent article vise à faire une présentation succincte de cet outil moderne de cartographie de l'activité agricole.

**Mots clés :** SIG, cartographie, modélisation, développement, base de données.

**ABSTRACT :** GIS, by their faculty to collect, to stock, to treat and to publish geographical data, became an indispensable tool for the analysis of cards and very sophisticated data used notably very extensively in the domain of the regional development. GIS are this chain of operations that, from observations and collections of data, have succeeded to the edition and the analysis of these last, facilitating us the interpretation thus and takes the decision in different domains. The domain of use of the GIS is very varied and interest a lot of sectors of activities as agriculture, domain that interests us. The GIS permit to have a model to a strong work platform for the researcher. Nevertheless, it is imperative to signal that all result descended of the application of this tool would also depend on the reliability of the origin data. The present article screw to make a short presentation of this modern tool of cartography of the agricultural activity.

**Key words :** GIS, cartography, modelling, development, data base.

## INTRODUCTION

La cartographie automatique, science qui a pour but de collecter, stocker, traiter et éditer des données géographiques, est apparue avec la nécessité de retrouver le chemin, connaître et marquer les limites d'un territoire. Le plus souvent, des explorateurs étaient chargés de recueillir l'information de visu à des fins militaires, commerciales ou scientifiques.

De nos jours, la cartographie est en amélioration continue avec l'influence des techniques modernes et l'essor de l'informatique pour la collecte des données et la numérisation des cartes. Ainsi, est né dans les années soixante le concept de Système d'Information Géographique (S.I.G.).

Les premiers S.I.G. opérationnels sont apparus dans les années soixante au Canada et aux Etats Unis. Le pionnier est le Canadian Geographic Information System (1964), qui rassemble des informations relatives à l'usage du sol, et des données concernant l'environnement, sur une grande partie du territoire canadien. Le logiciel a été développé pour ces besoins spécifiques. Une autre réalisation précoce mérite d'être mentionnée : le New York Land Use Information System (1967). Depuis cette époque, les coûts et les difficultés techniques ont considérablement diminué, et de nombreux logiciels commerciaux sont aujourd'hui disponibles, offrant de bonnes performances à un prix raisonnable.

D'autres sources de données se sont avérées très utiles dans différents domaines. Parallèlement au développement de l'informatique et des S.I.G., il y a eu l'apparition de l'image numérique obtenue par télédétection satellitaire et ceci avec le lancement du satellite américain LANDSAT 1 en 1972.

Néanmoins, les images satellitaires devaient être traitées. Pour cela, des logiciels spécifiques ont été élaborés et intégrés par la suite aux logiciels d'analyse géographique qui est

devenu, aujourd'hui, une des caractéristiques des S.I.G.

De nos jours, le S.I.G. est devenu un outil indispensable pour l'analyse de cartes et des données très sophistiquées et très largement utilisé, notamment dans le domaine de l'aménagement du territoire.

En somme, les S.I.G. ont inspiré des approches globales en matière de gestion des ressources qui pourraient faciliter le développement de solutions aux grands problèmes dans le monde comme le développement agricole et l'environnement.

## I - DÉFINITIONS

La Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection (1989), définit un système d'information géographique comme étant un système permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace.

Pour Michel Bernard (1992), les systèmes d'informations géographiques sont des "systèmes de traitement d'informations localisées" dont les principales fonctions permettent de :

- saisir,
- stocker,
- mettre à jour,
- analyser et restituer

des informations "géographiques", c'est-à-dire spatiales, et les données descriptives qui leur sont associées. Ces données descriptives ou sémantiques peuvent être textuelles ou ponctuelles.

La fonction d'un système d'informations est de nous permettre d'être en possibilité de prendre des décisions.

Les systèmes d'informations sont cette chaîne d'opérations qui, à partir d'observations et de

collectes de données, aboutissent à l'édition et l'analyse de ces dernières, nous facilitant, ainsi, la conclusion et la prise de décision dans différents domaines.

Un système d'information géographique (S.I.G.) est un système d'information conçu pour travailler avec des données spatiales ou géographiques. Autrement dit, un S.I.G. est en même temps un système de base de données avec la capacité d'utiliser des données graphiques et un système d'opération pour gérer des données descriptives.

Pour Burrough (1986), il s'agit d'un "ensemble puissant d'outils pour rassembler,

stocker, extraire à volonté et visualiser des données spatiales du monde réel pour un ensemble particulier d'objectifs".

Didon (1990), définit un S.I.G. comme étant un système informatique de gestion et de traitement d'informations localisées.

Enfin, les systèmes d'informations géographiques sont le fruit d'une combinaison des systèmes de gestion de base de données (S.G.B.D.) et de cartographie assistée par ordinateur (C.A.O./D.A.O.) permettant, ainsi à l'utilisateur de gérer des données graphiques d'une part, et sémantiques d'autre part.

## II - LES COMPOSANTES DES S.I.G

### a - Les outils informatiques (Hardware) :

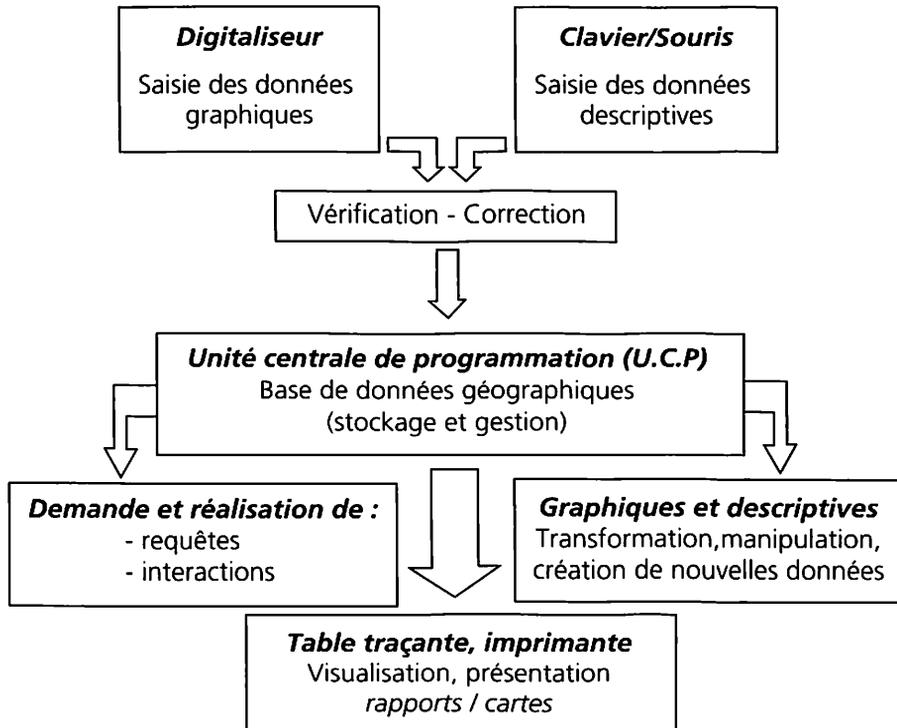


Figure n°1 : Les composantes matérielles d'un S.I.G. et leurs fonctions, Bellahreche et Kara Hassan, 1994.

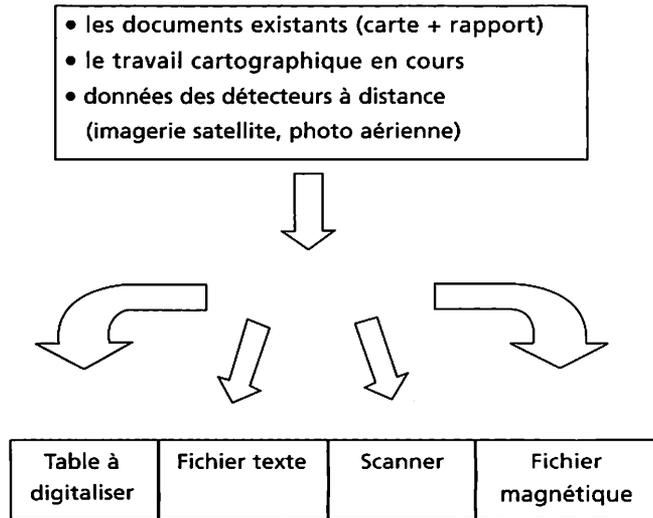
**b - Les logiciels du SIG :**

Nous citons ici quelques logiciels types S.I.G :  
**Famille Arc Gis :** (ArcInfo, ArcEditor, ArcView 8.x, ArcSDE, ArcGis Extensions) développé par ESRI (Environmental Systems

Research Institute), Etats unis.

**MapInfo ;**

**GeoConcept ; etc...**



**Figure n°2 :** Entrées des données afin de créer la base de données géographiques (Bellahreche et Kara Hassan, 1994).

**c - Les aspects organisationnels d'un S.I.G :**

Les composantes techniques des S.I.G. (données, matériels, logiciels) permettent, certes, de créer et de réaliser des produits cartographiques et documentaires très attractifs. Mais, à eux seuls, ils ne peuvent garantir la fiabilité du S.I.G. et son utilisation efficace. Pour être effectif, le système d'information géographique doit être placé dans un contexte organisationnel adéquat. Il n'est pas suffisant qu'une entreprise se procure de l'information, achète du matériel informatique, des logiciels et recrute du personnel très qualifié pour être effective et performante. En effet, si la composante organisationnelle n'est pas mise au point et sérieusement réfléchie, le but final sera, sans aucun doute, un échec.

**d - Le personnel :**

Il n'est pas indispensable d'être un expert en informatique pour faire fonctionner les logiciels S.I.G.. Néanmoins, il faut un minimum de connaissances dans ce domaine, plus particulièrement, la maîtrise des systèmes de gestion des fichiers et les systèmes d'exploitations (DOS et WINDOWS). Tous les utilisateurs et les spécialistes en études du milieu et de la manipulation des informations géographiques doivent comprendre les concepts de base de ces S.I.G.

### III - DOMAINES D'UTILISATION DES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

L'utilisation des outils informatiques pour cartographier et analyser spatialement les informations géographiques a été développée simultanément pour la saisie automatique, l'analyse et la présentation des données pour une assez grande audience et pour beaucoup de disciplines, telles que :

- la topographie ;
- le cadastre et les domaines ;
- la géographie ;
- la pédologie ;
- la géomorphologie ;
- la foresterie ;
- l'hydrogéologie ;
- l'écologie ;
- etc...

#### Les réseaux d'utilité publique :

- routiers ;
- électriques ;
- eaux potables ;
- eaux usées ;
- téléphoniques et
- gaz de ville.

#### Les aménagements :

Ruraux : - aménagements agricoles ;  
- aménagement forestier et pastoral.

Urbain : - gestion des villes ;  
- planification de l'utilisation de l'espace urbain.

De plus, les études mathématiques et statistiques utilisent les S.I.G. afin de modéliser les variations spatiales de certaines propriétés de l'environnement (ex : les propriétés pédologiques).

Les S.I.G. sont également utilisés dans les études scientifiques. Les écologistes étudient de nombreux aspects de notre planète afin de comprendre les interactions entre facteurs biologiques et physiques. Les S.I.G. permettent aux scientifiques de séparer de façon conceptuelle les principaux facteurs, comme

la végétation, l'hydrologie, la superficie des terrains et les types de sol, ainsi que l'érosion, de façon à étudier leurs interactions avec les écosystèmes.

L'agronomie est un terrain d'application idéal pour les S.I.G. En Finlande, ils ont été utilisés pour répertorier et gérer les ressources forestières. En Italie, S.I.G. et système GPS sont utilisés pour répertorier les arbres du parc historique de la ville de Bologne. Un autre système de gestion de parc reposant sur ces technologies est en cours d'élaboration dans la région d'Emile-Romagne. Depuis le début des années 1990, le Ministère américain de l'Agriculture (U.S.D.A.), a recours aux S.I.G. pour son programme de surveillance d'un insecte très nuisible, l'anthonome du cotonnier, dans le sud du Texas. Les cartographes du Ministère américain de l'Agriculture ont numérisé et encodé sur une carte électronique toutes les fermes dans un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres. Ils ont ensuite examiné, à l'aide de photographies aériennes, quels étaient, dans cette zone, les fermiers qui labouraient après la récolte leurs champs de coton. Ces photographies aériennes furent également numérisées dans la base de données du S.I.G. Les invasions d'anthonomes ont été reportées sur des cartes pour tous les champs et sur plusieurs années. Puis, ces cartes ont été entrées dans la base de données. A l'aide du S.I.G., le Ministère de l'Agriculture a pu démontrer, statistiques à l'appui, que les champs qui n'étaient pas labourés après la cueillette de coton étaient envahis par les anthonomes. Selon l'étude, les chaumes du coton fournissaient en fait un abri hivernal à ces insectes nuisibles. Le S.I.G. a également fourni des cartes névralgiques de contamination par l'anthonome. Celles-ci ont pu être utilisées

par l'agence nationale pour l'Agriculture pour contrôler la prolifération de ces insectes. (Atlas mondial Microsoft, 1998).

#### IV - LE RÔLE DES S.I.G. EN CARTOGRAPHIE

Le S.I.G. peut être utilisé pour projeter des ensembles d'interactions géographiques de différentes couches de données, et ce sur une seule carte. Inversement, des thèmes uniques peuvent être dissociés de la matrice d'ensemble et être examinés individuellement. Les S.I.G. peuvent fournir des éclaircissements sur des liens complexes que d'autres moyens ne permettent pas d'étudier ou d'observer facilement. Au lieu d'utiliser des cartes en deux dimensions, les cartographes utilisent

ensuite dans des applications avancées, telles que la réalité virtuelle.

Legros et Bornand (1992), illustrent comment les S.I.G. sont utilisés en cartographie, comme le montre la figure n°3.

Les données du milieu naturel sont utilisées pour la réalisation d'une carte des sols. Or les S.I.G. permettent d'envisager une automatisation plus ou moins poussée de cette tâche. Comme l'ordinateur ne saurait lui-même procéder à la collecte des données sur le terrain, le seul travail confié à la machine est la synthèse des informations qui lui parviennent, en les traitant au moyen des connaissances qu'on lui a injecté.

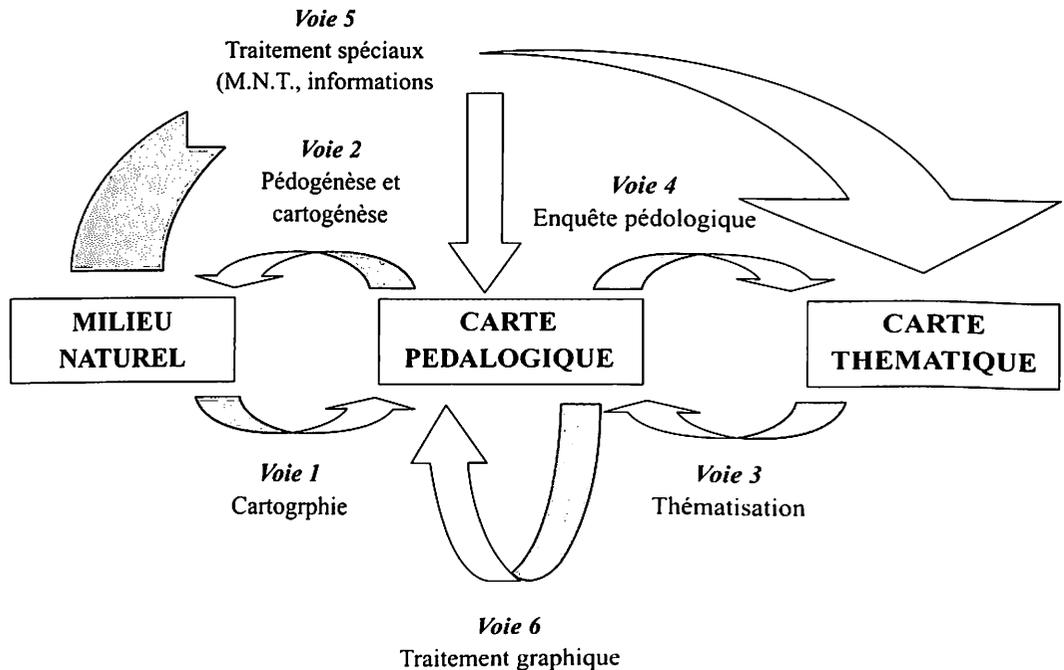


Figure n°3 : Domaines d'intervention des S.I.G. en cartographie des sols (Legros et Bornand ; in Bellahreche et Kara Hassan, 1994).

Mais, en procédant de la sorte, c'est à dire en cherchant à simuler de différentes manières le raisonnement du cartographe, on espère mettre en évidence les caractères de ce raisonnement, ce qui est une étape décisive pour envisager des améliorations.

Une cartographie assistée par ordinateur est possible, sans se substituer complètement à une prospection systématique dans le milieu naturel, elle permettra d'alléger la phase de terrain. En s'appuyant sur le principe d'analogie, connaissant les caractères du milieu naturel de la région à cartographier (pente,

climat, roche, végétation, etc...), ceci, pixel par pixel, on peut appliquer la formule " à environnement semblables, sols semblables ". Il est possible de définir la similarité entre les environnements sur la base de mesures de distances au sens mathématiques du terme. La carte est balayée pixel par pixel. A chaque pixel de la carte est associé le pixel de référence le plus ressemblant au plan de l'environnement. On affirme alors que les deux ont le même sol ou plutôt que le premier a le sol caractéristique du second (fig. 4).



Figure n°4 : Identification des sols sur la base de zones tests et d'un raisonnement par analogie (Bellahreche et Kara Hassan, 1994).

## V - MODE DE REPRÉSENTATION DES DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Dans les systèmes d'information géographique, un objet spatial est représenté par ses trois classes de propriétés :

- sa position à la surface de la terre;
- la relation spatiale qu'il entretient avec d'autres objets ;

- et enfin, ses attributs (caractères descriptifs non graphiques).

Deux modes de représentation des données spatiales sont envisagés : le mode raster et le mode vecteur.

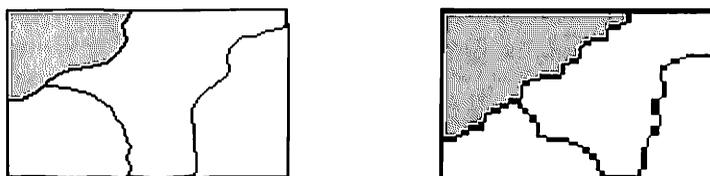


Figure n°5 : Modes de représentation vecteur (à gauche) et raster (à droite) (Langlois--Croswelt, 1990).

### **5.1 - Mode de représentation raster :**

Cette représentation consiste en une division régulière de l'espace, sous forme de cellules rectangulaires ou carrées appelées pixels. Chaque pixel est référencé en lignes et en colonnes et contient une valeur correspondant à une grandeur numérique.

La taille du pixel sur le terrain est appelée résolution ce qui correspond à la taille des plus petits objets que l'on peut identifier. Ce mode de représentation rend implicite la gestion des données spatiales.

### **5.2 - Mode de représentation vecteur :**

Les objets et leurs limites en mode vecteur, par contre, sont localisés avec précision dans un référentiel géographique ou cartésien. Cette structure de données est liée à la notion de carte, ce qui répond au souci de représenter un objet de manière aussi exacte que possible. Cette représentation peut être sous forme de points, de lignes ou de surfaces.

### **5.3 - Comparaison des représentations raster et vecteur :**

Les données dans le mode raster sont stockées sous forme de tableaux, ce qui rend facile leur manipulation et gestion par un ordinateur. Néanmoins, ce mode de représentation présente un certain nombre d'inconvénients tels que :

- l'importance de la capacité mémoire nécessaire à stocker les données ;
- le manque de précision du positionnement et de mesures de distances et de surfaces (l'erreur est en corrélation avec la résolution);
- l'impossibilité de réaliser certaines opérations topologiques ;
- la qualité médiocre des documents obtenus en sortie.

La représentation, plus conforme au monde réel, rend la faculté du mode vecteur à présenter des documents de grande qualité.

L'espace des coordonnées est continu et non discrétisé, la localisation des objets, leurs dimensions, les distances, sont calculés avec précision. Le codage de la topologie exige au moins autant d'espace mémoire que le stockage des simples coordonnées.

Reste que le croisement des couches d'information est délicat. Ce qui fait appel à des algorithmes complexes et nécessite une topologie fermée, ou un arc dupliqué, surgissent fréquemment. Elles sont difficiles et altèrent la topologie.

Le choix du mode de représentation se fera selon le type de traitement que les données auront à subir. Ce problème est simplifié dès lors qu'existent des algorithmes de conversions de données vecteur à raster et réciproquement.

## **VI- EXEMPLE D'UTILISATION DES S.L.G.**

Partant de l'idée et d'un raisonnement par analogie "à environnements semblables, sols semblables", une esquisse de cartographie par extrapolation a été tentée dans un micro-bassin versant de la région d'El-Omaria (W. de Médéa). Ce dernier est réparti en deux zones distinctes, l'une possédant l'information pédologique (Chebbani, 1989; Belabbes, 1989), (zone de référence), l'autre ne possédant que les quatre autres informations que nous appellerons pédopaysage (Fig. 6).

L'information concernant la géologie (Roman, 1973), le modelé (formes du relief (Raunet, 1973), la topographie et l'exposition du terrain est numérisée et stockée sous forme de couvertures (Bellahreche et Karahassan, 1994). Ces informations couvrent tout le bassin versant de l'Oued Ladrat.



**Figure n°6 :** Carte de la région d'étude.

Les S.I.G., par leur faculté à superposer des données graphiques et sémantiques, à la fois, ont permis l'obtention d'une multitude de polygones ayant chacun 5 types d'information dans la zone de référence et 4 types dans la zone à cartographier. L'information manquante dans cette zone sera déduite par analogie à la zone de référence, en donnant au même pédopaysage le type de sol le plus

redondant dans la zone de référence (Fig. 6). Cette dernière opération était suivie d'une interpolation entre les différentes patates résultantes pour compléter les zones dont le type de sol n'est pas apparu. Enfin, une vérification sur le terrain serait indispensable pour pouvoir se prononcer sur la méthode.

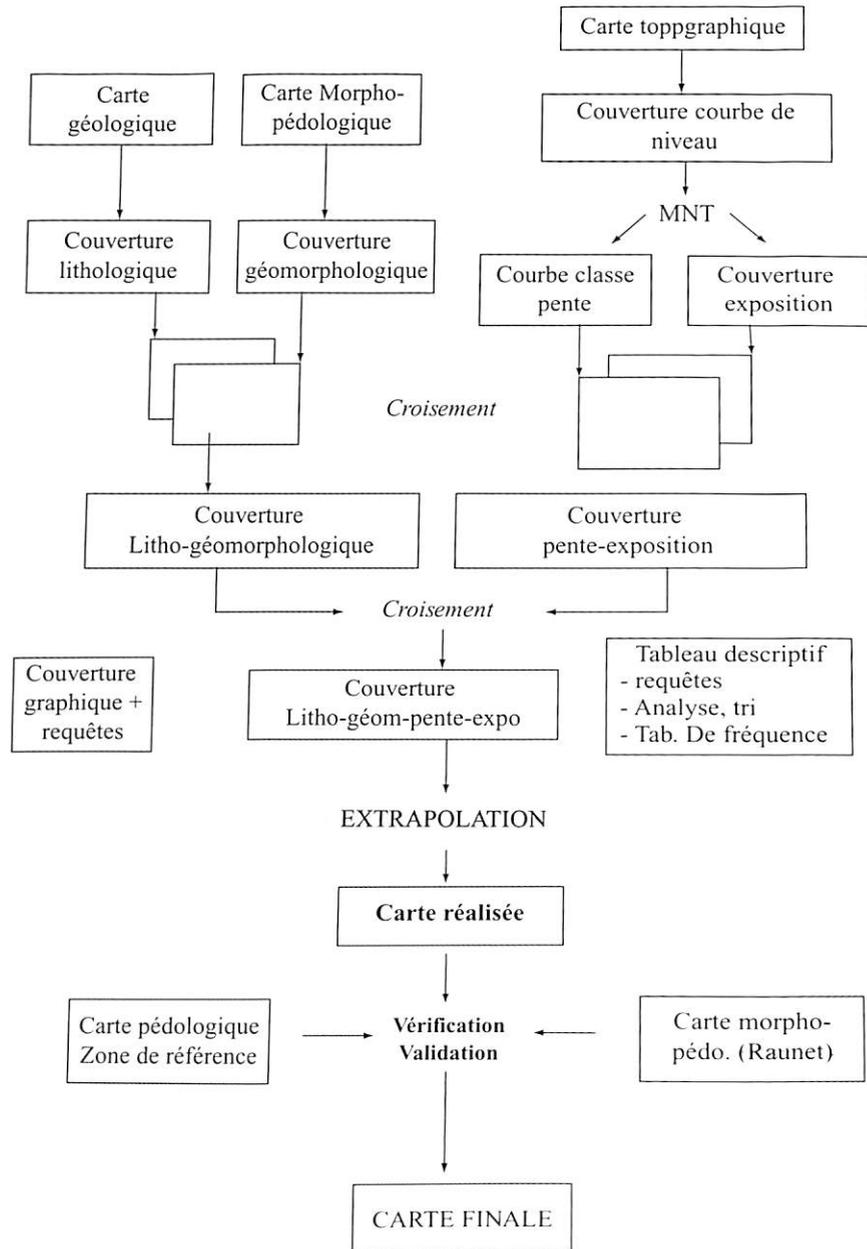


Figure n°7 : Organigramme de l'approche méthodologique.

## CONCLUSION

Il n'est pas exagéré de dire que les systèmes d'information géographique sont en train de révolutionner les méthodes de la cartographie. Leur fonction ne s'arrête pas là, mais est beaucoup plus importante. Le S.I.G. est désormais un secteur d'avenir dans lequel il faut investir. Il est, de ce fait, impératif de vulgariser son utilisation, dans les différents domaines.

Cependant, l'Agriculture est le premier secteur concerné par cette nouvelle discipline. Saisir, stocker, gérer et représenter des données graphiques et sémantiques sont, d'ores et déjà, une tâche facile et bénéfique, modélisant, ainsi, une plate-forme de travail solide pour le chercheur, voulant concrétiser ses succès tant attendus.

Néanmoins, il est impératif de signaler que tout résultat issu de l'application de cet outil dépend d'abord de la fiabilité des données d'origine.

Un tel outil ne sera, cependant, efficace que si sont mis à sa disposition des travaux déjà réalisés sur le terrain et au laboratoire et, enfin, au bureau, lors de l'injection des résultats sur micro-ordinateur.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **BELLAHRECHE AHMED ET KARA HASSAN ABDELMALEK, (1994)** : Essai d'une extrapolation cartographique dans un micro-bassin versant d'El Omara (W. Médéa). Utilisation du Système d'Information Géographique dans la gestion de l'espace. Mémoire d'Ingénieur Agronome. INA El-Harrach. 45 p.

- **BIJRROUGH P.A., (1986)** : Principles of geographical information systems for land resources assessment. Ed. CLARENDON Press, Oxford, 79 p.

- **COROSIO ALESSANDRO, (1998)** : Systèmes d'Information Géographique Etat de développement et perspectives. Bulletin des Sciences Géographiques. I.N.C. Algérie. pp. 10-17.

- **DIDON E., (1990)** : Systèmes d'information géographique : Concepts, fonctions, applications. Ed. Laboratoire Commun de Télédétection CEMAGREF/ENGREF, Montpellier. Octobre 1990. 43 p.

- **DONNA J., PEUQUET ET DUANE F., (1990)** : Introduction readings in geographic information systems.

- **GAOUAS, (1993)** : Les systèmes d'Information Géographique pour la gestion de l'espace rural. Cours INA.

- **STAR J. ET ESTES J., (1990)** : Geographic Information systems. An introduction. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs New-Jersey, 297 p.