ÉVALUATION SPATIALE DE L'IMPACT ET DE L'INSERTION DES PROJETS D'AMÉNAGEMENT DANS LE PAYSAGE

Par Kamal SERRHINI

Université François-Rabelais - Centre de Recherche Ville/Société/Territoire

Laboratoire du CESA - Équipe d'Accueil 2111

E-mail : serrhini@univ-tours.fr

Résumé : En matière d'aide à la décision, nous exposerons une approche d'évaluation spatiale et quantitative des impacts d'un futur aménagement en vue d'une meilleure insertion dans le paysage.

I. INTRODUCTION

De plus en plus le paysage se trouve au centre de différentes disciplines dont l'aménagement de l'espace.

Dans le cadre de la 19ème Conférence Cartographique Internationale, ce texte résume une méthode spatiale et quantitative d'approche de l'objet paysage pour l'aménagement.

Ainsi, dans un premier temps, nous exposerons les objectifs et la méthodologie de ce travail. Ensuite, nous proposerons une alternative et/ou un complément au regard du constat. Enfin, nous achèverons notre propos sur l'intérêt de l'image en général et de la cartographie numérique en particulier pour l'aménagement.

II. L'AMÉNAGEMENT FACE AU PAYSAGE

L'évaluation de l'impact et de l'insertion des projets d'aménagement par rapport au paysage est plus que jamais une procédure qui s'impose particulièrement pour les ouvrages de grande ampleur. La systématisation de cette pratique en aménagement a été principalement induite par la récente loi paysage de 9 janvier 1993. En effet, même si cette dernière ne s'est pas intéressée à l'approche de la définition de son objet même, elle est initiatrice de la création de Zone de Protection de Patrimoine Architectural Urbain et Paysager (ZPPAUP), de l'instauration d'un permis de construire paysager avec l'appréciation de l'impact visuel du projet (décret de 22 mai 1994), de l'évaluation des effets des grands projets d'aménagement sur le paysage pour tous les travaux de plus de 12 millions de francs français (décret de 26 février 1993)...

Parallèlement à ce cadre juridique favorable, on peut résumer en deux points la situation actuelle en matière d'évaluation quantitative :

- Les logiciels, en particulier les Systèmes d'Information Géographique (SIG), montrent que de très nombreuses avancées ont été réalisées ces dernières années. Néanmoins, ces modèles souffrent soit de l'absence de certaines fonctions, soit d'une insuffisance dans leur mise en œuvre.
- Si le recours aux techniques de simulation et d'évaluation des impacts de futurs projets d'aménagement sur le paysage est de plus en plus fréquent, on peut en regretter deux caractères. D'une part, l'utilisation de ces techniques intervient, très souvent à une étape très avancée dans l'évolution du projet. D'autre part, ces mêmes moyens sont utilisés non seulement pour simuler et choisir la solution la plus satisfaisante, mais aussi, parfois, pour justifier à posteriori une décision préconçue.

Ainsi, l'objectif de cette publication est d'apporter des propositions quant à l'étude d'un aménagement prévisible pour une meilleure prise en compte de son insertion dans le paysage.

Pour ce faire, trois méthodes complémentaires ont été mises au point :

- La méthode de topographie : correspond à la création du modèle numérique de terrain en 3-dimensions plus la représentation multi-échelles d'un espace.
- La méthode de co-visibilité : permet la délimitation du paysage vu depuis une infrastructure donnée (impact visuel d'un ouvrage sur un paysage).
- Enfin, la méthode de drapage vectoriel : a pour objectif d'appréhender le paysage dans sa " globalité ".

Un modèle informatique d'aide à la décision (3D-IMA) spécifique au paysage pour l'aménagement de l'espace est en cours de développement au laboratoire du CESA en s'inspirant de l'architecture générale d'un SIG (Cf. Schéma 1. ci-dessous). En effet, 3D-IMA est le processeur ou le moteur qui réalise le pont entre les données (après traitements, calculs...) et le logiciel de visualisation des résultats obtenus : AutoCAD® (AutoCAD est une marque déposée d'Autodesk).

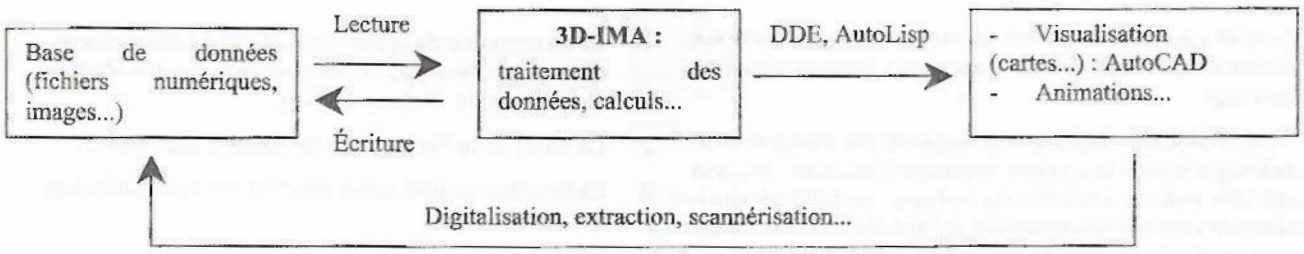


Schéma 1. Architecture du modèle 3D-IMA

III. DES IMAGES POUR MIEUX AMÉNAGER

A. Topographie et multi-échelles

Cette première étape, qui a été développée en raison des coûts excessif des données en France, correspond à la mise en place d'une technique de modélisation et de représentation en 3 dimensions de la topographie d'un espace quelconque à partir de données relativement accessibles (lignes de niveau d'une carte de l'Institut Géographique National - IGN au 1/25000 par exemple). Cette étape est un point de passage obligatoire pour toute modélisation qui tend vers l'intégration de la dimension spatiale de l'objet traité : le paysage (Cf. Figure1. ci-dessous).

Grâce à cette première étape nous avons pu modéliser différents espaces français soit sous forme d'un maillage carré avec un pas régulier (le pas du MNT est une propriété interactive fixée par l'utilisateur), soit sous forme d'un graphe planaire saturé (maillage triangulaire).

L'intérêt de cette méthode est de pouvoir appréhender visuellement les différents obstacles et déformations de l'espace, les changements, l'évolution du paysage notamment avant et après la mise en place d'un ouvrage...

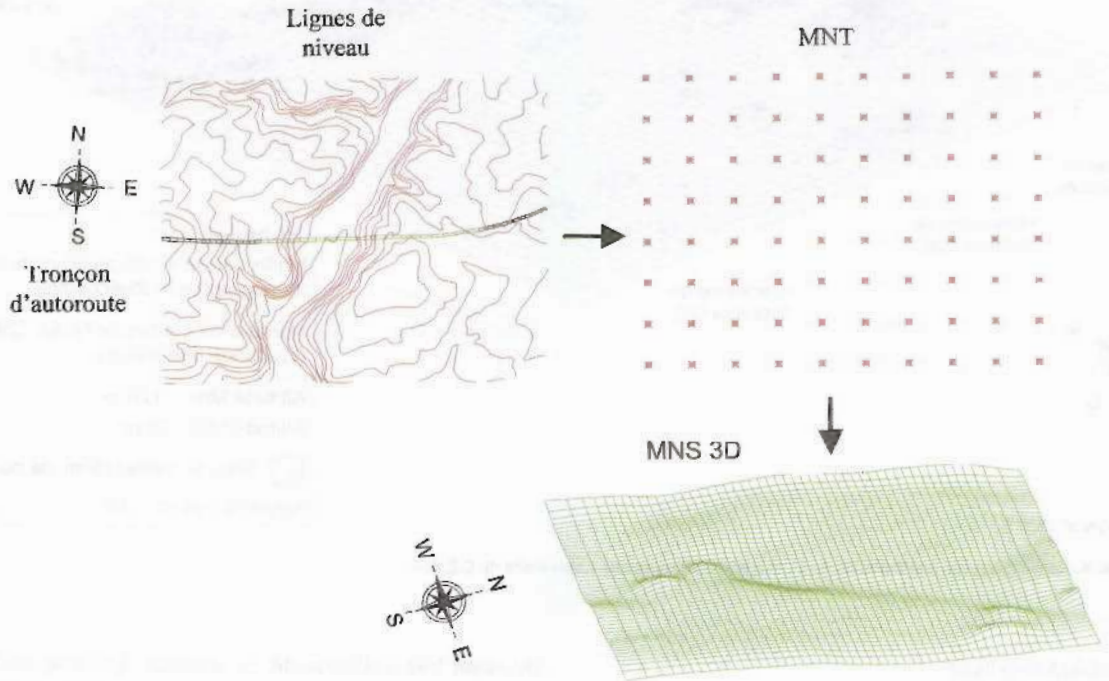


Figure 1. Étapes de modélisation d'un espace en 3 dimensions.

I. Conséquence : le multi-échelles

Le multi-échelles, considéré comme étant la conséquence de cette première étape, permet d'imbriquer et donc de prendre en compte différentes échelles spatiales dans une même situation. Ici, l'objectif est d'obtenir localement des définitions spatiales plus précises pour mieux représenter plus finement les informations géographiques traitées sans pour autant généraliser cette précision à l'ensemble de l'espace en question ce qui alourdirait énormément sa manipulation (Cf. Carte 1. ci-dessous).

B. La co-visibilité

Elle constitue une possibilité d'approcher l'objectif fixé par le décret français de 22 mai 1994, relatif à l'application

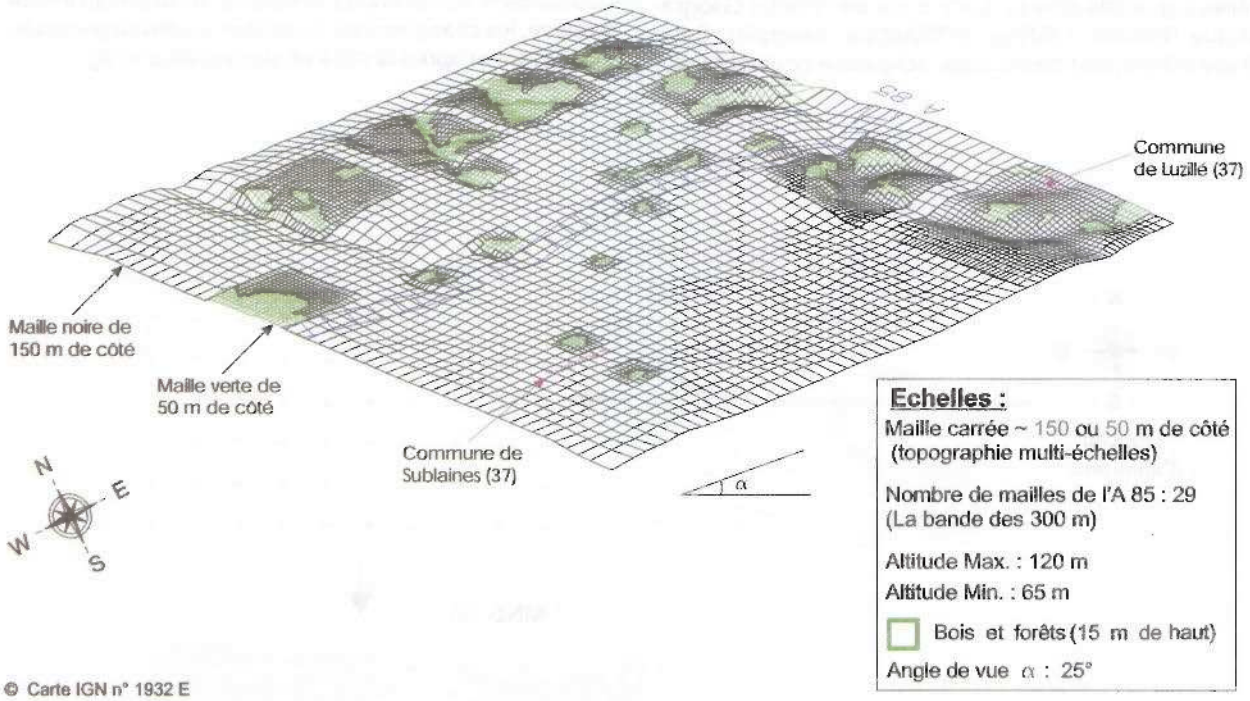
du volet paysager du permis de construire et qui porte sur la notice qui doit permettre d'apprécier l'impact visuel de l'ouvrage.

Cette seconde méthode correspond à la détermination des régions pour lesquelles l'ouvrage (ponctuel : on parle alors de visibilité localisée ou linéaire : visibilité généralisée) est visible et inversement à l'aire de visibilité de cet ouvrage d'où le terme de *co-visibilité*.

Quatre contraintes interviennent dans la détermination du champ de co-visibilité d'un objet :

1. La topographie de la zone d'étude (l'altitude des sommets des différentes facettes représentant le Modèle Numérique de Surface - MNS).
2. La hauteur de l'objet traité (autoroute, bâtiment...).
3. La localisation et la taille des obstacles présents à la surface du relief.
4. Enfin, la distance maximale de visibilité

Carte 1. Représentation multi-échelles des principaux bois et forêts
Imbrication de deux échelles de l'espace relatif au tronçon de l'autoroute 85 passant au nord des communes de Luzillé et Sublaines (Indre et Loire 37, France)



© Carte IGN n° 1932 E

Ph. Mathis, K. Serrhini, avec la collaboration de M. Mayaud (Cartographe), Laboratoire du C.E.S.A.

I. Co-visibilité localisée

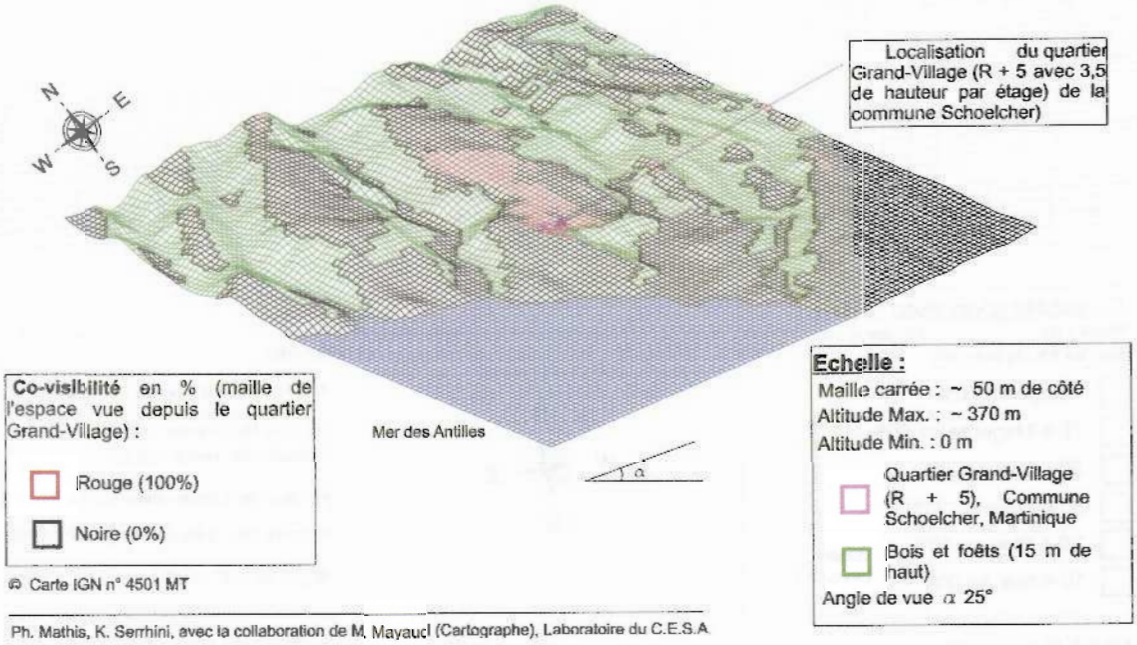
Cette technique a été appliquée sur de nombreux cas. La carte 2 ci-dessous est un exemple de co-visibilité localisée depuis un futur bâtiment (HLM) de la commune de Schoelcher en Martinique (Antilles françaises - 972).

Le champ de co-visibilité de cet ouvrage ponctuel est représenté par l'ensemble des mailles carrées rouges. Ici le résultat obtenu obéit à la loi du tout ou rien (visible ou pas) d'où le terme de co-visibilité *localisée*. Cette aire rouge est assez limitée au regard de l'importance des forêts et du relief très vallonné de cet espace. Ensuite, on déduit statistiquement des renseignements dont le nombre, le pourcentage... des mailles visibles ou non et la surface totale correspondante.

Enfin, au regard des autres informations géographiques présentes sur le site, on proposera, parallèlement à l'ouvrage, des aménagements adéquats dans l'esprit de la politique française du *1% paysage et développement* qui impose au concessionnaire et/ou au maître d'œuvre d'investir à la hauteur de 1% du montant total du projet pour des actions en faveur du paysage.

Carte 2. L'espace vu depuis le futur HLM du quartier Grand-Village

Co-visibilité localisée du quartier Grand-Village (maille centrale en magenta) de la commune Schoelcher reportée en pourcentage sur les mailles carrées (100 x 100) de l'espace (5 sur 5 km)



© Carte IGN n° 4501 MT

Ph. Mathis, K. Serrhini, avec la collaboration de M. Mayaud (Cartographe), Laboratoire du C.E.S.A

2. Co-visibilité généralisée

Contrairement à la co-visibilité localisée, quand il s'agit d'un ouvrage linéaire (autoroute, TGV...), il est possible de déterminer les champs visibles depuis le projet sous forme d'un gradient de couleurs : co-visibilité *généralisée.* Ainsi, une maille rouge sera par exemple visible sur plus de 70% du tronçon de l'ouvrage alors qu'une maille noire est visible sur moins de 10% du tronçon étudié. Entre ces deux extrêmes, différentes couleurs sont utilisées pour représenter différents pourcentages de co-visibilité (Cf. Carte 2. ci-dessous).

Pour le cas particulier du tronçon de l'A 87 (entre Angers et La Roche-sur-Yon) traversant la vallée du Layon (département du Maine et Loire - 49) on remarque qu'il n'y a pas d'espace rouge, c'est à dire pas de point qui puisse être vu sur plus de 70% de ce tronçon. Ceci peut s'expliquer d'une part par la dimension du tronçon qui atteint environ 10 km et d'autre part la présence de certains secteurs en déblais. Ce qui limite les zones visibles.

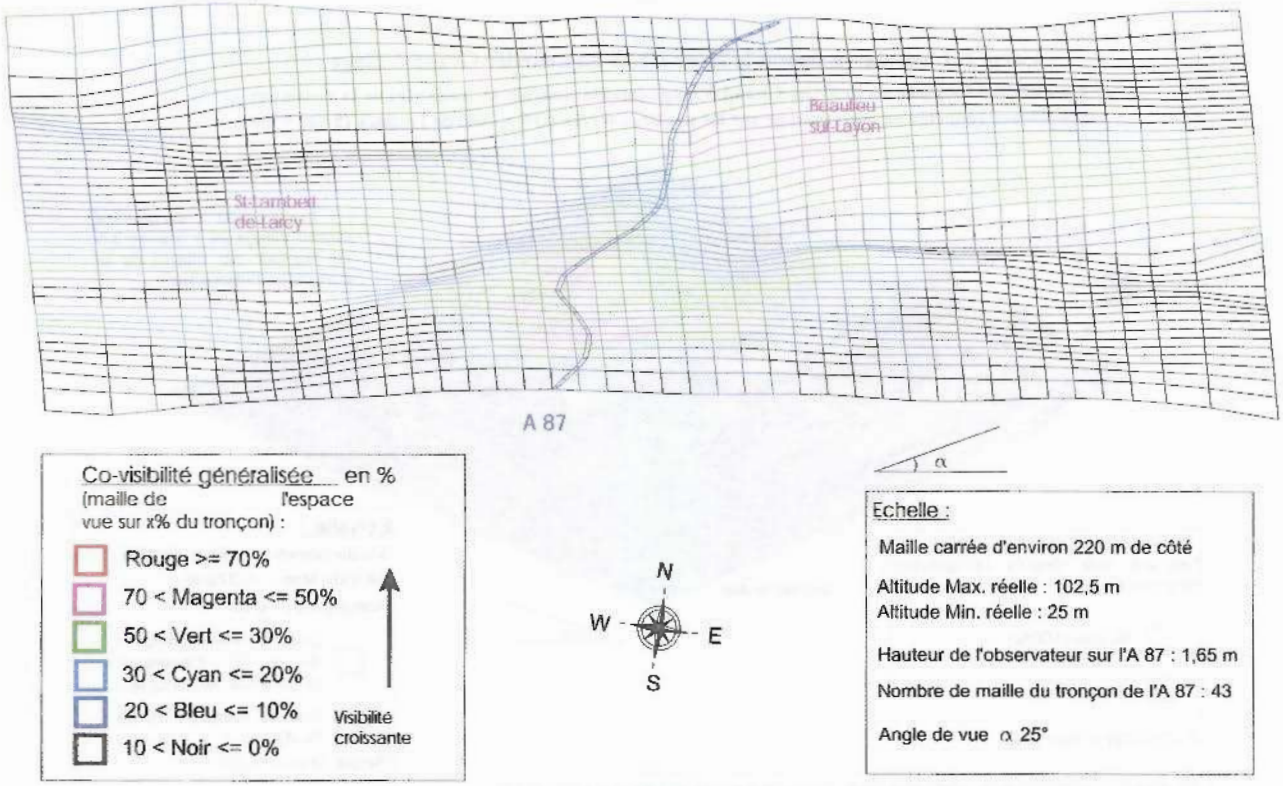
Quant au premier secteur en magenta (où la co-visibilité est comprise entre 50 et 70%) situé au nord, il correspond à la ligne de crête, aux points les plus hauts du coteau. Le second secteur en magenta au sud correspond à une portion où l'autoroute suit la topographie qui est relativement plane.

Vient ensuite une importante zone verte (avec une co-visibilité comprise entre 30 et 50%) localisée à l'ouest de la vallée de l'Hyrôme et montre que le village de Saint-Lambert sera visible sur une bonne partie de ce tronçon.

En conclusion, les vallées (en cyan, bleu ou noir) sont très peu visibles, voire invisibles, alors que les coteaux et les points hauts (en vert ou en magenta) constituent les espaces les plus fréquemment visibles pour un automobiliste traversant ce tronçon.

Carte 3. L'espace vu le long de l'A 87 : passage du Layon

Co-visibilité généralisée depuis le tronçon de l'A 87 traversant la vallée du Layon reportée en pourcentage sur les mailles carrées lissées de l'espace (40 x 40)



© Carte IGN n° 1523 Ouest

Ph. Mathis, K. Serrhini, avec la collaboration de M. Mayaud (Cartographe), Laboratoire du C.E.S.A.

IV. APPROCHE ESTHÉTIQUE DU PAYSAGE : LA MÉTHODE DE DRAPAGE VECTORIEL

L'ensemble des résultats ci-dessus se présentent sous forme de cartes thématiques en "fil de fer" (maillage régulier). Ces dernières permettent d'approcher la question étudiée avec une grande précision et fiabilité.

Ces mêmes cartes thématiques peuvent être présentées dans le plan (vues en 2 dimensions) au- dessus de la portion d'une image raster (carte topographique, photographie aérienne, image satellite...) correspondante. On obtient ainsi des cartes ou des documents de travail très pratiques en matière d'aménagement de l'espace (carroyages, hachures, croisements d'informations...).

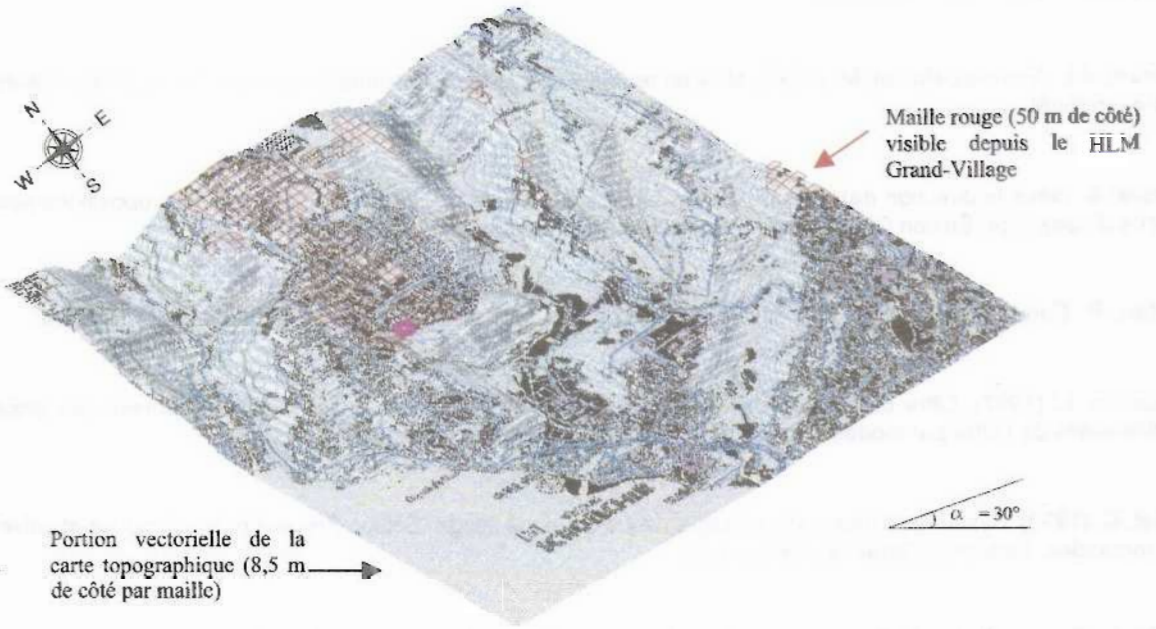
Par ailleurs, ces mêmes résultats peuvent être aussi présentés, avec des vues en 3 dimensions, comme une couche supplémentaire venant se rajouter aux diverses informations existantes en particulier celles des images rasters : la méthode de *drapage*. Cette technique permet de réaliser de multiples croisements entre les différentes informations géographiques et donc de cerner le paysage dans sa "globalité".

La méthode de drapage *vectoriel* (contrairement au drapage classique existant d'un raster) correspond tout d'abord à la vectorisation d'une image raster à partir du MNT en 3 dimensions correspondant. Ainsi, grâce à ce MNT, les coordonnées absolues de chaque pixel sont calculées puis un maillage carré est alors généré en s'appuyant sur les caractéristiques (coordonnées et couleur) des pixels : obtention d'un MNS en 3 dimensions très fin. Puis vient, la superposition (drapage proprement dit), par exemple d'une carte thématique sur ce MNS.

Le drapage vectoriel s'inspire du mode de représentation de données numériques en "fil de fer" pour restituer une nouvelle approche en 3 dimensions d'une image raster sous forme vectorielle.

La carte ci-dessous correspond géographiquement à la portion "centrale" de la carte de co-visibilité localisée (Cf. Carte 2) du HLM du quartier Grand-Village à Schoelcher (en Martinique). Celle-ci a été obtenue par la méthode de drapage vectoriel de la partie de la carte topographique correspondante après scannérisation.

Carte 4. Drapage vectoriel de la co-visibilité localisée du HLM du quartier Grand-Village (Martinique) sur la portion de la carte topographique correspondante



© Carte IGN n° 4501 MT

Ph. Mathis, K. Serrhini, avec la collaboration de M. Mayaud (cartographe), Laboratoire du CESA

La méthode de drapage vectoriel, développée très récemment, présente de nombreux intérêts :

- Vectorisation sous forme d'un maillage carré régulier d'une image raster : obtention d'un MNS en 3 dimensions de haute définition spatiale avec les "couleurs" des pixels du raster de départ ;
- Possibilité de superposition de différents résultats thématiques sur le drapage obtenu : réalisation de multiples croisements entre diverses informations.

Cependant, l'obtention d'un MNS en 3 dimensions et sous forme vectorielle à très fine échelle spatiale (de l'ordre de la dizaine de mètres par exemple) entraîne une quantité importante de données numériques à traiter.

V. CONCLUSION

Il n'est pas sans intérêt d'insister sur l'importance de l'informatique graphique et de l'imagerie numérique qui permettent d'obtenir une cartographie de l'insertion et de certains impacts d'un futur aménagement sur le paysage, cela constitue un outil d'aide à la décision.

En effet, la cartographie numérique reste un outil de premier choix pour apporter de multiples propositions claires et précises non seulement lors de la prise de décision par les collectivités territoriales, les services d'aménagement et d'urbanisme...mais aussi, tout au long d'un projet d'aménagement.

Enfin, dans le cadre d'un développement futur, nous comptons intégrer les trois méthodes exposées dans cet article dans un cadre plus général qui est celui d'une démarche multi-critères (prise en compte simultanément de nombreux critères paysagers et autres pour proposer la(les) meilleure(s) implantation(s) d'un futur projet d'aménagement).

Bibliographie

Alvernia, A. (1997). Les études d'impact, Édition La lettre du cadre territorial.

Baptiste, H. (1998). Interaction entre le système de transport et le système de villes : perspective historique pour une modélisation dynamique spatialisée.

Bernard, J-L., Essevaz-Roulet, M. (1995). Mise en œuvre d'un système d'information géographique, Édition La lettre du cadre territorial.

Berque, A. (sous la direction de), Conan, M., Donadieu, P., Lassus, B., Roger A. (1994). Cinq propositions pour une théorie du paysage, Édition Champ Vallon, Collection Pays/Paysages.

Cadieu, P., Corot, D., Le Roy, R., Trapitzine, R. (1995). La loi " paysage ", Édition La lettre du cadre territoire.

Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire : évaluation spatio-temporelle des projets de modifications de l'offre par modélisation multi-échelles des systèmes de transport.

Collet, C. (1992). Systèmes d'information géographique en mode image, Édition Presses polytechniques et universitaires romandes, Collection Gérer l'environnement.

Le Dû, L., Gouery, P. (1993). Paysage littoral : cartographie des degrés de visibilité, Mape Monde n°2, Édition Reclus, 9-11.

L'hostis, A. (1997). Image de synthèse pour l'aménagement du territoire : la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide.

Périgord, M. (1996). Le paysage en France, Collection Que sais-je ?, Édition PUF.

Serrhini, K. (1998). La métrique du paysage : deux indicateurs spécifiques du relief pour l'aménagement de l'espace, Troisième rencontres de THÉO QUANT, Édition Presses Universitaires Franc-Comtoises, 257-265.