



1 ha.

- ◆ Vectorisation du fichier raster et filtrage pour l'obtention du grain recherché.

La confrontation de ce résultat avec l'orthophotoplan à 2,5 m met en évidence certaines erreurs d'affectations. A ce stade, celles-ci peuvent avoir deux origines :

- ◆ une erreur dans la classification (confusion)
- ◆ une opération de simplification de la couche vectorielle.

A priori, les erreurs les plus fréquentes et les plus gênantes sont celles liées à une mauvaise classification puisque celles inhérentes à la simplification n'affectent que des surfaces limitées (UMC = 1 ha).

Pour être réalisable, ce scénario doit utiliser le logiciel SIG ArcView en plus de ErMapper (pour la vectorisation) et sort donc du cadre strict des logiciels préconisés par le Ministère de l'Équipement.

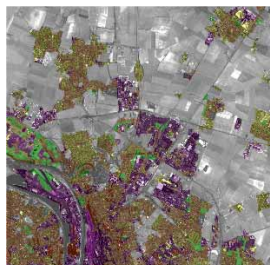
Cette méthode exploite un référentiel qui reste à acquérir et 80 jours de traitements sont nécessaires pour la région. Le coût total (données, logiciel, main-d'œuvre) est estimé à 221 220 euros.

Conclusion

C'est le scénario qui utilise le référentiel orthophotographique qui est retenu par le comité de suivi. Il faut noter que malgré une position intermédiaire, ce scénario utilise une donnée acquise de façon mutualisée et dont les ayants-droits font partie des sphères État et Collectivités.

La donnée extraite de l'orthophotoplan apparaît globalement comme plus fidèle dans ses contours et plus exhaustive que la BDCarto® ou Corine Land Cover. L'exhaustivité est confirmée de manière évidente à la périphérie de l'aire urbaine où l'habitat de mode rural est dispersé. On récupère ainsi dans un espace de type rural sur une zone échantillon de 67 km² 0,84 km² de surface artificialisée avec CLC contre 2,71 km² de surface artificialisée avec la donnée créée par la DRE.

Au regard de l'Inventaire Permanent du littoral (IPLI95) réalisé par photo-interprétation au 1/25 000, la précision de forme de la donnée est très satisfaisante. L'exhaustivité n'atteint cependant pas celle de l'IPLI qui pour la saisie des surfaces bâties ne s'est pas fixé d'UMC et restitue les bâtiments à l'unité.



Un extrait de classification supervisée

La présente étude confirme qu'il est possible d'extraire par traitements automatiques de télédétection la tache urbaine d'un espace donné à partir d'orthophotographies numériques rééchantillonnées à 2,5 m. Ce travail a permis de formaliser un document dans lequel est proposé une méthodologie facilement assimilable et reproductible par tout service déconcentré de l'Équipement. Les services qui souhaitent s'engager sur cette voie doivent se doter d'un référentiel orthophotographique à grande échelle et des logiciels préconisés par le Ministère (ErMapper et MapInfo). Les compétences nécessaires pour mener à bien ces travaux sont celles des géomaticiens et administrateurs de données localisées de l'Équipement. Une formation spécifique à l'utilisation de ErMapper doit être envisagée pour aborder sereinement ce logiciel très hermétique pour le novice.

L'étude a mis en évidence les limites de réalisation pour un service déconcentré de l'Équipement d'un tel produit :

- ◆ les traitements automatiques de classification ne sont possibles qu'à partir de scènes satellite à haute résolution. Mais ces scènes ont un coût très élevé. Or, il n'existe à ce jour aucun programme d'acquisition au niveau national pour les services déconcentrés de l'Équipement
- ◆ les temps de calculs sur MapInfo sont très longs lorsqu'il s'agit de les réaliser sur un nombre important d'objets vecteurs. Le logiciel et son support informatique arrivent vite à leurs limites, cette faiblesse génère des chaînes de production complexes si le délai de production peut être court, (moins de trois mois pour la région Basse-Normandie), il implique de pouvoir mobiliser sur cette période un opérateur à temps complet.

La production d'une base de données tache urbaine sur l'ensemble du territoire régional positionnera la DRE comme producteur d'information géographique et consolidera les partenariats grâce à la diffusion libre du produit. Par ailleurs, l'animation créée sur le thème de la « géomatique urbaine » sera dynamisée au sein des réseaux. Il sera proposé au comité de direction de la DRE de s'engager sur la production d'une base de données de la tache urbaine sur l'ensemble du territoire régional.

Il n'était pas souhaité, ni même envisagé, dans cette étude de rivaliser de technologie et de savoir avec des producteurs connus et reconnus d'information géographique. L'objectif est bien d'exploiter au maximum dans des limites de compétences et de moyens les données riches que sont les référentiels géographiques à grande échelle.

Coordinateur Fiches : Magali Di Salvo
CERTU / Urb
magali.di-salvo@equipement.gouv.fr

Contact à la DRE Basse-Normandie
Yannick Dépret : yannick.depret@equipement.gouv.fr
Contact au CETE Normandie-Centre
Vincent Demeules : vincent.demeules@equipement.gouv.fr

direction générale
de l'Urbanisme
de l'Habitat et
de la Construction

Certu

DRE
Basse-
Normandie

CETE
Normandie-
Centre

Connaître
le territoire

fiche n°3

Novembre
2004

La connaissance du territoire est un des thèmes prioritaires du Schéma Directeur de l'Information Géographique du Ministère de l'Équipement. Afin d'aider les services qui souhaitent utiliser les SIG comme aide à la connaissance des territoires, la DGUHC et le CERTU éditent cette série de fiches qui présentent des exemples d'utilisation de la géomatique dans ce domaine.

La mesure de la tache urbaine en Basse-Normandie

La DRE Basse-Normandie, a développé un produit qui permet d'avoir la connaissance de la tache urbaine des agglomérations de la région. Cette connaissance sera partagée par l'ensemble des acteurs du pôle géomatique normand (État, Collectivités...). L'état des lieux et l'étude des besoins ont conduit à proposer trois types de produit dont les spécifications sont décrites dans cette fiche.

Contexte

Dans le cadre des démarches de planification et de contractualisation, un référentiel métier *tache urbaine* peut permettre de favoriser le suivi régulier des espaces urbanisés et la cohérence des analyses pour l'ensemble des services et collectivités. L'intérêt est d'offrir une connaissance du territoire à la fois fine et étendue, sur les aires urbaines.

L'utilisation de ce produit permettra à la DRE d'apporter une meilleure connaissance de l'occupation des sols artificialisés sur le territoire bas-normand. Elle disposera ainsi des éléments nécessaires permettant de représenter la consommation de l'espace à l'échelle de l'aire urbaine et d'avoir une vision actualisée des zones agglomérées.

L'objectif est d'offrir un produit qui réponde aux attentes des différents utilisateurs potentiels.

Les données existantes.

Les données d'occupation des sols aux moyennes échelles.

Les données disponibles dans les services proviennent de la BDCARTO® de l'IGN et de Corine Land Cover (CLC®) de l'IFEN, toutes deux issues d'images satellites SPOT. Les spécifications de ces produits d'échelle régionale ou départementale ne suffisent pas pour répondre aux besoins d'analyse territoriale à l'échelle plus fine des aires urbaines.

La BDOOrtho® et SpotView Spot 5

Le référentiel orthographique BDOOrtho® n'est disponible que depuis décembre 2003 sur l'ensemble du territoire. Sa diffusion nationale est récente. L'échelle de la BDOOrtho® semble adaptée à la mesure des espaces urbanisés mais elle est encore peu exploitée.

Les scènes Spot 5 sont disponibles en différents niveaux de traitements sur commande. Leurs coût est

élevé mais le produit offre une richesse radiométrique intéressante pour des traitements sur l'urbain.

Pour explorer les possibilités offertes par les orthophotographies et les scènes satellitaires de haute définition, une méthodologie de télédétection doit être définie.

La BDTopo®

Le référentiel topographique BDTopo® n'est pas encore disponible sur l'ensemble du territoire, et reste encore très cher. Néanmoins, il comporte des informations sur le bâti suffisamment fines et précises pour mériter que l'on s'y intéresse.

Le cadre partenarial.

La réalisation de ce produit est l'occasion de favoriser le développement de partenariats. L'utilisation d'un référentiel commun renforcera la position de la DRE parmi les acteurs de l'information géographique en Basse-Normandie et favorisera la mutualisation des données. Les référentiels partagés et l'usage de l'information géographique (télédétection, analyse spatiale) seront ainsi valorisés.

Le recueil des besoins des utilisateurs potentiels est considéré comme un point central de l'étude. Un questionnaire a donc été adressé aux partenaires et les réponses ont fait l'objet d'une analyse.

L'analyse des besoins.

Un questionnaire a été envoyé à 100 utilisateurs. L'objectif était de :

- ◆ identifier les besoins
- ◆ quantifier le degré d'utilisation
- ◆ établir les objectifs qualitatifs et les limites.

Les quatre points marquants de l'analyse des réponses sont que :

- ◆ l'utilisation de l'information géographique se généralise dans les services



- ♦ la connaissance de l'occupation des sols est indispensable, mais l'offre de données existantes ne satisfait pas les utilisateurs
- ♦ la connaissance de l'occupation des sols ouvrirait de nouvelles perspectives d'analyses pour une meilleure connaissance du territoire
- ♦ il y a une place réelle pour un produit situé entre la BDCarto® et les bases de données topographiques.

Les spécifications

Initialement la production ne devrait concerner que les aires urbaines soit 30% de la surface de la région. A l'issue des différentes phases de validation des résultats de l'exploitation de l'enquête par le comité de suivi, il ressort que :

- ♦ L'unité minimum de collecte (UMC) doit être de 1 ou 2 ha.
- ♦ Il s'agit de prendre en compte le bâti dense et également le bâti diffus
- ♦ Il faut intégrer les zones rurales

Les spécifications s'orientent donc vers un produit utilisable à partir du 1/25 000.

La nomenclature souhaitée à l'intérieur de la tache urbaine est celle de Corine Land Cover complétée par le sous thème « bâti isolé ».

Bien que les réponses au questionnaire tendent vers des fréquences d'observation très courtes, un accord consensuel opte pour la mise à jour quinquennale qui permet de profiter des réfections de la BDOortho®IGN par exemple. Ce rythme semble également adapté si on souhaite pouvoir mettre en évidence des évolutions significatives de la tache urbaine lors des analyses différentielles.

A l'issue de l'exploitation des réponses et de l'avis du comité de suivi, la caractérisation du produit est la suivante :

- ♦ il est réalisé à l'échelle de la région
- ♦ il a une UMC de 1 ou 2 ha
- ♦ il prend en compte le bâti isolé
- ♦ il a une mise à jour quinquennale
- ♦ il adopte une nomenclature du type Corine Land Cover.
- ♦ Il doit prendre en compte les problèmes de coût

Les solutions proposées

Les solutions étudiées sont au nombre de 3. Deux de ces solutions utilisent des outils et méthodes de télédétections qui seront appliquées à des orthophotographies et des scènes satellites.

Scénario 1 : utilisation de la BDTopo®IGN

Utiliser la BDTopo® pour définir la tache urbaine semble une solution attractive. Cette solution est tributaire de 2 pré requis :

- ♦ La BDTopo® doit être issue des dernières prises de vues aériennes. Or celle disponible à la DRE Basse-Normandie est aujourd'hui obsolète car issue des missions de 1996.
- ♦ Un investissement non négligeable doit être consenti, pour paradoxalement obtenir un produit dégradé.

La méthode d'extraction de la tache urbaine consiste à appliquer une opération de morphologie mathématique appelée fermeture à la couche des bâtiments afin d'en déduire la tache urbaine. Une fermeture est la combinaison de deux opérations élémentaires : une dilatation et une érosion

La dilatation consiste à agréger entre eux les bâtiments distants de moins de D mètres. Pour cela il faut créer un tampon à partir de chaque bâtiment de la BDTopo®. Le tampon est un polygone englobant la zone située dans un rayon $R=D/2$ autour d'un bâtiment.

L'érosion consiste à redonner aux objets leur taille initiale en laissant reliés entre eux les objets qui auront été agrégés. Pour cela il faut appliquer un tampon négatif de rayon «-R ».

Des tests ont été réalisés avec des tampons de rayon 25, 50 et 100 m sur des zones de type rurales, urbaines et urbaines.

Toutefois, lorsqu'on réalise une opération de fermeture avec MapInfo, certains objets qui étaient agrégés ne le sont plus après l'érosion. Ceci n'est pas satisfaisant car un nombre important d'objets ayant une surface inférieure à 1 ha mais qui devraient être inclus dans la tache urbaine sont supprimés.

L'opération de fermeture sous MapInfo n'est pas convaincante et on se contentera d'une simple dilatation.

NB : Des tests avec un rayon d'érosion de R/2 réalisés par le CERTU donnent des résultats intéressants mais sans application concrète...

Les tests de la DRE consistent à choisir le rayon optimal du tampon qui déterminera la tache urbaine.

100 mètres : ce rayon apparaît exagéré. Un seul bâtiment de 0.06ha a comme tampon un polygone de 3.2ha ; deux bâtiments de 0.05ha distants de 180 m auront tampon de 6.5ha. Cette surface occupée n'est pas représentative sur le terrain de l'espace artificialisé réellement occupé. Avec cette option tous les objets résultants issus de la BDTopo® ont une surface supérieure à 3 ha. On ne remplit pas les critères définis de 1 ou 2 ha comme UMC.

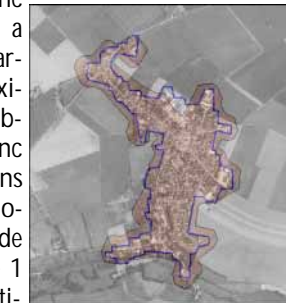
50 mètres : l'utilisation d'un tampon de 50 m semble adaptée à la zone rurale. Il est un peu moins en zone rurale avec un bâti très diffus où un tampon de 25 m colle au plus près des limites du bâti.

25 mètres : Seuls sont conservés les tampons de plus de 1 ha ; ils correspondent à un ensemble de trois bâtiments minimum. En revanche, en zone urbaine, le tampon de 25 m crée un mitage beaucoup trop important dans les zones urbanisées denses, où les



espaces artificialisés sans habitat et les bâtiments industriels sont nombreux. Ce sont par exemple les échangeurs routiers, les parking des centres commerciaux, les zones d'activités. On peut cependant apporter une correction en remplissant les lacunes de moins de 1 ha. Le résultat reste médiocre car beaucoup trop de surfaces ouvertes restent présentes.

Le compromis est donc de retenir, tel que cela a été réalisé dans la BDCarto®, une distance maximum séparant deux objets bâtis de 100 m donc un rayon de 50 m. Sans trop empiéter sur le domaine rural, il permet de conserver une UMC de 1 ou 2 ha qui reste pertinente. Pour prendre en compte le phénomène de gonflement de l'espace bâti dans le cas d'habitat isolé, la surface a été portée à 2 ha minimum de collecte.



Un exemple de tampon BDTopo

Cette méthode exploite l'exhaustivité de la BDTopo® en ce qui concerne les bâtiments surfaciques. Cette méthode possède l'avantage d'être réalisable à partir de logiciels SIG simples et de ne pas demander une photo-interprétation, un contrôle terrain ou une connaissance parfaite de la région. En effet les critères de qualité de la donnée source sont suffisants pour ne pas avoir à faire de nouveaux contrôles. Il faut déplorer cependant l'impossibilité d'y voir représentés les mines, carrières, décharges, chantiers et grands parkings. La nomenclature Corine land Cover n'est donc pas réalisable à partir de la BDTopo®.

Le processus est établi pour une zone de 130 km² ou 10 000 objets. Au delà, les limites de capacités de calculs du logiciel MapInfo sont atteintes. Pour la région, un minimum de 178 zones est utilisé. Un traitement relativement long en temps de calcul, mais avec très peu d'intervention humaine, permet d'obtenir un résultat très satisfaisant. 37 jours sont nécessaires pour réaliser le travail sur l'ensemble des zones de la région bas-normande. Le coût total (données, logiciel, main-d'œuvre) est estimé à 98 990 euros.

Scénario 2 : utilisation de la BDOortho® ou Orthophotoplan CG 14©

Le travail de télédétection réalisé à partir de l'orthophotoplan Conseil Général du Calvados s'est inspiré de travaux réalisés sur la texture par la DRE Midi-Pyrénées à Toulouse, à partir des scènes satellite IRS et SPOT. Ce même principe a été appliqué à l'orthophotoplan. Le CETE de Rouen a apporté une assistance technique à la DRE pour la réalisation de ce travail.

Les traitements ne se font pas, comme habituellement, sur la radiométrie de l'image mais sur sa tex-

ture. L'accroissement des résolutions spatiales en télédétection permet de détecter des objets de petite dimension de façon automatisée. Grâce à l'amélioration de la définition spatiale, l'analyse texturale qui utilise des filtres non linéaires sur des images en niveau de gris est possible.

Pour le filtrage linéaire, le principe est le suivant : la matrice de convolution aussi appelée masque ou filtre va glisser sur l'image à filtrer ligne par ligne. En chaque point de l'image, une combinaison linéaire est réalisée entre les coefficients du filtre utilisé et les valeurs du pixel central et de ses voisins.

En filtrage non linéaire, l'analyse des pixels se fait sur une empreinte qui n'est pas fonction de leurs dispositions spatiales mais fonction d'une mesure statistique. Cette technique peut donc a priori s'appliquer aux orthophotographies numériques qui ont une résolution spatiale très grande et peuvent être utilisées en mode pan chromatique (noir&blanc).



Image de la tache urbaine

Le résultat raster obtenu à l'aide du logiciel ErMapper est ensuite vectorisé et simplifié pour être exploitable dans MapInfo. On obtient au final :

- ♦ Une image de la tache urbaine de 20 Mo au format ECW de résolution 2,5 m en mode RGB.
- ♦ Un fichier vecteur au format MIF/MID utilisable à partir du 1/25 000 jusqu'au 1/250 000 avec une précision décimétrique et une UMC de 1 ha.

Cette méthode présente l'avantage d'exploiter un référentiel partagé, mais nécessite l'acquisition d'un logiciel de traitement d'image comme ErMapper et les compétences pour l'utiliser.

On peut estimer à 50 jours de traitement soit 2 mois ½ pour un agent le travail pour la région. Le coût total (données, logiciel, main-d'œuvre) est estimé à 154 220 euros.

Scénario 3 : utilisation de d'une image satellite SpotView

Pour ce scénario, la donnée à une moindre précision face à l'orthophotographie ou à la BDTopo®. Elle offre cependant une résolution compatible avec l'étude de l'urbain (5 m au sol) à laquelle s'ajoute la richesse radiométrique des capteurs SPOT.

Le principe retenu est de générer une couche d'occupation du sol par un travail de télédétection et donc de donner priorité aux traitements automatisés avec les imperfections qui leurs sont inhérentes. La méthode employée est la suivante :

- ♦ Stratification : cette méthode, également appelée zonage, consiste à découper puis à traiter séparément des régions homogènes.
- ♦ Classification assistée et obtention d'un fichier raster conforme à la nomenclature de type Corine Land Cover avec une unité de collecte de