

constitution d'un M.N.T. pour le parc naturel des marais du Bessin et du Cotentin

Jean-Yves Bacon
ingénieur Sup Télé com
en traitement d'images.
Chargé des activités
conseil SIG
à GEOSYS.

Bertrand Boullard
ingénieur géomètre
ETP. créateur de la
société TOPOSAT® (1990)
prestations de services
en positionnement
GPS et ingénierie
topographique

CONTEXTE

Le Parc Naturel Régional des Marais du Bessin et du Cotentin, créé en 1991, est bâti sur le territoire des marais du Cotentin et du Bessin. Cette zone de 25000 ha est répartie le long des quatre principales vallées de l'isthme du Cotentin : La Douve, La Taute, la Vire, et l'Aure. Ce site est chargé d'histoire. Ce sont sur ces marais, qui bordent entre autres la commune de Sainte-Mère-Eglise, que les premiers parachutistes américains (les « pathfinders ») ont sauté dans la nuit du 5 au 6 juin 1944, suivis au lever du jour par les planeurs, engageant ainsi la bataille de Normandie.

La zone de marais est constituée d'un ensemble de pâtures, délimitées par un réseau de fossés. Elle est généralement à sec du début du printemps au début de l'automne et inondée (eau douce) le reste du temps. La dénivelée y est infime, puisque la quasi-totalité de ces marais a une altitude variant entre 0 et 4 ou 5 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le niveau d'eau dans les fossés est commandé par des vannes à l'entrée du marais (vannes qui furent ouvertes par les Allemands pour noyer les marais et les assaillants). Ces milliers d'hectares sont le siège d'une activité agricole partagée entre le pâturage et la production de foin.

Le Parc Naturel Régional, en termes d'aménagement et de gestion du territoire, souhaite optimiser la gestion de l'eau dans ces zones. Dans cet esprit, une meilleure connaissance du fonctionnement hydrologique est nécessaire et impose la modélisation hydraulique ainsi que la connaissance topographique. Dans un premier temps, deux problèmes majeurs sont à étudier :



Vue aérienne

- La très faible déclivité du terrain rend difficile le réglage du niveau d'eau dans les fossés en dehors de la saison humide. S'il est trop haut, les parcelles les plus basses sont inondées et dans le cas contraire les parcelles les plus hautes ne sont pas irriguées. La solution passe par la mise en place d'écluses dont il faut choisir l'emplacement optimum.

- L'activité agricole est limitée dans le temps par la portance du sol, particulièrement dans les zones de tourbe. L'évolution de cette portance est liée à un ensemble de paramètres parmi lequel se trouve le degré d'humidité du sol qui évolue en fonction des précipitations et du niveau d'eau dans les fossés.

Dans le cadre de cette étude, trois secteurs ont été relevés, il s'agit de la vallée de la Douve (4 800 ha), la vallée de la Taute (4 000 ha) et la vallée de l'Aure (2 200 ha).

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

La caractéristique principale de la zone à relever, du point de vue du topographe, est l'absence quasi générale de toute végétation haute, à l'exception des haies en limites de vallées. Ceci a permis l'utilisation du G.P.S. comme outil de relevé topographique. La méthode retenue à été le mode cinématique avec résolution d'ambiguïté en vol (également nommé OTF — On The Fly).

La position des axes de fossés et de voirie est demandée à précision métrique. Elle a été extraite par digitalisation de photographies aériennes existantes, à une échelle moyenne du 1/15000° environ. L'absence de relief sur la zone à relever (altitudes variant entre 0 et 4 ou 5 mètres NGF) a permis d'utiliser une simple projection prospective pour redresser la photographie, sans recourir à un procédé photogrammétrique. Les points de calage ont été déterminés par G.P.S.

MÉTHODE OPÉRATIONNELLE

La très faible pente naturelle sur la zone à relever, ainsi que l'équidistance des courbes de niveau retenue dans le cahier des charges (10 cm) ont imposé un maillage assez dense. Une moyenne approximative d'un point relevé tous les vingt mètres a été obtenue en réglant la cadence d'enregistrement du G.P.S. en fonction de la vitesse du véhicule (un point toutes les quatre secondes pour une vitesse de déplacement oscillant entre quinze et vingt kilomètres par heure).

Nous avons utilisé des récepteurs G.P.S. Trimble 4000ST. Ces appareils monotrèquence ne se prêtent pas en principe aux techniques OTF. Toutefois, dans le cas présent, les observations se faisaient la plupart du temps sur une période ininterrompue de plusieurs heures. De si longues durées de mesure sans saut de cycle permettent de déterminer les ambiguïtés sans difficulté. Les quelques fois où ces périodes ne dépassaient pas la demi-heure, le logiciel Trimble GPSurvey a montré toute sa puissance. Dans les parcelles situées en bordure de marais, accessibles depuis la route en passant sous une rangée d'arbres, nous avons cependant été obligés de prolonger la mesure par une période statique.



Quadrillage du terrain

Un récepteur fixe était placé en début de journée sur un point dont les coordonnées avaient été préalablement déterminées. Le récepteur mobile était fixé sur le toit du véhicule et le terrain était quadrillé en circulant à vitesse réduite (quinze à vingt kilomètres par heure) sur des lignes à peu près parallèles. L'antenne étant située au centre du toit, et la vitesse de déplacement faible, les

mouvements de la caisse du véhicule consistent surtout en du roulis ou du tangage autour de ce point dont la hauteur par rapport au sol reste quasiment fixe.

Les calculs G.P.S. ont été effectués au jour le jour, pour s'assurer de leur validité, mais l'intégration des données en fichiers ARC INFO n'a été réalisée qu'à chaque fin de vallée.

Cette mise en œuvre nous a amenés à déterminer :

- 104 000 points sur la vallée de la Douve (environ 4 800 ha),
- 67 000 points sur la vallée de la Taute (environ 4 000 ha),
- 66 000 points sur la vallée de l'Aure (environ 2 200 ha).

RATTACHEMENT AU RÉSEAU GÉODÉSIQUE

Les points sont déterminés en coordonnées Lambert 1, (système géodésique légal) et les altitudes déterminées sont des altitudes NGF, réseau IGN69. Le rattachement a été obtenu en stationnant des points connus (bornes IGN et macarons du NGF). Les dénivelées observées par G.P.S. se référant à l'ellipsoïde et non au géoïde (ou au quasi-géoïde), surface de référence du NGF, les altitudes calculées ont été corrigées des variations d'ondulation du géoïde, dont la pente a été estimée par utilisation du modèle OSU91 A.

Les contrôles effectués en observant plusieurs points connus ont permis de vérifier que l'erreur sur la détermination altimétrique de l'antenne n'excède pas trois à cinq centimètres.

DURÉE DES RELEVÉS

L'installation sur site s'est faite début avril 1997. Les travaux préliminaires (repérage, recherche des points géodésiques, observations de rattachement, survol aérien, essais divers de mise en œuvre, etc.) ont pris environ deux semaines.

Vers la mi-mai, l'herbe poussant sur les zones de fauche, la circulation du véhicule a commencé à être difficilement supportée par les exploitants agricoles. À la mi-juin, sous leurs pressions, les travaux ont dû être interrompus et n'ont pu reprendre qu'à la fin août. Les travaux de terrain sur la vallée de la Douve ont été terminés vers la fin de la première semaine de septembre, la vallée de l'Aure a été levée en septembre, et la vallée de la Taute en octobre.

Ce décalage vers la fin de saison a posé des problèmes de circulation ou d'accès (véhicule fréquemment embourbé) sur certaines zones de la vallée de la Taute, devenue humide.

PRINCIPALES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES SUR LE TERRAIN

Outre les problèmes liés à la circulation sur les zones de fauche au printemps, et sur zone déjà humide en octobre, les difficultés principales furent :

- Sur les zones de petit parcellaire (et notamment sur la vallée de l'Aure), en période de pâturage, il y a beaucoup de temps perdu en ouverture et fermeture de clôtures de toute nature (barrières en bois récentes ou abîmées, clôtures électriques sous tension, savants embrouillaminis de fils de fer barbelés etc.).

- Pour des raisons diverses, quelques sites ne purent être relevés (barrières cadénassées, exploitants récalcitrants) mais en dehors de la période sensible citée plus haut, ces cas sont restés assez rares.

- Certaines zones surpâturées (marais municipaux notamment) ou mal entretenues sont physiquement éprouvantes à relever en raison des vibrations et cahots subis.

- La localisation en milieu de marais : par nature, la zone est plate. Un observateur assis en position de conduite ne distingue pas les fossés séparant les parcelles avant d'en être proche de quelques mètres et ne peut donc se localiser à l'estime de façon simple. Un pointage systématique de l'avancement du véhicule, sur fond de carte ou photographie aérienne, est indispensable.

- La circulation d'une parcelle à l'autre se fait en franchissant les fossés sur des passages busés également difficiles à voir de loin. L'impression générale est celle de se déplacer dans un labyrinthe. Ces difficultés n'ont pu être contournées qu'en procédant à une prise de vue aérienne à basse altitude (cinq cent mètres) avec un appareil photographique ordinaire.

- Le suivi d'une ligne directrice : En l'absence de repère visuel, il est difficile de circuler sur des lignes parallèles espacées régulièrement. Ce point est particulièrement important sur les grandes parcelles. Nous avons essayé plusieurs méthodes (pose de jalons en bord de parcelle, orientation boussole, etc.) mais la seule qui ait été satisfaisante fut le suivi d'un cap G.P.S.

Une productivité moyenne est difficile à établir. Les parcelles très petites ralentissent la progression, mais les parcelles très grandes posent également leurs problèmes : morts fossés décomposant ces parcelles en entités plus petites et très irrégulières dans leurs formes donc difficiles à quadriller de manière systématique. Les zones les plus faciles à lever sont celle à parcellaire moyen (cinq hectares) et à forme géométrique rectangulaire.

Sur certains secteurs un maximum journalier de cinquante hectares était levé alors qu'en d'autres lieux le triple pouvait être atteint.

CONSTITUTION DU MNT

Cette deuxième phase de réalisation du Modèle Numérique de Terrain (MNT), ainsi que la production de cartes au 1/20000 et au 1/5000 a été réalisée par la société Géosys.

Il est à noter que l'ensemble du traitement numérique s'est réalisé sur PC avec les logiciels Map-Info et en particulier le module Vertical Mapper qui permet de construire un MNT et Arc-View pour la mise en forme et

la restitution cartographique. Ces différents outils SIG performants autorisent la transformation d'un semis de points denses en un modèle numérique de terrain dont la précision altimétrique et géographique est compatible avec les contraintes d'une modélisation hydraulique fine.

Les formats de restitution, cartographie et référentiel numérique, sont standards (DXF sur CD-ROM ISO 9660). Ils s'intègrent à tout système SIG et autres modèle, ce qui permet au Parc Naturel Régional d'échanger ces informations avec ses partenaires (Agence de l'Eau Seine-Normandie, Conseil Général). Géosys démontre ici qu'il est possible de constituer une Bases de Données Altimétrique précise pour la livrer clef en main sur une plate forme informatique standard. Le décideur peut ensuite l'utiliser sur ses PC et n'est pas obligé de s'équiper en stations de travail.

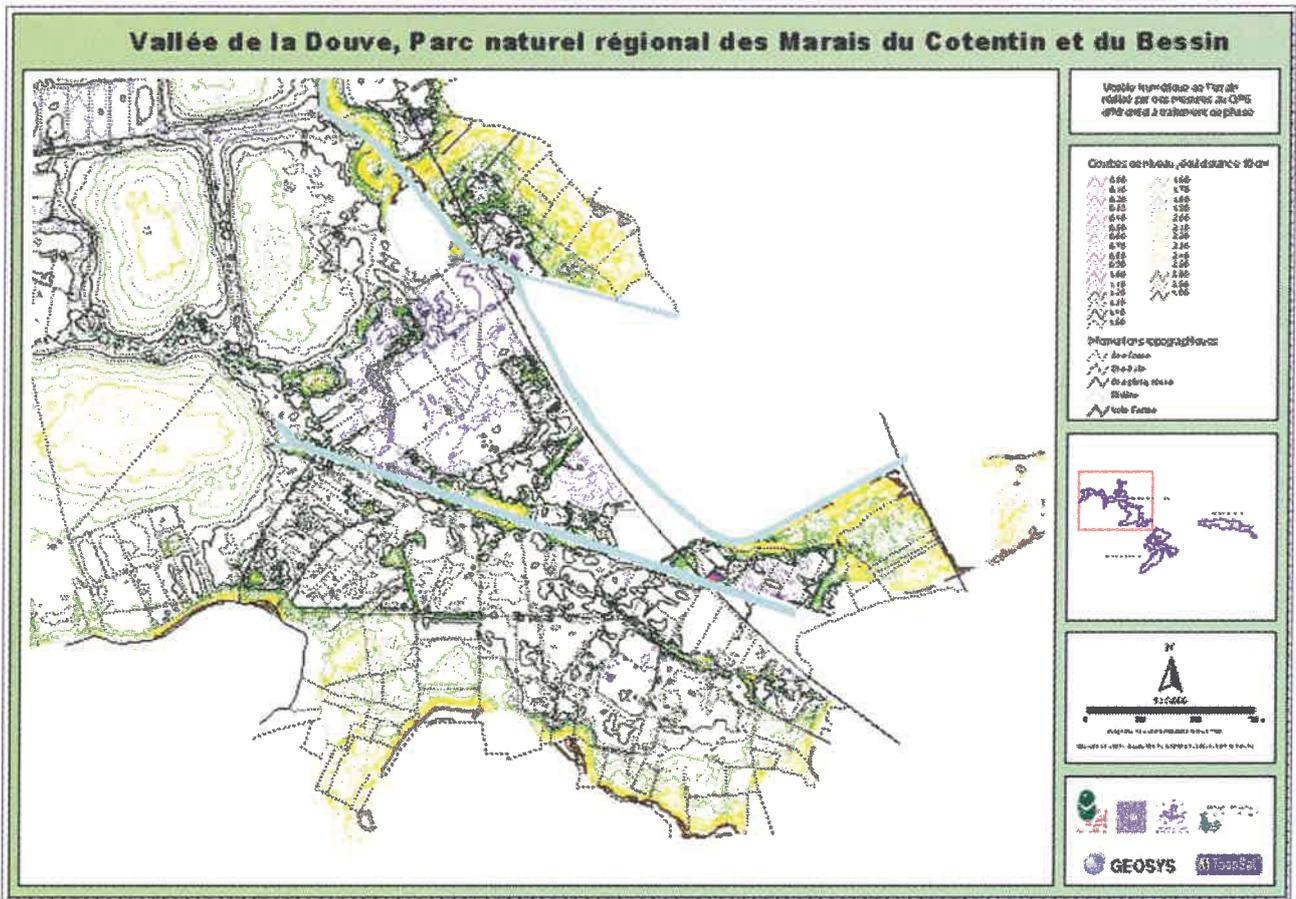
EXPLOITATION DU MNT

Les informations collectées et intégrées sous forme numérique constituent un véritable référentiel topographique pour l'aménagement et la gestion des marais. De nombreux produits peuvent en être dérivés. La première exploitation a été de simuler différents scénarios de mise en eau (inondation) et de visualiser les zones couvertes et ainsi d'identifier les parcelles qui seront immergées. Ces simulations ont donné lieu à une production de cartes topographiques illustrant les zones inondées.

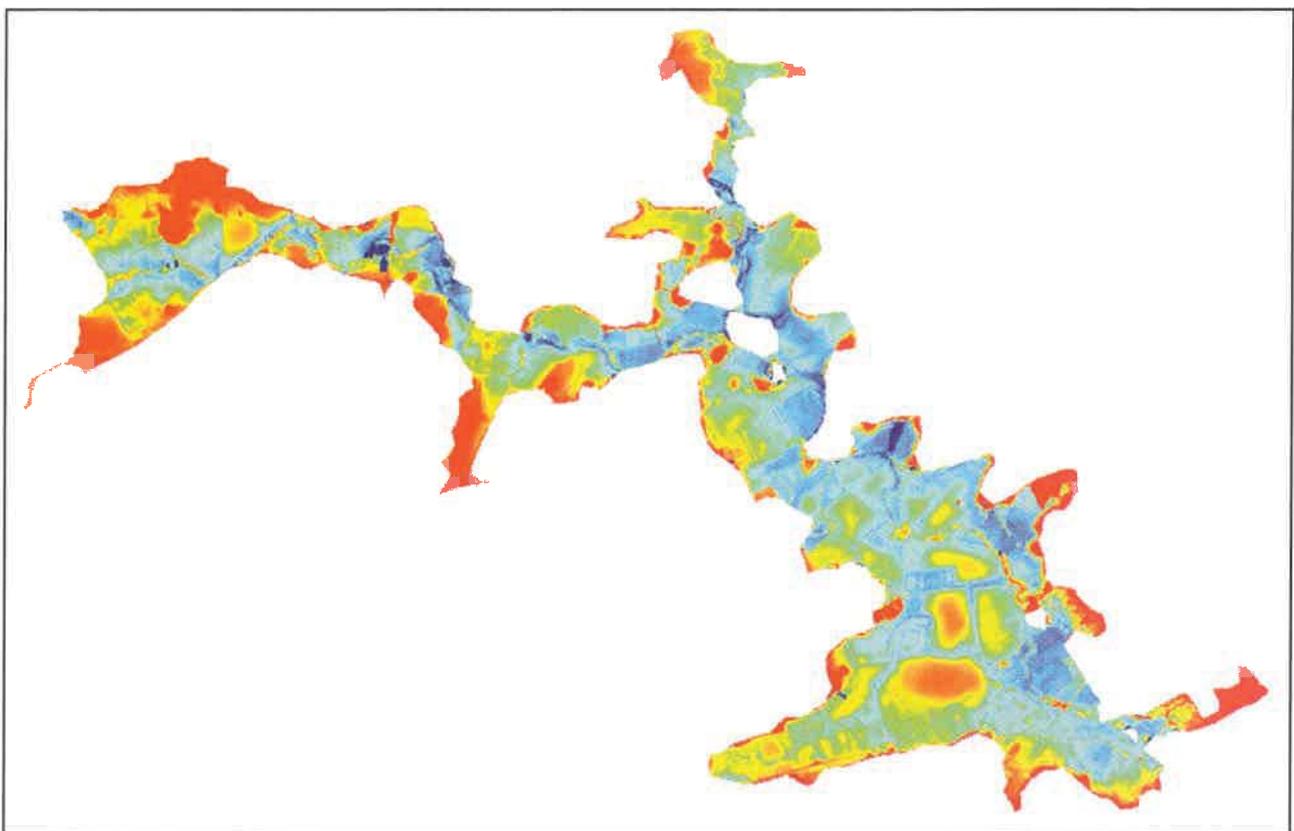
CONCLUSIONS

La nécessité croissante de la prise en compte des réalités géographiques (topographiques notamment) pour les projets d'aménagements, font des MNT un élément d'aide à la décision indispensable et surtout maintenant facilement exploitable par des logiciels simples et conviviaux. Si l'altimétrie fine est essentielle pour de nombreuses études d'aménagement elle n'était pas encore facilement utilisée à cause du coût de la mesure et de la difficulté de sa mise en œuvre. L'association des techniques de mesures G.P.S. cinématique, à leur mise en forme sous un S.I.G. a permis de créer un outil particulièrement performant pour un coût très compétitif.

La prise en compte de plus en plus fréquente et nécessaire des impératifs environnementaux, les difficultés liées à la gestion de l'eau, notamment face aux excès de la nature, ne peuvent qu'inciter les collectivités à se munir de tels outils. Les sociétés Toposat® et Géosys ont montré, chacune dans leur domaine de compétence et conjointement par leur synergie, qu'elles pouvaient répondre à cette demande.



Plan altimétrique 1 – Représentation en courbes de niveau



Plan altimétrique 2 – Palette chromatique en fonction de l'altitude