

9- La télédétection

Des outils multiples pour mieux connaître les zones humides

Image satellite Landsat du sud de la Camargue : littoral, étangs (bleu), espaces terrestres (rouge)

Problématique

Les zones humides constituent des territoires complexes, dont les caractères et la perception fluctuent dans le temps. Leur cartographie suppose le recours à des méthodes diversifiées et adaptées.

La télédétection a été définie comme "l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci" (J.O. du 11 décembre 1980).

Dans le domaine de l'étude des milieux naturels, la définition de cette discipline a souvent été réduite à l'exploitation des images satellitaires, mais on peut y adjoindre celle des photographies aériennes et des données obtenues par des capteurs aéroportés.

L'intérêt de ces techniques est multiple :

- révélation d'évènements difficilement perceptibles au niveau du sol (outil d'investigation) ;
- spatialisation et généralisation d'évènements observés, c'est-à-dire l'extension, sous forme cartographique et statistique, de typologies élaborées localement (outil d'extrapolation) ;
- analyse de l'évolution des zones étudiées (outil de suivi).

Présentation de la recherche

La plupart des projets de recherche du PNRZH ont eu recours à la télédétection, avec des objectifs variés :

- connaissance générale des sites, préparation de la recherche ;
- inventaire des zones humides ;
- délimitation des sites ;
- caractérisation dans les domaines hydrauliques, géomorphologiques, écologiques...

La nature des zones humides et les objectifs des recherches expliquent le recours à des outils diversifiés.

Ces travaux ne couvrent pas la totalité des techniques disponibles et de leurs potentialités, mais ils ont exploré une grande diversité de problématiques.

Pendant la durée du PNRZH, l'organisation d'un atelier sur les approches spatiales a été l'occasion d'échanges entre projets de recherches, et d'une harmonisation de certaines démarches.

Les outils et les méthodes

La télédétection repose sur l'utilisation de plusieurs domaines de longueurs d'onde du spectre électromagnétique, visibles ou non. Il s'agit d'analyser la part de l'énergie solaire réfléchie à la surface de la terre dans les parties visibles, proche infrarouge et infrarouge moyen du spectre électromagnétique, et de l'énergie émise par la terre elle-même au-delà de 3mm.

Chaque type de surface terrestre réagit spécifiquement dans les différents domaines spectraux par rapport aux flux d'énergie qu'il reçoit, en fonction de sa nature et de son état. Cette particularité définit la signature spectrale de chaque type de surface, ce qui permet de l'identifier et de le cartographier.

PRINCIPAUX OUTILS UTILISÉS

Projet	S	PA	U	IR	T	C	L	R
Camargue	o	o						
Cours moyen de la Seine	o	o			o			
Estuaire de la Seine	o	o		o				
Loire	o	o						
Marais de Kaw	o					o	o	o
Marais de l'ouest		o	o			o		
Rhône	o	o						
Tyfon	o	o				o		
Scarpe-Escaut				o				

S : Images satellitaires

L : Images laser

PA : Photos aériennes type IGN

R : Images radar

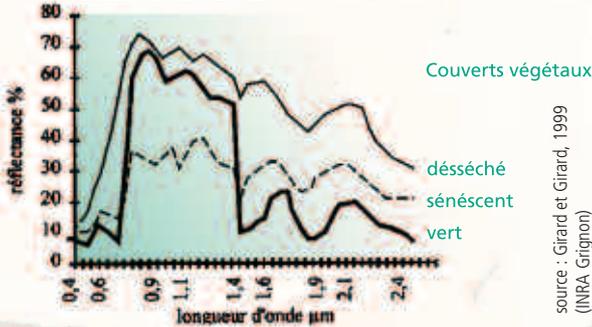
U : Photos aériennes ULM

IR : Photographies proche infrarouge

T : Images thermiques

C : Images hyperspectrales (Casi)

REFLECTANCE DES COUVERTS VEGETAUX EN FONCTION DE LEUR PHENOLOGIE



source : Girard et Girard, 1999 (INRA Grignon)

Différents capteurs sont utilisés pour acquérir des informations sur un espace étudié, pour un intervalle donné de longueur d'onde (appelé bande spectrale).

On distingue des capteurs multispectraux, qui recueillent des données sur quelques bandes spectrales larges, et des capteurs hyper spectraux, qui analysent de très nombreuses (jusqu'à 300) bandes très étroites.

Domaines spectraux les plus utilisés	Longueur d'onde	Principales données de télédétection utilisées	
		Satellites	Aéroportées
Visible	400 nm 700 nm	Images de radiomètres multispectraux	Photographies aériennes panchromatiques et couleur Images hyperspectrales
Infrarouge proche	800 nm 1500 nm	Images de radiomètres multispectraux	Photographies aériennes infrarouge (500-900 nm) Images hyperspectrales
Infrarouge moyen	1500 nm 5000 nm	Images de radiomètres multispectraux	Images hyperspectrales
Infrarouge thermique	8000 nm 14000 nm	Images de radiomètres multispectraux	Thermographies
Hyperfréquences	0,75 cm 136 cm	Radars, images de radiomètres multispectraux	Radars, radiomètres...

La résolution spatiale des capteurs est très variable. Les photographies aériennes et certains capteurs récents ont une très haute résolution (voisine ou inférieure à 1 mètre).

La plupart des capteurs sont dits passifs parce qu'ils interceptent les ondes réfléchies ou émises par la surface de la terre ; en revanche, les capteurs actifs émettent des ondes qu'ils interceptent après leur rétrodiffusion par la terre (lasers, radars).

Les capteurs peuvent être transportés par différents vecteurs : satellites, avions, ULM...

Différents outils ont été mis en oeuvre par les chercheurs lors du PNRZH (tableau ci-dessous).

LE TRAITEMENT DES IMAGES

Les images obtenues par ces différents instruments peuvent être traitées de trois façons :

- interprétation analogique de l'information contenue sur l'image. Par exemple on numérise un polygone et on indique un thème d'occupation du sol simplement par l'interprétation visuelle du photointerprète ;
- élaboration de classifications non supervisées. Le logiciel va définir statistiquement un certain nombre de classes qui correspondent à des thèmes d'occupation du sol définis par leur valeur radiométrique et regrouper tous les pixels qui ont des valeurs radiométriques proches dans le même thème ;
- réalisation de classifications supervisées. Le choix des classes est dirigé par l'opérateur qui donne les thèmes présents et indique un certain nombre d'unités ou parcelles échantillons qui correspondent à ces thèmes pour entraîner le processus de classification.

Les logiciels utilisés sont des logiciels de traitements d'images couramment utilisés en télédétection (Ex. : Er Mapper, Erdas Imagine, Geolmage, IDRISI, ENVI, ...).

IMAGES SATELLITAIRES

Il est possible d'acquérir des images satellitaires multispectrales auprès de différents opérateurs ; les plus connus sont américains (Landsat Thematic Mapper) ou français (SPOT), mais il en existe d'autres. Les opérateurs peuvent fournir des images d'archives ou des données programmées spécifiquement à la demande des clients.

La plupart des images qui ont été utilisées dans le cadre du PNRZH sont des images Spot ou Landsat :

- en mode panchromatique ;
- en mode multispectral.

Les images en mode panchromatique sont proches radiométriquement des images multispectrales.

triquement d'une photographie aérienne en noir et blanc. Les images multispectrales couvrent les mêmes surfaces au sol, mais comprennent plusieurs bandes de longueur d'onde différentes.

Leur intérêt repose sur l'existence de données à différentes dates, et l'automatisation de l'analyse.

L'avantage de leur exploitation est réel à l'échelle du bassin-versant, pour identifier et cartographier les zones humides et l'occupation des sols environnants.

La résolution spectrale de la plupart des images satellitaires est nettement supérieure à celle des photographies aériennes quel que soit leur mode (noir et blanc, couleur, proche infrarouge) ; leur résolution spatiale n'est pas toujours aussi précise. Cependant, les images actuelles produites par les satellites ont des résolutions métriques (Ikonos) voire inférieure au mètre (Quick Bird avec environ 0,7 m) en mode panchromatique, ce qui est très proche du produit phare de l'IGN en photographie numérique, la BD OrthoNum (résolution spatiale de 0,5 m).

La résolution insuffisante des capteurs multispectraux, les difficultés d'interprétation et l'emploi souhaitable d'images à plusieurs dates ont souvent dissuadé les utilisateurs de recourir à cette source de données pourtant intéressante.

56

PHOTOGRAPHIES AERIENNES DE TYPE IGN

Les photographies aériennes en noir et blanc ou en couleur représentent la partie visible du spectre pour les émulsions panchromatiques et couleur et la partie proche infrarouge du spectre pour les émulsions infrarouges. L'Institut Géographique National effectue des missions sur l'ensemble du territoire national, actuellement à une échelle de 1/20 000 environ.

Ces documents constituent l'une des bases des études des zones humides ; ils présentent plusieurs intérêts :

- disponibilité ;
- possibilité de comparaison de photographies à plusieurs dates depuis les années 1945 ;
- facilité d'analyse sans traitement sophistiqué ;
- existence de la couverture complète de la France (la BD OrthoNum) avec une résolution spatiale de 0,5 m et une actualisation tous les 5 ans.

Par contre, cette source présente plusieurs limites :

- pas d'automatisation possible de façon simple ;
- importantes variations de teintes entre photographies qui entraînent des erreurs d'interprétation ;
- précision thématique médiocre : mauvaise différenciation des types de végétaux, impossibilité de détecter les éléments non visibles du paysage (teneur de l'eau dans les sols par exemple) ;

- nécessité de transformer les images antérieures à la BD OrthoNum pour un bon géoréférencement ;
- difficulté de mosaïcage des données

Les photographies aériennes ont été exploitées par de nombreuses équipes de recherche, au moins comme document préparatoire.

Certains chercheurs ont réalisé des photographies à basse altitude depuis un ULM (il est possible de faire de même à l'aide d'un hélicoptère ou d'un avion de tourisme). Dans certains cas, il s'agit d'obtenir des images " verticales ", avec une fréquence supérieure aux missions de l'IGN ; elles sont souvent insuffisamment verticales pour être superposées à des cartes et servir directement comme support pour la cartographie. Leur intérêt repose sur la possibilité de multiplier les survols, pour un coût modéré.

Dans d'autres cas, des images obliques sont recherchées, de façon à détecter des informations non visibles sur les photographies verticales (hauteur de la végétation, présence de fossés...).

Les photographies prises dans le proche infrarouge lors de missions spécifiques mettent en valeur des éléments non visibles, et en particulier la teneur en eau des sols. Comme les photographies aériennes classiques, les photographies proche infrarouge doivent faire l'objet d'un géoréférencement rigoureux, de façon à pouvoir superposer des images produites à plusieurs dates, et les intégrer dans un SIG.

IMAGES THERMIQUES

La prospection thermique aéroportée permet de cartographier la température du sol (jusqu'à 0,5 à 1 m sous la surface du sol) ; elle met ainsi en évidence des hétérogénéités dans les matériaux de surface et de subsurface, et la présence d'eau dans le sol. Ces données sont largement utilisées en archéologie et en pédologie. Certains satellites, tel Landsat, disposent de bandes spectrales dans l'infrarouge thermique.

L'intérêt de la télédétection comme outil de prospection thermique repose sur la possibilité de couvrir de vastes surfaces en des temps relativement courts par comparaison avec les méthodes géophysiques au sol.

IMAGES HYPERSPECTRALES

Un capteur hyper spectral CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager) a été utilisé en Guyane et en Bretagne. Il permet d'obtenir des images à très haute résolution spectrale de l'énergie électromagnétique réfléchie par la

surface terrestre, dans la gamme spectrale couvrant les domaines du visible et de l'infrarouge (288 bandes spectrales de quelques nm de large).

Cet outil s'est avéré très performant, en particulier en matière d'identification de la végétation. Sa mise en œuvre a été lourde lors du PNRZH, du fait de son caractère expérimental. Si cette technique d'acquisition aéroportée est aujourd'hui éprouvée, elle reste onéreuse et réservée à des territoires restreints.

Il existe aujourd'hui des capteurs hyperspectraux embarqués à bord de satellites ; leur résolution spatiale est nettement plus faible que celle des capteurs aéroportés, ce qui limite encore leur utilisation à certains types de zones humides.

DONNEES RADAR

Des données radar ERS ont été utilisées en Guyane et en Camargue (hors PNRZH). Ces images peuvent être acquises quelles que soient les conditions de nébulosité, de jour comme de nuit. Le radar permet notamment de cartographier, par des passages répétés, la dynamique des plans d'eau et d'en déduire les durées de submersion des différents habitats.

LES DONNEES ALTIMETRIQUES

La télédétection rend possible la connaissance de la topographie des sols à travers l'élaboration de Modèles Numériques de Terrain (MNT). Ils apportent une aide importante en matière d'identification et de délimitation des zones humides dont la localisation est grandement précisée par la mise en évidence des dépressions.

Il est possible d'utiliser les données topographiques disponibles, en particulier auprès de l'IGN (BD topo), mais leur précision est souvent insuffisante pour étudier les régions planes où les zones humides sont fréquemment situées. Il est également possible de recueillir ce type de données dans le cadre d'une recherche spécifique.

Ainsi, les lasers héliportés ou aéroportés sont capables de mesurer la topographie au sol, comme cela a été montré en Guyane. Actuellement, l'emploi de lasers rend possible la construction de Modèle Numérique d'Altitude (MNA). Le laser de type LIDAR est aujourd'hui de plus en plus employé malgré un coût très élevé. Il permet la réalisation d'un MNA du sol mais aussi de la canopée avec une précision moyenne en altitude variant autour de 10 cm.

Des utilisations multiples

La télédétection a été utilisée, dans le cadre du PNRZH, pour inventorier, délimiter et/ou caractériser l'état ou le fonctionnement de zones humides.

INVENTORIER LES ZONES HUMIDES

L'identification et l'inventaire par télédétection de zones humides non encore répertoriées n'ont été abordés que dans deux projets.

Une des particularités de la démarche d'inventaire concerne la nécessité de couvrir de vastes territoires dans lesquels les zones humides sont disséminées. Cette contrainte limite pour des raisons économiques le recours aux outils les plus performants (images hyper spectrales...) à des sites de taille réduite.

LES MARES

L'inventaire exhaustif des mares reste à réaliser sur le territoire national ; il représente un réel enjeu du fait du grand nombre de ces zones humides et de leur valeur, en particulier écologique. Il s'agit d'un exercice particulièrement difficile étant donné la petitesse de ces objets et leur extrême dissémination dans le paysage.

Dans le cadre de la mise en place d'une méthodologie d'inventaire (voir fiche 4), les chercheurs ont expérimenté l'utilisation des photographies aériennes. Cette source a été jugée non adaptée, pour deux raisons : coût trop important eu égard aux grandes surfaces à couvrir, à la dissimulation de nombreuses mares par la végétation, et aux erreurs d'interprétation (confusion avec des arbres isolés, des aires hydromorphes). Le recours à la prospection systématique sur le terrain est donc jugé indispensable.

D'autres méthodes comme les images hyperspectrales ou les radars permettraient sans doute une bonne détection des mares, mais à un coût élevé.

LES ZONES HUMIDES DE FOND DE VALLEE

Le projet Tyfon a montré que les images SPOT ou Landsat TM fournissaient les moyens de localiser les zones humides " effectives " (végétation hygrophile) à partir d'un indice d'humidité. Cette détection n'a été possible qu'en présence d'une végétation ouverte (couverture végétale arborée inférieure à 60 % de la zone considérée).

Des capteurs hyperspectraux aéroportés permettraient d'identifier ces zones humides (mise en valeur du gradient d'humidité), mais avec un coût plus élevé. Certains nouveaux satellites tels que SPOT 5 disposent de l'infrarouge moyen avec une résolution spatiale d'ordre décimétrique; ils pourraient servir à identifier correctement ce type de zones humides.

DELIMITATION

Ce deuxième niveau d'analyse, consiste, pour une zone humide déjà connue, à en cartographier les limites. Ce type d'étude, bien ciblé dans l'espace, est susceptible de justifier le recours à des investigations plus poussées que pour les inventaires.

Le travail de délimitation peut porter sur les trois échelles définies dans le cadre du projet Tyfon (voir fiche 5).

ZONES HUMIDES EFFECTIVES

Les photographies aériennes et les images satellitaires permettent de délimiter les zones humides effectives à partir de trois caractéristiques :

- présence d'eau libre ;
- faible brillance des sols humides ;
- végétation hydromorphe (prairies humides, peupleraies, saulaies...).

La présence d'eau constituant un caractère variable, ce type d'analyse impose d'être renouvelé à plusieurs dates pour obtenir une image représentative de la situation effective.

La méthode de délimitation la plus performante a reposé sur l'utilisation de données hyperspectrales Casi. L'analyse se fait par photo-interprétation de compositions colorées, complétée par une analyse de données spectrales. Pour chaque zone définie par photo-interprétation, il est possible d'analyser des courbes spectrales extraites des images, en référence avec des courbes établies pour chaque type de végétation lors de relevés effectués sur le terrain.

Les données hyperspectrales ont permis de délimiter plusieurs types de milieux non discernables sur les photographies aériennes classiques :

- distinction entre boisements hygrophiles et zones humides riveraines non humides ;
- identification des secteurs à jonc diffus, espèce indicatrice d'un pâturage de printemps sur des sols saturés une bonne partie de l'année ;
- caractérisation des modes de gestion des sols.

Les recherches menées dans le nord de la France montrent l'existence de nombreux biais dans la délimitation des zones humides à partir de données de télédétection couramment utilisées (images SPOT, photographies aériennes de type IGN) :

- difficulté à identifier les plans d'eau peu profonds très végétalisés ;
- gêne pour détecter certains éléments tels les fossés de drainage, souvent trop étroits et végétalisés pour apparaître, compte tenu de la résolution des images ;
- complication dans le repérage de certaines zones humides due aux ombres portées par les terrils, voire les arbres ;
- etc.

Toutefois les images satellitaires permettent de cartographier l'occupation des sols de vastes espaces, et offrent ainsi la possibilité de replacer les zones humides dans leur contexte.

ZONES HUMIDES POTENTIELLES

Les zones humides potentielles correspondent aux surfaces dépourvues de végétation hygrophile, susceptibles de redevenir des zones humides effectives en cas de restauration (fermeture de drains, réinstallation d'une végétation naturelle). Ces zones peuvent être identifiées par analyse de la topographie ou de la brillance des sols (labours implantés sur des zones humides).

ZONES HUMIDES EFFICACES

Les zones humides efficaces correspondent aux espaces assurant une fonction donnée (hydraulique, biogéochimique, biologique...). La télédétection a contribué à délimiter les enveloppes correspondant à quelques fonctions, en particulier celle autorisant potentiellement la dénitrification (projet Tyfon). L'étude des fonctionnalités suppose une très bonne caractérisation des zones humides, basée sur des analyses détaillées.

CARACTERISATION DES ZONES HUMIDES

La télédétection a apporté une meilleure compréhension de la structure et du fonctionnement de certaines zones humides.

GEOMORPHOLOGIE

Plusieurs projets de recherche ont identifié et cartographié les unités géomorphologiques et sédimentaires au sein des zones humides. Ce travail aide à comprendre la dynamique fluviale et le fonctionnement hydrologique de zones humides.

Sur des zones tests des vallées de la Seine et de l'Aube, une analyse thermique des zones humides a été conduite à l'aide d'un radiomètre aéroporté ARIES (1 canal visible, 1 canal thermique lointain : 10,5 – 12,5 mm avec une précision spatiale de 2 mètres) qui a couvert 11 axes de 7 km de long et 2 km de large. Le survol a été effectué en février, sur sol nu et en période d'inondation partielle. L'analyse simultanée du visible et du thermique a permis de retracer l'évolution des écoulements à travers la séparation aisée des zones d'eau libre et des eaux stagnantes, ainsi que l'estimation des réserves en eau du très proche sous-sol (notamment certaines zones d'anomalies thermiques liées à des écoulements souterrains observables sur le thermique et non sur le visible).

Les anciens chenaux de la rivière apparaissent sur l'image thermique.

A l'aide d'un logiciel de traitement d'image, l'analyse de l'image thermique permet de localiser rapidement et sur

une grande surface les anciens réseaux hydrographiques réactivés en période de crue. La comparaison avec des cartes anciennes fournit une validation et des compléments à l'analyse.

Des comparaisons ont été entreprises entre thermographie infrarouge et cartographie de la conductivité électrique apparente mesurée au sol. Elles ont montré une bonne concordance des méthodes pour les zones non cultivées, mais des discordances dans les zones cultivées.

ANALYSE THERMIQUE DE LA VALLEE DE LA SEINE

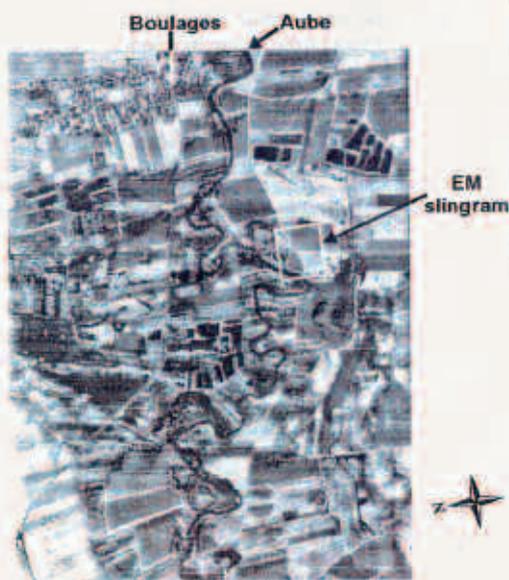


image visible

0 250 500 750 1000

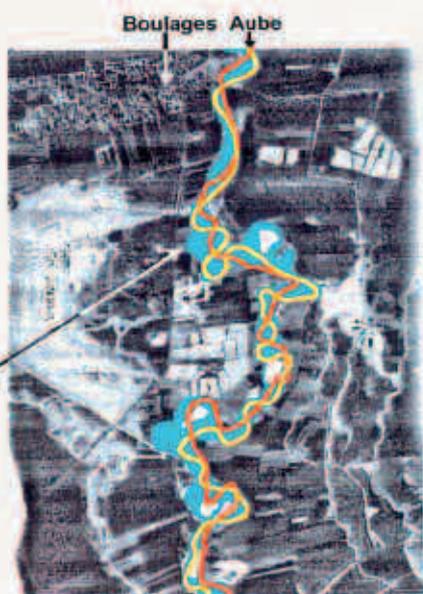


image infrarouge thermique
(blanc=chaud ; noir=froid)

Accrués

Travaux 188

Dans l'estuaire de la Seine, des photographies aériennes verticales ont été prises à l'aide d'un ULM. Elles ont été géoréférencées et intégrées à un SIG. Leur interprétation (visuelle et automatique), couplée à une analyse de terrain, a débouché sur la mise en place d'une typologie et d'une cartographie de l'estuaire.

Dans la vallée de La Loire, l'identification et la cartographie des unités fonctionnelles ont été menées à partir de trois études simultanées : végétation, géomorphologie et télédétection.

L'analyse d'une image SPOT a permis d'étendre par extrapolation les résultats des études de terrain. Elle a également mis en évidence des éléments non visibles sur le terrain :

- chenaux fossiles difficilement perceptibles sur le terrain ou les photographies aériennes ;
- atterrissements dans le lit mineur (trois types distincts par leur stabilité et leur niveau topographique).

Dans les vallées du Rhône et de ses affluents, l'analyse des photographies aériennes a servi à préciser l'emboîtement des niveaux fonctionnels : secteurs (tronçon de vallée), zones humides (bras morts), unités fonctionnelles (bouchons sédimentaires).

NIVEAUX D'HYDROMORPHIE

L'évaluation des niveaux d'hydromorphie a été entreprise dans une zone atelier du marais de Brouage en faisant appel à deux types de documents conduisant à la mise au point d'indicateurs pertinents.

Images satellitaires

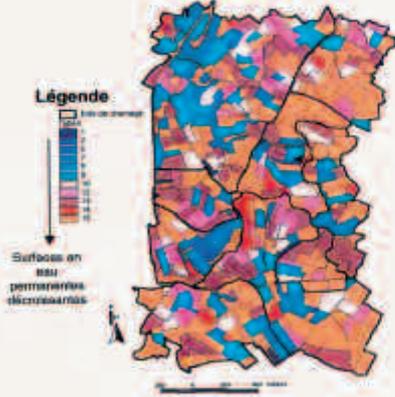
Une image SPOT du marais (20/08/1993, mode XS, résolution 20 m) a été exploitée. Une classification en 5 thèmes a été élaborée : 1-eau, 2-minéral, 3-très végétalisé, 4-végétalisé, 5-peu végétalisé. Cette analyse permet de décrire l'organisation de l'ensemble du marais, mais aussi de cartographier les thèmes dominants à l'échelle de chaque parcelle.

Photographie infrarouge couleur

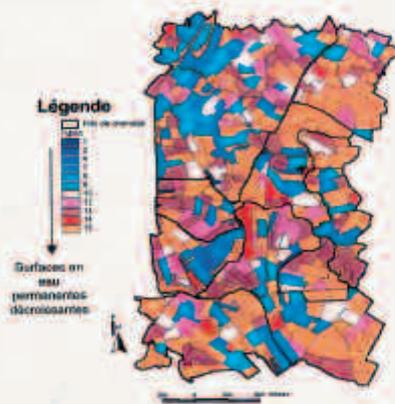
Des photographies IRC à trois dates représentatives (hiver, printemps, été) ont été scannées, mosaïquées, géoréférencées et interprétées de façon visuelle et numérique. Ce travail a débouché sur une typologie des parcelles conçue de façon plus précise qu'à partir des images satellitaires, grâce à une répartition des parcelles en 15 classes d'humidité décroissante.

CARTOGRAPHIE PARCELLAIRE DE LA ZONE ATELIER DU MARAIS DE BROUAGE

A partir d'une image SPOT



A partir de l'interprétation de photographies aériennes infrarouge couleur



Evolution des surfaces en eau

Une fois géoréférencées, des photographies prises à différentes dates peuvent aider à construire assez simplement des indicateurs d'assèchement, à l'échelle de la parcelle ou d'un ensemble de parcelles. Ils servent à évaluer l'évolution des teneurs en eau des sols au cours de l'année, ou sur un pas de temps pluri-annuel.

Régime de submersion des baisses

Les baisses sont les dépressions temporairement en eau, selon leur usage (chasse, pâturage,...).

Les photographies aériennes infrarouge ont permis d'identifier et de cartographier des classes de végétation, qui correspondent à trois niveaux de submersion décroissante :

- eau, végétation aquatique et subaquatique (iris) ;
- joncs ;
- végétation mésophile, carex-agrostis.

Les images dérivées des photographies IRC sont ensuite agrégées au niveau de chaque baisse, de façon à obtenir pour chacune des indicateurs de durée de submersion.

Indicateurs de fossés

L'interprétation des photos aériennes IRC a permis de caractériser les fossés du marais, et de renseigner une base de données cartographiques établie précédemment. L'étude de transects perpendiculaires aux fossés a fourni les éléments pour les caractériser, par exemple sur le plan de la largeur moyenne.

CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION

Différentes expériences de cartographie de la végétation ont été menées dans le cadre du PNRZH.

La méthode a souvent reposé sur une analyse analogique (visuelle) des images (aériennes en particulier), complétée par une vérification de terrain.

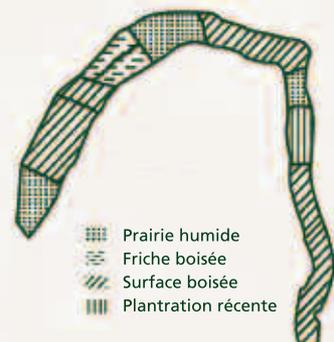
Les chercheurs notent que, généralement, l'automatisation de l'analyse est trop aléatoire. Dans le Nord de la France, seules quelques formations ont pu être identifiées d'après l'image SPOT (tourbières, roselières inondées...).

Dans le Massif Armoricain, l'équipe du projet Tyfon a cartographié les zones humides à partir des données hyperspectrales CASI. La méthode de travail a reposé sur l'interprétation analogique des photographies aériennes, assistée par ordinateur, par comparaison des courbes spectrales de l'image avec les courbes de références concernant des milieux identifiés sur le terrain.

Composition colorée
Image CASI 07/09/99



Interprétation des formations végétales dérivée de l'image CASI



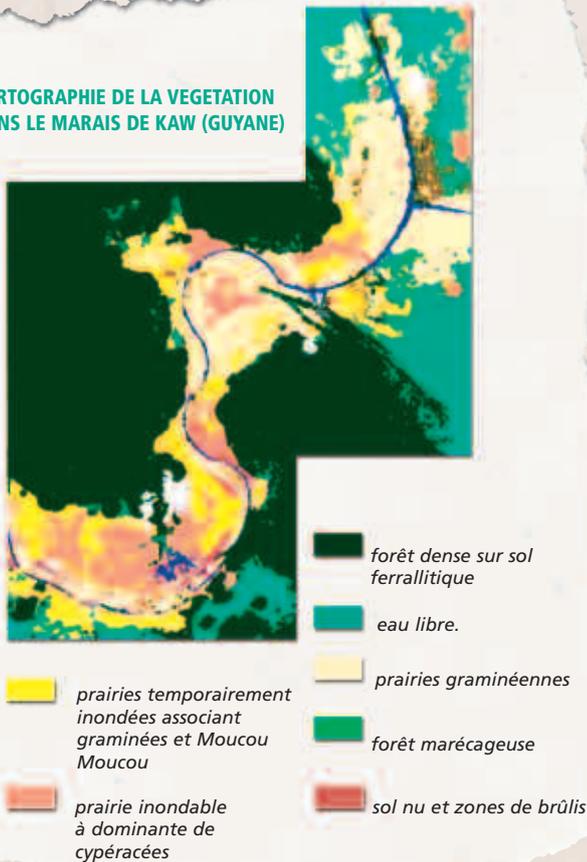
DYNAMIQUE DES MILIEUX

L'évolution de l'occupation des sols est classiquement étudiée à partir des photographies aériennes, disponibles depuis les années 1945 (voir fiche 7 histoire de l'occupation des sols).

Cette source est intéressante, mais elle comporte certaines limites : médiocrité de la qualité des images anciennes, grand nombre de clichés à exploiter pour les grands sites, nécessité de corriger géométriquement et de géoréférencer les photographies.

Dans l'estuaire de la Seine, les chercheurs ont analysé l'évolution du paysage au moyen de deux scènes SPOT distantes de dix années. Un indice de changement a été établi à partir du pourcentage de pixels ayant changé entre 1987 et 1997, pour chaque maille (25 pixels x 25 pixels). Cette approche a permis de montrer et de mesurer l'augmentation de la surface de la roselière, la compression du schorre et de la slikke, ainsi que le maintien des prairies alluviales.

CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION DANS LE MARAIS DE KAW (GUYANE)



En Guyane, les données CASI ont également permis de cartographier les grandes unités végétales (figure ci-dessus). Dans les marais de l'Ouest, six missions photographiques ont été menées en ULM, à basse altitude, à différentes périodes.

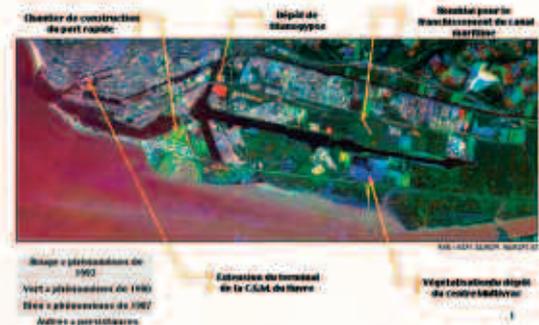
Les photographies présentent l'intérêt d'une très bonne résolution ; elles permettent de distinguer au sein des parcelles des unités hydro-écologiques, visibles en particulier sur les clichés de début de sécheresse. Après réduction du nombre de couleurs à 16, on distingue certains types de végétation :

- mésophile ;
- hygrophile ;
- roselière ;
- zones rases (méso-hygrophiles salés).

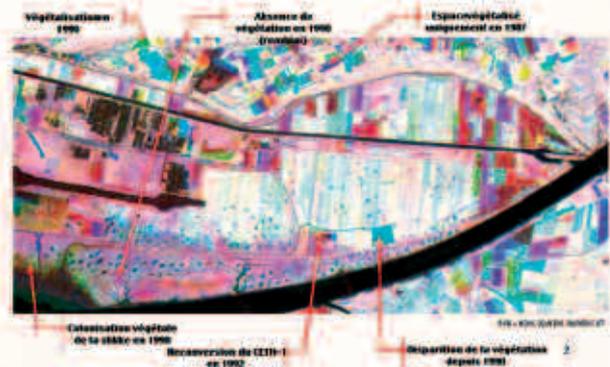
Cette analyse reste délicate et sujette à différents biais d'interprétation ; elle nécessite l'exploitation de plusieurs séries de clichés et une interprétation préalable de façon traditionnelle, qui représente alors la source de l'étalonnage de la méthode.

Sur l'estuaire de la Seine, l'utilisation conjointe d'images satellitaires à différentes dates et de photographies aériennes a abouti à la cartographie de la végétation (au niveau de l'alliance phytosociologique).

MUTATION DES SURFACES ARTIFICIELLES



PERCEPTION DES AMENAGEMENTS DE TRAVERS DES FORMATIONS VEGETALES



En Camargue, l'exploitation de trois images Landsat TM (1984, 1989, 1993) a montré les changements d'occupation des sols (développement de la riziculture), les effets de la sécheresse de 1989 et la dynamique du littoral.

Limites et perspectives

La télédétection permet d'améliorer considérablement les connaissances en matière d'inventaire, de délimitation et de caractérisation des zones humides. Les études du PNRZH ont été l'occasion d'expérimenter des techniques et des approches novatrices.

L'interprétation des données en matière de zones humides s'avère beaucoup plus complexe que celle d'autres paysages, agricoles par exemple. Cette difficulté réside dans la grande variabilité de ces milieux naturels (surfaces, végétation, variabilité temporelle...).

L'utilisation de cet outil rencontre certaines limites :

- la plupart des techniques demandent des analyses sophistiquées relevant d'organismes spécialisés ;
- le coût souvent élevé des traitements ;
- la faible reproductibilité des protocoles mis au point, malgré l'importance des besoins en ce domaine.

En conséquence, le recours à la télédétection nécessite certaines précautions :

- ces méthodes semblent faciliter l'étude rapide de vastes espaces, mais des contrôles de terrain (étalonnage), souvent lourds, s'avèrent indispensables ;
- l'utilisation de données collectées à plusieurs dates est généralement nécessaire pour tenir compte des importantes variations de l'hydromorphie des sols au cours de l'année. Les dates des images doivent être choisies avec soin (en général, privilégier les données de hautes eaux, mais aussi de niveaux d'eau différents pour estimer les durées de submersion des différents milieux.) ;
- la combinaison de plusieurs techniques de télédétection et d'analyses de terrain semble souhaitable pour parvenir à une bonne image de la situation.

Depuis la fin du PNRZH, les méthodologies disponibles ont connu des améliorations importantes dans plusieurs domaines :

- les performances des capteurs se sont beaucoup améliorées, tant en ce qui concerne leur résolution spatiale (2,5 m pour SPOT 5) que leur résolution thématique (existence de capteurs satellitaires hyper spectraux ou infrarouge moyen) ;
- le développement de l'utilisation des lasers aéroportés facilite l'élaboration de modèles numériques de terrain très précis ;
- les nouveaux outils de traitements et de classification des images font progresser l'analyse automatique aux dépens de la photo-interprétation manuelle (Logiciel E-Cognition par exemple).

L'évolution des outils et des méthodes d'étude permet à la télédétection de sortir du champ de la recherche pour devenir opérationnelle. Ainsi, plusieurs grands inventaires de zones humides à l'échelle de bassins-versants ou de départements entiers, avec recours aux images satellitaires, ont été récemment lancés tant sur le territoire national qu'à l'échelle de l'Europe (Programme européen Globwetland par exemple).

CONTACTS

COORDINATION DE L'ANIMATION TRANSVERSALE DU PNRZH SUR LA TELEDETECTION ET TYFON :

Laurence Hubert-Moy,
Université de Haute Bretagne,
COSTEL,
35043 Rennes cedex,
tel 02 99 14 18 48
laurence.hubert@uhb.fr

CAMARGUE :

Thierry Naizot, Alain Sandoz
sandoz@tourduvalat.org

COURS MOYEN DE LA SEINE :

Roger Guérin, Jeanne Tabbagh, Alain Tabbagh
guerin@ccr.jussieu.fr

ESTUAIRE DE LA SEINE :

Alban Bourcier,
alban.bourcier@univ-lehavre.fr

LOIRE :

Laurent Couderchet, université Bordeaux,
laurent.couderchet@montaigne.u-bordeaux.fr

MARAIS DE KAW :

Laurent Polidori
polidori@cayenne.ird

MARAIS DE L'OUEST :

Christian Puech, maison de la télédétection,
puech@teledetection.fr

ENGREF, Montpellier

Lionel Loubersac, IFREMER,
Lionel.loubersac@ifremer.fr

MARES :

Bertrand Sajaloli, ENS,
biogeo@wanadoo.fr

RHONE :

Claude Amoros,
amoros@univ-lyon1.fr

SCARPE-ESCAUT :

Claude Kergomard,
Ecole Normale Supérieure de Paris
claude.kergomard@ens.fr