

## ÉTUDE PAR TÉLÉDÉTECTION AU 1:50 000 DES ZONES INONDABLES ET DU DRAINAGE DANS LE BASSIN DE DÉBORDEMENT DE LA SAÔNE

MM. LENCO, Secrétariat d'État à l'environnement.  
BALLAND, Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée – Corse.  
et GARRY, Ministère de l'Équipement du Logement et des Transports, Service technique de l'urbanisme.

### Abstract

*The aim of this methodological study by remote sensing was to detect in flooding period the boundaries of the flooded areas and saturated lands with water according to the wetness level, as also the nature of the land use and the drainage capacity in lowest water level.*

*The operation has been executed on a stretch 10 km among the Saône river. Two Landsat TM images taken in april and july 1988 have been processed and analysed. They have given a cartography at 1:50 000 scale which allows to study the yearly flooded areas in normal conditions.*

*The results have been compared with outer data and have shown that the multispectral remote sensing is a good tool to observe and to help for management the hydromorphic areas reached by the periodical swelling of the main rivers. The contribution of remote sensing is particularly interesting to locate the lands soaked with water and the drainage of the zones concerned by the floodings.*

### Résumé

*Cette étude de caractère méthodologique a été exécutée sur un couloir de 10 km de large centré sur la Saône. Elle avait pour but de détecter en période de crue les limites des zones inondées et imbibées d'eau selon le niveau d'humidité ainsi que la nature de l'occupation du sol et du drainage en période d'étiage. Deux images Landsat TM d'avril et juillet 1988 ont été analysées et ont fourni une cartographie au 1:50 000 permettant d'étudier les zones inondées périodiquement en année moyenne où le lit d'inondation a été isolé.*

*Les résultats ont été comparés avec des données recueillies par ailleurs et ont montré que la télédétection est particulièrement intéressante pour repérer les zones non recouvertes mais imbibées d'eau et le drainage des zones touchées par les inondations.*

### ◆ Intérêt et objectifs de l'étude

Il n'existe pas en France de carte des zones inondables. C'est pourquoi il a paru utile d'établir un dossier méthodologique pour examiner l'aptitude de la télédétection à reconnaître les limites des zones inondées et à humidité rémanente par catégorie d'occupation du sol, ainsi que l'existence et l'efficacité du drainage, dans la zone de débordement régulier d'un grand fleuve en comparant une image satellite de fin d'hiver – début de printemps à une image de l'été suivant en année moyenne. L'étude ne vise pas à délimiter l'étendue des inondations de caractère exceptionnel se produisant lors de crues trentenaires ou centenaires, qui correspondent à un autre niveau de risques naturels, mais cherche à établir par télédétection une cartographie des zones à risques courants d'inondations qui sont cultivées (Y. C. prairies naturelles), construites, voire constructibles, dans le but de recueillir des informations utiles pour des questions de réglementations, d'assurances et d'aide à la décision pour les aménagements fluviaux.

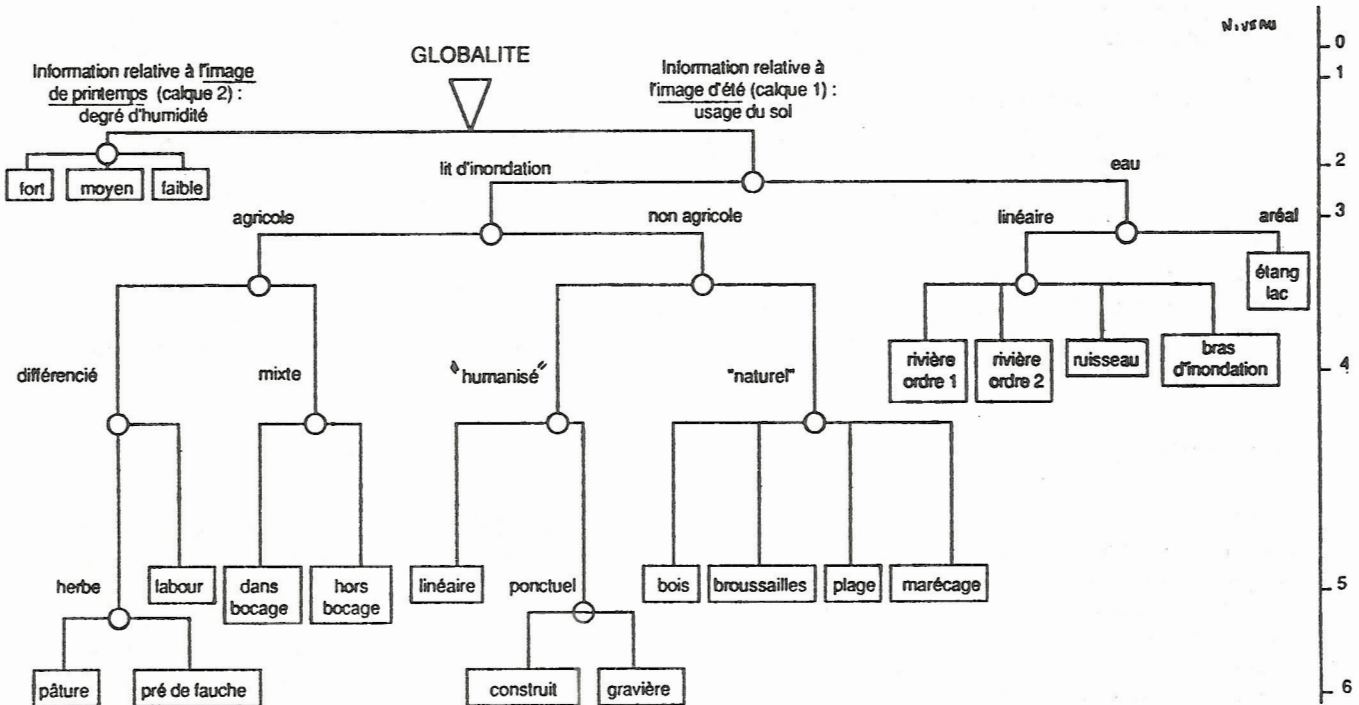
L'étude pilote a été lancée en collaboration par la Délégation à la Qualité de la Vie du Secrétariat d'État chargé de l'Environnement en liaison avec la Direction de l'Eau, de la Prévention des Pollutions et des Risques, par le Service de l'Urbanisme (Division Informatique et Cartographie) du Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports, et par l'Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

La Saône a été retenue parce qu'elle présente des débordements annuels importants et qu'elle faisait l'objet d'une investigation parallèle très complète réalisée par l'AFB-RMC à l'aide de moyens classiques indépendants de

**Cartographie des zones inondables et du drainage des zones inondées  
du bassin de débordement de la Saône au 1:50 000.**

**LEGENDE DE L'OCCUPATION DU SOL**

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>A. Lit d'inondation (tracé épais)</b></p> <p>1 - <u>Surfaces en eau</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. cours d'eau de 1er ordre (Saône et principaux affluents), de 2<sup>e</sup> ordre</li> <li>. ruisseaux, drainages importants,</li> <li>. Bras d'inondation des rivières principales mortes ou mouilles profondes (parfois canalisées)</li> <li>. Etangs</li> </ul> <p>2 - <u>Zones d'intervention humaine</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Bâti</li> <li>. carrières et gravières, dépôts, chantiers</li> <li>. voies de communication (marquées dans le paysage)</li> </ul> <p>3 - <u>Espaces agricoles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. terres labourables</li> <li>. prairies naturelles de fauche</li> <li>. prairies naturelles pâturées</li> <li>. zones mixtes hors bocage</li> <li>. zones mixtes dans le bocage (système bressan)</li> </ul> <p>4 - <u>Espaces naturels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. bois, fourrés, et peupleraies, aulnaies, saulaies</li> <li>. landes, friches et broussailles</li> <li>. marécages</li> <li>. bancs de sable et galets (plages)</li> </ul> | <p><b>B. Environnement immédiat du lit d'inondation (tracé léger)</b></p> <p>2 - <u>Zones d'intervention humaine</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Bâti dense</li> <li>. Bâti moyennement et peu dense</li> <li>. carrières, dépôts, chantiers</li> </ul> <p>3 - <u>Espaces agricoles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. terres labourables</li> <li>. prairies naturelles</li> <li>. zones mixtes hors bocage</li> <li>. zones mixtes dans le bocage (système bressan)</li> </ul> <p>4 - <u>Espaces naturels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. bois</li> <li>. landes, friches, broussailles</li> </ul> <p><b>C. Niveau de drainage des sols (superposé à l'occupation des sols)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. sols peu humides</li> <li>. sols intermédiaires</li> <li>. sols très humides</li> </ul> |
|---|--|



**Zones inondables et drainage des zones inondées  
du bassin de débordement de la Saône  
Niveaux hiérarchiques d'interprétation**

l'opération télédétection avec laquelle cette dernière pouvait être comparée. L'étude télédétection couvre une portion du cours de la Saône s'étendant sur 200 km entre le département de la Haute-Saône et Villefranche-sur-Saône. Cette portion figure sur la moitié droite des scènes 196-27 et 28 du satellite de ressources terrestres de 2<sup>e</sup> génération Landsat TM<sup>1</sup>. La partie du fleuve située en amont dans le département de la Haute-Saône, où les débordements sont plus localisés, doit être examinée dans un deuxième temps par le région Franche-Comté de façon à observer l'ensemble du fleuve.

## ◆ Méthodologie

Les données Landsat TM ayant une limite de résolution au sol de 30 m ont été choisies en raison principalement de la présence de bandes spectrales dans le moyen infrarouge (bande 5: 1,55 – 1,75  $\mu$  et bande 7: 2,08 – 2,35  $\mu$ ) et l'infrarouge thermique qui sont performantes pour l'étude des phénomènes aquatiques et de l'humidité du sol et de la végétation à l'échelle du 1:50 000, qui était l'échelle de travail courante de l'AFB. Parmi les images récentes sans nuage correspondant à une période de crue avec une image associée de l'été suivant en étiage, trois ou quatre possibilités existaient sur une durée de 7 ans. Les images du 11/4/1988 (crue) et du 25/7/1988 (étiage) ont été retenues. Les deux demi-scènes 196-27 et 28 appartiennent à une même trace à chaque date. Un couloir de 10 km de large centré sur le fleuve a été observé systématiquement avec un élargissement cependant aux zones de confluence.

Les données numériques ont été soumises à des prétraitements de corrections géométriques précises au 1/2 pixel près, de rééchantillonnage des pixels à 30x30m dans la direction N-S, d'amélioration de contrastes et contours<sup>2</sup>. Les images prétraitées ont donné lieu ensuite à la production d'une composition colorée cartographique en fausse couleur au 1:50 000 à chaque date dans 3 bandes spectrales: la bande 2 verte (0,52 - 0,60  $\mu$ ), la bande 4 proche infrarouge (0,76 - 0,90  $\mu$ ) et la bande 5 dans le moyen infrarouge (1,55 - 1,75  $\mu$ ). Le choix des trois bandes spectrales a été effectué après analyse d'un éventail de diverses combinaisons possibles incluant le canal 5 ou le néocanal 5 + 7.

A partir de données de terrain fournies par l'AFB-RMC, les deux images produites ont ensuite été interprétées à l'échelle du 1:50 000 avec l'assistance de l'ordinateur en station de traitement (zooms, utilisation d'autres bandes spectrales et de ratios de bandes spectrales, etc.) en opérant selon un découpage en 6 tronçons prédéterminés par l'AFB-RMC de façon à:

– repérer les zones recouvertes d'eau et les terrains imbibés d'eau sur l'image d'avril dans le couloir de 10 km centré sur le fleuve avec extension aux points d'arrivée des affluents, en distinguant le lit d'inondation et ses abords;

– comparer ces résultats à l'image d'été pour connaître:

- l'occupation du sol répartie en une vingtaine de catégories, notamment sur les zones inondées ou imbibées d'eau (hydromorphie) en avril et leur voisinage;
- le niveau d'humidité et de drainage, notamment sur les zones inondées ou imbibées d'eau en avril, réparti en trois niveaux qualitatifs.

Les catégories d'occupation du sol qui ont été isolées figurent dans le tableau. Le lit d'inondation a été traité à part dans le champ géographique étudié. Les rubriques relatives aux diverses surfaces en eau et aux phénomènes d'humidité liés aux inondations ont été développées dans la légende de la cartographie de l'occupation du sol qui comprend 19 classes et 6 niveaux d'interprétation.

## ◆ Résultats

Les résultats obtenus sont en très bon accord avec ceux obtenus par l'AFB-RMC par des procédures classiques à un coût nettement plus élevé. Les images et cartes obtenues vont être présentées dans un atlas hydrologique de la Saône, réalisé par l'AFB. L'épaisseur de la couche d'eau recouvrant les zones inondées n'a pas été étudiée car les zones de débordement du fleuve présentaient des cas hétérogènes selon qu'elles correspondaient à des mouvements en crue (aval) ou en décrue (amont). elle pourrait vraisemblablement être répartie en classes à condition de disposer d'un échantillon de données de terrain correspondant aux différentes situations. Par contre les terres imprégnées d'eau ont pu être réparties sans difficulté en trois classes de niveau d'humidité sur l'image de printemps. L'image d'été renseigne bien sur l'occupation du sol des zones touchées par l'inondation ainsi que sur l'humidité rémanente et le drainage de ces zones.

<sup>1</sup> La zone est recouverte par 4 scènes SPOT

<sup>2</sup> Les traitements ont été exécutés par la société UNISFERE à Besançon.

## ◆ Conclusions

L'expérience sur la Saône montre que la télédétection, et les données Landsat-TM en l'occurrence, constituent un excellent outil relativement économique pour cartographier les débordements réguliers des grands fleuves en séparant les zones recouvertes d'eau des terres imbibées d'eau classées selon leur niveau d'humidité, ainsi que pour connaître la nature de l'occupation du sol et le niveau du drainage de ces zones. La télédétection spatiale multispectrale apparaît être un bon instrument d'aide à la gestion des zones hydromorphes touchées par les crues périodiques des grands fleuves <sup>3</sup>.

Il serait intéressant d'effectuer dans les prochaines années une expérience analogue à partir des enregistrements du futur satellite européen ayant une limite de résolution au sol voisine de celle de Landsat TM et SPOT-XS. En effet, les données ERS-1 devraient permettre de repérer aussi à partir de 1991 les surfaces inondées et spongieuses avec l'avantage supplémentaire d'être obtenues avec des possibilités de passage plus fréquentes et d'observation par tous les temps grâce au radar à synthèse d'ouverture pour étudier les crues. Cependant les bandes spectrales du domaine visible et proche du moyen infrarouge des satellites d'observation des ressources terrestres resteront vraisemblablement plus intéressantes pour analyser plus en détail pendant l'étiage l'occupation du sol des zones recouvertes ou affectées par les excès d'eau en périodes de crues.

---

<sup>3</sup> L'observation des crues exceptionnelles reste trop aléatoire en raison de la fréquence de passage des satellites et du couvert nuageux en ces périodes.