

## 1975, 1988 : une évolution suivie par satellite

Dominique Laffly, Université de Pau

Les satellites d'observation de la terre tels que l'américain Landsat ou l'europpéen Spot fournissent des images qui couvrent de grands ensembles, de 180 kilomètres de côté pour le premier et de 60 kilomètres pour le second.

Ces images sont formées par l'association de points élémentaires ou pixels dont la taille (résolution) varie selon les capteurs. Ainsi, la version la plus ancienne de Landsat (Multi Spectral Scanner -MSS-) offrait des pixels de 50 mètres de côté ; tandis que la version actuelle (Thematic Mapper -TM-) fait descendre cette résolution à 30 mètres. Avec Spot, la finesse d'image est encore plus grande puisque, selon les capteurs, la résolution est de 20, voire 10 mètres de côté.

Les signaux que les satellites enregistrent correspondent à diverses qualités de rayonnement provenant des objets au sol : rayonnement visible (rouge, vert et bleu) ou invisible (infrarouge). En analysant la façon dont ces différents signaux se combinent, on arrive à identifier les différents modes d'occupation du sol (forêts, constructions, cultures) et à les cartographier automatiquement. Si l'on dispose d'images prises à différentes dates, on peut tout aussi bien suivre l'évolution de cette occupation.

Nous avons procédé à une opération de ce type en comparant une image MSS de mai 1975 et une image TM de juillet 1988. Toute la difficulté du travail tient au fait que, d'une date à l'autre, et d'un capteur à l'autre, les données ne sont pas homogènes. Les images que l'on obtient ont une allure très différente.

Sur l'image MSS du printemps 1975 (p.11), on distingue trois groupes de couleurs qui classent trois grandes catégories d'occupation du sol.

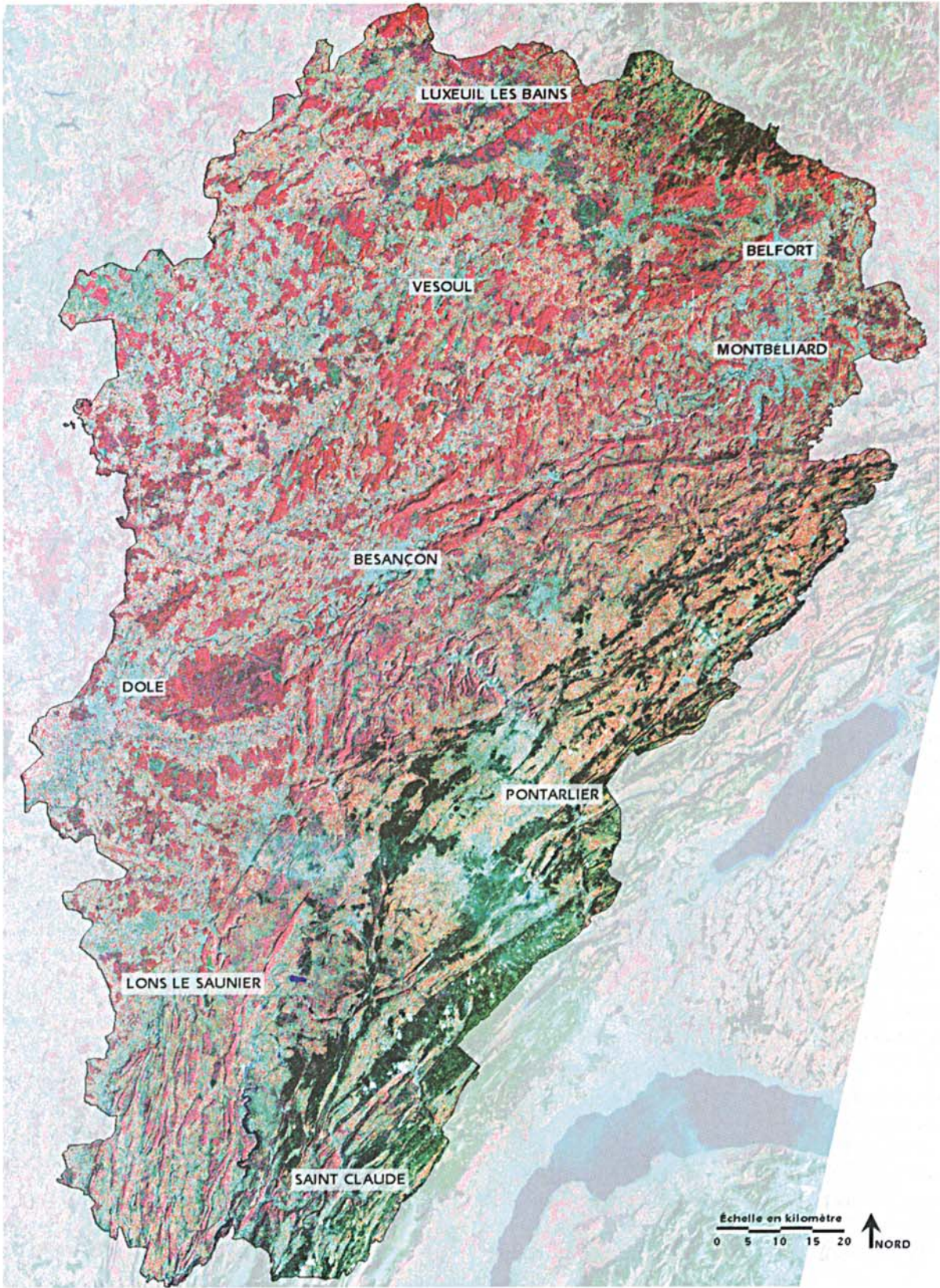
- La teinte noire correspond aux surfaces qui absorbent le rayonnement solaire. Il s'agit essentiellement des étendues d'eau et des forêts de résineux. On reconnaît à l'ouest les lacs de Neuchâtel et Léman et on suit aisément le tracé des grandes rivières. Deux grands massifs forestiers se différencient : au nord, celui des Vosges entaillé par de nombreuses petites vallées ; au sud et à

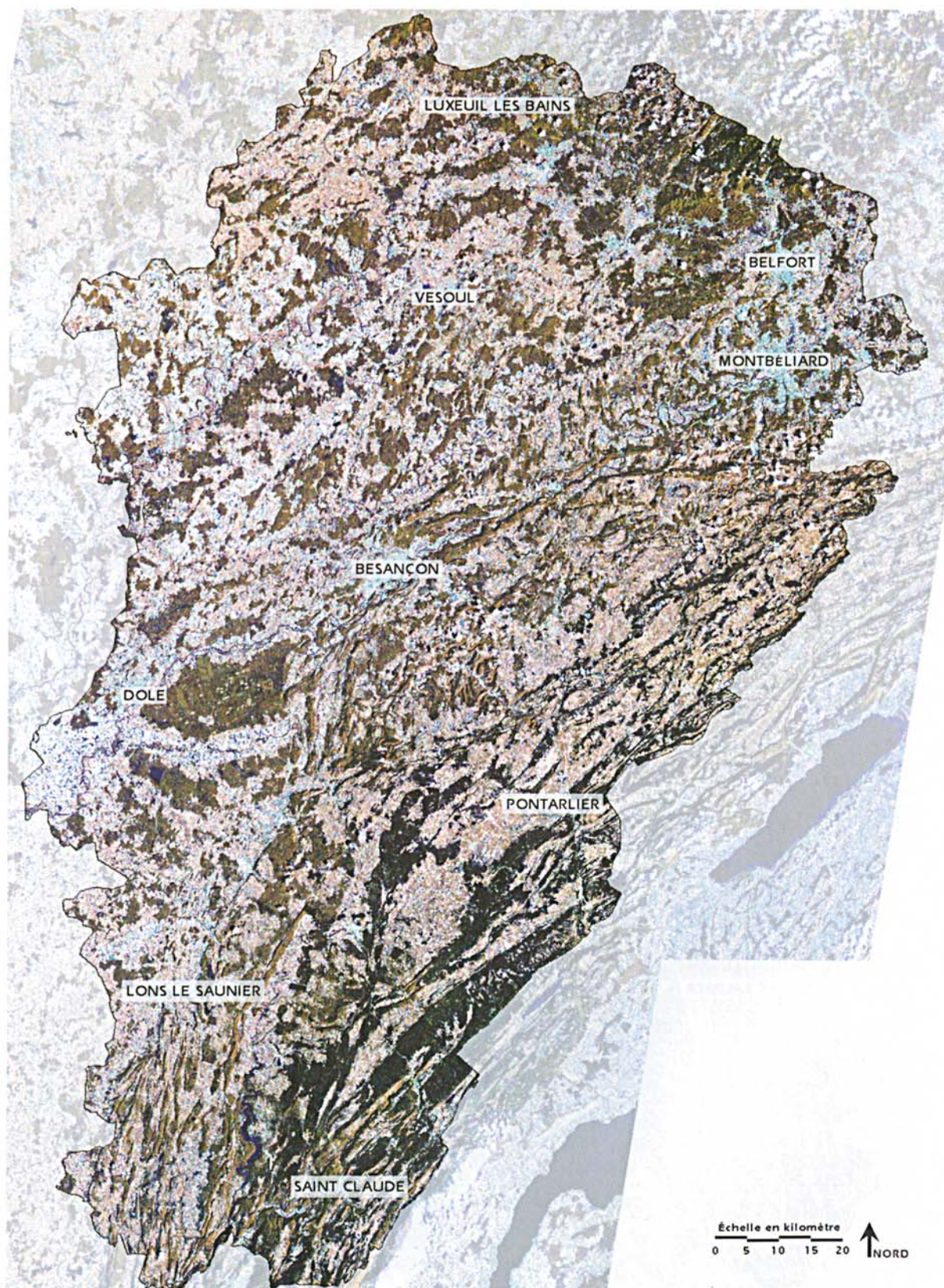
l'est, le croissant jurassien : les forêts s'y organisent en longs rubans alignés sur les crêtes orientées du sud-ouest au nord-est, elles sont beaucoup plus vastes au sud qu'au nord. La limite des résineux sépare parfaitement les seconds plateaux des premiers et la Haute-Chaîne du Jura de la plaine suisse.

- La teinte vert-bleu met en évidence les éléments minéraux (carrières, chantiers de travaux publics), les ensembles urbains et les sols très secs. Il est difficile de différencier ces «paysages» si ce n'est par leur localisation et leur forme. On reconnaît cependant aisément au nord-est les villes de Belfort et Montbéliard, et au centre Besançon. Entre les deux agglomérations, le long de la vallée du Doubs, on distingue le chantier de l'autoroute (en blanc) qui s'interrompt à peu près à la hauteur de Baume-les-Dames. A l'ouest de l'image, la ville de Dole se distingue mal des mosaïques de sols secs des vallées de la Saône et du Doubs. Vers Pontarlier, au pied de la Haute-Chaîne, les tourbières de Frasné apparaissent en vert

- La couleur rouge, enfin, correspond surtout aux espaces végétalisés qui réfléchissent beaucoup le rayonnement infrarouge tout en absorbant une grande partie du rayonnement visible rouge et vert. Les teintes rouges vifs correspondent à des forêts de feuillus sur des versants exposés au sud-est ; les rouges pourpres caractérisent les autres massifs forestiers. Cultures et prairies prennent toutes les nuances de cette gamme et montrent la difficulté, voire l'impossibilité, de différencier les paysages en cette saison printanière.

On peut également interpréter l'image en observant la disposition relative des taches de couleur. Cette lecture fait ressortir les formes du relief et permet de localiser des grands ensembles paysagers. Dans les Vosges, le réseau dense de petites vallées se distingue par l'alternance des versants boisés (noirs) et des fonds de vallées cultivés ou en prairie (rouge). De même, l'alignement des anticlinaux de la Haute-Chaîne est mis en évidence par des versants boisés et des fonds de vallées occupés





par les prairies et les prés de fauche. Le "décrochement" de Pontarlier (décalage des reliefs de part et d'autre d'une faille) se distingue parce qu'il rompt l'alignement des plis : anticlinaux et synclinaux se trouvent décalés de part et d'autre de la faille méridienne. On distingue moins nettement les "rides" qui séparent les seconds des premiers plateaux. En revanche, les plis et faisceaux de la bordure jurassienne dessinent nettement la limite entre le bas et le haut pays : les versants boisés exposés à l'est et au sud-est font ressortir les formes du relief par la couleur rouge vif des feuillus qui tranche avec la couleur noire des versants ombragés souvent enrésinés.

Sur l'image TM de l'été 1988 (p.12) une impression de plus grande variété et de précision s'en dégage par rapport à la précédente. Cependant, les données TM sont, à certains égards, de moins bonne qualité. Tout d'abord la présence de nuages (cumulus de beau temps, en blanc, et leur ombre portée, en noir) sur les Vosges, au sud de Montbéliard, au sud-est de Besançon et sur le versant oriental du Crêt de la Neige empêche toute observation sur ces zones. Le relief et les divisions entre grands éléments structuraux ressortent moins bien. Le chevelu des vallées vosgiennes et le jeu des versants le long de la bordure jurassienne sont estompés.

En revanche, l'interprétation des couleurs est beaucoup plus riche :

- Le noir caractérise les grands lacs suisses, les rivières et les forêts de résineux. Notons que le dessin des cours d'eau ressort moins nettement parce qu'il est noyé dans les autres couleurs (alors qu'avec les données MSS il tranchait nettement sur la couleur rouge). En raison de la nature particulière de leurs fonds, le lac de Saint-Point (sud-est de Pontarlier) et les étangs bressans se confondent avec les forêts de résineux.
- Le bleu correspond aux lacs jurassiens de Joux, de Chalain et au lac artificiel de Vouglans qui ennoie la basse vallée de l'Ain.
- La couleur rose est associée à l'urbain et aux cultures. Les villes apparaissent moins bien qu'avec les données MSS. Les contrastes entre couleurs sont peu marqués et les types d'occupation du sol sont plus diversifiés.
- Le blanc confond nuages et cultures. Il s'agit de champs sur sols très secs qui réfléchissent toutes les qualités de rayonnement. Le Finage, les zones cultivées de

la vallée de la Saône et de la Loue (val d'Amour) ressortent particulièrement bien ici.

- Les différents verts fournissent des informations sur le monde végétal. Celui-ci est désormais beaucoup plus diversifié. Le vert foncé correspond aux forêts de feuillus et met en évidence leur omniprésence. A l'est de Dole, l'imposant massif de la forêt de Chaux est un bel exemple de chênaie-charmaie qui résiste à l'enrésinement. Les hauts plateaux et la Haute-Chaine sont tapissés de prairies qui prennent des teintes vertes. Enfin, les verts clairs que l'on remarque sur les bas plateaux autant qu'en plaine correspondent à des prairies et à des cultures.

L'analyse de la disposition et de la géométrie des couleurs est également instructive. Les zones de cultures forment des mosaïques où les teintes se juxtaposent : le blanc et le rose caractérisent les exploitations céréalières, tandis que le vert clair révèle la nature agropastorale de l'exploitation du sol.

En comparant les deux images, on perçoit que des modifications de couleur traduisent des évolutions de nature différente

La première est le fait de cycles saisonniers. Il s'agit des changements de culture (très visibles dans le Finage dolois) ou de stades de maturité différents pour une mise en valeur agricole restée inchangée ; les prairies de la plaine d'Arlier (vers Pontarlier) en montrent un bel exemple. Les écarts de niveau et de qualité des eaux des grands lacs se rapportent également à ce type de variation saisonnière comme le montre les différences de couleur du lac de Vouglans.

La seconde est associée aux modifications durables du paysage. Celles-ci sont la manifestation de mutations profondes dans la mise en valeur de l'espace : constructions, sylviculture. A ce titre, on peut citer l'autoroute A 36 dont le chantier est visible en 1975, le quartier de Planoise et les zones d'activités périphériques de Besançon témoignages remarquables de l'extension urbaine. La gestion des forêts a produit d'autres changements comme l'apparition de vastes clairières en forêt de Chaux ou le repeuplement de résineux en forêt du Rahon dans les Vosges saônoises. Des secteurs devenus sensibles dans le contexte agricole d'aujourd'hui et progressivement abandonnés se marquent par l'extension des friches (Petite Montagne, par exemple). ■