

CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL ET CARTOGRAPHIE ÉCOLOGIQUE EN THAÏLANDE A PARTIR DES DONNÉES NUMÉRIQUES LANDSAT

Michel BRUNEAU * et Jean.Claude DESCHAMPS ** (BORDEAUX - St MANDÉ)

La cartographie de l'occupation du sol à partir des données numériques des bandes CCT Landsat peut s'étendre non plus seulement à de petites zones-test, mais à des régions de taille moyenne (un département français par exemple) en utilisant un système interactif de traitement tel que le système TRIAS de l'IGN. Les documents produits par un restituteur d'image sont des cartes en couleurs au 1/200 000. Le travail présenté ici porte sur une petite région agricole, une unité d'aménagement et de développement très densément peuplée et caractérisée par une agriculture intensive avec irrigation : le bassin de Chiang-Maï dans le Nord de la Thaïlande (compris entre 18 et 19° de latitude Nord et 98° 40' - 99° 15' de longitude Est). Trois dates de saison sèche ont été utilisées : 26 janvier 1973, 1er février 1977 et 7 avril 1975. Des classifications supervisées ont été effectuées à chacune de ces dates. Après avoir présenté rapidement la méthodologie des traitements, on commentera chacune des cartes et on essaiera de dégager l'intérêt et les limites de ce type de cartographie.

I - MÉTHODOLOGIE

Tous les traitements ont été effectués sur la console interactive du système TRIAS de l'Institut Géographique National avec un logiciel de classification supervisée (1). Des zones échantillon polygonales ont été choisies sur l'image en fausse-couleurs (4 canaux) affichée sur la console. Une classification non supervisée a été appliquée à chacune de ces zones, choisies comme homogènes en fonction de la connaissance du terrain, pour déterminer le ou les centres caractéristiques de chacune d'entre elles. Un seuil de distance entre les différents centres a été choisi; puis l'ensemble de l'image (4 canaux) a été classé en fonction de ces centres et en

utilisant un algorithme balayant l'image et affectant les points à la classe spectralement la plus proche et la mieux représentée dans son voisinage.

Une couleur choisie à partir d'une chartre a été affectée à chaque classe, puis le résultat affiché sur la console. La taille de celle-ci étant de 512 points sur 512, il n'était possible d'afficher qu'une partie du bassin de Chiang Mai et non la totalité. Nous avons travaillé essentiellement sur un transect représentatif des paysages de l'ensemble du bassin à quelques exceptions près (transect San Pa Tong - Lamphun). La zone montagneuse a été éliminée par l'application d'un masque, seules les basses terres (terrasses et plaine alluviale inondable) étant retenues.

Après visualisation du résultat de la classification sur la console, s'il était très nettement insuffisant par rapport à la vérité terrain, de nouvelles zones-échantillons ont été choisies et la classification reprise. Sinon un regroupement des centres a été effectué en fonction de leur proximité à partir d'une matrice des distances entre tous ces centres, de façon à simplifier et homogénéiser le résultat de cette classification.

Lorsque les résultats d'une classification supervisée à une date, affichés sur la console, ont été jugés satisfaisants, ils ont été redressés géométriquement par rapport à un fond de carte en projection UTM à partir d'amers communs à la carte et à l'image. Le résultat définitif a été fourni par le système SEMIO (2) sur films-photos à partir de la bande magnétique générée par le système TRIAS.

II - CARTE DU 1ER FÉVRIER 1977

Le vert foncé est une teinte dominante dans cette carte parce que toutes les forêts, fourrés et vergers sont con-

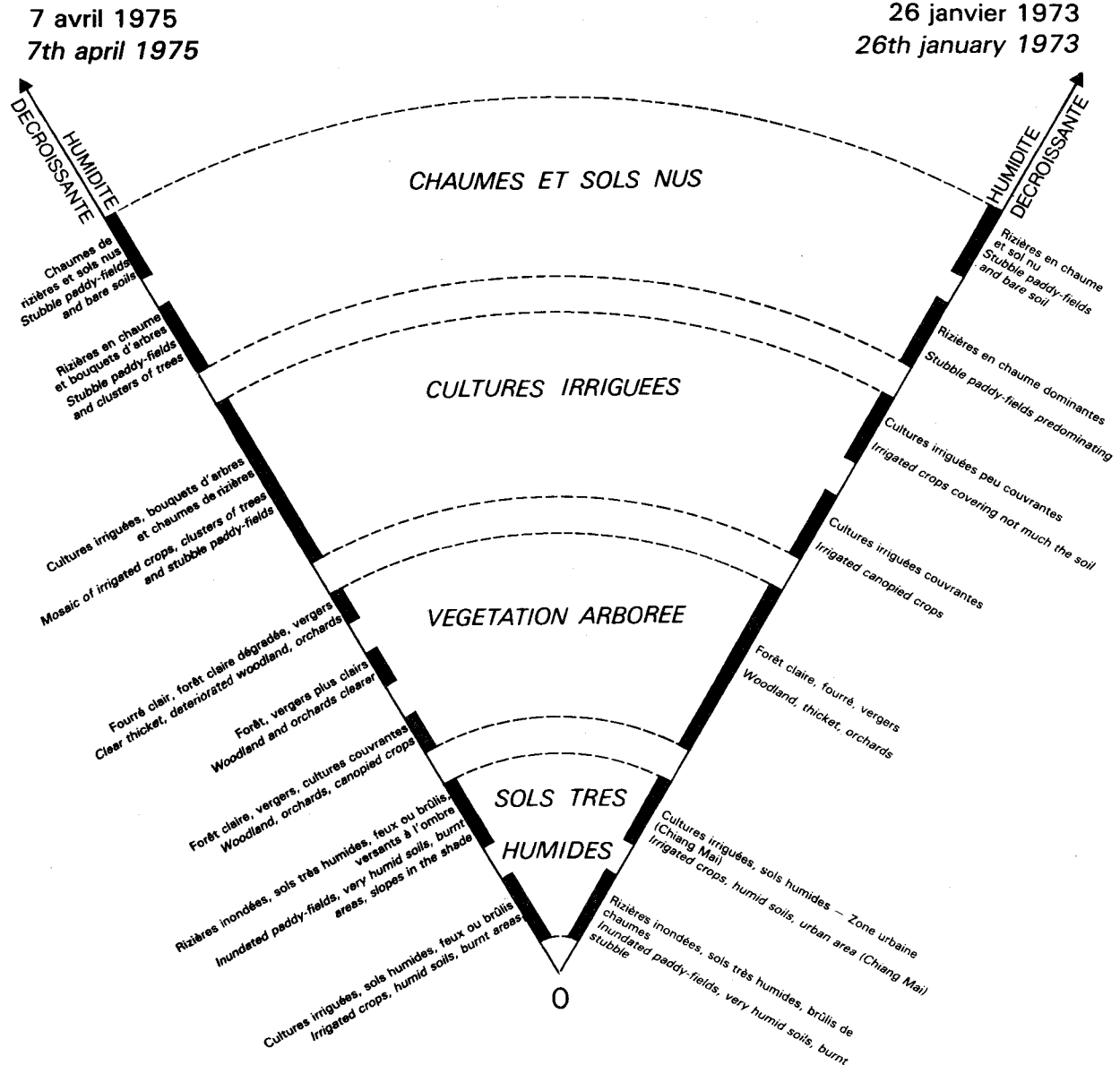


Fig. 1.- Schéma de correspondance entre les légendes des cartes du 26 janvier 1973 et du 7 avril 1975

fondus dans une même classe qui comprend en outre des cultures couvertes sur rizières (tabac, légumes...). Après une année particulièrement humide (1976) la végétation est encore très verte si bien qu'il n'a pas été possible de séparer les différentes formations arborées.

Les zones marécageuses ou inondées apparaissent en bleu foncé, ainsi que des brûlis de chaume de rizières (districts de San Pa Tong, San Sai, Mae Rim).

Les sols les plus secs sont des chaumes de rizières et des sols nus sur terrasses. Des cultures irriguées peu couvertes étaient sur sol sec au moment de l'enregistrement.

Enfin, une mosaïque de cultures

irriguées et de chaumes sur rizières est figurée en bleu clair. Cette classe peut inclure aussi des chaumes sur lesquels a poussé de l'herbe à cause de l'humidité du sol.

Cette classification supervisée donne un résultat médiocre. Il n'est pas possible d'y retrouver les contours des zones de végétation arborée. Les cultures irriguées, couvertes ou non ne sont pas nettement séparées des chaumes plus ou moins secs. Seules les zones inondées ou marécageuses et les chaumes secs ou sols nus sont assez bien individualisés. Le nombre relativement important de pixels non classés (en blanc) montre la difficulté d'une classification à cette date.

1^{er} février 1977
1st february 1977

26 janvier 1973
26th january 1973

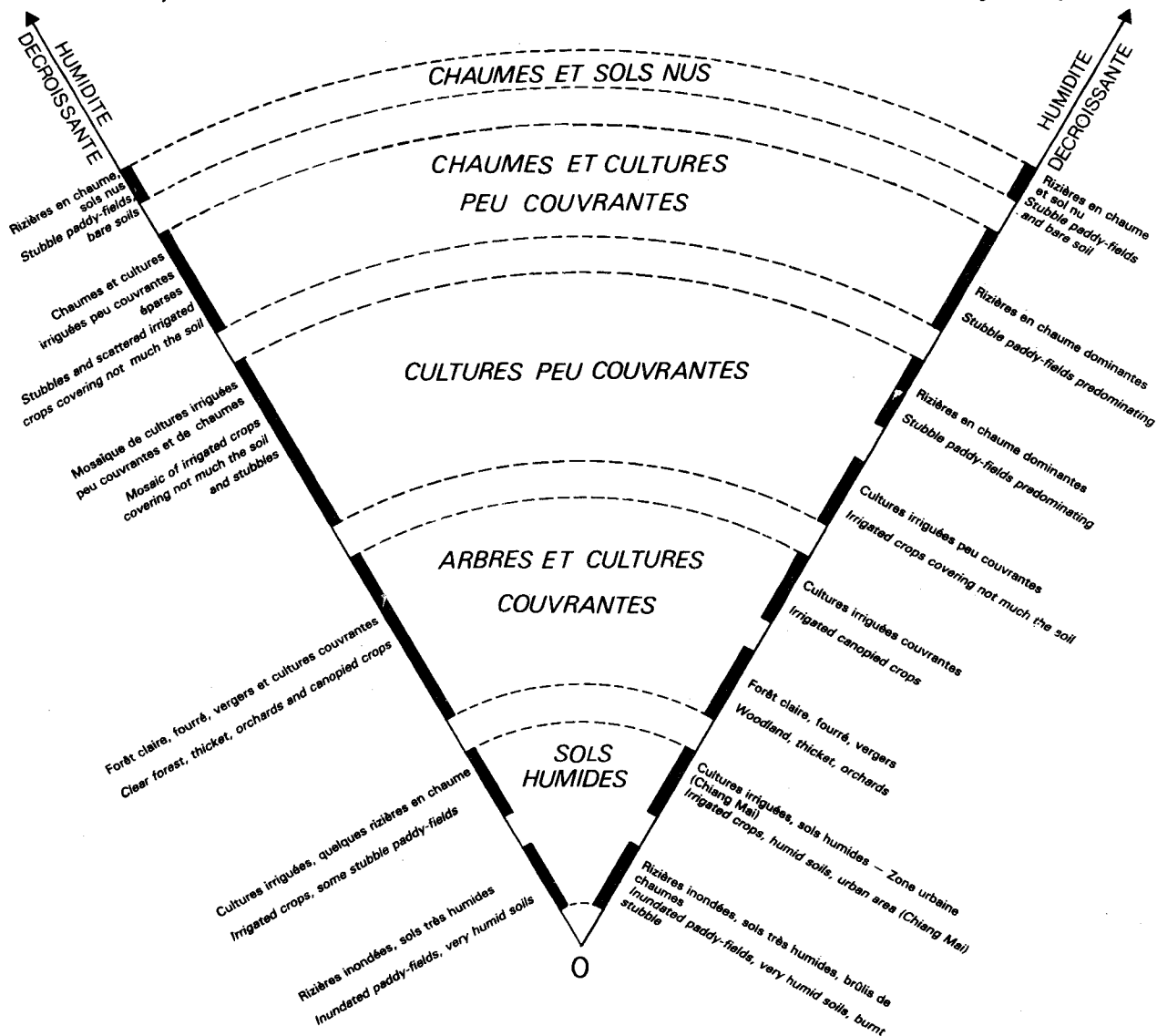


Fig. 2.- Schéma de correspondance entre les légendes des cartes du 26 janvier 1973 et du 1^{er} février 1977

III - CARTE DU 26 JANVIER 1973

Cette classification supervisée donne avec une bonne précision (la meilleure des 3 dates) les limites entre formations arborées (forêt, fourrés clairs et vergers) et cultures ou sols nus. Tous les villages caractérisés par des vergers sont cartographiés avec une grande précision. La limite entre terrasses, collines boisées et rizières apparaît plus nettement qu'aux autres dates. Par contre, à l'inverse de la carte d'avril, il n'y a aucune différenciation entre ces formations arborées plus ou moins claires et vertes, allant de la forêt claire dégradée aux vergers d'arbres fruitiers très denses et verts.

Dans les rizières, en bleu foncé apparaissent les zones inondées ou les brûlis de chaumes de rizières assez fréquents dans quelques endroits bien localisés (San Pa Tong, Mae Rim - Mae Taeng, San Sai). En bleu clair sont classées les cultures irriguées sur rizières (tabac, arachide, soja, ail, oignons, divers légumes ...).

A l'opposé les zones les plus sèches de chaumes et sols nus (jaune clair) sont bien individualisées par rapport à des zones mosaïques à dominante de chaumes mais comportant des cultures irriguées peu couvrantes, un peu dispersées (jaunes plus foncés). Quelques blocs épars (en rose) sont caractérisés par une plus grande densité de cultures ir-

riguées diverses (ail, tabac, arachide...).

Les non-classés (blancs) en terrasse ou sur les bordures correspondent à des versants à l'ombre dans des ravins ou des collines. Peuvent également apparaître en non classé (blanc) des zones plus humides ou au sol plus noir (brûlis) que celles affectées au bleu foncé.

La ville de Chiang Maï et celle de Lamphun sont bien individualisées en bleu clair, alors qu'elles ne se distinguent pas nettement aux deux autres dates.

IV - CARTE DU 7 AVRIL 1975

Cette classification supervisée est la plus riche des trois dates et celle qui comporte le moins de blancs (non classés). En avril, on observe le maximum de contrastes entre les zones très sèches et les zones humides, irriguées, entre les arbres caducifoliés et les vergers denses et verts.

En bleu figurent les sols humides. En teinte foncée apparaissent les rizières inondées, les marécages (à cette époque-ci, ce sont des rizières inondées) et les cultures sèches (soja, arachide, ail...) sur rizières qui viennent d'être irriguées au moment de l'enregistrement. En teinte claire, ce sont des cultures irriguées ou même des rizières qui ne sont pas inondées au moment de l'enregistrement, le sol étant moins humide que dans le cas précédent. Dans ces mêmes teintes apparaissent sur les terrasses et les marges de la carte des zones parcourues par des feux de brousse, des brûlis ou au Sud-Est des versants de collines à l'ombre. La très faible ou la non réflexion de l'infra rouge sur ces surfaces noires comme dans le cas de l'eau explique cette confusion.

Les différents verts symbolisent la plus ou moins grande couverture du sol. La végétation la plus verte (riche en chlorophylle) et la plus dense est représentée en vert foncé. Ce sont essentiellement des vergers denses le long des cours d'eau avec en particulier des arbres à laque (*Pythecolobium*) dont la couronne est très verte. Mais ce sont également des cultures irriguées à appareil végétatif très développé et couvrant bien le sol, en particulier des cultures de soja voisines des vergers-villages au Sud-Ouest (district de San Pa Tong) et à l'Est de Chiang Maï (district de San Saï).

Le vert - marron correspond à la forêt claire dont une partie des arbres n'a plus de feuilles ou à des vergers-villages plus clairs que les précédents. Quant au vert clair, ce sont des fourrés clairs ou de la forêt très dégradée ou bien des haies et bouquets d'arbres épars dans des zones de rizières sèches en chaume (zone de San Kampheing et Nord

de cette zone).

Les sols secs sont en jaune ou en orange pour les plus secs. Ce sont soit des sols nus sur terrasses (au Sud-Ouest de San Pa Tong) soit des chaumes de rizières dans toute la moitié Est et Sud-Est du bassin. Des réflectances encore plus élevées, correspondant à ce même type de sol, mais de teinte encore plus claire (sols kaoliniques), n'ont pas été classées (taches blanches sur la carte).

Entre les sols humides et les sols secs, entre les sols couverts de végétation et les sols nus, on trouve une classe difficile à définir parce que peu homogène. Il s'agit en général d'une mosaïque de chaumes de rizières et de cultures irriguées peu couvrantes (oignon, ail, arachide, ananas...) ou de canne à sucre (Sud de San Kampheing). Cette classe (en violet) peut inclure également une végétation arborée éparsée (bouquets d'arbres ou éléments de haies) dans des rizières en chaume, comme c'est le cas au Sud-Ouest de San Kampheing.

COMPARAISON DES 3 CARTES

La comparaison de ces 3 cartes est riche d'enseignements quant aux possibilités de ce type de cartographie à partir des données numériques Landsat. On voit l'intérêt d'une comparaison entre plusieurs états saisonniers (janvier-avril(3)). Au mois de janvier, on peut délimiter avec précision toutes les formations arborées (forêts-fourrés et vergers-villages) par rapport à ce qui ne l'est pas. Ce n'est pas possible en avril car il y a interférence des cultures couvrantes (type soja) et des feux de brousse. Par contre, on peut à cette date différencier trois types de couverture arborée (du plus dense et vert au plus clair). La zone urbanisée de Chiang Maï peut être circonscrite en janvier alors que cela est impossible en avril. Par contre, l'ensemble de la zone irriguée en saison sèche apparaît clairement sur la carte d'avril et non sur celle de janvier car, à cette date, toutes les rizières en chaume sur lesquelles une culture commerciale irriguée ou une seconde culture de riz sont possibles n'ont pas encore été remises en culture.

La qualité très nettement inférieure de la classification du 1er février 1977 par rapport à celle du 26 janvier 1973 est essentiellement due à une différence climatique entre ces deux dates. La saison des pluies de 1976 précédant le 1er février 1977 a été caractérisée par des précipitations plus tardives qu'en 1972 (4). Le couvert végétal est donc plus développé et plus vert le 1er février 1977 que le 26 janvier 1973, ce qui entraîne une plus grande uniformité des paysages à la première date qu'à la seconde.

CONCLUSION : UNE CARTOGRAPHIE ÉCOLOGIQUE

Ces cartes ne représentent pas à proprement parler des types d'occupation du sol, mais, de façon relativement précise, l'humidité des sols et leur couverture végétale (densité et aspect chlorophyllien de la végétation naturelle et cultivée). Alors que les chaumes et sols nus secs d'un côté, les marécages et zones inondées de l'autre, s'individualisent très bien sur les trois cartes, il n'est possible dans aucune d'entre elles, de séparer rigoureusement la forêt ou fourré clair des vergers et même des cultures à appareil végétatif développé.

L'humidité du sol et (ou) le couvert végétal sont deux bons indicateurs du milieu écologique dans son ensemble. On peut sur ces cartes délimiter des unités paysagiques, des ensembles homogènes, correspondant approximativement à des unités écologiques. A l'examen des 3 cartes on observe la constance de certaines limites et l'individualisation d'unités qui se retrouvent aux 3 dates. Pour délimiter de façon plus synthétique ces petites régions écologiques, il serait préférable d'utiliser une carte multitemporelle, c'est-à-dire tenant compte des données de deux états saisonniers (janvier - avril par exemple), ce qui sera la prochaine étape de ce travail.

(1) Voir LUMMAUX J.C., BRACONNE S., "A system for the coherent processing of remote sensing imagery", Proceedings of the 12 th International Symposium On remote Sensing of Environment, 1978, ERIM, Ann Arbor, 1979, p. 2193-2198.

(2) Il s'agit d'un restituteur d'image à laser (format 1 m x 1,80 m), douze niveaux de trame par film piloté par un ordinateur Hewlett Packard. Les films (1 par couleur) sont directement utilisables pour une impression en offset).

(3) Les schémas de correspondance entre les légendes de la carte du 26 janvier 1973 et des deux autres cartes sont destinés à faciliter la lecture et la comparaison de ces documents. Les classes y sont regroupées par famille selon un ordre allant du plus humide au plus sec. Les correspondances entre classes de différentes dates ne sont pas rigoureuses mais de type analogique.

(4) Il est tombé 223,8 mm d'eau à la station de Chiang Mai en octobre 1976 alors qu'il n'en était tombé que 130 mm en 1972.

* Centre d'Etudes de Géographie Tropicale
Université de Bordeaux III
33405 TALENCE cedex (France)

** Institut Géographique National
2, avenue Pasteur
94160 SAINT-MANDE (France)