

Les cartes et l'écologie du paysage

FICHE QUESTIONS SUR... n° 04.01.Q10

Mots clés : écologie paysage - cartographie - corridor - tache - mosaïque

L'écologie du paysage, née de l'intégration de la géographie et de l'écologie, a pour objectif de comprendre les relations entre d'une part la structure et la dynamique des paysages, d'autre part les processus écologiques (flux biochimiques, biodiversité, services écosystémiques, etc.).

Pour les écologues, il s'est agi de pouvoir mesurer et quantifier les structures paysagères, afin de les relier aux processus écologiques. Pour cela, il leur a fallu s'approprier les outils et les méthodes de la géographie pour cartographier les paysages.

Les paysages, en écologie, sont définis comme des portions de territoire résultant de dynamiques naturelles et anthropiques, dont les échelles spatiales varient en fonction des processus étudiés, mais avec un lien fort avec l'échelle de concernement des activités humaines.

Les écologues ont utilisé des cartes pour représenter les paysages et y faire des mesures de structure et de dynamique.

Les représentations du paysage

Les premiers questionnements en écologie du paysage ont eu trait à la fragmentation des habitats, qui mettait en danger certaines espèces et entraînait souvent une baisse générale de la biodiversité. Pour cela il y a eu une transposition, au milieu terrestre, de la *théorie biogéographique des îles* qui prédit que la richesse spécifique d'une île océanique dépend de sa taille et de sa distance au continent :

- plus elle est proche du continent, et plus est forte la probabilité que des espèces la colonisent ;
- plus elle est petite, et plus les risques d'extinction sont forts.

Donc la biodiversité est la plus forte dans les îles de grande taille proches du continent.

Les fragments d'habitat terrestre ont été assimilés à ces îles dans un milieu hostile, et la cartographie s'est centrée sur le *modèle tache-matrice-corridor*, où :

- les taches sont les fragments d'habitat favorable,
- la matrice est l'ensemble du paysage qui entoure ces fragments et qui est considéré comme neutre, voire hostile,
- et les corridors sont des éléments linéaires qui relient les taches entre elles.

Ce modèle a été dominant dans les années 1980-1990, et a accompagné le développement des recherches sur les métapopulations.

Mais il é été rapidement mis en évidence que la matrice n'est pas neutre, et que tous les éléments du paysage peuvent jouer un rôle dans les processus écologiques.

Alors est apparu le *modèle en mosaïque*, dans lequel l'hétérogénéité des éléments du paysage est représentée sur la totalité de son étendue. Cela a permis par exemple de montrer que les mouvements de la martre américaine et la diversité génétique des populations (dans une forêt exploitée avec une hétérogénéité de végétation entre zones boisées et zones de coupe) sont contraints par la structure du paysage, dans la mesure où la martre évite les zones ouvertes et se déplace à couvert.

À quelle échelle représenter le paysage ?

En écologie, la notion d'échelle est abordée par deux paramètres :

- le grain : c'est la résolution minimale des données définies par la taille du pixel ou de la plus petite tache ;
- l'étendue : c'est l'espace où sont récoltées les données, donc la surface de l'étude.

On ne connaît pas l'échelle des processus écologiques a priori, aussi faut-il faire un compromis entre l'étendue et la résolution des cartes, notamment parce que la récolte des données biologiques est coûteuse en temps et en main d'œuvre. Il est donc plus judicieux de changer d'échelle, pour adapter celle de la carte à

celle du processus étudié ; pour cela, on peut soit changer l'étendue du paysage cartographié, soit changer la résolution cartographique.

- Dans le premier cas, et c'est ce qui est très fréquemment utilisé, on fait varier le rayon d'un cercle centré sur le point d'observation, et on réalise des tests statistiques pour identifier quel est le rayon le plus corrélé aux données biologiques, donc le plus explicatif de leur variabilité.

Ainsi, en Suède, il a pu être montré que la richesse des espèces adventices des champs de blé est corrélée à la complexité du paysage, surtout à l'échelle de 2 km. Ceci peut s'expliquer par la présence d'une pluie de graines depuis les sources rudérales et les lisières.

- Dans le second cas, on agrège progressivement les pixels de la carte de base pour créer de nouvelles cartes avec des résolutions plus grossières, et de la même façon on identifie la résolution qui est la mieux corrélée à la variabilité des données.

En Bretagne les espèces forestières des haies répondent à la structure du paysage à une échelle fine (50 mètres de résolution), alors que les espèces de milieu ouvert répondent à une échelle plus grossière (450 mètres de résolution).

Les sources de données pour la cartographie

Les sources de données varient, depuis la description de terrain à partir de cartes cadastrales, jusqu'aux images satellitaires les plus récentes.

Chaque source a ses avantages, sachant que l'écologue souhaiterait une résolution fine sur de grandes étendues.

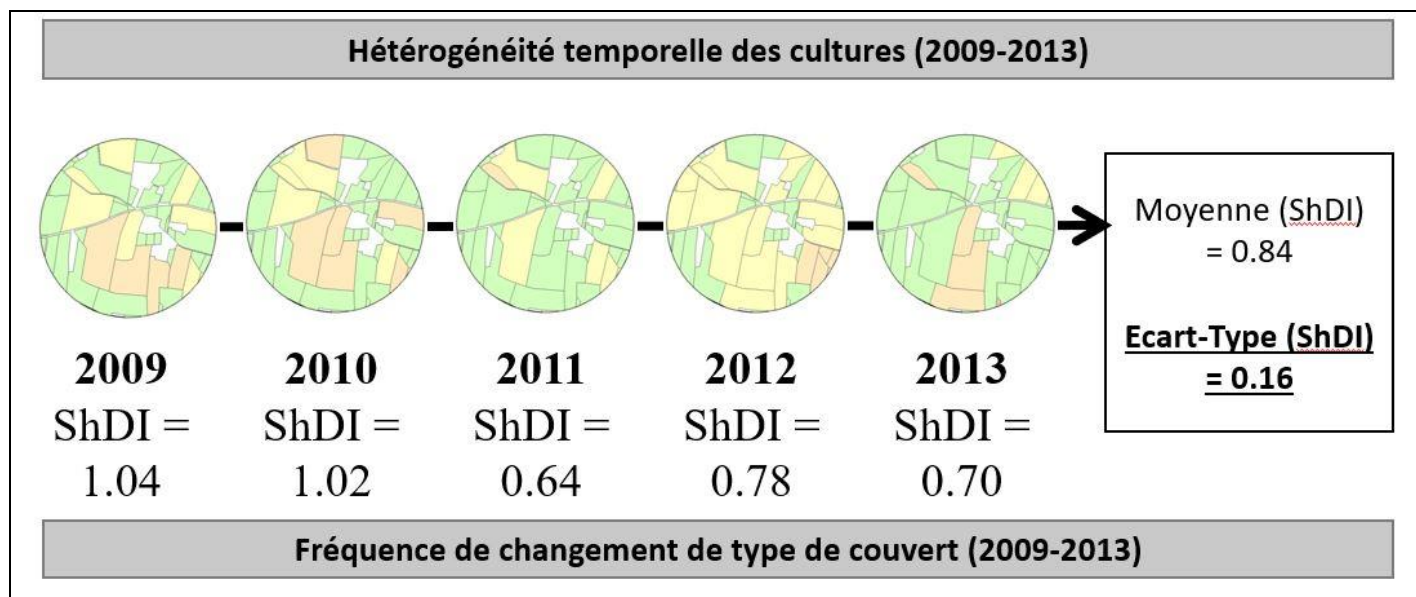
Les capteurs *sentinel 1* et *2* – satellites d'observation de la terre, qui produisent des données disponibles à tous – permettent de cartographier, par exemple, l'activité chlorophyllienne périodiquement au cours de la saison de végétation des cultures. L'évolution de ce paramètre représente l'hétérogénéité des cultures au sein du paysage ; il a pu être mis en relation avec la distribution d'insectes des cultures, qui utilisent successivement les cultures d'hiver et les cultures de printemps pour se maintenir au niveau du paysage.

Un autre capteur intéressant est le radar, qui permet d'avoir des images quelle que soit la couverture nuageuse, et qui donne une image de la structure interne de la végétation. Dans une zone bocagère, cette représentation cartographique du paysage a un pouvoir explicatif de la variabilité de distribution spatiale de la biodiversité des haies supérieur à une représentation en polygones, où chaque haie est considérée comme homogène.

La prise en compte du temps

Il n'y a pas toujours synchronie entre la dynamique du paysage et la dynamique de la biodiversité.

Par exemple, les espèces peuvent rester en place dans des sites isolés avant qu'il y ait extinction locale. On parlera alors de dette d'extinction, la biodiversité étant plus liée à un état antérieur du paysage qu'à l'état actuel. Pour le montrer, il faut disposer de cartes des paysages passés, ce qui peut se faire sur plusieurs décennies à partir des photographies aériennes.



Cette méthode permis de montrer que, dans les années 2000, les peuplements de coléoptères carabiques des haies étaient mieux expliqués par le paysage de 1952 que par le paysage de 2000 : en effet, il y avait eu arasement de haies pendant cette période, et des populations d'insectes sont restées en place dans des haies déconnectées du réseau, avant une extinction probable.

À une échelle temporelle plus fine, de l'ordre d'une succession culturale, la cartographie de l'occupation du sol – par photographie aérienne ou image satellitaire – permet de quantifier la variabilité de l'hétérogénéité des cultures au cours de la succession. Cette hétérogénéité temporelle est favorable à la biodiversité, en maximisant les zones de lisière entre cultures différentes, et donc la diversité spatiale et temporelle des ressources pour les espèces.

Ce qu'il faut retenir :

L'écologie du paysage s'est développée en utilisant les outils de la cartographie des géographes.

Les deux disciplines se sont enrichies l'une l'autre, en fonction des questions de recherche traitées. Les questions sont actuelles et bénéficient aux deux disciplines.

Pour en savoir plus :

- C. TROLL : *Luftbildplan und ökologische Bodenforschung*, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin : 241-298, 1939
- Françoise BUREL & J. BAUDRY : *Écologie du paysage : concepts, méthodes et applications*, Tec & doc, Lavoisier, 1999
- A. MERCIER, J. BETBEDER, J. BAUDRY, V. LE ROUX, F. SPICHER, J. LACOUX, & L. HUBERT-MOY : *Evaluation of Sentinel-1 & 2 time series for predicting wheat and rapeseed phenological stages*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 163, 231-256, 2020