

BIODIVERSITÉ, PAYSAGE ET AMÉNAGEMENT : DU CORRIDOR À LA ZONE DE CONNEXION BIOLOGIQUE

Philippe Clergeau *, Guy Désiré **

RÉSUMÉ. Dans l'organisation et la structuration des populations animales, des notions comme celles de flux d'individus et de corridors intéressent de plus en plus la gestion du territoire. Mais un corridor est défini pour un type particulier d'espèce, ce qui ne permet pas de décrire les flux écologiques d'ensemble existant entre deux habitats. Nous définissons la notion de zone de connexion biologique pour définir un espace fonctionnel d'échange biologique.

• AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE • ÉCOLOGIE • GESTION DE LA FAUNE • PAYSAGE

ABSTRACT. To describe the organisation and structure of animal populations, concepts such as "flows of individuals" and "corridors" are increasingly appealing to territorial managers. However, corridors are determined for particular species and cannot capture all the ecological flows between two habitats. This paper introduces the concept of biological connection zone to describe a functional space of biological exchange.

• ECOLOGY • FAUNA MANAGEMENT • LANDSCAPE • TERRITORIAL PLANNING

RESUMEN. En la organización y la estructuración de las poblaciones animales, nociones como las de flujos de individuos y de corredores interesan siempre más para el manejo de un territorio. Pero un corredor se define para una especie particular, lo que impide describir los flujos ecológicos globales entre dos habitats. Proponemos la noción de zona de conexión biológica para definir un espacio funcional de intercambio biológico.

• ECOLOGÍA • MANEJO DE LA FAUNA • ORDENAMIENTO TERRITORIAL • PAISAJE

Le « paysage », au sens où l'ont pris des écologues, est un système écologique, c'est-à-dire un ensemble d'éléments physiques, chimiques, biologiques et socio-économiques dont les interactions déterminent les conditions de vie (Baudry, 1986). C'est un système complexe, hétérogène et structuré spatialement ; l'assemblage des éléments qui le structurent (taches, corridors, matrice) est un fragment visible de la réalité géographique, qu'elle soit physique, sociale ou culturelle (Pinchemel et Pinchemel, 1992 ; Berque, 1995) ; il a, pour l'écologue, un caractère fonctionnel dans la conservation d'une biodiversité (Burel, 1991).

L'écologie du paysage est, à ce titre, de plus en plus sollicitée dans les prises de décision concernant l'aménagement du territoire. Or certains concepts fondamentaux, comme celui de

corridor biologique, sont définis pour un type d'espèce et soulèvent des ambiguïtés quand on veut passer au stade de l'application au terrain, notamment dans le cas des tentatives de limitation des effets de coupure par des infrastructures linéaires. C'est l'intérêt de passer à une échelle d'analyse un peu plus globalisante que nous tentons de définir ici.

Les unités écologiques du paysage

Les « taches d'habitat » sont des structures paysagères qui apparaissent ponctuellement et isolément dans un espace dominant caractérisé par une certaine uniformité d'occupation du sol et qualifié de « matrice » (Forman et Godron, 1986). Ces taches, généralement non linéaires et d'aspect différent de leur environnement, s'apparentent à des îles :

* INRA Faune sauvage et UMR CNRS EcoBio, Université de Rennes1, Laboratoire d'évolution des systèmes naturels et modifiés, av. du Général Leclerc, 35042 Rennes CEDEX. E-mail : clergeau@univ-rennes1.fr

** Centre d'études techniques de l'équipement de l'Ouest, rue René Viviani, BP 46223, 44262 Nantes CEDEX 02. E.mail : guy.desire@equipement.gouv.fr

par exemple, des bosquets au sein d'un espace agricole ou des clairières au sein d'un grand massif forestier. Le cortège faunistique et floristique d'une tache d'habitat est sous l'action de plusieurs facteurs agissant en synergie. Le caractère même de la tache, qui est à la source de la biodiversité observée, est lié à une perturbation, à une condition environnementale, à une évolution plus ou moins intrinsèque; par exemple, la richesse spécifique d'un boisement dépendra des essences du peuplement, de l'âge des arbres, du mode de gestion pratiqué, etc. (Balent, 1996). La superficie, la forme, l'écartement, l'organisation des taches conditionnent la présence de certaines espèces, qui ont besoin de grands domaines pour survivre, ou peuvent se déplacer d'un habitat à l'autre (Forman et Godron, 1986).

Les « corridors » sont des éléments paysagers linéaires qui permettent la dispersion d'espèces animales ou végétales entre deux habitats, au sein d'un environnement plus ou moins hostile, la matrice : une haie entre deux bosquets, un ruisseau entre deux étangs, voire un col entre deux vallées. Ces corridors jouent un rôle dans les échanges biologiques entre les taches, mais pour une espèce ou un groupe d'espèces considéré : les éléments structuraux tenant lieu de corridors aux grands mammifères ne sont pas utilisés de manière identique par des petits rongeurs ou des insectes. En fonction de leur capacité de déplacement (mode de locomotion ou vitesse) et des contraintes d'habitat (humidité pour les batraciens), les espèces utilisent des corridors aux caractéristiques différentes. Des corridors sont des habitats pour certaines espèces, des barrières infranchissables pour d'autres (Paillet et Butet, 1994). Une même réalité géographique peut donc prendre des valeurs différentes selon les espèces; le concept de corridor a une dimension plus fonctionnelle que structurelle.

Le fonctionnement écologique du paysage

Les études du fonctionnement écologique des paysages montrent que l'organisation des éléments d'un paysage conditionne la distribution spatiale des populations. La connectivité spatiale, ou connexité, décrit le milieu et tient compte des liens structuraux entre les taches d'habitat (distances entre fragments, densité des connexions, organisation spatiale) indépendamment des espèces qui y vivent. La connectivité biologique prend en compte le comportement des espèces, notamment les flux entre populations. Alors que la première est abordable par lecture cartographique ou photographique, la connexion biologique ne peut être

définie qu'avec la connaissance écologique de l'espèce (démographie, déplacements) et de ses relations à l'habitat étudié. Même si des données font encore défaut sur les modalités de diffusion de nombreuses espèces, on peut rattacher un type de corridor à la plupart des espèces existantes.

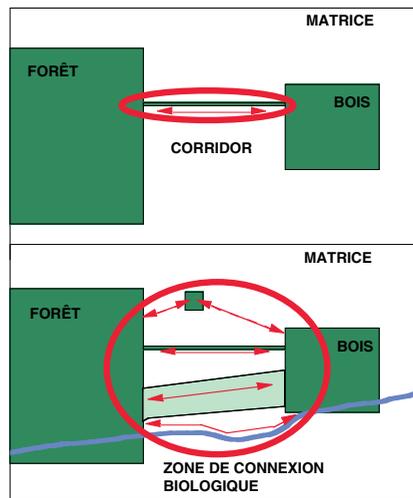
Les flux d'individus entre les taches d'habitat, directement liés à la structure du paysage, définissent différents types d'organisation des populations, depuis des isolats jusqu'à de larges populations continues où les échanges sont nombreux et constants, en passant par des populations plus ou moins fragmentées. La fragmentation des habitats et l'isolement des populations peuvent entraîner un appauvrissement des pools génétiques, rendant à terme vulnérable une petite population, et une augmentation des effets accidentels, si une population décimée ne peut se reconstruire par manque de nouveaux arrivants. Le concept de « puits-source » (Pulliam, 1988) illustre bien comment une forêt peut jouer le rôle de source d'espèces qui iront coloniser des petits bois où les individus auront du mal à se maintenir et à jouer un nouveau rôle dans la dispersion de la population; ce bois aurait alors le rôle de puits. Avec la diminution de la taille des fragments d'habitat, l'effet de lisière (système écologique nommé « écotone ») s'accuse et favorise les espèces dites communes au détriment des espèces spécialisées : par exemple, de plus en plus de corvidés ou d'étourneaux et moins de pics quand un bois se restreint. Le maintien des individus et des espèces les plus menacées d'une part, la richesse spécifique d'autre part, sont reconnus comme les supports d'une biodiversité et d'un fonctionnement écologique équilibré.

Des concepts aux applications

Par rapport à la fragmentation galopante des paysages, sous l'action de l'urbanisation et des mises en place d'infrastructures linéaires infranchissables (autoroutes, TGV), la prise en compte des flux biologiques a d'abord été limitée à quelques espèces cibles, sous la pression de groupes d'intérêt particuliers (chasse, protection de la nature). Depuis, a émergé l'idée de prendre en compte un maximum d'espèces, afin de conserver au paysage son fonctionnement écologique. Nous avons ainsi été amenés à proposer un nouveau type de passage à faune, répondant à une multiplicité de caractères, permettant à tout un éventail d'espèces forestières (des grands mammifères aux escargots!) de franchir certaines infrastructures (Clergeau, 1993). De la même façon, nous avons souhaité développer la notion de zone de

connexion biologique dans la prise en compte de certaines liaisons écologiques entre taches d'habitat.

Il ne s'agit alors plus de prendre en compte la seule haie qui permet à l'écureuil de passer d'un bois à l'autre, mais de s'intéresser à tout un ensemble de corridors ou de structures susceptibles d'être utilisés par toutes sortes d'animaux. Des haies, des éléments de la matrice, des chemins, des bords de ruisseau jouent un rôle dans le maintien des flux entre deux fragments d'habitat (fig. 1). La préservation de cet espace diminue les effets de certaines fragmentations en limitant l'isolement des composantes de toute une communauté animale, dont la pérennité implique des relations interspécifiques. De plus, même pour une espèce particulière, la prise en compte de plusieurs corridors est un gage de durabilité des flux en cas de destruction partielle de corridor.



1. Les notions de corridor et de zone de connexion biologique.

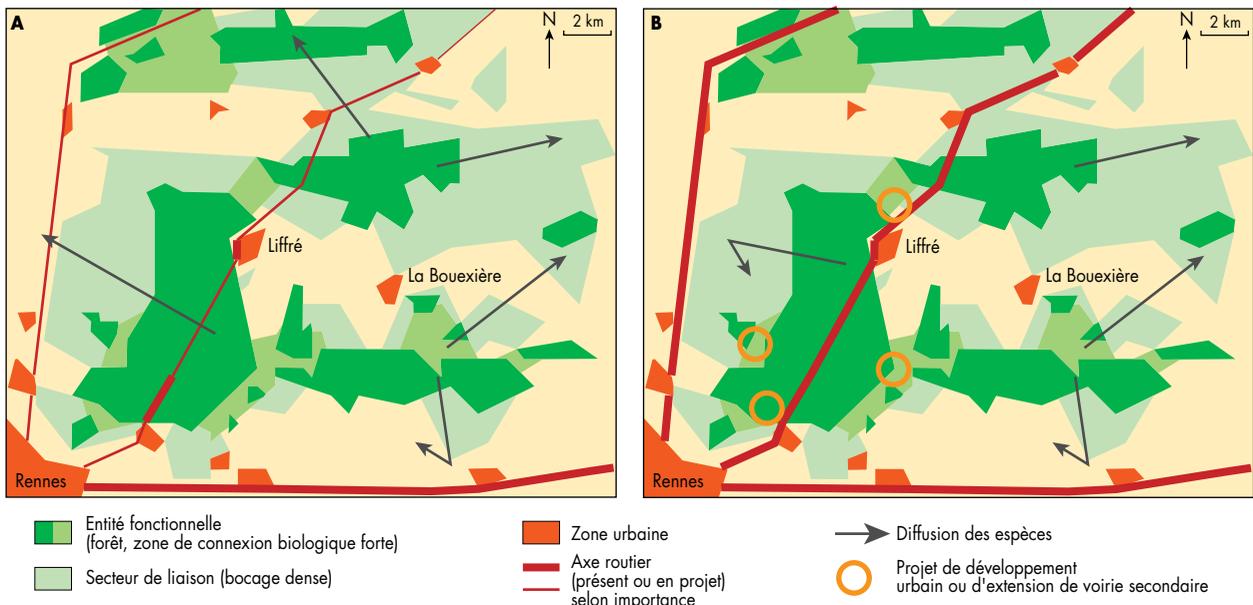
La notion de corridor intéresse un type d'espèce (par ex : espèce arboricole ou forestière utilisant le couvert de la haie).

La notion de zone de connexion biologique intéresse beaucoup d'espèces qui pourront transiter par la haie, les herbages, le sol nu, certaines cultures, les arbres isolés, le ruisseau, etc.

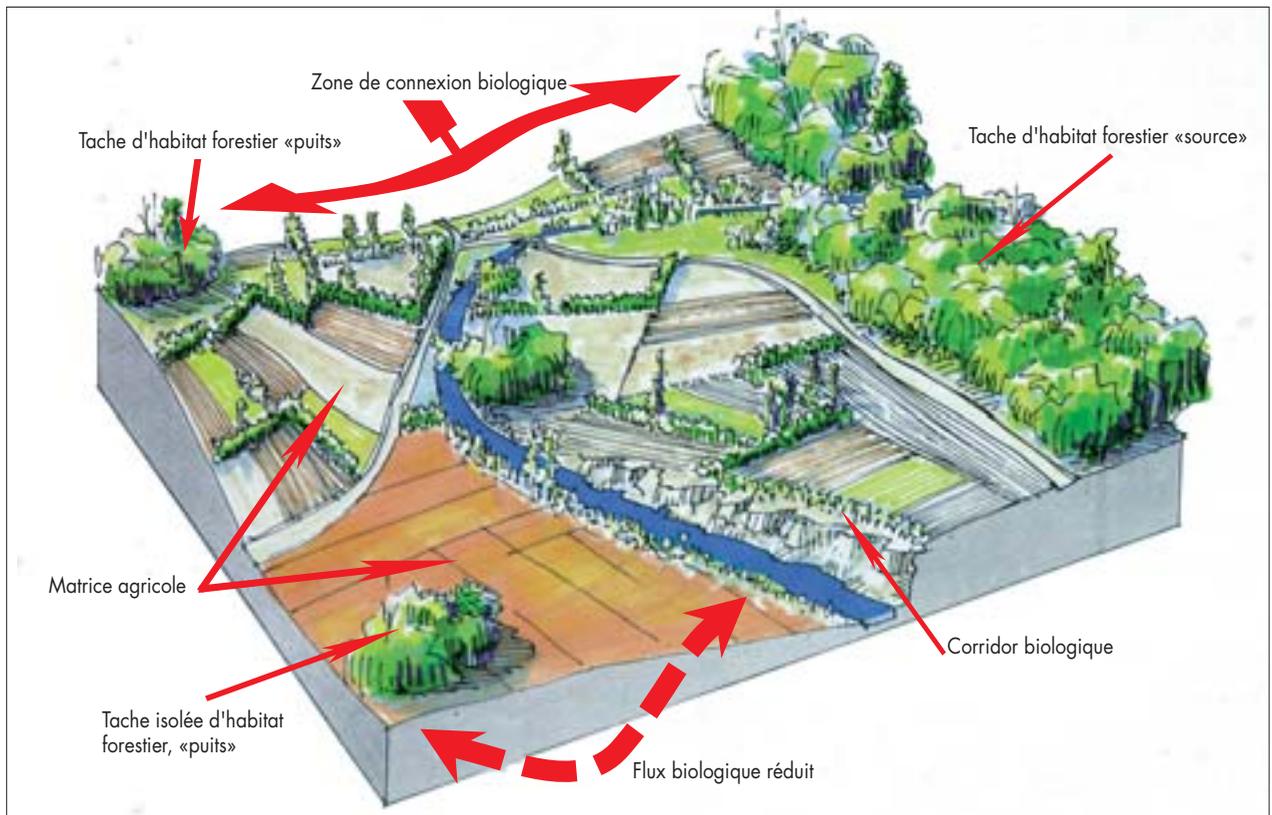
nagement du territoire, mais dans des espaces beaucoup plus étendus, intégrant un ensemble d'habitats. Le cas de la traversée du massif forestier des Marches de Bretagne par l'autoroute A84 Rennes-Avranches nous a donné l'occasion d'illustrer comment la réalisation d'une infrastructure de communication lourde amène à prendre en considération les zones de connexion biologique, et ceci dès les premières études (Clergeau et Lefeuvre, 1992). Le fonctionnement écologique de ce territoire a été analysé à partir des cartes de végétation et de la qualité du bocage, étudiées par photographies aériennes, en prenant en compte les déplacements des grands mammifères (données de la Fédération de chasse), les acquis sur la dispersion de l'entomofaune forestière locale (Burel, 1991), les présences-absences de barrières infranchissables et les distances entre taches d'habitat. Une première cartographie schématique a permis ainsi de

Les structures des paysages doivent alors être étudiées non seulement dans la zone directement liée aux choix d'amé-

situer les liaisons forestières et la qualité des échanges (fig. 2). Certaines sont apparues particulièrement efficaces,



2. Fonctionnement schématique global des massifs au nord-est de Rennes : (A) en 1992, fonctionnement en 2 entités fonctionnelles; (B) les projets routiers importants (A84 au centre et 4 voies à l'ouest) et les projets d'extension des réseaux de voirie et de développement urbain fragmentent ces entités et limitent les possibilités de dispersion des espèces.



3. Les unités écologiques du paysage et le caractère nécessairement hétérogène de la zone de connexion biologique (dessin de R. Balej)

du fait des proximités entre bois ou forêts (moins de 2 km sans barrière infranchissable) ou de la qualité des habitats (landes, prairies permanentes, etc.). Ce sont ces dernières liaisons que nous avons appelées zones de connexion biologique, tant leur importance fonctionnelle apparaissait grande.

Le rôle qu'elles peuvent jouer dans les échanges nous a amenés à définir des entités de fonctionnement, dont un vaste massif bien regroupé en forme de fer à cheval autour des bourgs de Liffré et de La Bouexière (fig. 2), sur 5 600 ha. La taille est décisive pour les grandes espèces, qui ont besoin de grands domaines (cerfs, autours de palombes), et utile pour compenser une fragmentation déjà forte de l'habitat forestier. À partir de ces massifs, un grand nombre d'espèces peuvent rayonner dans le paysage environnant, parfois loin de cette source d'espèces quand les haies et les chemins creux jouent le rôle de corridors (Harris, 1984). L'autoroute entraîne aussi d'autres extensions des réseaux de voirie secondaire et de développement urbain, touchant parfois les zones de connexion biologique. Les mesures de réduction des impacts, telles que l'aménagement de passages à faune, peuvent s'avérer insuffisantes

à maintenir une porosité de l'infrastructure si la pérennité de l'ensemble des zones de connexion biologique n'est pas assurée. Leur conservation dans le temps (Désiré *et al.*, 1996), voire leur reconstitution, est difficile quand ces zones sont éloignées des sites d'aménagement.

La prise en compte de zones de connexion biologique, reconnues pour leur valeur fonctionnelle et, accessoirement, pour leur qualité esthétique paysagère (fig. 3), apparaît ainsi aujourd'hui comme un objet de gestion du territoire; elle devrait guider la gestion et l'aménagement d'espaces complexes en limitant ultérieurement le besoin de multiplier des mesures compensatoires. Les services du ministère de l'Équipement ont compris l'intérêt des zones de connexions biologique. Il faut désormais mettre en application ce concept avec l'ensemble des acteurs de l'aménagement de l'espace.

Les auteurs remercient Sandrine Liénard, Karine Pothin et Rodolf Balej qui, grâce à la qualité de leur travail de stage, ont permis de valider la notion de zone de connexion biologique. L'ensemble du programme d'étude est appuyé par le Service d'Études techniques des routes et autoroutes.

Références bibliographiques

- BALENT G., 1996, *La Forêt paysanne dans l'espace rural, biodiversité, paysage, produits*, Versailles : INRA éd., 265 p.
- BAUDRY J., 1986, « Approche écologique du paysage », *Lectures du paysage*, INRAP, Foucher, p. 23-32.
- BERQUE A., 1995, *Les Raisons du paysage, de la Chine antique aux environnements de synthèse*, Paris : Hazan, 192 p.
- BUREL F., 1991, *Dynamique d'un paysage, réseaux et flux biologiques*, thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 235 p.
- CLERGEAU P., 1993, « Utilisation des concepts de l'écologie du paysage pour l'élaboration d'un nouveau type de passage à faune », *Gibier Faune Sauvage*, n° 10, p. 47-57.
- CLERGEAU P., LEFEUVRE J.-C., 1992, *Impact biologique de la fragmentation forestière : application à un projet autoroutier dans les massifs forestiers de Haute-Bretagne*, Rapport ONF, 32 p.

- DESIRE G., POTHIN K., CLERGEAU P., 1996, « La protection des zones de connexions biologiques : une approche pour le maintien de la biodiversité », Colloque International des Spécialistes Francophones en Évaluation d'Impacts, juin 1996, Estoril, Portugal.
- FORMAN R.T.T., GODRON M., 1986, *Landscape Ecology*, New York : Wiley, 619 p.
- HARRIS L.D., 1984, *The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity*, Chicago : University of Chicago Press, 210 p.
- PAILLAT G., BUTET A., 1994, « Fragmentation et connectivité dans les paysages : importance des habitats corridors pour les petits mammifères », *Arvicola*, n° 6, p. 5-12.
- PINCHEMEL Ph., PINCHEMEL G., 1992, *La Face de la terre. Éléments de géographie*, Paris : Armand Colin, 519 p.
- PULLIAM H.R., 1988, « Source, sinks and population regulation », *American Naturalist*, n° 132, p. 652-661.

EN LIBRAIRIE

Le paysage et la mémoire

Les éditions du Seuil ont eu la bonne idée de publier une traduction française du livre de Simon Schama, ouvrage de référence dans le monde anglo-saxon depuis sa parution en 1995. L'auteur étudie les relations entre le paysage, l'homme et le temps. Il analyse la place d'un certain nombre d'éléments (fleuves, montagnes, forêts) dans l'imaginaire occidental. S. Schama suit un libre parcours spatio-temporel, jalonné de métaphores, de citations, d'illustrations. Un cheminement d'histoire qui veut interpréter, à sa manière, la « question paysagère ». Un essai donc, avec tout ce que cela peut comporter de qualités intrinsèques mais aussi de digressions, de détours intellectuels quelque peu agaçants pour le lecteur.

Ce livre n'est pas un ouvrage de géographie mais les géographes y trouveront quelques chemins de traverse pour considérer autrement le paysage. Notons que les puristes garderont avec délectation l'édition originale (rééditée à Londres en 1996 chez Fontana Press, £16,99) dans laquelle la langue anglaise porte avec davantage de sensibilité et de justesse le discours de l'auteur. – **Laurent Grison**

SCHAMA S., 1999, *Le Paysage et la mémoire*, Paris, Seuil, coll. «Univers historique», 722 p., 235 F.

L'Asie plurielle

La collection *Asie plurielle* de la Documentation Française dans laquelle s'inscrivent ces trois ouvrages (1) a pour intention de proposer des monographies de pays ou de grandes régions afin

d'offrir des outils de compréhension du fonctionnement et de l'évolution de ces sociétés à l'orée du siècle. Pierre Gentelle, géographe et spécialiste de la Chine, qui dirige cette collection, désire mettre l'accent sur la modernisation des économies et des politiques sous l'impact de la mondialisation. Les auteurs témoignent d'une longue expérience de l'Asie. Ils accordent une large place aux fondements culturels de ces sociétés qui tirent d'une histoire très riche des capacités à proposer à la fois un discours sur elles-mêmes et un discours sur l'Occident.

L'ambition de la collection est double. Elle consiste à proposer à des non-spécialistes, dans des volumes de moins de 200 pages, une synthèse des savoirs les plus pointus cumulés sur ces sociétés dans les diverses disciplines des sciences sociales. Elle consiste aussi à présenter l'interdépendance entre des processus issus des temps longs de l'histoire des civilisations avec ceux produits par les rythmes extrêmement courts du développement économique. Les trois premiers ouvrages illustrent la réussite de ce projet éditorial. Sur l'Indonésie, l'Inde et le Vietnam, le lecteur acquiert avec aisance des connaissances utiles tirées du passé et un savoir pratique concernant les dynamiques en cours. Les prochains ouvrages concerneront la Chine, la Corée, le Japon, Taïwan. Il y aura là toute une bibliothèque utile à tous ceux qui sont attentifs aux fantastiques changements que connaissent les sociétés asiatiques. L'exigence interdisciplinaire devrait satisfaire des lecteurs très divers. Les géographes regretteront peut-être le peu de références aux localisations ainsi que la cartographie, parfois minimale. – **Philippe Cadène**

(1) ZINS M.-J., *Inde*, 199 p. ; RAILLON F., *Indonésie*, 177 p. ; PAPIN Ph., *Vietnam*, 179 p. ; 3 vol. de la collection *L'Asie plurielle*, Paris : La Documentation Française, 1999.