

La problématique du réseau écologique

*Bases théoriques et perspectives d'une stratégie écologique
d'occupation et de gestion de l'espace*

par E. MELIN,

Chargé de mission au Groupe Interuniversitaire
de Recherches en Écologie Appliquée (GIREA).

1. Introduction

Le réseau écologique est un concept original porteur d'une nouvelle approche en matière de conservation de la nature. Il vise entre autres à apporter des réponses au problème de la fragmentation et de l'isolement des milieux qui contribuent - en synergie avec d'autres facteurs - à appauvrir la biodiversité (fig. 1).

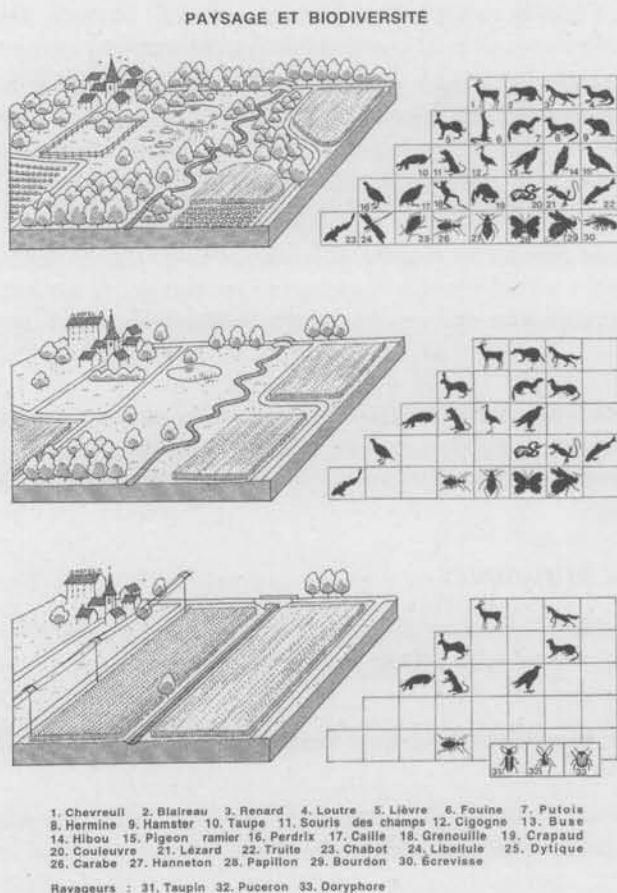


Fig. 1. Banalisation du paysage et érosion de la biodiversité.

Ces évolutions parallèles traduisent les impacts de plus en plus importants des activités humaines sur l'environnement. Le patrimoine naturel et la biodiversité sont altérés par la perte, la fragmentation et l'isolement des biotopes, ainsi que par la baisse de la qualité du milieu (intensification des activités humaines, perte de quiétude, pollutions diverses, etc.).

D'après STERN *et al.*, 1980 et BARTH, 1987.

En effet, dans nos régions densément bâties et où l'utilisation du sol est généralement intense, les milieux susceptibles d'accueillir la vie sauvage sont de plus en plus morcelés, altérés, éloignés les uns des autres et séparés par diverses "barrières" qui limitent les possibilités d'échanges et de déplacements des espèces.

Face à l'érosion généralisée de la biodiversité dans nos pays européens, le concept de réseau écologique se conçoit de plus en plus comme une stratégie efficace pour assurer la conservation durable du patrimoine naturel. Il apparaît en effet que la plupart des milieux et des espèces sont le mieux préservés par un réseau de zones de protection à régime flexible, adapté à la conservation des valeurs biologiques spécifiques de chacune d'elles (DEVILLERS, 1994).

Le réseau écologique peut se définir comme l'ensemble des milieux qui permettent d'assurer la conservation à long terme des espèces sauvages sur un territoire. Il implique donc le maintien d'un réseau cohérent d'écosystèmes naturels et semi-naturels, mais aussi d'habitats de substitution, susceptibles de rencontrer les exigences vitales des espèces et de leurs populations.

Le terme de maillage écologique - parfois utilisé comme synonyme de réseau écologique - devrait plutôt être employé pour désigner la trame formée par la présence de biotopes sur un territoire local. Il est constitué par la gamme des petits éléments naturels du paysage tels que les haies, les talus, les bandes boisées, les chemins creux, les cours d'eau, etc. Ces éléments contribuent à compléter le réseau écologique lorsqu'ils sont suffisamment nombreux et interconnectés.

Le réseau écologique intéresse deux dimensions principales en interrelation :

- la dimension spatiale répond à la mise en place d'une structure écologique sur l'ensemble du territoire suivant différents niveaux d'échelles : européenne, régionale, communale ou locale. Elle rencontre plus particulièrement les préoccupations de la politique de l'aménagement du territoire.
- la dimension fonctionnelle (organisation dynamique) souligne l'importance des relations et des échanges horizontaux dans les écosystèmes, en particulier à l'échelle de l'écopaysage. Cette dimension s'adresse en particulier aux différentes politiques de gestion de l'espace (agriculture, sylviculture, gestion des espaces publics, etc.) qui doivent intégrer les objectifs de conservation du patrimoine naturel.

Le réseau écologique rencontre donc les préoccupations écologiques essentielles en matière de conservation du patrimoine naturel. C'est une stratégie visant à mener une politique pour assurer le maintien et la restauration de la biodiversité sous ses trois aspects fondamentaux (DEVILLERS, 1994) :

- la diversité des espèces;
- la diversité des populations qui est à la base des potentialités de l'adaptation des espèces à un environnement changeant, de la colonisation de nouveaux espaces et de l'évolution biologique;
- la diversité des communautés vivantes, autrement dit du réseau d'interactions entre espèces qui est à la base de la mosaïque du paysage.

2. Les bases théoriques et historiques

Historiquement, les préoccupations en matière de conservation de la nature ont subi d'importantes évolutions. En simplifiant, trois périodes peuvent être distinguées (FROMENT & MELIN, 1994).

Dans un premier temps, c'est la protection des espèces menacées et des espèces rares qui a fait l'objet des préoccupations.

Ensuite, s'est imposée l'idée que la sauvegarde des espèces ne pouvait se faire valablement qu'au travers de la protection des milieux (des écosystèmes). La notion de niche écologique fut importante à cet égard. Elle mettait en avant les différentes conditions requises pour qu'une espèce puisse se maintenir et se reproduire.

La théorie de la biogéographie des îles

Enfin, la théorie de la biogéographie des îles de MAC ARTHUR & WILSON (1967) a fortement contribué à faire évoluer les concepts.

En résumé, cette théorie permet de prédire l'impact de l'isolement (insularisation) sur les espèces. Le modèle montre que, sur une île, un équilibre dynamique s'établit entre le nombre d'espèces qui immigreront et s'installent durablement, et celles qui disparaissent (fig. 2). La diversité spécifique existante dépend donc de phénomènes d'échanges (immigration-émigration) et d'extinctions. Le taux d'immigration est fonction de la distance avec le "continent réservoir". Le taux d'extinction dépend en grande partie de la taille de l'île et, en moindre mesure, de la distance avec le "continent réservoir" lorsque les apports migratoires sont incapables de compenser les pertes.

Facteurs entraînant les déplacements migratoires des espèces

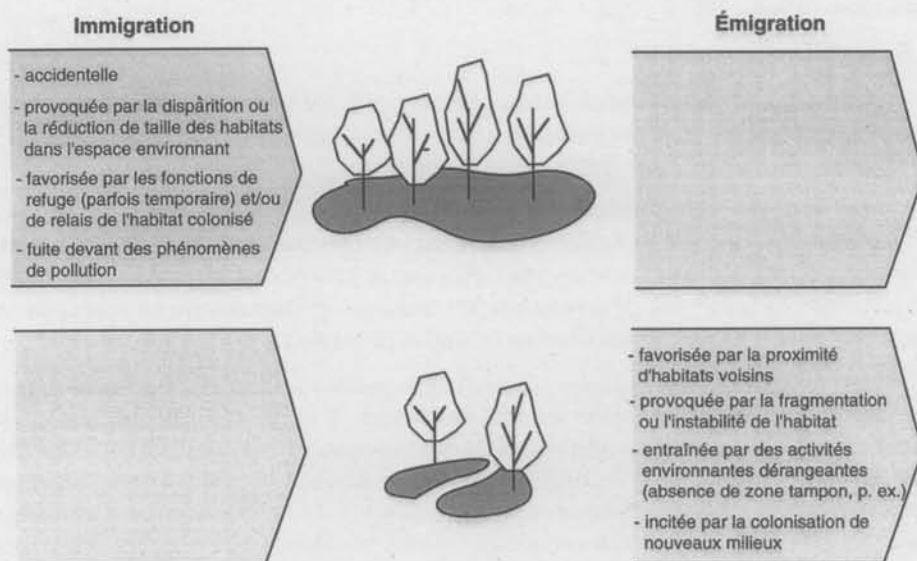


Fig. 2. Principaux facteurs responsables de l'immigration et de l'émigration des espèces.

La distribution d'une espèce sur un territoire n'est jamais continue. Elle dépend de multiples facteurs, notamment ceux liés aux activités humaines. Les études relatives à la biologie des populations mettent bien en évidence l'importance de la structure et de la distribution spatiale des habitats occupés ou potentiels pour le maintien d'une espèce sur un territoire donné. D'après MADER, 1984, in JEDICKE, 1990.

Remarquons cependant que l'isolement des milieux n'est pas nécessairement un phénomène lié aux activités humaines sur un territoire. De nombreux habitats sont naturellement isolés et abritent des populations qui n'ont pas ou très peu de contacts entre elles. Il suffit par exemple de penser aux espèces de poissons d'eau douce appartenant à des bassins hydrographiques différents. Rappelons par ailleurs que l'isolement des populations est un facteur important pour l'apparition de nouvelles espèces (spéciation) dans les processus évolutifs.

Les espèces mobiles ou bien celles qui disposent de fortes capacités de dispersion sont généralement moins menacées par l'isolement de leurs habitats. Néanmoins, elles ont parfois des difficultés à surmonter la fragmentation des milieux et la disparition des liaisons qui les connectent. Les

raisons peuvent être la faiblesse de leurs effectifs (les individus ne peuvent coloniser les habitats favorables), les distances à franchir ou les difficultés (obstacles, barrières) à surmonter lors de leur franchissement (SERUSIAUX, 1993).

La théorie biogéographique des îles a ainsi conduit à une vision plus intégrée de la conservation de la nature dans un espace devenu très hétérogène et où des îlots de nature sont séparés les uns des autres par des zones d'agriculture intensive, des zones urbanisées ou des coupures artificielles comme les infrastructures de communication, par exemple. La réduction du taux d'extinction et le maintien des possibilités d'immigration devenaient ainsi à part entière des objectifs de la conservation de la nature.

La théorie a été stimulante pour la conservation de la nature. C'est ainsi que des modèles basés sur cette théorie ont permis de déduire le dimensionnement et la distribution des réserves naturelles. Ensuite est apparue la controverse qui posait la question de savoir si une seule réserve de grande étendue était préférable à plusieurs réserves de faible étendue. Cette controverse SLOSS (Single Large or Several Small Reserves) a conduit à s'interroger davantage et à rechercher de nouvelles idées (BURKEY, 1987).

Le concept de métapopulation

Le concept de métapopulation, initié par LEVINS (1969), est venu compléter et renforcer l'approche biogéographique. Sa portée pratique a surtout été développée aux Pays-Bas (OPDAM, 1987 et OPDAM *et al.*, 1993).

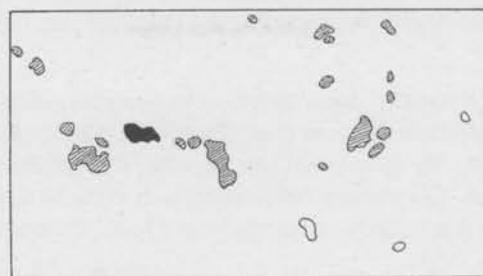
Les recherches sur les métapopulations indiquent que les espèces n'occupent pas forcément tous les milieux (patches = "îlots") disséminés qui leur sont favorables. Une partie de ceux-ci seulement peut être colonisée. Il en résulte qu'une espèce peut se trouver en danger même si elle occupe tous les milieux favorables lorsque ceux-ci sont peu nombreux. Au contraire, une occupation de seulement 50% de sites plus nombreux réduit en théorie les probabilités d'extinction d'une espèce.

La proportion de milieux occupés par une métapopulation augmente en fonction de la facilité de dispersion et de migration entre les différents milieux. Il en découle que pour favoriser ces déplacements il faut maintenir ou créer des corridors de communication (ponts biologiques) et améliorer les conditions de survie sur le reste du territoire où les activités et l'utilisation du sol sont intensives. Le concept de population minimale viable (pmv) a par la suite permis de préciser les modèles, même si la détermination de la taille critique des effectifs minimaux pour une espèce reste souvent incertaine (CHAUVET & OLIVIER, 1993 ; MEERTS & BAGUETTE, 1995 ; VAN GROENENDAEL, 1995).

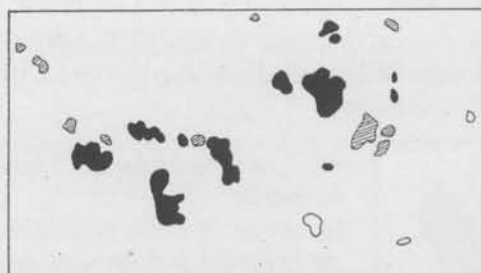
Les modèles d'analyse de l'extinction des métapopulations sont au centre de recherches actuelles (DRECHSLER & WISSEL, 1995; NEVE & BAGUETTE, 1995). A la question de savoir si la conservation de la nature doit reposer sur le "Single Large or Several Small habitat patches", les travaux récents tendent à montrer que le maintien des métapopulations dépend considérablement de la capacité d'accueil des milieux, en particulier lorsque les habitats sont petits et nombreux (fig. 3). Ils mettent aussi en évidence que :

- les fragmentations des habitats sont particulièrement déstabilisantes pour les populations lorsque les échanges sont limités;
- l'existence de deux habitats apparaît déjà optimale pour la viabilité d'une métapopulation lorsque les échanges sont suffisamment nombreux (entraves faibles) et que les variabilités des conditions environnementales sont faibles;
- la présence d'un nombre plus important d'habitats (de 5 à 10 "îlots") apparaît nécessaire lorsque ces mêmes conditions environnementales sont très variables.

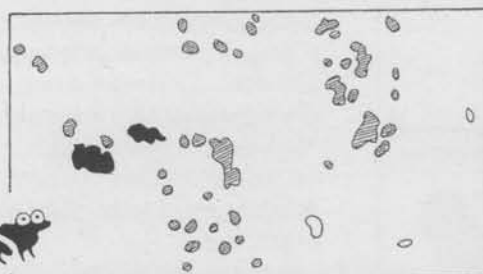
Conservation des populations de la rainette arboricole



Situation actuelle

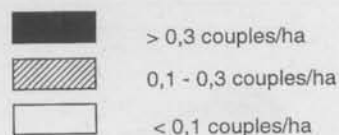


Simulation après ajout de 3 grands bois



Idem après ajout d'une suite de petits bois

Densité de la rainette arboricole
dans les bois de feuillus âgés



(IBN, 1994)

Fig. 3. Cette modélisation montre l'évolution de la densité d'une population de rainettes arboricoles en relation avec la création de nouveaux habitats potentiels. La mise au point de ce type de programme de protection réalisé aux Pays-Bas repose nécessairement sur une connaissance approfondie de l'espèce et de ses populations : répartition, écologie, éthologie et biologie des populations.

Les connaissances sur la génétique et la biologie des populations restent néanmoins lacunaires. Pour les espèces menacées, il apparaît urgent d'établir des modèles afin d'en assurer la protection à long terme.

L'écologie du paysage

Enfin, depuis les années 1980, l'écologie du paysage a véritablement émergé. L'écologie, qui s'était jusqu'alors principalement cantonnée au domaine d'étude des écosystèmes, a élargi son champ de recherches à l'échelle du paysage considéré comme un écosystème de rang supérieur. C'est précisément à l'échelle de l'écopaysage que se situent les préoccupations de la conservation de la nature, de l'aménagement du territoire et de la gestion de l'environnement (FORMAN & GODRON, 1986 ; FROMENT *et al.*, 1992).

Tout ceci a conduit à la formulation d'une nouvelle stratégie pour la conservation de la nature basée sur une meilleure maîtrise de l'organisation de l'espace. Le concept d'un réseau écologique s'étendant à l'ensemble du territoire s'est ainsi imposé (SUKOPP, 1984 ; JEDICKE, 1990 ; DELESCAILLE, 1993 ; TANGHE, 1993 ; BAUER, 1993).

Dans les régions et pays voisins, ce concept est déjà traduit dans les nouvelles politiques de la conservation de la nature qui se mettent progressivement en place (FROMENT & MELIN, 1994) : la Structure Ecologique Principale (Ecologische Hoofdstructuur) aux Pays-Bas (Natuurbeleidsplan, 1990), le système interconnecté de biotopes (Ökologische Verbundsystem et Biotopverbund) en Allemagne (MKRO, 1993 ; REMBIERZ, 1994) et la Structure verte principale (Groene Hoofdstructuur GHS) en Région flamande (DE BLUST *et al.*, 1992).

3. Les objectifs du réseau écologique

D'une manière générale, le concept de réseau écologique est basé sur la combinaison de quatre grands objectifs correspondant à des zones différenciées d'utilisation de l'espace (JEDICKE, 1994). La figure 4 illustre la mise en place d'un tel réseau.

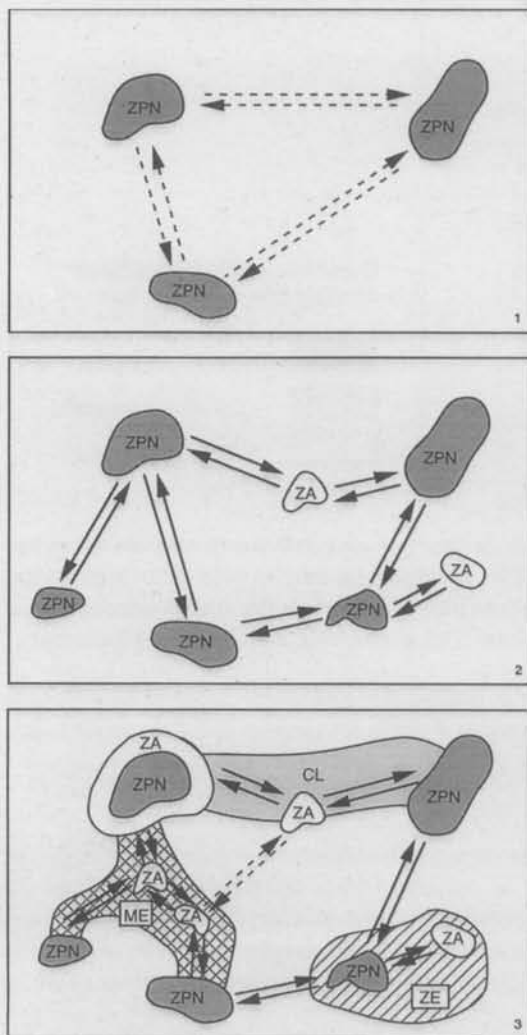


Fig. 4. Le réseau écologique et la zonation de l'espace.

Le concept de réseau écologique repose sur l'existence de zones correspondant à différentes utilisations de l'espace. On distingue habituellement :

- les zones centrales ou sanctuaires (ZPN = zones de protection de la nature);
- les zones d'accompagnement ou de développement (ZA = zones associées);
- les couloirs de liaison (CL);
- les zones d'utilisation extensive (ZE);
- le maillage écologique (ME) qui renforce le réseau.

La séquence des schémas illustre la construction théorique du réseau écologique. Il a pour point de départ les milieux de grand intérêt biologique (1). Ce réseau sommaire est complété par la reconnaissance de nouveaux milieux protégés et la gestion appropriée de milieux associés (2). Il est enfin renforcé par le développement de zones tampons, de couloirs privilégiés de liaison, de zones d'extensification (agriculture et forêt) et du maillage écologique (3). Cette organisation de l'espace assortie de mesures appropriées de gestion écologique doit permettre la réalisation effective d'un réseau écologique cohérent et fonctionnel répondant aux objectifs du maintien de la biodiversité et de la conservation du patrimoine naturel.

Les zones différenciées sont :

1. Les zones de protection de la nature (réserves naturelles) servent de milieux de vie durable pour les espèces sauvages. Ces espaces devraient atteindre une superficie suffisante de l'ordre de 50 à 100 ha. Leur fonction prioritaire est la sauvegarde de la nature.
Cet objectif répond à la nécessité de protéger certains écosystèmes originaux qui sont très difficilement remplaçables, en raison des conditions physiques (climat, sol, topographie, économie en eau) et biologiques (action dans le temps) qui ont présidé à leur mise en place; ce sont par exemple les tourbières ou certains milieux forestiers proches du climax, mais aussi de nombreux milieux semi-naturels résultant d'activités humaines (pelouses sèches, prairies humides de fauche, etc.).
2. Les zones associées assurant les liaisons entre les grandes zones de protection ou jouant le rôle de zones tampons.
Ces espaces participent à part entière au réseau des zones de protection et devraient aussi être soustraites des zones d'activités intensives.
Cet objectif répond à la nécessité de permettre à certains écosystèmes de jouer le rôle de sites-refuges pour des populations qui ont des effectifs très bas, comme un certain nombre de batraciens et de reptiles, par exemple.
3. Les couloirs de liaison ou biotopes-corridors permettent les liaisons entre les différentes zones de protection. Ils possèdent des biocénoses caractéristiques et spécifiques.
L'objectif est d'assurer le maintien des métapopulations qui nécessite l'existence de réseaux écologiques suffisamment stables dans le temps et cohérents dans l'espace.
4. Les zones d'utilisation extensive du sol (sortes de zones tampons) recherchent l'intégration des activités de production et de conservation. Elles s'adressent en particulier aux espaces agricoles et forestiers. Elles ont pour objectif de créer un réseau écologique sur le territoire et diminuer l'impact et l'utilisation des différentes pollutions chimiques (engrais, pesticides, etc.).

L'ensemble de ces objectifs sont bien entendu à mettre en relation directe avec les politiques de gestion et d'aménagement du territoire auxquelles ils devraient idéalement servir de guide directeur. L'élaboration des cartographies du réseau écologique sont ainsi calquées sur ce modèle général.

4. Le réseau écologique à l'échelle du territoire wallon

L'échelon régional

A l'échelle globale du territoire wallon, les "Réserves naturelles - RNOB" ont réalisé une carte indicative de la Structure Ecologique Principale (échelle du 1/250.000ème) (PALMAERTS, 1994). Elle a été élaborée dans le cadre d'une convention avec la Région wallonne pour la prise en compte du patrimoine naturel dans l'élaboration du Plan Régional d'Aménagement du Territoire Wallon (PRATW), prochainement remplacé par le Schéma de Développement de l'Espace Régional (SDER). Cette Structure Écologique Principale constitue une ébauche de la colonne vertébrale du patrimoine naturel de la Wallonie.

A un niveau d'échelle plus fin (1/10.000ème), la cartographie du réseau écologique de la région wallonne a été confiée aux Cercles des Naturalistes de Belgique par le Ministère de la Région wallonne en associant deux directions générales de l'Administration : celle des Ressources naturelles et de l'Environnement, et celle de l'Aménagement du territoire et du Logement (DUHAYON & WOUÉ, 1995). La méthode mise au point s'inspire de celles utilisées en Flandre et aux Pays-Bas.

Dans la définition retenue par la Région wallonne, le réseau écologique constitue l'ensemble des biotopes susceptibles de fournir aux espèces un milieu de vie temporaire ou permanent, dans le respect de leurs exigences vitales, et permettant d'assurer leur survie à long terme (DELESCAILLE, 1993 et 1995). Il comporte trois types de zones principales :

- les zones centrales dans lesquelles la conservation de la nature active ou passive est prioritaire sur les autres fonctions; il s'agit de "sanctuaires" (réserves naturelles, zones humides d'intérêt biologique (Z.H.I.B.), réserves forestières, etc.) ;
- les zones de développement ou de restauration des valeurs naturelles, dans lesquelles la conservation des espèces et de leurs biotopes est compatible avec une exploitation économique moyennant certaines précautions ou (ré)aménagement; ce sont, par exemple, certaines forêts de production ou encore certains milieux qui peuvent jouer le rôle de "zone tampon" vis-à-vis de milieux fragiles ;
- les couloirs (ou corridors) de liaison où peuvent s'effectuer de façon préférentielle les migrations et les échanges entre les populations animales et végétales appartenant à ces différents milieux.

L'échelon local

Le maillage écologique constitue l'infrastructure écologique fine d'un territoire local (fig. 5). Les éléments du maillage sont les petits éléments du paysage, les biotopes de faible surface ou à structure linéaire. Il s'agit, par exemple, des haies, bandes boisées, bosquets, cours d'eau, talus, bords de routes, bords de terres cultivées, friches urbaines, etc.

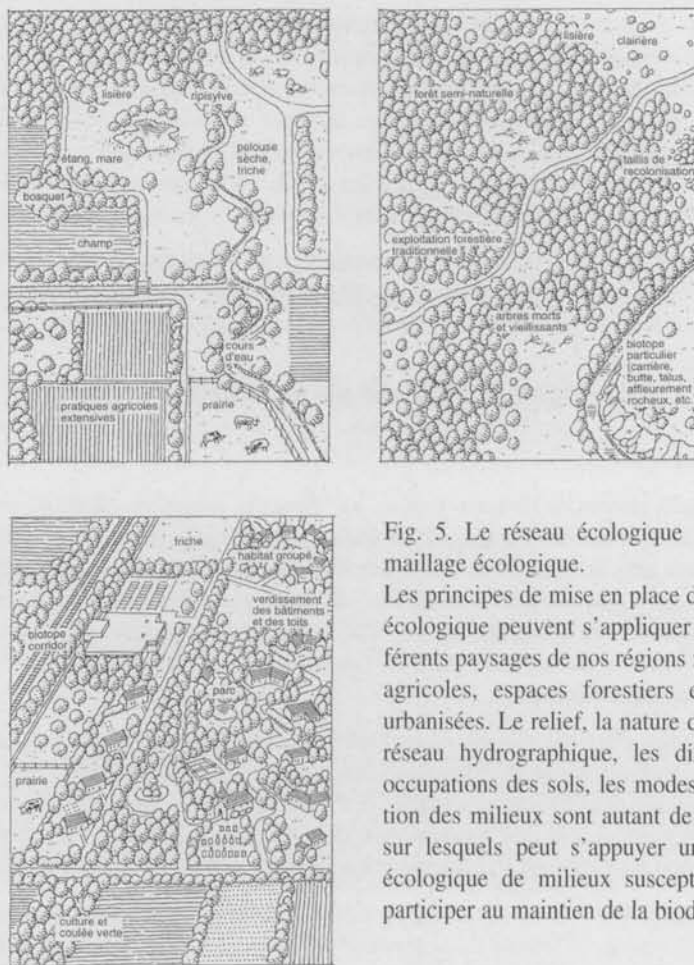


Fig. 5. Le réseau écologique local ou maillage écologique.

Les principes de mise en place du réseau écologique peuvent s'appliquer aux différents paysages de nos régions : espaces agricoles, espaces forestiers et zones urbanisées. Le relief, la nature du sol, le réseau hydrographique, les différentes occupations des sols, les modes de gestion des milieux sont autant de facteurs sur lesquels peut s'appuyer un réseau écologique de milieux susceptibles de participer au maintien de la biodiversité.

Tous ces éléments participent à la structure écologique du paysage et constituent réellement ou potentiellement des habitats ou des refuges pour certaines espèces de la flore ou de la faune sauvages.

Ces éléments du maillage constituent les couloirs de liaison entre les zones de grand intérêt biologique (sanctuaires, zones centrales, zones de développement). C'est leur densité, leur qualité et leur continuité qui déterminent leur intérêt pour jouer efficacement un rôle dans les liaisons écologiques.

La reconnaissance du maillage écologique est importante car il s'agit de la présence de la nature dans l'ensemble de l'espace; c'est la "nature ordinaire" dont le thème a été développé dans le cadre de l'Année européenne de la conservation de la nature 1995.

Tableau 1. Présentation schématique des niveaux d'intégration du concept de réseau écologique dans les différents outils de l'aménagement du territoire et de la conservation de la nature en Région wallonne. Du maillage écologique local au réseau écologique européen, différents outils opérationnels sont maintenant existants pour "construire" le réseau écologique sur le territoire. Néanmoins, il est urgent de dynamiser leur mise en œuvre et de les relayer par l'intégration des préoccupations de conservation de la nature dans les différents secteurs d'activité de la société.

LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE ET SES NIVEAUX D'INTÉGRATION

	AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE	CONSERVATION DE LA NATURE
<u>Réseau écologique européen</u>		
NATURA 2000 (Dir. UE sur les habitats et les oiseaux)		ZONES SPÉCIALES DE CONSERVATION (Z.S.C.)
<u>Réseau régional</u>		
Structure écologique principale (S.E.P.)	P.R.A.T.W. et PLANS DE SECTEUR	ZONES DE PROTECTION SPÉCIALE (Z.P.S.)
Zones centrales ou sanctuaires		RÉSERVES NATURELLES
Zones de développement	Matérialisation spatiale dans les plans de secteur	Réserves forestières
Zones de liaisons		Zones humides d'intérêt biologique (Z.H.I.B.)
		Parcs naturels
<u>Réseau communal et/ou local</u>		
Maillage écologique	SCHÉMA DE STRUCTURE Plan particulier d'aménagement (P.P.A.) Remembrement rural Arbres et haies remarquables	PLANS COMMUNAUX DE DÉVELOPPEMENT DE LA NATURE (P.C.D.N.)

En résumé, la Région wallonne se dote donc progressivement de différents états des lieux du réseau écologique présent sur son territoire. Après ce constat, il conviendra de "faire vivre ce réseau", notamment par son intégration dans les politiques de conservation de la nature et d'aménagement du territoire. Le tableau 1 présente les différents niveaux d'intégration du réseau écologique.

5. Les apports de l'écologie du paysage

L'écologie du paysage est un domaine de recherche relativement récent qui vise à mieux comprendre l'organisation écologique du territoire. Cette organisation écologique résulte, d'une part, des activités humaines qui ont mis en place la mosaïque sur le territoire et est, d'autre part, directement influencée par la structure de cette mosaïque qui agit, entre autres, sur les relations écologiques horizontales et sur les communautés et populations d'espèces vivantes.

L'écologie du paysage, traduction du terme "Landschaftsökologie" énoncé par le biogéographe TROLL en 1939, a donc pour objet l'étude de l'organisation et du fonctionnement d'ensemble d'écosystèmes. C'est l'écosystème-paysage (ou écopaysage) qui est son domaine d'étude.

Les écotopes sont la matérialisation spatiale des écosystèmes élémentaires composant l'écopaysage. Ces cellules élémentaires du paysage se caractérisent :

- par la nature de leurs relations écologiques verticales, notamment entre les différents compartiments des milieux biotiques et abiotiques (flux d'énergie, chaînes alimentaires, cycles de la matière organique, des éléments biogènes et de l'eau).
- par la nature des relations horizontales qui les lient entre elles par des relations d'échanges biologiques (dimension chorologique) et de matières (circulation de l'eau, entre autres).

L'écologie du paysage est donc à la croisée de plusieurs disciplines traditionnelles telles que l'écologie, la géographie, la biogéographie, l'aménagement de l'espace, etc. Depuis une vingtaine d'années, l'écologie du paysage connaît un développement rapide, principalement sous l'impulsion des études réalisées aux Pays-Bas.

Travaillant à l'échelle du paysage, qui est aussi celle de l'aménagement du territoire, ce secteur de recherche peut donc apporter d'intéressants développements en termes d'objectifs et de stratégies pour intégrer les préoccupations de la conservation de la nature dans l'aménagement et la gestion de l'espace.

Les relations "paysage et biodiversité"

Les recherches en écologie du paysage permettent de dégager un certain nombre d'éléments à propos des relations entre la structure du paysage et la biodiversité présente.

D'une manière générale, l'hétérogénéité d'un paysage au travers de la diversité de ses éléments favorise la richesse biologique. Il suffit, par exemple, de penser aux nombreux flux biologiques qui caractérisent les systèmes bocagers. Mais de nombreux autres facteurs entrent en ligne de compte pour expliquer la présence ou l'absence de telle ou telle espèce. La dimension des biotopes, leur position dans l'espace en relation avec les paramètres physico-chimiques et avec les autres biotopes, interviennent de façon considérable. Les facteurs historiques et la durée sont également des paramètres très importants pour la mise en place de ces systèmes.

Les modèles actuellement étudiés apportent de nombreuses précisions, mais restent très complexes et difficiles à interpréter pour dégager une politique de gestion écologique des espaces. Sur base des connaissances souvent empiriques dont on dispose, il est donc nécessaire d'avoir une approche pragmatique. Il est surtout important d'adopter des stratégies de conservation de la nature axées sur les espèces à protéger et tenant compte des paysages régionaux qui résultent de l'évolution historique d'un territoire.

La description de l'écopaysage

La végétation constitue le descripteur le plus fréquemment utilisé pour caractériser la structure du paysage. L'analyse peut être relativement simple en n'utilisant que les aspects physiologiques relatifs à l'utilisation du sol : champ, prairie, bois, haie, etc. L'analyse peut aussi être plus précise et complète par l'étude des communautés végétales, voire des associations végétales et de leurs complexes, comme indicateurs des conditions du milieu (nature du sol, économie en eau, pollutions éventuelles, dynamique du groupement, etc.). Les cartographies et les transects sont des techniques courantes qui mettent bien en évidence la structure de ces éléments sur un territoire étudié. La cartographie des écotopes, basée sur les types d'associations végétales, constitue une approche pragmatique qui permet de décrire l'écopaysage (FROMENT *et al.*, 1992).

En outre, il faut encore mentionner que les développements récents de la méthode symphytosociologique pour l'analyse des paysages végétaux contribuent aussi à mieux connaître l'écologie des complexes de groupements végétaux (GEHU, 1991 ; THEURILLAT, 1992). La symphytosociologie

s'intéresse aux complexes d'associations, c'est-à-dire au système de relations entre les groupements végétaux organisés dans l'écopaysage.

Cette phytosociologie paysagère distingue des entités taxonomiques. La "sigmassociation" est l'unité de base. La "géosigmassociation" réunit les unités de végétation (sigmassociations) de différentes séries dynamiques correspondant aux gradients écologiques, topographiques ou microgéomorphologiques. La "chorosigmassociation" désigne le sommet de l'intégration des géosigmassociations et se réfère aux domaines phytogéographiques.

L'analyse symphytosociologique utilise la technique phytosociologique classique des relevés floristiques exhaustifs et de leur traitement en tableaux. Comme cette analyse est appliquée à l'ensemble des groupements végétaux présents sur un territoire donné, elle permet la mise en évidence des unités de paysage qu'il comporte. Ce type d'analyse - encore peu courant et par ailleurs inexistant en Région wallonne - pourrait cependant éclairer les stratégies visant à assurer le maintien ou la restauration d'associations végétales et de leurs complexes.

Les éléments du paysage, par leur nature et leur disposition, contribuent à former l'hétérogénéité du paysage (la diversité des structures horizontales et verticales). FORMAN et GODRON (1986) distinguent ainsi la matrice du paysage (type dominant d'utilisation du sol), les 'patches' - ou îlots - (généralement définis par leur végétation) et les corridors, qui sont des éléments linéaires qui relient le plus souvent les îlots entre eux. Ces corridors sont à la fois des barrières à certains flux (brise-vent, circulation automobile, etc.) et des voies privilégiées pour d'autres flux (eau, espèces animales et végétales, etc.). La structure et la diversité spatiale des paysages peuvent être caractérisées par la quantification de différents critères (BAUDRY, 1986, FORMAN, 1995) :

- l'hétérogénéité qui augmente avec la diversité et la fragmentation des unités spatiales présentes;
- la contiguïté (voisinage spatial) et la connectivité (liaison par l'intermédiaire de corridors) qui déterminent l'intensité des échanges entre les unités, entre autres celles de nature biologique.

L'influence de la structure du paysage sur les biocénoses

Les interactions spatiales entre les cellules du paysage (écotopes) font partie des facteurs qui conditionnent la présence des espèces de la faune et de la flore. Elles influencent plus ou moins directement les biocénoses présentes et donc la biodiversité. Les paramètres qui interviennent sur ces interactions (BAUDRY, 1986) sont :

- pour l'écotope : sa superficie, la longueur de sa lisière (contact avec les éléments voisins), sa forme, le contraste de sa structure par rapport aux éléments voisins ;
- pour la structure paysagère : la contiguïté entre les écotopes, la connectivité (existence de corridors), la distance qui sépare les écotopes de même nature, l'hétérogénéité de la mosaïque, l'existence d'éventuels obstacles aux déplacements des espèces.

On voit bien que la notion de réseau écologique apparaît en filigrane dans cette analyse. Vu l'impossibilité de traiter ici de manière exhaustive l'ensemble de ces paramètres, seuls quelques-uns seront présentés comme exemples parce qu'ils sont particulièrement importants pour les rôles qu'ils peuvent jouer dans le maintien de la biodiversité.

Quelques exemples de relations écologiques au sein de l'écopaysage

Les exemples suivants illustrent différentes relations écologiques qui sont dépendantes de la structure paysagère et qui ont certainement un rôle à jouer dans la mise en place concrète du réseau écologique sur le territoire.

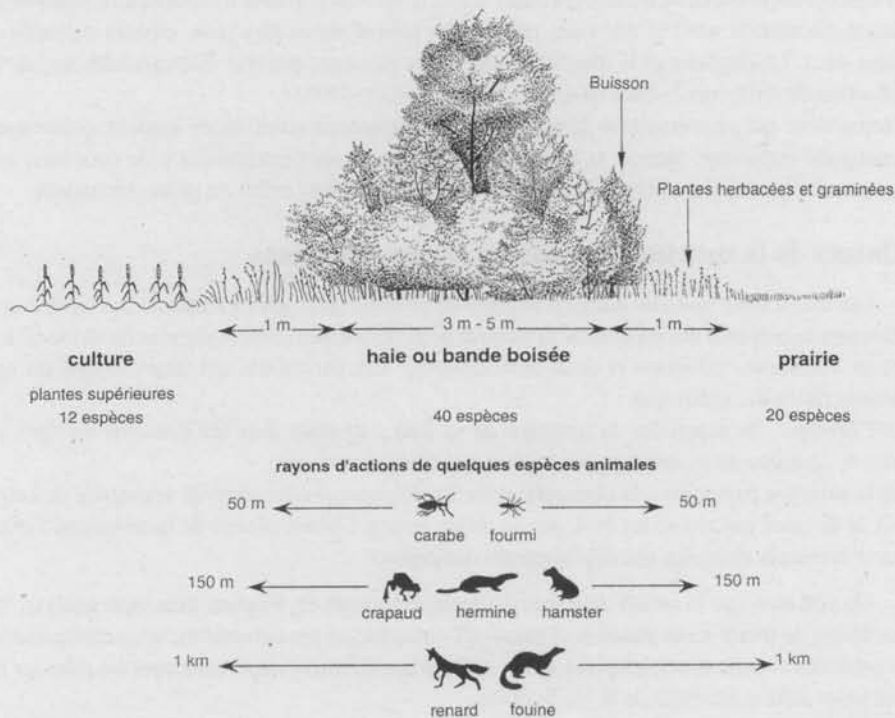
1. Relations entre la taille des milieux et la biodiversité

L'étude de l'avifaune en forêt constitue un bon exemple de l'importance de la taille des milieux pour le maintien de la biodiversité. FORMAN et ses collaborateurs ont ainsi montré que le nombre d'espèces présentes augmente avec la superficie totale de la zone boisée. Certaines espèces ne s'installent que si elles rencontrent des zones boisées d'une taille suffisante.

La fragmentation de ces unités écologiques conduit donc à la disparition de certaines espèces. L'exemple des grands mammifères qui ont besoin d'un territoire suffisamment étendu est bien connu. D'autres espèces, comme les grands prédateurs ou les espèces migratrices, ont par ailleurs besoin d'un espace vital parfois très étendu et ne pouvant être limité à l'intérieur d'un territoire restreint. Leur protection nécessite donc des mesures complémentaires, telles que la création d'un réseau écologique (DELESCAILLE, 1993).

2. Les zones de transition ou écotones

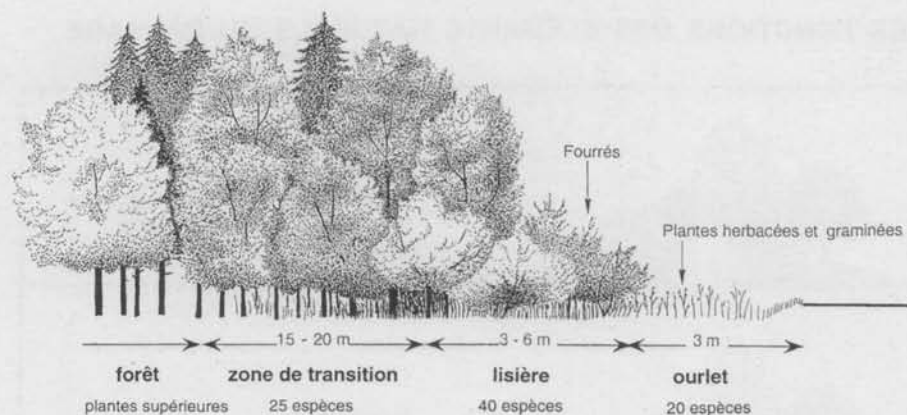
Entre deux biotopes caractérisés par différentes utilisations du sol existe une zone de transition où s'interpénètrent des communautés vivantes inféodées aux deux milieux mis en présence. Cette zone de transition, plus ou moins large, est appelée écotone (fig. 6 et 7). Les lisières forestières, les zones marécageuses situées entre un plan d'eau et le milieu terrestre environnant constituent des écotones.



(d'après SCHULTZ - PERNICE et al., 1987)

Fig. 6. L'écotone et l'effet lisière.

La haie et la bande boisée illustrent bien les gradients écologiques mis en place qui sont susceptibles de favoriser la présence d'espèces de la faune et de la flore. L'écotone s'exprime ici par les zones de transition entre la haie ou bande boisée et les milieux contigus, tandis que l'effet de lisière rend compte de la zone d'influence positive de l'élément vis-à-vis des espèces de la faune qui l'utilisent



(d'après SCHULTZ - PERNICE et al., 1987)

Fig. 7. Les lisières forestières constituent des milieux de transition caractérisés par un gradient de conditions écologiques (luminosité, température, types d'humus, gestions différentes). Cette interface (écotone) est un milieu favorable à la présence de nombreuses espèces sauvages.

Les écotones sont généralement caractérisés par une plus grande richesse des individus et des espèces. Cette richesse est due en particulier à l'existence d'habitats différents dans un espace rapproché. On a ainsi une situation d'écocline où certaines espèces propres à la zone de transition se joignent à l'ensemble des espèces exclusives de chacun des milieux en présence (TANGHE, 1995).

3. L'effet lisière

Pour certaines espèces de la faune, les milieux boisés et les écotopes linéaires (haies, alignements d'arbres, etc.) ont une influence latérale plus ou moins large. L'effet lisière joue - pour les oiseaux et les mammifères, en particulier - un rôle de refuge et d'appui pour les déplacements ou pour la prédation. Au-delà d'une certaine distance, l'effet lisière ne s'exerce plus.

Cet effet lisière est aussi conditionné par la forme géométrique des milieux. Par exemple, la lisière d'un massif forestier découpé et allongé est plus longue que celle d'un massif forestier de surface équivalente mais compact. La structure du bocage avec ses réseaux de haies et d'alignements d'arbres illustre aussi très bien l'effet lisière.

4. La connectivité

Les petits éléments naturels du paysage (haies, bords de routes, talus, fossés, bandes herbeuses fauchées tardivement, tourbières extensives de conservation, etc.) constituent l'infrastructure écologique (le maillage écologique) d'un territoire local. Ils remplissent de multiples fonctions pour de nombreuses espèces de la flore et de la faune. Ils peuvent entre autres jouer le rôle de lieu de séjour, de corridor, de refuge, de relais (stepping stone) et de noyau de dispersion pour la vie sauvage. Ils sont, en outre, des éléments essentiels pour assurer les liaisons entre les sites d'intérêt biologique (fig. 8).

Les travaux de BAUDRY (1986) montrent par exemple que la richesse d'une haie en espèces végétales est fortement liée à celle des haies voisines. Une haie a rarement plus d'espèces que l'ensemble des haies voisines.

5. La dynamique des milieux

La notion de succession écologique traduit le phénomène de colonisation d'un milieu par les êtres vivants et les changements de flore et de faune qui interviennent au cours du temps. Dans nos

LES FONCTIONS DES ÉLÉMENTS NATURELS DU PAYSAGE

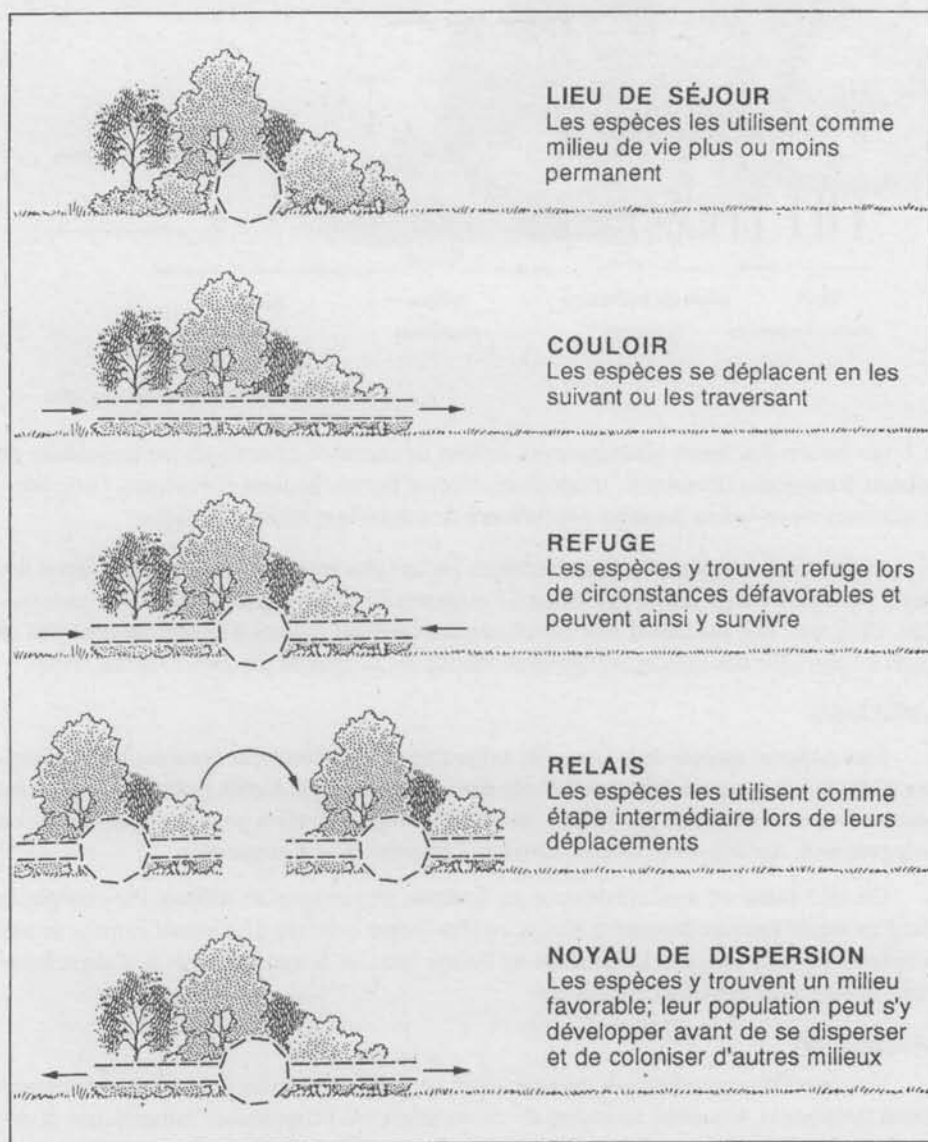


Fig. 8. Les petits éléments naturels du maillage écologique (haies, rideaux d'arbres, talus, chemins creux, etc.) participent au maintien de la biodiversité grâce aux multiples fonctions qu'ils jouent pour les espèces vivantes (d'après LOGEMANN *et al.*, 1988).

régions, la majorité des écosystèmes terrestres évoluent spontanément vers l'état de forêt climacique (biocénose en équilibre avec le milieu). Ce stade de "vieille forêt" n'y est actuellement plus atteint. Les activités humaines maintiennent le milieu dans un état juvénile. Elles empêchent ainsi la maturation des écosystèmes forestiers qui se caractérisent par des phases de "vieillesse" et de "destruction", auxquelles succèdent des phases de régénération. Chacune de ces phases crée des niches écologiques susceptibles de rencontrer les exigences de diverses espèces (SERUSIAUX, 1993).

Les niches écologiques dites de régénération peuvent être intéressantes pour certaines espèces et contribuent aussi au fonctionnement du réseau écologique. Ainsi, les zones récemment perturbées, les friches, les jeunes plantations et les pelouses calcaires sont généralement des milieux biologiquement riches. C'est la présence de niches écologiques de transition qui favorise une importante diversité biologique.

Les marges des lisières forestières en voie de recolonisation en sont un bon exemple. En Allemagne, des programmes de conservation de la nature sont déjà en voie de réalisation pour assurer une gestion plus écologique des lisières forestières.

6. Les obstacles aux déplacements des espèces

Outre les distances entre les habitats potentiels, de nombreux obstacles peuvent entraver les déplacements et les possibilités de migration des espèces. Les mers, les cours d'eau, les chaînes de montagnes, constituent des obstacles naturels qui ont d'ailleurs présidé à l'établissement de la faune et de la flore caractéristiques des différents territoires.

Avec la forte croissance des activités humaines, d'autres obstacles ont été créés et constituent parfois de réels barrages aux déplacements des espèces. Parmi ceux-ci, on peut citer les obstacles physiques, tels que :

- les voies de communication, allant des routes locales aux autoroutes;
- les chemins de fer;
- les chemins forestiers et ruraux empierrés, asphaltés ou bétonnés;
- les canaux et cours d'eau canalisés;
- les palissades et les clôtures;
- les murs et les bordures hautes en particulier dans les zones urbanisées.

Les impacts négatifs de ces obstacles peuvent être réduits par différentes mesures ou des aménagements spécifiques. Même s'il s'agit avant tout de solutions palliatives, elles peuvent néanmoins contribuer à rétablir efficacement les déplacements de certaines espèces. Les écoducs (passages souterrains à batraciens, à petits mammifères, ponts à grands mammifères) méritent d'être développés à certains endroits stratégiques où des espèces sont en péril. Mais d'autres obstacles peuvent aussi entraver le déplacement des espèces. On peut entre autres signaler les utilisations intensives de l'espace et des sols (zones de grandes cultures), les milieux fortement perturbés tels que les zones industrielles et urbaines, ou encore certains cours d'eau pollués.

En résumé, ces quelques exemples de relations écologiques au sein de l'écopaysage montrent bien l'influence de la structure du paysage sur les systèmes biologiques et par conséquent sur la biodiversité. D'une manière générale, la proximité de milieux 'sources d'espèces' et la connexion entre les écotopes constituent des conditions favorables au maintien de la richesse biologique à l'échelle locale. Ces notions sont à prendre en compte pour la gestion et la restauration du réseau écologique.

Néanmoins, les connaissances liées à cette nouvelle approche de l'écologie du paysage restent fragmentaires. Beaucoup de mécanismes de fonctionnement de ces systèmes nous échappent encore. De plus, les moyens octroyés à ce type de recherches sont souvent dérisoires par rapport à d'autres secteurs; on ne peut que regretter que de telles études soient d'ailleurs quasi inexistantes en Région wallonne. Pourtant, c'est par une meilleure compréhension de ces fonctionnements écologiques que les interventions de l'homme sur son environnement pourront mieux être maîtrisées pour un aménagement et une gestion plus durables de l'espace.

6. Conclusions

Trouvant ses principaux fondements au carrefour de l'évolution des pensées en matière de conservation de la nature et d'écologie du paysage, le concept de réseau écologique s'impose comme une stratégie dynamique et pragmatique en vue d'assurer durablement le maintien et la restauration de la biodiversité. Dès à présent, il est urgent de promouvoir sa mise en œuvre dans les politiques de l'aménagement du territoire et de l'environnement, même si de nombreuses incertitudes scientifiques subsistent quant aux rôles des réseaux d'habitats pour la préservation de la biodiversité. Il convient cependant d'appliquer le principe de prévoyance en raison de l'importance de l'enjeu; il s'agit d'assurer sur notre territoire la sauvegarde de nombreuses espèces sauvages, mais aussi des biotopes qui les abritent.

Le concept de réseau écologique est aussi une approche stimulante pour décloisonner la politique de la conservation de la nature afin qu'elle soit prise en compte dans l'ensemble des secteurs d'activités de la société. Cette nouvelle approche doit aussi favoriser une association plus étroite entre les préoccupations de la conservation de la nature et de sauvegarde du paysage. Le réseau écologique constitue, en particulier, un modèle planologique intéressant pour l'aménagement de l'espace dans l'optique d'une meilleure prise en compte des valeurs environnementales et du maintien de la biodiversité (TANGHE, 1993).

En Région wallonne, le réseau écologique doit être intégré rapidement et de façon concrète dans les différents outils de l'aménagement du territoire (plan régional, plan de secteur, schéma de structure communal) (FROMENT & MELIN, 1994). Le maintien des espèces sauvages - mais aussi la préservation des paysages - repose nécessairement sur une meilleure maîtrise de l'organisation de l'espace (SUKOPP, 1984 ; JEDICKE, 1990 et 1994).

La reconnaissance et la protection des zones de grand intérêt biologique doit par ailleurs être renforcée, notamment par la création de réserves naturelles. Mais il est aussi indispensable de reconstruire l'ensemble de l'espace en faveur de la nature (LEBRUN, 1994). De nouveaux outils locaux proches des citoyens, tels que les Plans Communaux de Développement de la Nature (PCDN), auront certainement un rôle important à jouer dans la mise en place de cette trame écologique sur le territoire.

Cette nouvelle approche devrait permettre aux préoccupations en matière de conservation de la nature de constituer un enjeu majeur pour les années à venir. Cette stratégie apparaît ambitieuse mais est sans conteste indispensable si l'on veut enrayer l'appauvrissement du patrimoine naturel et la banalisation de nos paysages.

7. Bibliographie

- BARTH, W.-E., 1987. *Praktischer Umwelt- und Naturschutz*. Parey, Hamburg und Berlin, 310 pp.
- BAUDRY, J., 1986. Approche écologique du paysage. In *Lectures du paysage*, Collection INRAP, Ed. Foucher, Paris, 23-32.
- BAUER, H., 1993. Naturschutz im Rheinland. *Rheinische Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz*, Jahrbuch 1989-1991 : 11-26.
- BURKEY, T.V., 1989. Extinction in nature reserves : the effect of fragmentation and the importance of migration between reserve fragments. *Oikos*, 55 : 75-81.
- CHAUVET, M. & OLIVIER, L., 1993. *La biodiversité. Enjeu planétaire. Préserver notre patrimoine génétique*. Éd. Sang de la Terre, Paris, 415 pp.
- DE BLUST, G., KUIJKEN, E. & PAELINCKX, D., 1992. De groene hoofdstructuur van Vlaanderen. *Ruimtelijke planning*, 30 : 1-30.

- DELESCAILLE, L.-M., 1993. Le maillage écologique et l'espace rural. *Annales de Gembloux*, 99 : 61-69.
- DELESCAILLE, L.-M., 1995. *Pourquoi et comment faire un état des lieux du patrimoine naturel de sa commune ?* Dossier technique. Ministère de la Région wallonne, 16 pp.
- DEVILLERS, P., 1994. Conservation du patrimoine naturel et instruments européens. In *Actes du colloque "La loi sur la conservation de la nature"*, Les Cahiers des Réserves Naturelles RNOB, n°6, 43-51.
- DRECHSLER, M. & WISSEL, Ch., 1995. Management-Hinweise für Metapopulationen - Analyse eines stochastischen Modells. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, 24 : 111-115.
- DUHAYON, G. & WOUÉ, L., 1995. Structure, réseau et maillage. In *Le Grand Livre de la Nature en Wallonie*, Casterman, Tournai, 245-249.
- FORMAN, R.T.T., 1995. *Land Mosaics*. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge, 632 pp.
- FORMAN, R.T.T. & GODRON, M., 1986. *Landscape ecology*. J. Wiley and Sons, New York, 619 pp.
- FROMENT, A. & MELIN, E., 1994. Aménagement du territoire et conservation de la nature. In *Actes du colloque "La loi sur la conservation de la nature"*, Les Cahiers des Réserves Naturelles RNOB, n°6, 15-41.
- FROMENT, A., TANGHE, M. & VANHECKE, L., 1992. Écotopes. In *Géographie de la Belgique*, éd. Crédit Communal, Bruxelles, 262-292.
- GEHU, J.-M., 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. Théorie et méthodologie. *Colloques Phytosociologiques, XVII, Phytosociologie et Paysages* : 11-46.
- INSTITUUT VOOR BOS- EN NATUURONDERZOEK, 1994. Landschapeecologie. *IBN-DLO*, Wageningen : 16-18.
- JEDICKE, E., 1990. *Biotopverbund. Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie*. Ulmer Verlag, Stuttgart, 254 pp.
- JEDICKE, E., 1994. *Biotopschutz in der Gemeinde*. Neumann Verlag, Radebeul, 332 pp.
- LEBRUN, Ph., 1994. Flore et faune de Wallonie : bilan, menace et perspectives. In *Actes du colloque "La loi sur la conservation de la nature"*, Les Cahiers des Réserves Naturelles RNOB, n°6, 7-14.
- LEVINS, R., 1969. Some demographic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull. Entomol. Soc. Amer.*, 15 : 237-240.
- LOGEMANN, D. & SCHOORL, E. F., 1988. *Verbindingswegen voor plant en dier*. Stichting Natuur en Milieu, Utrecht, 76 pp.
- MAC ARTHUR, R.H. & WILSON, E.O., 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- MEERTS, P. & BAGUETTE, M., 1995. Les habitats fragmentés et l'avenir des petites populations. In *Le Grand Livre de la Nature en Wallonie*, Casterman, Tournai, 37-39.
- MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, 1990. *Natuurbeleidsplan*. Regeringsbeslissing, La Haye, 272 pp.
- MKRO (Ministerkonferenz für Raumordnung), 1993. Aufbau eines ökologischen Verbundsystems in der räumlichen Planung. *Gemeinsames Ministerialblatt*, p 48 - repris dans *Natur und Landschaft*, 68-9: 461.

- NEVE, G. & BAGUETTE, M., 1994. Structure spatiale d'une métapopulation du nacré de la bistorte (*Proclissiana eunomia*). *Les Cahiers des Réserves Naturelles RNOB*, n° 7 : 89-94.
- OPDAM, P., 1987. De metapopulatie : model van een populatie in een versnipperd landschap. *Landschap*, 4 : 289-306.
- OPDAM, P., VAN APELDOORN, R., SCHOTMAN, A. & KALKHOVEN, J., 1993. Population responses to landscape fragmentation, in *Landscape ecology of a stressed environment*. (Eds. Cl. C. Vos & P. OPDAM), Chapman & Hall, London, 147-171.
- PALMAERTS, N., 1994. La structure écologique principale. Considérer le patrimoine naturel à l'échelle de la Wallonie. *Les Cahiers des Réserves Naturelles RNOB*, n° 7 : 95-103.
- REMBIERZ, W., 1994. Raumordnung und Naturschutz. Landesplanung schafft Voraussetzungen zum Aufbau eines Landesweiten Biotopverbundes. *LÖLF-Mitteilungen*, 1 : 35-38.
- ROUGERIE, G. & BEROUTCHACHVILI, N., 1991. *Géosystèmes et paysages. Bilan et méthodes*. Ed. A. Colin, Paris, 302 pp.
- SCHULTZ-PERNICE, L., SCHENK, N., LANDGRAF, H. & JURGING, P., 1987. *Biotopgestaltung an Straßen und Gewässern*. Bayerisches Staatsministerium des Innern, München, 84 pp.
- SERUSIAUX, E. & GATHOYE, J.-L., 1993. *La conservation de la nature en Wallonie : un premier bilan*. Les Cahiers des Réserves Naturelles RNOB, n°3, 100 pp.
- STERN, H., SCHRÖDER, W., VESTER, F., DIETZEN, W., 1980. *Rettet die Wildtiere*. Pro Natur Verlag, Stuttgart, 240 pp.
- SUKOPP, H., 1984. Vernetzte Biotopsysteme. Aufgabe, Zielsetzung, Problematik. In *Arten- und Biotopschutz. Aufbau eines vernetzten Biotopsystems*. Ed. Min. Soz., Gesundheit und Umwelt Rheinland-Pfalz, Fachtagung 1984.
- TANGHE, M., 1993. Le maillage écologique comme modèle planologique pour la conservation et l'amélioration du paysage agricole de la Wallonie. *Nouvelles de la Science et des Technologies*, 11-2 : 133-141.
- TANGHE, M., 1995. Les bords de routes et chemins creux. In *Le Grand Livre de la Nature en Wallonie*, Casterman, Tournai, 104-109.
- THEURILLAT, J.-P., 1992. L'analyse du paysage végétal en symphytocénologie : ses niveaux et leurs domaines spatiaux. *Bull. Ecol.*, 23 (1-2) : 83-92.
- VAN GROENENDAEL, J., 1995. Hoe klein mogen kleine populaties worden ? *De Levende Natuur*, 96/2 : 35-39.