LES DÉPENDANCES VERTES DES AUTOROUTES : DU VERDISSEMENT À L'INTÉGRATION DANS LE FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE DES PAYSAGES

JACQUES BAUDRY, JEAN-NOËL ROULLEAU ET FRANÇOISE BUREL

Résumé en anglais p. 83

L'idée d'associer "autoroute" et "restauration écologique" peut sembler saugrenue. Les travaux autoroutiers font partie des aménagements pour lesquels une étude d'impact sur l'environnement est obligatoire (loi sur la Protection de la Nature de juillet 1976). Les débats sur l'implantation des autoroutes et des routes, en général, tournent autour de la minimisation des impacts écologiques (cf. le tunnel du Somport ou la traversée du Marais Poitevin). Cependant, les Pouvoirs Publics ont décidé d'un doublement du réseau autoroutier d'ici 20 années dans un contexte de prise de conscience de la nécessité de préserver "l'Environnement". Ceci nous a amenés à nous interroger sur la possibilité d'aller au delà de l'étude d'impact, au delà de la néces-

saire «réparation» des atteintes à l'environnement. Il ne s'agit aucunement de soutenir la nécessité de construire des autoroutes pour "recréer la Nature", mais d'analyser si, dans le cadre des travaux autoroutiers, il est possible de recréer ou de conforter un certain nombre de fonctions écologiques au sein des paysages traversés.

Le développement de l'écologie du paysage depuis le début des années quatre-vingt (Forman et Godron, 1985 ; Naveh et Lieberman, 1993) a mis en avant l'importance des flux d'espèces (et de minéraux) dans l'espace et dans le temps. Pour aller d'un habitat favorable à un autre, les espèces utilisent souvent des corridors, c'est-à-dire des éléments linéaires ayant une structure végétale proche des habitats principaux. Dans nos paysages ouest européens, les corridors boisés, venant compenser la fragmentation des forêts par les activités humaines sont fréquemment mis en avant. Les réseaux routiers sont, par définition, des réseaux de corridors permettant le déplacement des hommes. Les routes sont perçues, à juste titre, comme des barrières empêchant ou diminuant la capacité de mouvement de la faune (Mader, 1988), leur fonction de corridor potentiel est souvent négligée. L'objectif de notre article est d'analyser l'insertion des autoroutes dans un territoire en nous référant aux modèles développés en écologie du paysage et de voir en quoi il est possible d'envisager les travaux autoroutiers dans un cadre d'écologie de la restauration ; il ne peut s'agir que de poser des hypothèses car les travaux scientifiques

sur le sujet sont quasiment inexistantes. L'idée d'associer des corridors verts (*greenways*) aux voies de circulation n'est pas nouvelle, les "Parkways" des États-Unis sont, depuis la fin du XIX^e siècle, des routes puis des autoroutes conçues sur ce modèle (Smith et Hellmund, 1993). Cependant, l'idée d'introduire les résultats de l'écologie du paysage dans la conception des *greenways* est récente (Thorne, 1993 ; Fabos et Ahern, sous presse) et il n'existe pas, à notre connaissance, d'application directe aux projets routiers français. Des expériences sont en cours en Australie (Saunders et Hobbs, 1991). Elles pourraient conduire à une amélioration sensible de la prise en compte de l'environnement dans les travaux routiers, prise en compte rarement satisfaisante actuellement (Treweek *et al.*, 1993).

Dans le cadre des aménagements autoroutiers, l'écologue intervient sur la définition, l'aménagement et la gestion des dépendances vertes ; ce sont les surfaces du domaine public routier couvertes de végétation. Les abords immédiats de l'autoroute doivent répondre à des normes techniques très strictes ; au fur et à mesure que l'on se déplace vers la limite de l'emprise, vers le paysage environnant, la liberté d'agir d'un point de vue écologique, augmente. Les contraintes d'aménagement et les fonctions autoroutières de ces dépendances sont présentées en première partie. Notre réflexion se place dans l'évolution de l'implantation et de la gestion des dépendances vertes durant ces dix dernières années, pour aller vers une formalisation de cette évolution.

RÉSUMÉ : Les dépendances vertes des autoroutes : du verdissement à l'intégration dans le fonctionnement écologique des paysages

Les études d'impact, réalisées lors des aménagements autoroutiers, permettent de limiter les atteintes à l'environnement initial. Une démarche "d'écologie de la restauration" pourrait être mise en œuvre lors de l'implantation d'autoroutes, notamment dans la conception des dépendances vertes, pour permettre diverses fonctions écologiques (habitats, circulation des espèces...). Nous présentons quelques hypothèses, en fonction de divers types de paysages traversés et de la connaissance actuelle de leur fonctionnement écologique.

LES FONCTIONS DES DÉPENDANCES VERTES

Les dépendances vertes autoroutières ne sont pas seulement le résultat des terrassements effectués pour réaliser le tracé (talus de déblais ou de remblais), mais ont aussi différents rôles à jouer dans l'exploitation de l'infrastructure. Ces dépendances sont d'abord une nécessité technique ; il faut un tampon visuel de sécurité entre les voies de roulement et le territoire environnant. En fin de construction des autoroutes, ces dépendances sont souvent du sol ou de la roche nue. Leur verdissement, par semis, s'est imposé comme une évidence, malgré les difficultés techniques et les implantations aléatoires (Way, 1976).

Les fonctions techniques

Ce sont tout d'abord des *supports*, surfaces qui permettent de jouer le rôle de "garde-fou" en cas de sortie de véhicules de la chaussée. Elles supportent toute la signalisation routière et touristique, les délinéateurs, les glissières de sécurité, tous les ouvrages d'évacuation et de traitement des eaux et elles servent à stocker la neige, le cas échéant.

Leur végétalisation a un rôle *stabilisateur* et permet de lutter contre l'érosion des sols sur des pentes qui peuvent être quelquefois assez fortes et donc sensibles à ce problème ; l'enherbement permet aussi de réguler les débits des eaux qui ruissellent sur la plateforme et qui doivent être évacuées vers le milieu extérieur. Enfin, les dépendances vertes jouent un rôle important en matière de *sécurité* des usagers. Elles ont une action de protection contre les effets des vents latéraux, en particulier aux transitions déblais-remblais, et permettent de prendre des mesures préventives contre l'accumulation de congères. Elles servent aussi d'indicateurs visuels en soulignant les virages, les voies d'accès ou de sorties, les limites de la chaussée, etc., et ont une action anti-éblouissante vis-à-vis des phares des voitures circulant en sens inverse.

L'agrément paysager

L'implantation d'une infrastructure ne peut se faire sans un certain nombre de travaux de terrassement, qui laissent à nu les sols bordant la chaussée, et qui doivent être "cicatrisés" par la végétalisation des dépendances vertes. Cette végétalisation est d'autre part un facteur d'intégration de l'infrastructure dans le paysage, en assurant une continuité visuelle entre l'emprise autoroutière et le paysage environnant. Enfin, les variations des types de milieux rencontrés sur ces dépendances vertes permettent de rompre la monotonie du champ visuel du conducteur et constituent un facteur d'accroissement de la sécurité.

LES CONTRAINTES D'IMPLANTATION

Un certain nombre de contraintes régissent la conception et la gestion des dépendances vertes autoroutières et conditionnent leur évolution.

Les contraintes réglementaires

Les projets autoroutiers donnent lieu à un décret en Conseil d'État qui déclare d'utilité publique une bande de 300 m de large, à l'intérieur de laquelle la société concessionnaire est habilitée à acquérir les terrains par procédure d'expropriation. L'infrastructure et ses dépendances vertes doivent donc obligatoirement s'inscrire à l'intérieur de cette bande de 300 m.

Les variations micro-climatiques

Lorsque les conditions topographiques ont nécessité des terrassements en remblais ou en déblais, les dépendances vertes sont installées sur des talus qui peuvent avoir des pentes relativement fortes, ce qui amène des conditions d'exposition très contrastées, entre des talus exposés au nord et ceux exposés au sud par exemple, de part et d'autre de la chaussée. Dans certains secteurs, de véritables couloirs situés dans l'axe des vents dominants peuvent entraîner des

accélération des vents localement importantes.

Les contraintes géologiques

Les travaux de terrassement en déblais mettent à nu les roches rencontrées : la géologie locale influence alors la nature du substrat des dépendances vertes. Par contre, dans les secteurs de remblais, la nature du substrat sera sous l'influence d'apports exogènes, qui peuvent être totalement différents de la nature des roches environnantes. Enfin, les conditions de végétalisation seront fortement influencées par le régalaie ou non de terre végétale ; l'absence d'épandage de terre végétale peut être due soit à des conditions topographiques (pentes trop fortes) qui rendent l'opération impossible, soit à une volonté délibérée de laisser des espèces pionnières recoloniser un substrat minéral. Souvent, les terres régalaies possèdent un stock de graines qui concurrencent les espèces semées ou apportées naturellement. Le degré d'évolution des sols "néoformés" des dépendances vertes a probablement une influence sur leurs caractéristiques biologiques, en fonction de l'"âge" de l'infrastructure, le degré de structuration des sols et de l'altération des matériaux peut évoluer, de même que les niveaux de compactions.

La nature du reverdissement initial

Les modalités retenues pour le reverdissement dès la mise en place des dépendances vertes est un facteur majeur des qualités biologiques de ces milieux. Si la volonté initiale a été le reverdissement, plutôt que la revégétalisation spontanée, tous les cas de figures sont envisageables en fonction des options retenues, depuis la végétalisation à partir d'espèces autochtones jusqu'aux projets de type paysagiste, où des espèces horticoles, exogènes voire "exotiques" ont pu être implantées. À partir de ce reverdissement initial, les phénomènes de concurrence inter-spécifiques, et de fermeture des milieux, laisseront plus ou moins de place au développement d'espèces spontanées, herbacées ou ligneuses, et orienteront les séries évolutives.

Les types de milieux traversés

À partir de ces données, liées à la conception et à la construction de l'infrastructure, les recolonisations spontanées seront influencées par la nature des milieux environnants. Les observations montrent qu'en bordure de forêts, des lisières de composition ligneuse se reconstituent, ce qui n'est pas le cas dans les secteurs bordés de grandes cultures céréalières par exemple.

L'entretien des milieux

L'entretien peut consister principalement en la tonte des milieux herbacés, l'épandage de produits phytosanitaires, la taille et l'élagage des ligneux. Les décisions concernant cet entretien vont dépendre d'un certain nombre de facteurs :

- Le coût, puisque les opérations d'entretien nécessitent du matériel et des heures de travail ;

- Les problèmes de sécurité : tous les panneaux de signalisation doivent être dégagés pour être visibles, de même que la végétation ne doit pas gêner la « lisibilité » du parcours. Enfin, les ligneux ayant atteint une certaine taille ne doivent être laissés trop près de la chaussée ;

- Le fonctionnement hydraulique des ouvrages : les fossés enherbés sont de bons outils pour réguler les débits des eaux de ruissellement évacuées de la chaussée. La végétation ne doit cependant pas être trop abondante pour éviter de provoquer des engorgements qui conduiraient à des débordements sur la chaussée ou les terrains environnants ;

- L'esthétique : le choix de laisser une pelouse rase ou des arbustes épars, ou autres, peut relever d'objectifs esthétiques (et en particulier sur les aires de services ou de repos) qui nécessitent un entretien régulier ;

- L'agriculture : dans les milieux de culture intensive, des opérations peuvent être menées sous la pression des agriculteurs pour lutter contre la dissémination des mauvaises herbes ;

- Les incendies : dans les zones sensibles, des actions peuvent être imposées

pour limiter la propagation des incendies, et en particulier en zone méditerranéenne (débroussaillage, contrôle de la végétation ...).

Le trafic

La circulation des véhicules sur la chaussée impose des conditions de milieu particulières aux dépendances vertes, en effet, le passage des véhicules provoque une ventilation importante. Par ailleurs, les véhicules engendrent des émissions de poussières et de métaux lourds, dont les effets sur les biotopes et les biocénoses sont aujourd'hui peu connus. En période hivernale, lorsque des sels de déverglaçage sont épandus sur la chaussée, des embruns de saumure peuvent être projetés sur les abords de la chaussée.

Enfin, la fréquentation humaine s'accompagne du rejet d'un certain nombre de déchets (papiers, plastiques...) qui se trouvent interceptés sur les dépendances vertes.

LE DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES PRATIQUES

La recolonisation à partir d'espèces autochtones

Des expériences ont été menées sur le réseau A.S.F. (Société des Autoroutes du Sud de la France) pour réaliser des semis arbustifs dans des milieux particulièrement hostiles, tant du point de vue géologique (éboulis rocheux ou roche pure calcaire avec des pentes fortes) que climatique (vents violents, ensoleillement très fort, pluies violentes). C'est par exemple le cas sur l'autoroute A9 entre Narbonne et Rivesaltes, qui traverse les contreforts du Massif des Corbières.

Les semis ont été réalisés au canon hydraulique, avec des espèces indigènes telles que : Valériane rouge (*Centranthus ruber*), Romarin officinal (*Rosmarinus officinalis*), Genêt d'Espagne (*Spartium junceum*), Arbre de Judée (*Cercis siliquastrum*), Sauge officinale (*Salvia officinalis*),

Thym (*Thymus vulgaris*), Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) ou d'espèces exotiques telles que l'arbre aux papillons (*Buddleia davidii*).

Les reprises n'ont pas été spectaculaires dès les premières années. Mais à la faveur de failles, zones d'accumulation de fines particules de terre, des touffes de végétaux se sont développées qui, par resemis à partir de pieds-mères, forment au bout de 15 ans, une couverture végétale qui rappelle les terrains de garrigue environnants.

Dans de telles conditions, où la terre végétale faisait défaut et où les plantations en poquets étaient irréalisables (terrains rocheux), ces pratiques fondées sur une approche pragmatique, qui concilie biologie et paysage, a donné des résultats aujourd'hui satisfaisants. Il faut néanmoins que le temps nécessaire à la recolonisation (levée de dormance, conditions de germination propices, développement des plantes) puisse être pris en compte et ne pas vouloir obtenir en un an ce que la nature met plusieurs décennies à construire.

La gestion extensive

L'entretien des dépendances vertes de manière intensive nécessite des engins, des produits, et des heures de travail. Les passages doivent être d'autant plus fréquents que l'on veut figer le milieu à un stade de début de succession écologique (pelouse rase de graminées par exemple). Ces pratiques conduisent à une banalisation du milieu (variété limitée d'espèces supportant une tonte fréquente, blocage des évolutions naturelles) qui n'est favorable ni du point de vue esthétique, ni du point de vue biologique. C'est pourquoi des expériences de gestion extensive se développent pour limiter le nombre d'interventions dans l'année (et donc de réduire les coûts), réduire les pollutions par la diminution de l'emploi des produits phytosanitaires, augmenter la diversité floristique et faunistique, les milieux différents évoluant de façon différenciée (Coumoul et Chavaren, 1993 ; BCEOM, sous presse).

Sur le plan esthétique, la diversité engendrée peut être jugée positivement, bien

que certains considèrent encore que le gazon a un aspect plus "propre" qu'une prairie montée en graine. Cependant, le recul manque encore à ce jour pour évaluer concrètement les résultats de ces pratiques sur la biodiversité. Par ailleurs, il n'existe pas de répertoire exhaustif de ces pratiques permettant de définir précisément "la gestion extensive".

Dans beaucoup de cas, ces pratiques sont relativement récentes (quelques années seulement) et les milieux ne sont pas arrivés à une maturité et une stabilité permettant une évaluation. En particulier, il semblerait que certains secteurs soient bloqués au stade roncier sans évolution vers un stade forestier. Les apports dus aux semenciers environnants ne sont pas analysés. Les relevés effectués montrent que les mélanges de semences utilisés initialement ne prenaient que peu en compte les conditions d'exposition des différents talus, et que les reprises de végétation sont sensiblement différentes d'un côté à l'autre de l'infrastructure.

LES DÉPENDANCES VERTES DANS LE FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE DES PAYSAGES

S'il existe des rapports d'études sur ce thème, les travaux de recherche sont peu développés. Les publications portent sur la fonction habitat des dépendances vertes et sur le rôle de barrière des routes (Bennett, 1991). Dans le contexte de l'écologie du paysage, les australiens ont développé de nombreux travaux et aménagements de corridors (Saunders et Hobbs, 1991). Leur objectif est la restauration de la faune et de la flore telles qu'elles étaient avant l'arrivée des européens ; principalement en recréant des bandes boisées le long des routes. Actuellement, il n'existe pas de bases scientifiques spécifiques à l'implantation des dépendances vertes, peu de références sont faites aux relations entre dépendances vertes et type de paysage traversé.

Les dépendances vertes peuvent, *a priori*, assurer diverses fonctions écologiques :

- de conservation : les espèces animales ou végétales rejetées par le milieu environnant, surtout dans les espaces anthropisés, peuvent trouver refuge sur les dépendances vertes autoroutières ;

- de complémentarité et de diversification à l'égard des milieux traversés, en offrant des biotopes nouveaux par rapport au milieu environnant ou des modes de gestion de l'espace différents ;

- de corridor : la continuité des dépendances vertes, simplement interrompues par les rétablissements de voirie, peut relier des milieux de même nature, et ce faisant, contribuer à leur fonctionnement biologique en permettant des échanges ;

- de tampon et de filtre protégeant les milieux voisins des émissions de la circulation routière.

Les bords de route comme habitats

Les bords de route ont un intérêt écologique non négligeable. La végétation est constituée d'éléments variés tels que haies, bandes herbeuses, arbustives et même roches et sols nus qui sont des lieux potentiels de succession écologique primaire, rares dans les paysages. Dans sa revue bibliographique, Bennett (1991) rapporte qu'en Grande-Bretagne, les bords de route sont un lieu de reproduction pour toutes les espèces de reptiles, près de la moitié des mammifères et des papillons, le quart des oiseaux ; des résultats similaires ont été obtenus lors d'inventaires faits dans différents pays. Lors d'une étude détaillée des papillons le long d'une autoroute du Dorset, Munguira et Thomas (1992) ont trouvé 23 espèces (40 % des espèces britanniques) avec un nombre moyen de 9 espèces par transect de 100 m.

Principes d'écologie du paysage

L'écologie du paysage est une discipline qui étudie le rôle de l'hétérogénéité des paysages sur les processus écologiques, ainsi que la dynamique de cette hétérogénéité. L'hétérogénéité résulte de la combinaison de la diversité des couverts végétaux (qui forment généralement la base de la typologie des

éléments du paysage), de leur surface relative et de leur fragmentation ou aggrégation.

La *fragmentation* est un concept essentiel en écologie du paysage, dont l'essor est largement lié au constat d'une relation entre la diversité spécifique d'un type d'habitat et sa taille (Burgess et Sharpe, 1981 ; Harris, 1984 ; Hobbs et Saunders, 1991). L'autre concept clé est la *connectivité* dont deux types peuvent être distingués : la connectivité spatiale qui exprime le fait que deux éléments sont liés dans l'espace, on peut la lire sur une carte, et la connectivité fonctionnelle qui exprime le fait que des échanges (d'espèces, de nutriments) ont lieu entre deux éléments du paysage non nécessairement voisins (Baudry et Merriam, 1988).

Principes d'application à la conception et à la gestion des dépendances vertes des autoroutes

Pour illustrer notre réflexion, nous partirons de différents types de paysages régionaux : plaine céréalière, bocage/poly-culture, région avec des bosquets ou de larges forêts. Comme il n'existe, à notre connaissance, aucune recherche publiée, nous ne pourrions proposer d'exemple. Les connaissances actuelles en écologie du paysage et en biologie des populations nous permettent de caractériser divers types de paysage et les conséquences possibles de l'implantation d'une autoroute.

Une *plaine céréalière* offre uniquement des habitats de type steppe, dominés par des grandes parcelles de monoculture et quelques bordures de champ herbacées dont la diversité est variable (Way et Greig-Smith, 1987). L'implantation de dépendances herbues pérennes peut faciliter le mouvement des petits mammifères (Getz et al., 1978) qui perçoivent l'espace agricole comme fragmenté par le labour (Delattre et al., 1992). Une végétation pérenne entretenue de façon extensive favorise les insectes floricoles qui peuvent contribuer au contrôle des populations de ravageurs des cultures (Dennis et Fry, 1992).

La plantation d'arbres sur les dépendances apporte un nouvel élément dans le paysage, ce qui ne signifie pas que de nombreuses espèces nouvelles viennent s'installer rapidement ; les vitesses de colonisation des insectes marcheurs ou des plantes peuvent être extrêmement lentes. Cela peut être l'occasion de restaurer des habitats boisés, voire des corridors boisés connectés à des régions boisées.

Un *paysage bocager* est caractérisé par un réseau de haies servant de corridor aux passereaux, aux insectes marcheurs et aux plantes (Burel et Baudry, 1990 ; Burel, 1991). Il existe généralement une diversité de types d'espaces ouverts et semi-boisés où les usages agricoles sont diversifiés (présence de prairies permanentes). Dans les bocages, la rupture des réseaux, à la suite de l'implantation des ouvrages, est souvent mise en avant ; mais il est peu probable qu'il y ait un préjudice pour la faune ou la flore (sauf destruction locale d'un habitat exceptionnel) car il y a rarement fragmentation des réseaux. On peut estimer qu'un réseau de quelques centaines d'hectares assure la durabilité des populations animales et végétales qui y résident. Plus que la création d'un corridor continu le long de l'autoroute, la plantation de bosquets, attachés au réseau bocager peut restaurer des fonctions de zone refuge avec des populations denses d'insectes et de plantes « forestières » du bocage.

La traversée d'une *zone forestière* aura essentiellement des impacts négatifs, outre les effets de coupure, les dépendances vertes font faciliter la pénétration d'espèces de milieux ouverts étrangères aux systèmes écologiques forestiers. L'augmentation du nombre global d'espèces correspond plus à une dégradation qu'à une augmentation de la "qualité" écologique.

Le remembrement autoroutier

Envisager un aménagement des dépendances vertes en fonction du paysage environnant, nécessite de le connaître et d'en évaluer la dynamique. Or, la construction d'une autoroute s'accompagne d'un

remembrement obligatoire destiné à faciliter la restructuration foncière et agricole. Ce remembrement est, lui-même, soumis à étude d'impact, mais celle-ci n'a aucun lien juridique ou administratif avec l'étude d'impact de l'autoroute. C'est-à-dire que la prise en compte de l'environnement dans la zone d'emprise de l'autoroute et dans la zone d'emprise du remembrement sont indépendantes ; les travaux sont supervisés par deux administrations différentes (Équipement et Agriculture). Or, la restructuration foncière a pour objectif de créer une bande attribuée à l'État pour construire l'autoroute, cela entraîne une modification radicale du parcellaire et bien souvent un arasement important de haies et une modification radicale des paysages bocagers.

On a donc là une quasi-impossibilité juridique d'un ré-aménagement écologique intégré. Pour progresser, il faudrait non seulement que les deux études d'impact soient coordonnées, mais également que la société concessionnaire de l'autoroute puisse acquérir des terrains hors de l'emprise autoroutière pour procéder aux jonctions nécessaires entre dépendances vertes et paysage environnant.

Problèmes généraux des corridors

Même si les dépendances vertes ne doivent pas être considérées simplement comme des corridors, mais aussi comme des moyens de re-créer des habitats diversifiés, la fonction "corridor" existe. Cette fonction pose des problèmes écologiques et des problèmes techniques. Les problèmes écologiques sont de deux ordres. D'une part, le corridor universel n'existe pas, les corridors boisés ne sont utilisés que par les espèces de milieu forestier et ces espèces sont d'autant plus petites que les corridors sont étroits ; pour les petites espèces, comme les insectes marcheurs, les corridors sont des habitats qui maintiennent des liens au sein d'une métapopulation, plus que des lieux de circulation des individus (Vermeulen et Opdam, 1995). D'autre part on ne choisit pas les espèces qui utilisent un corridor, ce peut tout aussi bien être des espèces d'inté-

rêt patrimonial que des agents pathogènes (feu bactérien) ou des prédateurs d'espèces à protéger. Dans ce dernier cas, la proie utilise "obligatoirement" ce passage étroit ce qui facilite sa chasse (Noss, 1987). Pour limiter la diffusion des maladies on aura soin de diversifier les espèces végétales, surtout ligneuses. Dans le cas des corridors herbacés, les pullulations de rongeurs peuvent être facilitées et les dépendances sont alors une source de déprédateurs des cultures.

CONCLUSION : ÉCOLOGIE ET SCIENCES DE L'INGÉNIEUR. ÉTUDES D'IMPACT, RESTAURATION, CONCEPTION D'OUVRAGES

L'étude d'impact doit permettre de limiter, éviter, compenser les atteintes à l'environnement. Elle se concentre sur les effets des implantations d'ouvrage sur un site donné et sur les "effets barrière". Une perspective d'écologie de la restauration s'interroge sur un état souhaitable, de diversité et de composition spécifique par exemple, dans une zone donnée et recherche les moyens d'atteindre ces objectifs.

Il y a donc un espace possible pour la restauration de processus écologiques au sein des paysages, lors de l'implantation d'autoroutes. L'écologie, en temps que science, aide à comprendre ce qui se passe dans un paysage donné, ce que sont les changements induits par les aménagements. Par ailleurs, l'expérience des chargés de mission pour l'environnement des sociétés autoroutières fait évoluer l'aménagement et la gestion des dépendances vertes. Une formalisation de ces avancées est actuellement en cours, de même qu'une évaluation des effets des diverses pratiques de gestion. Cependant, l'écologie ne saurait fournir de normes rigides, analogues à celles de la construction des ouvrages. Il y a deux raisons principales à cela. La première est que la construction d'un ouvrage correspond à des objectifs limités et clairement identifiés (permettre la circulation d'une quantité donnée d'automobiles avec le maximum de sécurité) ; les objectifs de conservation ou de

re-création de la Nature sont multiformes, les aménagements seront différents selon les espèces cibles, toutes les espèces présentes en un lieu ne peuvent être connues. La seconde raison tient au matériau de base, le plus inerte possible dans un cas, le plus vivant, le plus dynamique possible dans l'autre ; l'ingénieur utilise les dépendances vertes pour isoler son ouvrage, l'écologue, pour établir des liens avec le milieu environnant. L'écologie peut progresser vers l'anticipation des conséquences des choix d'aménagement, elle peut aider à définir des objectifs, plutôt qu'à faire des choix univoques. L'écologue ne doit pas seulement intervenir pour "limiter les dégâts", en fin de projet, mais dans la conception du projet même, avant la délimitation de la bande de 300 mètres où sera implanté l'ouvrage.

Dans cet article, nous nous sommes placés à technologie constante, regardant les dépendances vertes, telles qu'elles existent. Une autre voie à explorer est la recherche de nouvelles conceptions des ouvrages. La diminution de l'effet barrière peut être envisagée par la construction de ponts au dessus des vallées, des zones humides, en forêt (J.C. Lefeuvre, communication orale). Ceci renvoie à une autre question : comment faire dialoguer les sciences de la nature et les sciences de l'ingénieur ? Dans ce dialogue, nous avons vu que les sciences juridiques jouent un rôle essentiel. ■

Références

- Baudry J. & Merriam, H.G. (1988). Connectivity and connectedness : fonctionnal versus structural patterns in landscapes. in Schreiber K.F., Connectivity in Landscape Ecology. Proc. 2nd IALE seminar, Münstersche Geographische Arbeiten, 29, 23-28.
- BCEOM (sous presse). La gestion extensive des dépendances vertes routières, ministère de l'Environnement, Direction de la Nature et Paysage, 187 p.
- Bennett A.F. (1991). Roads, roadsides and wildlife conservation : a review. in Saunders, D.A. & Hobbs, R.J. (eds.) *The role of corridors*, Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, Australia. 99-117.
- Burel F. (1991). *Dynamique d'un paysage, réseaux et flux biologiques*, Thèse de doctorat d'État, Université de Rennes 1.
- Burel F. & Baudry, J. (1990). Structural dynamic of a hedgerow network landscape in Brittany France, *Landscape Ecology*, 4, 197-210.
- Burgess R.L. & Sharpe, D.M. (eds) (1981). *Forest island dynamics in man dominated landscapes*, Ecological studies 41, Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 310 p.

Coumoul H. & Chavaren, P. (1993). *Guide d'entretien des dépendances vertes*, Autoroutes du Sud de la France, 66.

Delattre P., Giraudoux, P., Baudry, J. et al. (1992). Land use patterns and types of common vole (*Microtus arvalis*) population kinetics, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 39, 153-169.

Dennis P. & Fry, G. (1992). Field margins : can they enhance natural ennemy population densities and general arthropod diversity on farmland ? *Agriculture Ecosystems and Environment*, 40, 95-115.

Fabos J. & Ahern, J. (eds.) (1995). Greenways, special issue, *Landscape and Urban Planning* (in press).

Forman R.T.T. & M. Godron (1985), *Landscape ecology*, John Wiley and sons, 619 p.

Getz L.L., F.R. Cole & D.L. Gates (1978). Interstate roadsides as dispersal routes for *Microtus pennsylvanicus*, *J. Mammal.*, 59, 208-212.

Harris L.D. (1984). *The fragmented forest*, The University of Chicago Press. 211 p.

Hobbs R.J. & Saunders D.A. (1991). Re-integrating fragmented landscapes - a preliminary framework for the western Australian wheatbelt, *Journal of environmental management*, 33, 161-167.

Mader H.J. (1988). The significance of paved agricultural roads as barriers to ground dwelling arthropods. In Schreiber (ed) *Connectivity in landscape ecology*, *Münstersche geographische arbeiten*, 29, 97-101.

Mungira M.L. & Thomas, J.A. (1992). Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effects of roads on adult dispersal and mortality, *Journal of Applied Ecology*, 29, 316-329.

Naveh Z. & A. Lieberman (1984). *Landscape ecology: theory and application*, Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.

Noss R.F. (1987). Corridors in real landscapes : a reply to Simberloff and Cox, *Conservation Biology*, 1, 159-164.

Saunders D.A. & Hobbs, R.J. (eds.) (1991). *The role of Corridors*, Surrey Beatty and Sons Pty Limited, Australia 442 p.

Smith D.S. & Hellmund, P.C. (eds.) (1993). *Ecology of greenways : Design and function of linear conservation areas*, University of Minnesota Press, Minneapolis, London. 222 p.

Thorne J.F. (1993). Landscape Ecology : a foundation for greenway design. In Smith, D.S. & Hellmund, P.C. (eds.) *Ecology of greenways*, University of Minnesota Press, Minneapolis. pp. 23-42.

Treweek J.R., Thompson S., Veitch N. & Japp C. (1993). Ecological assessment of proposed road developments : a review of environmental statements, *J. of Environmental Planning and Management*, 36, 295-307.

Vermeulen, H.J.W. & Opdam, P.F.M. (1995). Effectiveness of roadside verges as dispersal corridors for small ground-dwelling animals : a simulation study, *Landscape and Urban Planning*, 31, 233-249.

Way, J.M. & Greig-Smith, P.W. (eds.) (1987). *Field margins*, BCPC Monograph N° 35. British Crop Protection Council. 128 p.

ABSTRACT : Motorways greenways : from greening to integration in the ecological background of landscapes

Impact statements carried out for the construction of motorways permit to limit changes in the initial environment. The purpose of Restauration Ecology is to go one step beyond by restauring desirable ecological features or functions in a landscape. This might be possible during the construction of motroways, if special attention is devoted to the design of the greenways bordering them. This design must be conceived differently depending upon the type of landscape that the motorway traverses and the ecological goal. Landscape Ecology proposes a body of concepts and evidences as a background for such a design.