

FAUNE SAUVAGE ET TRAFIC – MANUEL EUROPÉEN POUR L'IDENTIFICATION DES CONFLITS ET L'ÉLABORATION DE SOLUTIONS

B. Iuell
Section de Stratégie environnementale
Département du Développement routier
Direction générale des Routes publiques
Administration nationale des Routes publiques
NORVÈGE
bjorn.iuell@vegvesen.no

RÉSUMÉ

La fragmentation de l'habitat, c'est-à-dire le morcellement des habitats naturels et des écosystèmes en parcelles de moindre surface et plus isolées, est reconnue comme étant l'une des menaces globales les plus importantes pesant sur la conservation de la diversité biologique. La fragmentation de l'habitat résulte essentiellement de modifications dans l'occupation des sols ; mais l'effet de barrière causé par la construction et l'utilisation d'infrastructures linéaires destinées aux voies de circulation constitue également un impact majeur.

L'action *COST 341 - Habitat fragmentation due to transportation infrastructure* (Fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport) a débuté en 1998, et 16 pays ont été officiellement associés à cette initiative. Ce projet a produit une étude sur la fragmentation de l'habitat au niveau européen, basée sur les rapports des pays participants, qui s'intitule *The European review*. Le problème envisagé par ce projet a rencontré une forte prise de conscience dans toute l'Europe et montré la diversité des solutions qui ont été expérimentées pour le résoudre. Il n'en reste pas moins cependant que le besoin d'une approche systématique se fait encore sentir, que les infrastructures existantes doivent être modifiées là où cela est nécessaire, et que les préoccupations relatives à la fragmentation de l'habitat doivent être intégrées à la planification de nouvelles infrastructures.

Le résultat le plus important de l'action COST 341 est le manuel *Wildlife and traffic - A European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. (Faune sauvage et trafic - Manuel européen pour l'identification des conflits et l'élaboration de solutions.) Il s'agit d'un manuel orienté vers des solutions qui reposent sur les connaissances accumulées par un grand nombre d'experts des pays participants et de nombreux contacts internationaux. Il donne des conseils pratiques aux divers acteurs associés à la planification, la construction et l'entretien des infrastructures de transport.

Le présent document résume les principales conclusions de l'étude européenne *The European review* et donne un aperçu du contenu du manuel.

MOTS CLÉS

MANUEL, INFRASTRUCTURE, VIE SAUVAGE, BARRIÈRE, FRAGMENTATION, HABITAT.

1. INTRODUCTION

1.1 Problématique

Les conséquences pour la faune sauvage de la construction d'infrastructures de transport incluent la mortalité accidentelle due au trafic, la dégradation et la perte de l'habitat, la pollution, l'altération des microclimats et des conditions hydrologiques, et les perturbations provoquées par l'accroissement de l'activité humaine dans les zones limitrophes. De plus, les routes, les voies de ferrées et les voies navigables créent des barrières au déplacement de nombreux animaux, barrières qui peuvent avoir pour effet d'isoler des populations et, à long terme, de conduire à leur déclin.

La fragmentation de l'habitat, c'est-à-dire le morcellement des habitats naturels et des écosystèmes en parcelles de moindre surface et plus isolées, est reconnue comme étant l'une des menaces globales les plus sévères pesant sur la conservation de la diversité biologique en général. La fragmentation des habitats résulte essentiellement de la modification des différentes formes d'utilisation des sols. La construction et l'utilisation d'infrastructures de transport sont parmi les éléments majeurs de cette modification, tout comme la création de barrières entre les taches d'habitat.

Du fait de leur extension et de l'augmentation de leur densité, l'impact des réseaux de transports sur la fragmentation s'est accru. Le nombre croissant de cas de mortalité animale liés au franchissement des routes et des voies ferrées est un indicateur de ce problème abondamment documenté. Ces barrières, source de fragmentation des habitats, ont par ailleurs des effets à long terme qui ne sont pas faciles à détecter.



Fig. 1 – Les infrastructures de transport risquent de fragmenter les habitats, mais cette fragmentation peut être atténuée par l'aménagement de passages pour la faune. (Crédit photographique : J. Carsignol, France)

L'atténuation de ces effets pervers sur la faune sauvage, pour parvenir à des infrastructures de transport écologiquement durables, requiert une approche holistique qui intègre à la fois les facteurs sociaux et écologiques agissant sur le paysage. L'un des défis que doivent alors relever les spécialistes de l'écologie, les aménageurs routiers et les ingénieurs est celui de concevoir les instruments adéquats pour l'évaluation, la prévention et l'atténuation de l'impact des infrastructures. L'action COST 341 a eu pour objet de cerner les problèmes liés à la *Fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport*. (COST est un cadre intergouvernemental pour la Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique, permettant la coordination de la recherche nationale, au niveau européen. Les projets du programme COST couvrent la

recherche fondamentale et pré-concurrentielle ainsi que des activités d'utilité publique. Le programme COST rassemble 33 pays membres.)

1.2 L'action COST 341 – *Fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport*

Les représentants de près de 20 pays européens, membres de l'IENE (Infra Eco Network Europe), le réseau écologique d'infrastructures pour l'Europe, ont souligné le besoin de coopérer et d'échanger des informations au niveau européen dans le domaine de la fragmentation des habitats naturels par les infrastructures de transport. L'IENE reconnaît qu'il existe aussi un besoin de soutien au niveau gouvernemental européen. Ces considérations ont conduit à l'adoption du plan d'action COST 341 sur la *Fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport*, projet mis en chantier en 1998.

16 pays (Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, France, Hongrie, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Roumanie, Suède, Suisse, République d'Irlande, République Tchèque, Royaume Uni), et une ONG (Le Centre européen pour la Conservation de la Nature - CECN), ont signé le Mémoire d'accord et ont participé au plan d'action COST 341.

Action COST 341 avait deux objectifs majeurs. Premièrement, produire une synthèse documentaire décrivant la situation actuelle en Europe et les principaux enjeux à venir. Deuxièmement, élaborer un manuel présentant toutes les mesures qui permettraient d'éviter, de réduire ou d'atténuer les effets de barrières provoqués par les infrastructures de transport.

À titre d'outil de diffusion de l'état des connaissances sur la fragmentation de l'habitat, une banque de données en ligne a été créée. *COST 341 Database* fournit des informations sur les projets en cours et leurs résultats, recense la littérature disponible et décrit différentes mesures existant. Elle est constamment mise à jour et est accessible sur le site Internet du réseau écologique d'infrastructures pour l'Europe, *Infra Eco Network Europe – IENE* : www.iene.info.

2. ÉTUDE EUROPÉENNE

The European Review (Trocmé et *alias* 2003) fait le point de la question en Europe, et souligne l'importance que présente la prise en considération de la fragmentation de l'habitat à tous les différents stades du développement des réseaux de communications (planification, conception, construction et entretien des réseaux). Cette étude repose sur les rapports nationaux des pays participants, et la plupart de ces rapports sont publiés séparément dans les pays respectifs.

Quel que soit le pays d'Europe, les procédures d'évaluation de l'impact de la fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport en sont encore à leurs balbutiements. Néanmoins, il est indéniable que des progrès ont été réalisés pour s'attaquer aux effets négatifs de la fragmentation. Des expériences fructueuses, menées dans des pays à forte densité de population et au développement intensif, comme les Pays-Bas, qui ont reconnu de longue date les problèmes que pose la fragmentation de l'habitat animal, sont riches d'enseignements. Nombre de pays européens ont également développé des programmes nationaux de recherche sur les effets des infrastructures sur la biodiversité. Les conclusions de ces programmes doivent être utilisées comme sources d'information dans les procédures de planification et de conception de nouvelles

infrastructures. Mais le chemin à parcourir reste encore long avant que l'on puisse obtenir des instruments écologiques performants et applicables à la planification des transports.

Constatations majeures :

La fragmentation de l'habitat a été reconnue comme étant l'un des facteurs les plus significatifs du déclin de la biodiversité en Europe, et devrait donc être une préoccupation majeure de nos sociétés. Les infrastructures de transport sont souvent considérées comme la cause principale de la fragmentation.

En général, les espèces ayant besoin de grands espaces ou fortement dépendantes d'un type d'habitat spécifique sont plus vulnérables à la fragmentation de l'habitat. Malheureusement, ce sont assez souvent les espèces dont la conservation est la plus préoccupante, tels les rennes sauvages en Norvège, le Blaireau aux Pays-Bas ou le Lynx ibérique en Espagne.

Pour résumer les expériences des pays du plan d'action COST 341, à l'avenir, les principes et les recommandations ci-après devraient faire office de lignes directrices pour traiter le problème de la fragmentation des habitats naturels par les infrastructures de transport :

- La connectivité des habitats est une caractéristique vitale pour les paysages. Elle a une importance particulière pour favoriser le mouvement des animaux à travers le paysage. Elle devrait constituer un objectif stratégique de la politique environnementale dans le secteur des transports. La planification des infrastructures devrait donc être axée sur l'échelle du paysage.
- La législation sur la protection de la nature au niveau européen et au niveau national doit être intégrée au processus de planification aussi tôt que possible. Seule une approche interdisciplinaire associant aménageurs, économistes, ingénieurs, spécialistes de l'écologie, architectes de paysage, etc. peut fournir tous les instruments nécessaires permettant d'évaluer avec succès la fragmentation. Il est nécessaire d'intégrer les approches du réseau des transports.
- Du fait de la complexité du problème et de sa nature générale, un échange continu des connaissances entre les pays est capital. Si les statistiques doivent être comparées entre pays, il est nécessaire d'adopter une approche systématique et uniforme de la collecte d'informations sur les techniques et les mesures d'atténuation.
- L'effet de perturbation créé par les infrastructures nécessite d'être étudié beaucoup plus largement, et il doit être atténué de sorte à réduire la dégradation des habitats à proximité des infrastructures.
- Les mesures d'atténuation telles que l'aménagement de passages supérieurs ou inférieurs pour la faune ont fait preuve d'un succès record. Toutefois, l'atténuation ne devrait pas être uniquement axée sur les passages les plus prestigieux destinés aux animaux de grande taille. Beaucoup peut être fait, et à un coût relativement faible, pour accroître la perméabilité des infrastructures de transport actuelles et futures en adaptant la conception des ouvrages d'art à la faune sauvage.
- Les programmes de contrôle destinés à établir l'efficacité des mesures d'atténuation sont essentiels et doivent être standardisés. Le coût de ces

programmes devrait être inclus dans le budget global des plans de nouvelles infrastructures.

- La fragmentation des habitats naturels par les infrastructures de transport est un problème qui ne peut pas être résolu sans qu'il ne fasse l'objet d'une politique, ni sans coordination et coopération interdisciplinaire aux niveaux scientifique et technique. Le succès des solutions choisies passe aussi par la participation du public qui un élément essentiel.

3. LE MANUEL

Le principal sujet traité par le manuel *Wildlife and Traffic – A European handbook for identifying conflicts and designing solutions* (Luell et al., 2003) (Faune sauvage et trafic – Manuel européen sur l'identification des conflits et l'élaboration de solutions) est de réduire les effets des barrières écologiques et de fragmentation des infrastructures de transport. Les premiers groupes cibles visés sont ceux associés à la planification, la conception, la construction et l'entretien des infrastructures, ainsi que les décideurs aux niveaux national, régional et local.

Les effets de barrière et de fragmentation des infrastructures peuvent être réduits au cours de plusieurs phases de développement et d'utilisation, et même évités s'ils sont pris en compte dans les premières phases de la planification. Le manuel conduit le lecteur, chapitre par chapitre, à travers les différentes phases du processus, depuis les débuts de la *planification stratégique* en passant par *l'intégration des routes dans le paysage*, l'utilisation de *mesures d'atténuation* telles que les passages inférieurs ou supérieurs destinés aux diverses espèces, le domaine moins bien connu des *mesures compensatoires*, et jusqu'aux différentes méthodes de *contrôle* et d'*évaluation* des solutions choisies.

3.1 Routes, voies ferrées et voies navigables

Comme le titre du manuel l'indique, les solutions et les mesures qui y sont décrites sont conçues pour être appliquées à divers types de systèmes de transport, et non pas uniquement aux routes. Les infrastructures ferroviaires peuvent, elles aussi, avoir un énorme impact sur la nature et créer des barrières, même si le réseau et le trafic ferroviaires sont moins denses, et de loin, que les routes. Dans plusieurs pays d'Europe il existe un réseau très dense de voies navigables qui servent au transport et utilisent à la fois les voies fluviales et les canaux artificiels. Ces voies de navigation peuvent également constituer des barrières pour la faune sauvage. Toutefois, ce sont le réseau routier et la circulation qui exercent la pression la plus forte sur la vie sauvage, et les exemples et mesures recensés et expliqués dans le manuel sont pour la plupart liés aux routes. Il n'en reste pas moins que nombre de mesures concernant les routes conviennent également pour réduire l'impact des voies ferrées.

3.2 Nouveaux réseaux et réseaux existants

Alors que la fragmentation des habitats est de plus en plus prise en compte lorsque de nouvelles infrastructures sont planifiées, il reste de nombreux tronçons de routes et de voies ferrées pour lesquelles les mesures d'atténuation font cruellement défaut. La nécessité de mesures s'accroît souvent lors de la construction de nouvelles infrastructures, celles-ci pouvant avoir pour effet de modifier l'impact écologique des infrastructures existantes. Lors de la conception de mesures destinées à contrebalancer la

fragmentation des habitats, l'attention devrait se porter sur la totalité des incidences du réseau d'infrastructures.

3.3 L'approche européenne

Le manuel a été élaboré pour couvrir les nombreuses et diverses situations répertoriées à travers l'Europe. Il existe des différences importantes entre les pays en ce qui concerne les contextes culturel, politique et scientifique du développement des infrastructures de transport aux niveaux local, régional et national. Une solution, qui se révèle bonne dans un pays peut être moins efficace ou moins appropriée dans un autre. C'est pourquoi l'une des difficultés majeures rencontrées dans la production de ce manuel fut de couvrir toutes ces différences. La plupart des pays européens ont déjà publié des manuels plus spécifiques et détaillés, comportant des lignes directrices sur les questions liées aux transports. Une sélection de ces publications figure dans la banque de données *COST 341 database*

L'atténuation de la fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport est un nouveau domaine de connaissance, relativement récent, qui associe ingénierie et écologie. La façon dont une infrastructure est placée dans le paysage peut avoir une importance vitale pour la faune. Le manuel décrit divers aspects qui devraient être pris en considération tant dans la planification des corridors de transport que dans l'intégration des infrastructures dans le paysage. On y insiste sur la construction de passages pour la faune sauvage, tels que passages supérieurs et inférieurs, buses, pontons et ponts pour les différentes espèces.

La conception des passages pour la faune et autres mesures d'atténuation utilisées diffèrent selon les pays, du fait, pour partie, de la diversité des traditions et, pour partie, des différents contextes physiques et écologiques. En conséquence, il n'existe que peu de normes formelles générales pour la conception, la réalisation et le suivi des mesures d'atténuation en Europe. Jusqu'à présent, seul un petit nombre d'évaluations de mesures d'atténuation a été effectué : il faut donc poursuivre la tâche et il est nécessaire d'y inclure des études sur les effets des mesures au niveau des populations. En se fondant sur l'expérience et l'évaluation de structures alternatives, il est possible d'améliorer leur conception et de formuler éventuellement des normes. Des échanges continus de connaissances et d'expériences à travers l'Europe et au-delà sont nécessaires pour développer de nouvelles normes.

Ceci dit, il est important de souligner qu'il n'existe pas de solutions parfaitement adéquates. Les conseils prodigués dans le manuel reposent sur l'accumulation des expériences des experts participants à ces échanges et des résultats des projets entrepris à travers le monde. Il reste nécessaire d'adapter et d'ajuster ces mesures au contexte géographique, ainsi qu'aux besoins spécifiques et aux possibilités locales. Ce manuel n'est donc pas un substitut aux avis des experts locaux tels que les spécialistes de l'écologie, les aménageurs et les ingénieurs, et il devrait être utilisé conjointement avec leurs conseils.

4. SOLUTIONS INTÉGRÉES

Les effets de barrière et de fragmentation des infrastructures peuvent être éliminés ou minimisés de différentes façons, et ce au cours des diverses phases de leur développement et de leur utilisation. Si les « bonnes décisions » sont prises aux premiers stades de la planification, les problèmes de fragmentation peuvent être totalement évités. L'effet de barrière peut être réduit en intégrant les infrastructures dans le paysage

alentours, et en construisant des points de croisement sûrs et en nombre suffisant pour le passage de la faune sauvage. Au cours de l'utilisation et de l'entretien des infrastructures existantes, l'attention devrait se porter plus particulièrement sur la façon de réduire l'effet de barrière des infrastructures et de défragmenter les paysages.

D'un point de vue pratique, la meilleure approche conseillée par ce manuel pour planifier de nouvelles infrastructures de transport ou surclasser des infrastructures existantes afin de résoudre les dangers que représente la fragmentation des habitats, repose sur les principes suivants :

1. évasion > 2. réduction > 3. atténuation > 4. compensation

Selon une philosophie élémentaire, « mieux vaut prévenir que guérir », et donc éviter les effets négatifs de la fragmentation des habitats. Lorsque l'évasion est impossible ou difficilement praticable, des mesures d'atténuation devraient être prévues et faire partie intégrante du projet. Là où l'on constaterait une atténuation insuffisante ou la persistance d'impacts résiduels significatifs, il faudrait en dernier ressort envisager la mise en œuvre de mesures compensatoires.

Dans le cadre de ce système, deux questions clés doivent être abordées, à savoir *quand* des mesures sont-elles nécessaires, et *quels* sont les critères de succès. Cette approche contraint les planificateurs des infrastructures à regarder en dehors des limites normales du corridor de transport, et à examiner le développement de tout le réseau d'infrastructures, et les problèmes plus larges d'utilisation des sols, en intégrant des stratégies nationales et internationales de planification spatiale. Lors de l'élaboration des mesures concernant un couloir d'infrastructures, il faut prendre en considération l'utilisation des terres limitrophes ainsi que d'éventuelles prévisions de développement, ces facteurs étant susceptibles de réduire gravement l'efficacité de toute mesure d'atténuation ou de compensation.

Trouver des solutions intégrées à la planification des routes requiert des informations sur comment planifier le tracé des infrastructures de transport pour réduire au minimum les incidences sur les contraintes de coûts et d'ingénierie. L'évaluation de nouvelles infrastructures devra mettre de plus en plus l'accent sur des solutions intégrées pour tenter de trouver le tracé et la conception de projets ayant l'impact le plus réduit, et le plus grand nombre d'avantages satisfaisant le plus grand nombre d'intérêts. Le processus d'intégration est particulièrement difficile dans les zones géographiques où la concurrence spatiale est très élevée, comme dans les vallées étroites, les zones littorales, etc. Ces espaces qui sont déjà soumis à la pression des agglomérations, des exploitations agricoles et du drainage naturel sont fragmentés en zones linéaires par le développement des routes et des chemins de fer, engendrant des incidences négatives sur la plupart des intérêts en présence.

Des solutions intégrées aux projets d'infrastructures peuvent être envisagées à divers niveaux d'échelle, à savoir le site, le paysage et la région. L'opportunité de mesures d'atténuation devrait être examinée à tous ces niveaux lorsqu'il s'agit d'entreprendre une « Évaluation des incidences sur l'environnement » (EIE) et/ou une « Évaluation stratégique environnementale » (ESE). Le manuel fournit des lignes directrices sur la façon de traiter ces questions.

5 INSTRUMENTS DE PLANIFICATION

Lors de la planification de nouvelles infrastructures ou du surclassement d'infrastructures existantes, il faudrait veiller à réduire la fragmentation des habitats. En se livrant à une ESE des programmes et à une EIE des projets sur l'environnement, on est assuré que les considérations environnementales sont prises en compte à un stade précoce de la planification. L'objectif global de ces deux évaluations est d'identifier les incidences éventuelles que des programmes et des projets pourraient avoir sur l'environnement, avant que la décision de leur exécution ne soit prise.

Les problèmes de fragmentation liés aux infrastructures existantes sont quelque peu différents. Pour une grande partie des infrastructures existantes, des mesures d'atténuation n'ont pas été nécessairement envisagées à l'époque où ces infrastructures ont été planifiées et conçues. Quand de telles situations se présentent, la fragmentation engendrée par l'infrastructure existante a déjà, très probablement, affecté la zone, et d'autres sources de fragmentation qui n'avaient pas été envisagées à l'époque de l'étude, peuvent être apparues. Toute étude environnementale, effectuée à l'origine d'une infrastructure, peut aussi devenir obsolète, et une nouvelle évaluation se révèle alors nécessaire.

Ainsi que le Manuel le souligne, la définition de la zone à étudier est cruciale pour qu'une étude des problèmes de fragmentation soit significative, et, dans de nombreux cas, il convient aussi d'évaluer l'impact potentiel dans un contexte régional. Le Manuel décrit de plus les différentes données et méthodes qui peuvent être utilisées dans le processus de planification, et indique comment définir les points de conflit entre les infrastructures écologiques et les infrastructures de transport créées par l'Homme.

6. ADAPTATION AU PAYSAGE ENVIRONNANT

Lorsque la décision de construire de nouvelles autoroutes, de nouvelles voies ferrées ou de nouvelles voies navigables est prise, il est encore temps de réduire les effets de barrière et par conséquent la fragmentation des habitats en adaptant les infrastructures aux paysages environnants et à l'écologie.

La construction d'une nouvelle infrastructure peut, sous certains rapports, avoir des incidences sur la diversité biologique :

- Perte d'habitats et fragmentation des habitats.
- Modification de la nappe phréatique, et des systèmes et réseaux de drainage.
- Barrière physique et intrusion visuelle due à :
 - l'infrastructure elle-même
 - d'importants travaux de terrassement
 - talus traversant vallées et terres basses
 - coupes fragmentant les habitats
 - jonctions constituant des « pièges à faune »

L'importance de ces effets peut être réduite par l'élaboration d'un bon tracé et une conception souple de l'infrastructure routière. Le manuel donne des conseils détaillés sur la manière d'y parvenir :

- Choisir un tracé qui :
 - réduit l'étendue du déficit d'habitat,

- évite les sites présentant un intérêt pour la conservation de la nature et qui, là où cela est possible, protège les ressources non renouvelables (forêt ancienne par exemple),
- tend à maintenir la connectivité de l'habitat grâce à l'utilisation de structures permettant au paysage de se déployer au-dessus de l'infrastructure ou de couler sous l'infrastructure.
- Concevoir de profils qui reflètent la topographie locale
- Avoir pour principe l'utilisation la plus durable possible des matériaux extraits, c'est-à-dire créer un équilibre entre les déblais et les matériaux de remblayage et réduire le besoin d'aires de stockage hors site.
- S'assurer que le nouveau modelé du terrain et la structure du sol permettent des plantations efficaces et/ou leur restauration pour une utilisation appropriée.
- Veiller à ce que les modèles de plantations (disposition et espèces) reflètent le paysage avoisinant – restauration naturelle de la couverture végétale.
- Restaurer autant que possible les modèles préexistants de bordures de champs, de boisements, de landes, etc.

7. MESURES D'ATTÉNUATION

Le chapitre le plus étoffé du manuel décrit les mesures techniques individuelles conçues pour atténuer les effets négatifs des infrastructures de transport. Il couvre les ponts paysagers, les passages supérieurs et inférieurs pour la faune, les pontons et les buses pour les espèces aquatiques ainsi que plusieurs mesures destinées à réduire la mortalité de la faune sauvage. Chaque mesure fait l'objet d'une description générale suivie d'abondantes informations sur leur conception et attire l'attention sur certains points spécifiques de la mesure concernée. Les spécifications techniques, telles que le(s) matériau(x) à utiliser, et les détails de conception technique sont présentés dans la mesure où ils ont une importance particulière pour assurer le fonctionnement de la mesure.



Fig. 2 – Pont paysager (Crédit photographique : Luchtfotografie Slagboom en Peeters) et passage inférieur (Crédit photographique : B. Iuell).

Certaines mesures ont été abondamment testées et l'expérience accumulée est très étendue. D'autres sont nouvelles et doivent encore être développées et faire leurs preuves. L'étendue des informations présentées pour chaque mesure reflète leur disparité, mais ce sont les meilleures pratiques en fonction des connaissances et des expériences actuelles qui sont exposées. En d'autres termes, quelques recommandations sont susceptibles d'être différentes de celles se trouvant dans les manuels existants, en particulier dans les manuels les plus anciens. Dans certains cas, les recommandations

formulées dans un pays en particulier peuvent différer de celles présentées ici parce qu'elles doivent prendre en compte des problèmes régionaux tels qu'un climat ou un habitat spécifique.

Certaines mesures, encore largement utilisées, se sont révélées inefficaces. Elles sont mentionnées dans le manuel, mais sans aucun détail sur leur conception puisqu'elles ne sauraient être recommandées dans de futurs projets.

7.1 Les passages pour la faune comme partie du concept général de perméabilité du paysage

Les passages destinés à la faune et autres structures adaptées pour accroître le franchissement des infrastructures de transport par les animaux ne devraient jamais être considérés isolément. Ils font partie d'un concept général de « perméabilité du paysage » pour maintenir le contact nécessaire entre les populations animales. Ce concept met l'accent sur la notion de connectivité entre les habitats, du moins à l'échelon régional, et prend en compte non seulement les infrastructures de transport mais aussi la distribution des habitats et autres barrières potentielles telles que les zones bâties. Les passages pour la faune peuvent être alors considérés comme des éléments mineurs, au demeurant importants, utilisés pour relier les habitats en favorisant le franchissement des infrastructures de transport par la faune.

À un niveau plus spécifique, un concept de perméabilité peut être élaboré pour un projet particulier de route ou de voie ferrée. Tous les éléments de connexion tels que tunnels, viaducs ou routes surélevées, franchissement de cours d'eau ou de rivières, pontons et passages spécialement conçus pour les animaux, devraient être intégrés dans un tel concept. Là encore, le premier objectif doit être le maintien de la perméabilité des infrastructures de transport pour la faune sauvage afin d'assurer la connectivité des habitats sur une grande échelle

Des mesures d'atténuation, et plus particulièrement des passages pour la faune, sont indispensables si des infrastructures de transport coupent en deux d'importantes taches d'habitats ou créent des barrières aux itinéraires migratoires, et que l'évasion devient impossible du fait de l'altération de l'itinéraire de migration :

- Une route ou une voie ferrée cause d'importants dommages ou la perte d'habitats spécifiques, de populations ou d'espèces.
- Une route ou une voie ferrée affecte les espèces particulièrement sensibles aux barrières, et sont sources de mortalité animale par collision.
- La perméabilité générale du paysage, c'est-à-dire la connectivité entre les habitats en pleine campagne, est lourdement entravée par le développement des infrastructures.
- Les passages pour la faune sont considérés comme étant une solution appropriée pour atténuer l'effet de barrière dans un contexte spécifique.
- D'autres mesures moins coûteuses sont probablement moins efficaces.
- La route ou la ligne de chemin de fer est clôturée sur toute sa longueur.

Les types de mesures pertinentes, l'emplacement adéquat, le nombre et la manière de rendre ces mesures efficaces sont autant de sujets qui devront être traités dans chaque projet spécifique.

7.2 Choix des mesures appropriées

Les passages pour la faune et les modifications apportées aux infrastructures pour favoriser la possibilité pour les animaux de se déplacer en toute sécurité sont les mesures les plus importantes d'atténuation de la fragmentation de l'habitat à l'échelon d'une infrastructure particulière. La sélection du type de passage pour la faune le mieux approprié requiert que soient pris en considération le paysage, les habitats affectés et les espèces cibles. L'importance des habitats et des espèces devrait être appréciée dans une perspective locale, régionale, nationale et internationale comme partie d'une évaluation d'impact sur l'environnement. En général, plus la connectivité de l'habitat est importante pour les espèces concernées et plus les mesures d'atténuation doivent être plus élaborées. Ainsi, là où un couloir de déplacement de grands mammifères, important au niveau international, est coupé par une infrastructure de développement (et c'est inévitable), un grand pont paysager peut être la seule mesure susceptible de maintenir une connectivité fonctionnelle. En revanche, un petit ponton peut suffire à maintenir un couloir migratoire pour une importante population locale d'amphibiens. En pratique cependant, il est rare qu'une seule mesure suffise à atténuer efficacement la fragmentation de l'habitat. Ce sera plutôt un ensemble de mesures intégrées, répondant aux problèmes posés par des sites spécifiques et s'appliquant à la totalité de l'infrastructure, qu'il conviendra d'envisager. La combinaison de diverses mesures, convenant aux différents groupes d'animaux, sera souvent la meilleure solution.

Types de mesures				
Mesures favorisant l'aménagement de relais		Mesures favorisant la réduction de la mortalité		
au-dessus de l'infrastructure	au-dessous de l'infrastructure	Mesures spécifiques	Adaptation de l'habitat	Adaptation de l'infrastructure
<ul style="list-style-type: none"> • Passages supérieurs pour la faune • Ponts paysagers • Ponts modifiés – passages supérieurs multifonctionnels • Passages supérieurs à la cime des arbres 	<ul style="list-style-type: none"> • Viaducs et passages de rivières • Passages inférieurs pour animaux de taille moyenne et grande taille • Passages inférieurs pour animaux de petite taille • Passages inférieurs modifiés et multifonctionnels • Pontons modifiés • Passages pour les poissons • Tunnels pour amphibiens 	<ul style="list-style-type: none"> • Clôtures • Éléments de dissuasion artificiels • Signalisation visuelle • Systèmes de signalisation avec capteurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Éclaircissement de la végétation • Plantation de végétation 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrières sonores • Adéquation des bordures • Rampes d'échappement au drainage • Largeur de route • Lumière artificielle • Faune existant dans les voies navigables

Fig. 3 - Différents types de mesures destinées à atténuer la fragmentation de l'habitat.

7.5 Densité des passages

La densité des passages pour la faune, requise pour le maintien effectif de la connectivité des habitats, est une décision majeure de la planification des mesures d'atténuation. La décision sur le nombre et le type de mesures requises dépendra des espèces cibles et de

la distribution des types d'habitat dans la zone considérée. Dans certains cas, un ou plusieurs larges passages seront appropriés alors que d'autres problèmes seront mieux gérés par un plus grand nombre de mesures à plus petites échelles. Un argument supplémentaire en faveur de l'aménagement de plusieurs passages et de « répartir le risque », au cas où le passage ne serait pas utilisé comme prévu.

Lors de la détermination du nombre de passages, toutes les occasions pour les animaux de franchir une infrastructure doivent être prises en considération, y compris celles qui peuvent déjà se trouver disponibles, tel, par exemple, le passage en tunnel d'une route.

En général, la densité des passages devrait être plus grande dans les zones naturelles, c'est-à-dire les forêts, les terrains humides et les zones d'exploitation agricole traditionnelle, que dans les zones à forte densité de bâtiments ou les zones d'exploitation agricole intensive. Cependant, dans les zones où il existe de nombreuses barrières artificielles liées aux infrastructures de transport, ou dans les zones bâties, les passages pour la faune peuvent être essentiels au maintien de la perméabilité générale du paysage. Dans les cas de cette nature, ils pourraient être intégrés à tous les corridors demeurant ouverts.

7.6 Localisation des passages

La localisation des passages doit être décidée sur la base de solides connaissances concernant les mouvements d'animaux et la distribution des habitats importants. Lorsque des pistes migratoires suivies par des animaux existent manifestement, les passages devraient être placés aussi près de ces pistes que possible. Souvent, la topographie et la structure du paysage peuvent aider à identifier des itinéraires de migration vraisemblables, tels que fonds de vallées, cours d'eau, haies et forêts continues. Lorsque la fonction principale d'un passage est de relier des types particuliers d'habitat, le passage doit assurer la connectivité de l'habitat concerné de part et d'autre de l'infrastructure projetée. Les autres barrières existant dans le paysage environnant doivent aussi être prises en compte lorsqu'il s'agit de déterminer l'emplacement des passages, et l'accès à ces passages doit être garanti pour l'avenir.

Lorsqu'il s'agira de déterminer l'emplacement de passages, la première étape devra consister à s'assurer que des passages seront construits à tous les « points de conflit » connus. Si la densité des passages se révèle trop faible pour créer le niveau nécessaire de perméabilité de l'infrastructure dans une région particulière, des emplacements supplémentaires devront être trouvés.

7.7 Intégration aux environs

Les passages pour la faune devraient assurer une bonne liaison avec les environs, soit au moyen de corridors écologiques menant vers des passages pour les animaux de petite taille ou au moyen de structures de guidage pour les animaux de plus grande taille. Si les structures de guidage ont pour résultat de canaliser les mouvements, la probabilité pour qu'un animal rencontre un passage écologique en sera considérablement améliorée. Les barrières ayant pour effet de prévenir ou d'empêcher l'accès des passages aux animaux doivent être supprimées ou atténuées, et là où d'autres éléments d'infrastructure interviennent dans les environs, il est nécessaire d'avoir une approche intégrée de la défragmentation, englobant toutes les infrastructures.

7.8 Adaptation des ouvrages d'art à usage de la faune

Les ouvrages d'art sont conçus et construits entre deux flux différents. Il peut s'agir de deux flux de circulation (par exemple une route en croisant une autre par un passage supérieur), de flux trafic et eau (par exemple un ponceau laissant passer l'eau au-dessous d'une route ou un aqueduc la faisant passer au-dessus d'une route), et plus récemment de flux trafic et faune. Les ponts routiers ou les pontons ne sont pas, le plus fréquemment, utilisés par les animaux pour franchir les routes ou les lignes de chemin de fer parce qu'ils ne satisfont pas aux besoins des espèces les plus exigeantes. Toutefois, si les besoins des animaux sont pris en considération, ces structures traditionnelles peuvent souvent être adaptées pour servir de passages pour la faune. De tels passages combinant les flux faune et trafic ou faune et eau, sont appelés passages à « usage combiné ».

7.9 Solution des problèmes posés par les routes et les voies ferrées existantes

En Europe, des milliers de kilomètres d'autoroutes et de lignes de chemin de fer ont été construits avant que les acteurs ne soient conscients des problèmes potentiels que cela représentait pour la vie sauvage. Le besoin évident d'adapter les structures existantes apparut après que l'on eut enregistré un nombre élevé de collisions entre animaux et véhicules. Les taux élevés de mortalité animale par collision et la nécessité de rétablir des corridors écologiques peuvent nécessiter que des mesures soient prises lorsque la route ou la voie ferrée est utilisée.

Lors de la planification de mesures d'adaptation aux infrastructures existantes les principes généraux traités dans le manuel devraient être pris en considération et pas uniquement la situation locale concernée. C'est en particulier le cas lorsque des clôtures sont installées pour réduire le nombre de collisions entre véhicules et animaux. Les clôtures ayant pour résultat d'accroître l'effet de barrière, leur installation ne devrait jamais être entreprise sans mesures d'accompagnement. La plupart des mesures décrites dans le manuel peuvent tout aussi bien convenir aux infrastructures existantes ou être adaptées si nécessaire.

Les principes applicables aux infrastructures existantes peuvent être résumés comme suit :

- Construction de nouveaux ouvrages d'art (passages, etc.) au-dessus ou au-dessous de voies existantes : cette mesure est susceptible de donner les meilleurs résultats, mais elle est souvent très coûteuse.
- Adaptation d'ouvrages d'art existants, conçus pour d'autres usages (eaux, forêts par exemple) : il arrive souvent que cette solution ne donne pas une satisfaction optimale, mais elle se révèle en général moins coûteuse. Il arrive par exemple qu'un grand nombre de passages adaptés donne, dans certains cas, de meilleurs résultats pour le même prix que la construction d'un nouveau passage spécifique.
- Modification des procédures d'entretien (traitement de la végétation par exemple) : cette mesure est susceptible d'améliorer la situation.

7.10 Suivi et contrôle des mesures d'atténuation

Toutes les réalisations résultant de mesures d'atténuation doivent être régulièrement inspectées et entretenues pour assurer leur fonctionnement à long terme. Les aspects touchant à l'entretien, coûts d'entretien compris, doivent être pris en compte au stade préliminaire de la planification, c'est-à-dire au moment de la conception de la mesure envisagée. Le projet devrait définir le type et la fréquence des procédures d'entretien, ainsi que leur gestion en termes de responsabilité. Les sections du manuel traitant des différentes mesures abordent les aspects spécifiques de l'entretien.

Le suivi des mesures est étroitement lié aux aspects du contrôle. Bien que les procédures de contrôle soient essentiellement conçues pour vérifier si une mesure remplit son objectif, elles peuvent permettre simultanément d'identifier des défauts d'entretien et des besoins.

8. MESURES COMPENSATOIRES

En dépit d'une bonne utilisation des mesures d'atténuation ayant pour but de réduire les impacts néfastes sur les richesses naturelles, il est parfois impossible d'éviter complètement les effets pervers du développement des infrastructures. Cette constatation a conduit au principe de compensation écologique dans de nombreux pays européens. Lorsque des habitats naturels et leurs environnements caractéristiques, tels que zones humides et forêts anciennes, sont concernés par un projet qui a été approuvé, le principe de compensation écologique implique que ces zones puissent continuer à se développer. Lorsque les mesures compensatoires sont mises en œuvre, elles devraient modérer le dommage écologique, en visant une situation « sans pertes nettes » (*no-net-loss*), qui profite tant aux habitats qu'aux espèces qui y sont associées. La compensation écologique peut être définie comme permettant de créer, de restaurer et d'améliorer les caractéristiques naturelles d'un site afin de contrebalancer les dommages écologiques causés par le développement d'infrastructures.

Les mesures compensatoires sont fondamentalement différentes de la préservation et de l'amélioration des ressources naturelles (politique de conservation de la nature). Cependant, les mesures compensatoires doivent être en accord avec les objectifs locaux et nationaux de conservation de la nature. Par opposition aux mesures d'aménagement des paysages et aux mesures d'atténuation, la compensation écologique est généralement entreprise en dehors des zones bâties. Comme les initiateurs de projets sont tenus responsables de la mise en œuvre des mesures compensatoires, les développeurs devraient concentrer leurs efforts sur l'acquisition de terres limitrophes des infrastructures pour satisfaire les objectifs de compensation. Une localisation correcte des sites de compensation qui, au niveau spatial, sont liés, par exemple, à des réserves ou des réseaux naturels, peut permettre de protéger et d'améliorer les fonctions et relations écologiques.

La compensation peut inclure la conversion de sols pour le développement de nouvelles caractéristiques naturelles (forêts, lits de rivières, etc.). La mise en valeur des habitats peut inclure l'adaptation des activités agricoles vers un développement des caractéristiques naturelles (oiseaux des prés ou plantes par exemple). Des sols humides artificiels (et pas nécessairement des étangs) peuvent être créés pour attirer des espèces telles qu'amphibiens et reptiles. Des recherches permettant de cibler les mesures de compensation au profit d'espèces spécifiques peuvent aussi être considérées comme une compensation. La compensation écologique peut être appliquée à tout le spectre des impacts, y compris la dégradation de l'habitat (l'habitat est encore présent mais affecté), et à des pertes de fonctions tels que nutriments et flux d'énergie.

9. CONTRÔLE ET ÉVALUATION

Pour identifier les exemples de bonne pratique et fournir la base de codes de bonne pratique, nous avons besoin de vérifier le succès de diverses méthodes destinées à l'atténuation des effets de fragmentation des habitats. Le Manuel fournit des lignes

directrices détaillées sur la façon de vérifier le succès des mesures d'atténuation et fournit des conseils sur les questions de suivi.

Les procédures de contrôle et leurs objectifs doivent être définis avec précision, et des programmes de mesures devraient être planifiés en parallèle avec la conception des mesures elles-mêmes.

Après la construction de routes, de voies ferrées et de voies d'eau, il est indispensable d'exercer un contrôle puisque c'est ce mécanisme qui nous permet de vérifier l'efficacité des mesures qui ont été mises en œuvre afin de réduire l'impact sur la fragmentation de l'habitat.

Un système de contrôle bien conçu doit contribuer à remplir plusieurs objectifs :

- Détecter les lacunes dans la conception, la réalisation et le suivi des mesures adoptées.
- Établir si les mesures d'atténuation remplissent leur objectif.
- Évaluer si, à long terme, ces mesures ont un effet d'atténuation pour les espèces et les habitats.

En bref, les systèmes de contrôle contribuent à établir si les mesures d'atténuation adoptées au cours des phases de planification et de construction d'une infrastructure de transport étaient ou non appropriées et suffisantes pour garantir un impact minimum sur la fragmentation des populations animales et de leurs habitats.

Il est essentiel que les résultats tirés de ces systèmes de ce contrôle soient diffusés afin d'améliorer les connaissances et permettre l'élaboration de mesures plus efficaces et moins coûteuses. C'est pourquoi l'un des objectifs du contrôle vise aussi à aider les aménageurs et les concepteurs de projets routiers et de voies ferrées à :

- éviter de répéter les erreurs,
- fournir de nouvelles informations pour améliorer la conception des mesures d'atténuation,
- identifier les mesures avec un rapport optimal entre les coûts et les avantages,
- épargner des fonds pour de futurs projets.

Les systèmes de contrôle devraient faire partie intégrante des procédures de gestion technique qui conduisent à l'adaptation et à l'amélioration de la conception de mesures prévenant ou réduisant les effets des infrastructures de transport sur la fragmentation des habitats.

Nombre de méthodes peuvent être appliquées au contrôle des mesures d'atténuation. Le manuel donne la description des méthodes les plus couramment utilisées pour répertorier les cas de mortalité animale et pour vérifier l'utilisation des passages écologiques. On y trouve des informations sur les procédures et les variables à enregistrer, et les normes à atteindre. Les normes de référence ne peuvent pas être généralisées parce qu'elles dépendent de nombreux facteurs tels que le niveau de population, les espèces cibles, la structure du paysage ou l'objectif de la mesure. C'est pour cette raison que quelques indications seulement sont fournies sur ce à quoi ces normes peuvent être utilisées en matière d'évaluation.

10 CONCLUSIONS

Le défi majeur auquel doivent faire face tant les spécialistes de l'écologie que les aménageurs routiers et les ingénieurs civils est la création d'un système d'infrastructures de transport écologiquement adapté, sûr et durable. La clé du succès est une approche holistique qui permette d'intégrer au processus de planification tout le spectre des facteurs écologiques opérant à travers le paysage. Le problème de la fragmentation et ses solutions ayant un caractère universel, ils requièrent de ce fait la combinaison et la conjonction des efforts internationaux en matière de recherche. Pour développer des instruments adéquats d'évaluation, de prévention et d'atténuation de l'impact écologique des infrastructures, un travail interdisciplinaire s'impose.

Tous les participants à l'action COST 341 espèrent que le manuel « Faune sauvage et Trafic » (*Wildlife and Traffic*) sera un instrument utile, tant pour les ingénieurs que pour les spécialistes de l'écologie, les décideurs et autres acteurs, pour le développement et l'utilisation à venir des infrastructures de transport en Europe.

RÉFÉRENCES

- Iuell et al. (2003), *Wildlife and traffic - A European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. COST 341.
- Trocmé et al. (2003), *COST 341 Fragmentation de l'habitat due to transportation infrastructure – The European Review*.