



Photo Romain Sordello

Impact des infrastructures humaines sur les continuités écologiques

et les moyens mis en œuvre pour les minimiser

La fragmentation des habitats résulte de la séparation d'une superficie d'habitat en deux parties, éventuellement inégales. Les habitats qui subsistent peuvent perdre leur capacité à assurer la survie d'espèces animales ou végétales du fait d'une superficie devenue trop restreinte.

Les aménagements du territoire, et notamment les infrastructures linéaires de transport dont il sera plus particulièrement question dans cet article, sont une des causes de fragmentation des habitats parmi d'autres (agriculture intensive, urbanisation, clôtures...).

Vincent
VIGNON*

* OGE (Office de
génie écologique).

Ci-contre : Allemagne, à proximité de Munich : un paysage très fragmenté par l'habitat humain, les grandes cultures et le réseau d'infrastructures. Dans ce contexte, les déplacements des espèces sont largement contraints et doivent s'organiser autour des bords de routes et des bosquets résiduels.

Sur le tracé de ces infrastructures, la perte d'habitats naturels participe à la fragmentation : zones humides, mares, pelouses, haies, vieux arbres... La fragmentation des habitats causée par les infrastructures linéaires de transport est aggravée par les remembrements qui y sont associés. Comme ces remembrements sont principalement réalisés pour l'outil agricole, les pertes d'habitats sont importantes : prairies retournées, perte de haies ou de chemins et plus généralement une perte du réseau des éléments fixes des paysages. Ainsi, pour une autoroute, les perturbations portent sur une superficie de 30 fois celle des emprises, soit une bande de 2 à 4 km de largeur.

L'effet de barrière des infrastructures de transport ou des barrages

L'effet de barrière est perceptible même pour de petits aménagements comme une piste forestière avec un revêtement stabilisé. La piste est peu ou pas traversée par une partie de la faune des invertébrés du sol. L'échelle de perception peut être de quelques mètres.

Pour une ligne de chemin de fer à grande vitesse ou une voie autoroutière, l'effet barrière présente plusieurs niveaux de perception et de qualité d'obstacle au franchissement selon :

- la largeur d'emprise, ses caractéristiques et en particulier la surface de route ;

- le trafic ;
- l'éclairage pour des espèces nocturnes ;
- la température au-dessus des bandes de roulement pour des insectes volants à faible charge alaire comme les papillons ;
- les équipements connexes comme les clôtures qui arrêtent une partie de la faune terrestre, notamment des carnivores ou les ongués ou encore une partie des amphibiens retenus par des clôtures à mailles fines...

Selon les espèces terrestres et notamment le fonctionnement de leurs populations, l'effet de barrière d'une grande infrastructure de transport est perceptible jusqu'à des échelles spatiales de l'ordre du kilomètre à la dizaine de kilomètres.

A une échelle de perception comparable, les canaux présentent également un effet de barrière, notamment lorsque leurs berges sont trop abruptes ou glissantes pour être remontées par la faune qui se risque dans l'eau.

L'effet de barrière est aussi sensible pour la faune aquatique au niveau des barrages non équipés de passes à poissons, mais également au niveau de passages de route mal conçus. Dans les ouvrages hydrauliques, les causes de discontinuité proviennent des ruptures entre les caractéristiques physiques des cours d'eau et l'écoulement dans l'ouvrage (différences de

Photo Vincent Vignon/OGE



Autoroute du Nord. L'effet de barrière est augmenté par la glissière en béton armé au centre des voies et par l'éclairage pour les espèces qui fuient la lumière.

granulométrie, vitesse d'écoulement trop élevée ou sur une longueur trop importante, chute d'eau, absence d'une fosse d'affouillement à l'aval d'une chute...).

Les ponts construits sur des cours d'eau peuvent engendrer des contraintes thermiques qui agissent comme des barrières pour certaines espèces. Les demoiselles, par exemple, volent de préférence au soleil. Dans ce cas, il y a une rupture de la continuité du milieu aérien au niveau de l'ombre portée du pont, alors que le cours d'eau peut être rétabli par un écoulement sans contrainte apparente.

Les viaducs, en revanche, qui présentent une hauteur importante entre l'infrastructure et le sol, constituent les ouvrages les plus perméables. Ils n'ont modifié que ponctuellement les milieux préexistants qui conservent leur continuité. Selon la hauteur du viaduc, les effets de perte de lumière et de diminution de la température peuvent être imperceptibles.

Dans nos régions aménagées, les barrières se cumulent, que ce soit dans les milieux terrestres ou le long des cours d'eau. Les obstacles sont donc à évaluer dans un cadre d'espace

et de temps hautement variable en fonction des contextes et des espèces considérés. Par exemple, pour les poissons qui réalisent leur cycle de vie exclusivement en eau douce, la viabilité des populations dépend du maintien d'une continuité d'habitats entre les frayères et les sites de vie adulte. La longueur du cours d'eau présentant ces habitats complémentaires indispensables est évidemment très variable.

Les sections les plus difficiles à franchir sont les jumelages d'infrastructures, notamment entre une autoroute et une ligne de chemin de fer à grande vitesse ou bien, en montagne, les grands équipements d'une vallée.

Une infrastructure non pourvue de dispositifs de franchissement pour la faune n'est pas forcément un obstacle. Une perméabilité est possible notamment par d'autres ouvrages qui, n'ayant pas été conçus pour les animaux, sont pourtant utilisés par eux.

Les passages pour la faune, quarante ans d'expérience

En France, les premiers ouvrages ont été réalisés dans les années 1960 sur des autoroutes. Ils

Photos Vincent Vignon/OGE



Sur l'A28, ligne d'ombre du pont constituant un « mur thermique » pas ou peu franchi par les demoiselles. Ici, en vignette, un agrion à larges pattes.

Des barrières parfois mortelles

Les individus de certaines espèces tentent de franchir les infrastructures de transport et les collisions révèlent en partie les zones de passage et leur fréquence. En matière de collision entre la faune et les véhicules ou les trains, l'importance de la mortalité peut être appréciée selon : les données sur le trafic, ses horaires et les données sur la faune (le comportement individuel ou collectif des espèces, l'utilisation de l'espace terrestre ou aérien...).

Les canaux aux berges non aménagées peuvent également se révéler de véritables pièges pour la faune tombée à l'eau et qui s'y noie.

Enfin, pour des oiseaux ou des chiroptères, les collisions et les électrocutions sur des lignes électriques haute tension provoquent des pertes qui peuvent être significatives pour les espèces à faible effectif, à durée de vie longue et à faible taux de reproduction.



Putois écrasé en forêt de Fontainebleau.

étaient essentiellement motivés, sous l'influence des acteurs de la chasse, par le fait de rétablir les déplacements du gibier (sangliers, chevreuils, cerfs). Ces ongulés étaient en effet beaucoup moins abondants qu'aujourd'hui. Les premiers ouvrages s'apparentaient à des passerelles longues et étroites, très peu favorables et rarement efficaces. Les ouvrages ont ensuite évolué pour assurer le franchissement d'amphibiens, puis d'un éventail de plus en plus large d'espèces. Certains ouvrages sont spécifiquement faits pour la faune, alors que d'autres sont également utilisés par des activités humaines peu intenses (rétablissement de voiries peu fréquentées).

Les améliorations ont été significatives au cours des années 1980-1990. Les progrès ont porté sur des études plus détaillées aboutissant à une localisation plus pertinente, des dimensions plus importantes, une conception plus intégrée dans les paysages et les habitats naturels, et enfin la volonté d'assurer une gestion de l'ouvrage à long terme comprenant les relations avec les riverains.

La qualité des équipements a suivi le cadre réglementaire, notamment pour les autoroutes : la loi d'orientation des transports intérieurs (loi LOTI) de décembre 1982 et la circulaire Bianco du 15 décembre 1992 qui précise son champ d'application.

Jusque dans les années 2000, seules les infrastructures neuves ont été équipées. Ainsi, peu de canaux, infrastructures anciennes, ont été améliorés par des dispositifs de sortie de l'eau pour

éviter les noyades et favoriser les possibilités de les franchir. De la même manière, la majorité des routes à grande circulation a été mise aux normes de voies rapides sans chercher à rétablir les déplacements de la faune qui franchissait la route préexistante.

Les amphibiens ont bénéficié d'ouvrages spécifiques. Les plus efficaces croisent deux jeux de buses à section carrée ou rectangulaire¹ d'environ un mètre de largeur. Les animaux entrent, canalisés par un muret réalisé de part et d'autre de la route, et ressortent par la buse de l'autre

1- Une section circulaire représente un risque dans la mesure où les amphibiens ont tendance à monter sur les bords, perdant ainsi de l'énergie.

Dispositif de sortie de l'eau sur le canal du Loing, au sud de la forêt de Fontainebleau.





Photos Vincent Vignon/OGE

côté de la route, au-delà du muret réalisé pour le sens inverse. Ces équipements ont permis une remontée spectaculaire des effectifs des amphibiens, dont les populations avaient été décimées par le trafic routier. Mais trop peu de sites sont encore aménagés, notamment parce qu'ils concernent presque toujours des routes anciennes dont le trafic a augmenté.

Un autre dispositif original a été mis au point pour la loutre. Il comprend des « marches » dont le nombre est adapté au marnage, de sorte que l'animal dispose d'un niveau à sec juste au-dessus du niveau de l'eau.

Les chiroptères présentent un ensemble de cas particuliers : à la diversité des espèces

Batracoduc
réalisé sur la
Réserve naturelle
nationale de
la tourbière du
Grand Lemps
dans l'Isère
(conception Guy
Berthoud).



Ouvrage
hydraulique
adapté pour la
loutre (conception
Christian
Bouchardy, A89,
ASF-VINCI).



Chevreuil mâle qui cherche à sortir des emprises autoroutières en poussant régulièrement la clôture.

correspond une grande variabilité dans l'utilisation de l'espace et dans les modalités de déplacement. Certaines espèces volent en suivant des éléments fixes du paysage, mais sans que cela soit systématique. Certaines volent haut alors que d'autres survolent le terrain à très faible hauteur, celle des véhicules... Des chauves-souris utilisent des buses relativement étroites et longues pour franchir une autoroute, d'autres utilisent des structures guide plus ou moins artificielles pour passer au-dessus des voies (parapets d'un pont, éventuellement panneaux de signalisation placés sur un portique qui enjambe l'autoroute). Des études sont en cours pour tenter de mieux cerner les besoins et de proposer des améliorations des ouvrages, voire de nouveaux dispositifs qui permettent à ces animaux un franchissement plus sécurisé connecté aux éléments fixes du paysage.

Des dispositifs ont été testés pour limiter les collisions entre la grande faune et les véhicules, comme les catadioptriques disposés de sorte à renvoyer la lumière des phares vers la faune. Bien que les études aient montré l'inefficacité de ce matériel il y a déjà plus de dix ans, des routes en ont encore été équipées au cours des années 2000. Les seuls dispositifs fiables qui évitent au moins 90 % des collisions avec la grande faune sont les clôtures.

Mais ce sont aussi les clôtures qui contribuent le plus à l'effet de barrière des infrastructures de transport sur des espèces comme certains carnivores ou les ongulés. Il y a eu débat sur la nécessité ou non de réaliser des clôtures dans toutes les situations en fonction du cadre réglementaire et de la gestion du risque. Quels que soient les enjeux, le passage à faune s'impose pour pallier l'effet de barrière de ces équipements qui se sont considérablement étendus en France depuis une douzaine d'années. Avant, la proportion d'autoroutes et de voies rapides clôturées était principalement limitée aux grands massifs forestiers.

Quelle efficacité des passages pour la faune ?

Cette question en induit une seconde : pour quelles espèces et dans quel contexte les passages pour la faune sont-ils conçus ?

Les ongulés ont donc été les premiers pris en compte. Ils se déplacent sur des distances qui varient selon les espèces et selon les milieux de quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres. Ces animaux ont des besoins variés :

- accéder à une ressource alimentaire tous les jours ;
- changer de secteurs au rythme des saisons ;
- rejoindre un site de reproduction ;
- se disperser vers un autre massif...

Les ouvrages sont alors positionnés sur le terrain à partir d'une expertise. Pour une espèce au comportement social élaboré comme le cerf, il est nécessaire de cartographier l'organisation spatiale de chaque population concernée pour définir le positionnement des passages. Mais nous devons attirer l'attention sur un point important. En matière d'utilisation de l'espace et d'organisation spatiale, les populations s'adaptent aux changements dans le territoire et rien n'est immuable. L'infrastructure est faite pour longtemps. Il est donc nécessaire d'être prudent dans les analyses et d'anticiper le fait que ce qui est observé au moment de l'étude de définition peut considérablement changer à un horizon de dix ou vingt ans. Un cas simple concerne un massif non encore colonisé par le cerf, mais qui peut l'être à moyen terme...

Les passages inférieurs les plus récents sont le plus souvent d'une bonne efficacité, en particulier pour les carnivores ou les ongulés. Mais ils présentent des contraintes pour d'autres espèces, notamment l'absence de lumière sous l'ouvrage et la chute de température. Ces conditions ne permettent pas le développement d'une végétation, ce qui limite considérablement le potentiel d'utilisation de ces ouvrages pour les animaux qui ne s'engagent pas sur un terrain nu (certains micromammifères, certains invertébrés du sol...). D'autre part, pour des invertébrés diurnes terrestres ou volants, la chute de température est perçue comme un mur thermique qui n'est pas toujours franchi.

Les passages conçus pour la « petite faune » ont le plus souvent pris la forme de buses, souvent de section ronde, plus récemment faites en section carrée ou rectangulaire notamment pour les amphibiens déjà évoqués. Les espèces susceptibles d'utiliser ces ouvrages doivent accepter le confinement, l'effet de couloir sur une



Photos Vincent Vignon/OGE

Le cerf, notre plus grand mammifère terrestre de plaine. Les domaines vitaux s'étendent sur des distances de 10 à 20 km pour les mâles. Ici, dans la région de la forêt de Villefermoy (77).

longueur d'au moins 30 m, le substrat béton ou métallique, la température basse, l'humidité relativement importante... Ces conditions limitent les espèces capables de les utiliser. Néanmoins, des amphibiens, les lièvres, les lapins, les carnivores utilisent ces passages.

Nous pouvons ajouter une fonction indirecte des passages pour la faune. Il s'agit du transport passif de graines et d'invertébrés qui s'accrochent sur le poil des ongulés ou au niveau de leurs pattes. Ainsi, les grands mammifères déplacent sur de grandes distances beaucoup d'organismes et pas seulement leurs parasites. Les cerfs et les sangliers qui se souillent dans les mares (ce que ne font pas les chevreuils), mettent en relation différentes zones humides, dispersant des plantes et des invertébrés. Ils le font notamment en empruntant les passages pour la faune.

Importance de la largeur des ouvrages... Vers les écoponts

Le concept d'écopont concerne les ouvrages supérieurs de grande largeur, dont l'enjeu consiste à favoriser l'utilisation du passage par davantage d'espèces en reconstituant une continuité d'habitats naturels.

Les passages à faune fonctionnels pour les ongulés présentent des largeurs minimales de l'ordre de 12 m évasées aux sorties. Dans ce format, les entrées plus larges atténuent l'effet de couloir de l'ouvrage.

Avec l'augmentation de la largeur du passage, il est possible de reconstituer des habitats sur l'ouvrage. C'est alors la mosaïque paysagère reconstituée qui favorise l'utilisation de l'écopont par une gamme plus étendue d'espèces comprenant des petits vertébrés terrestres et des invertébrés. Ces milieux peuvent être complétés par un andain. Il s'agit d'une continuité de bois entremêlés longée du côté ensoleillé par

une continuité d'enrochement. L'andain joue le rôle de structure guide pour des espèces thermophiles (reptiles, insectes) du côté rocheux ou pour des espèces de milieux plus frais du côté en bois (amphibiens, micromammifères, autres insectes...). Contrairement aux passages inférieurs, les milieux ouverts reconstitués sur la dalle de l'ouvrage sont significativement plus chauds que les milieux environnants. L'intérêt des andains est de pallier cette contrainte. Mais des études restent à mener pour évaluer leur réelle pertinence. Pour un écopont, une largeur minimale de 20 m permet d'agencer plusieurs habitats en plus d'un andain. L'augmentation de la largeur du passage favorise potentiellement la diversification des espèces susceptibles de l'utiliser.

La capacité d'un écopont à permettre le passage de petits vertébrés ou d'invertébrés concerne tout particulièrement des espèces aux capacités de dispersion restreintes ou des espèces inféodées à un ou quelques habitats naturels existant de part et d'autre de l'infrastructure. Un écopont est susceptible d'atténuer la fragmentation (perte de superficie des habitats résiduels) et l'effet de barrière de l'infrastructure.

Il est important de noter que la largeur d'un écopont peut être justifiée par sa capacité à assurer une continuité d'habitats pour des espèces qui utilisent les espaces adjacents à l'infrastructure à une distance qui peut être très limitée, quelques centaines de mètres par exemple. Evidemment, l'ouvrage est aussi utilisé par des espèces à plus grande capacité de déplacement, mais ces animaux n'ont pas forcément besoin d'une grande largeur pour utiliser la voie de passage.

Ainsi, les ouvrages larges sont plus motivés pour des petites espèces à fort enjeu de conservation et vivant sur des habitats spécialisés que pour les grandes espèces plus communes.

Les écoponts peuvent être réalisés sur des tranchées couvertes : le relief creusé pour le passage de l'infrastructure routière ou ferroviaire est ensuite recouvert par une structure. A la différence des tunnels qui préservent les milieux en place, il y a un temps de reconstitution des habitats qui conditionne la fonctionnalité de l'ouvrage pour les espèces spécialisées.

Il y a probablement des limites à la volonté de restaurer une continuité écologique pour certaines espèces qui nécessitent avant tout une conservation de leurs habitats naturels. Deux espèces très différentes peuvent être citées : l'osmoderne et la tortue d'Hermann.



Andain installé sur un passage faune supérieur de l'A28. Le lézard des murailles est une des espèces utilisant cet andain. Sur les photos du bas, entre 2001 et 2005, on voit la végétation coloniser la structure.

Le caractère très sédentaire de la tortue et sa faible démographie induisent une extrême rareté de la dispersion des jeunes. Cela ne permet pas de justifier un ouvrage pour pallier la fragmentation des habitats. Pour cette espèce et en particulier pour les populations à effectif élevé, chez lesquelles le risque de dérive génétique est réduit, la préservation et l'amélioration des habitats est la clé de la conservation de l'espèce (Marc Cheylan, comm. orale).

Concernant l'osmoderne, ses populations sont inféodées à des cavités d'arbres très proches les uns des autres. Ces insectes se dispersent très peu, en cohérence avec la stabilité originelle de leurs habitats. Comme la précédente, cette espèce nécessite avant tout une préservation des noyaux d'arbres à cavités, d'autant plus qu'il est impossible de reconstituer des continuités d'arbres favorables dans un délai de moins de cinquante ans.

Une fonctionnalité sous-estimée : les continuités écologiques longitudinales

Les infrastructures linéaires de transport sont bordées d'emprises le plus souvent gérées en prairies mêlées à des haies plantées ou spontanément installées. Certaines de ces emprises hébergent des habitats naturels remarquables.

Des études ont montré leur caractère de refuge pour la faune et la flore, notamment à la traversée des cultures. En Beauce, il y a des populations continues de lézards des murailles ou de mantres religieuses le long des autoroutes A10 et A11, espèces inexistantes dans la plaine cultivée. Il y a une prise de conscience de la part des sociétés autoroutières ou ferroviaires de ce rôle particulier des emprises et une recherche pour une meilleure intégration de l'infrastructure dans l'écologie des paysages traversés.

Cependant, la qualité écologique de ces emprises présente le risque d'attirer les prédateurs d'espèces vivant dans ces bandes d'habitats proches de la circulation avec les dangers de collision qui y sont liés. C'est en particulier le cas de la chouette effraie dont les populations reproductrices peuvent être complètement éliminées des paysages bordant les grandes infrastructures de transport.

Vers un programme de réhabilitation des infrastructures anciennes

Alors que le sujet a été rappelé régulièrement depuis le début des années 1990, les opérations de rattrapage environnemental sont récentes. C'est le cas par exemple d'un passage supérieur de 30 m de largeur réalisé en forêt de



Photos Vincent Vignon/OGE

Retz (Aisne) en 2010 sur l'ancienne RN2 devenue une route clôturée à deux fois deux voies. D'autres aménagements sont en cours, notamment dans le cadre d'un « Paquet vert autoroutier »² qui a regroupé une partie des concessionnaires autoroutiers en France. Ce programme porte essentiellement sur les sections autoroutières réalisées avant l'application de la loi LOTI. Il comprend, sur une partie du linéaire des autoroutes, des passages pour la grande faune, des buses pour de plus petites espèces, la gestion de sites naturels en emprise, l'amélioration des continuités écologiques longitudinales, la préservation des milieux aquatiques...

Concernant les passages pour la faune, le rétablissement de la perméabilité doit être accompagné d'une concertation, notamment avec les riverains. Un effort particulier est à faire en direction des socioprofessionnels comme les forestiers, sensibles à l'extension des populations de grands herbivores, ou les chasseurs qui veulent retenir leur gibier, profitant par exemple d'une barrière autoroutière.

Les impacts des infrastructures linéaires de transport se cumulent aux impacts d'autres perturbations du territoire, en particulier les mutations agricoles et l'urbanisation.

Avec l'expérience accumulée depuis les années 1960, le savoir-faire a abouti à des mesures de plus en plus efficaces alors que le programme autoroutier paraît achevé. Le retour d'expériences profite aujourd'hui au développement du réseau ferré à grande vitesse.

Il reste néanmoins un rattrapage considérable à faire sur les infrastructures linéaires anciennes. Les programmes en cours aboutissent au positionnement d'ouvrages alors même que la plupart des Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) ne sont pas encore réalisés. Or ces Schémas doivent faire ressortir les en-

2- Le Paquet vert autoroutier est un contrat entre l'Etat et les concessionnaires autoroutiers signé en janvier 2010 sur une durée de trois ans pour investir dans les sujets environnementaux (hydraulique, acoustique et biodiversité) sur les autoroutes les plus anciennes.

jeux des continuités écologiques et les cartographier. Des ajustements seront donc vraisemblablement nécessaires entre les propositions faites sur les infrastructures et les SRCE, notamment en considérant l'hétérogénéité des démarches de définition en cours. Sans oublier que ces démarches de rattrapage sur les continuités écologiques doivent non seulement répondre aux besoins actuels mais également anticiper les changements prévisibles dans le territoire (colonisation par de nouvelles populations animales, scénarios d'aménagement du territoire...).

V. V.

Ephippigère des vignes dans une lande des emprises de l'autoroute A71 en Sologne (Cofiroute-VINCI). Cette espèce aptère indique la continuité de la lande dans l'espace et dans le temps.

Passage supérieur spécifique réalisé en rattrapage sur l'ancienne route nationale 2 en forêt de Retz dans l'Aisne.



Pour en savoir plus : quelques références bibliographiques

Cemagref – Setra – MEEDDM-DGALN. 2010. Prise en compte des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques par les grandes infrastructures linéaires de l'Etat et de ses établissements publics – troisième document en appui à la mise en œuvre de la Trame verte et bleue en France. Version consolidée par l'Etat, juillet 2010, 97 p.

Meunier F.D., Gauriat C., Verheyden C. et Jouventin P. 1998. Végétation des dépendances vertes autoroutières : influences d'un mode de gestion extensif et du milieu traversé. Rev. Ecol. (Terre Vie), 53 : 97-121.

Setra. 1993. Passage pour la grande faune, Guide technique. Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes, Bagneux, 121 p.

Setra. 2005. Guide technique. Aménagements et mesures pour la petite faune. Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes, Bagneux, 264 p.

Setra (J. Carsignol). 2006. Routes et passages à faune – 40 ans d'évolution. Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes, Bagneux, 54 p.

Vignon V. et Barbarreau H. 2008. Collisions entre véhicules et ongulés sauvages : quel coût économique ? Tentative d'évaluation. Faune sauvage, 279 : 19-23.

Vignon V. 1999. Le cerf et l'aménagement du territoire dans le sud-ouest de l'Ile-de-France. In Actes des troisièmes rencontres « routes et faune sauvage », Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, p. 337-342.