

Problématique du besoin de pénétration des sangliers dans les emprises autoroutières

Le cas de l'autoroute A 57 (Escota)

Vincent Vignon

Ingénieur d'études
Office de génie écologique (OGE)

André Joyeux

Chargé d'études
Office de génie écologique (OGE)

Jean-Luc Dumas

Chargé de mission Environnement
Direction des Affaires générales et juridiques
Escota



L'autoroute A 57 traverse la plaine des Maures située dans le département du Var. Les milieux naturels de cet espace sont particulièrement riches du point de vue écologique. Ils comportent notamment de très nombreux sangliers et de rares chevreuils. Une partie de ces animaux tente de pénétrer dans les emprises autoroutières. Lorsque les sangliers y parviennent, ils représentent un risque élevé pour les usagers de l'autoroute [1].

Des études ont été menées pour le compte de la société Escota, concessionnaire de l'autoroute A 57. Elles ont porté sur les populations de sangliers et sur l'évaluation de la perméabilité de l'autoroute A 57 à ces animaux. L'objectif principal étant d'évaluer si un manque de perméabilité de l'infrastructure peut être à

l'origine du besoin de pénétration des sangliers dans les emprises autoroutières. D'autre part, quel est l'effet de coupure de l'infrastructure sur les populations de grands mammifères, notamment les sangliers ? Enfin, quelles sont les sections les plus dangereuses qui nécessitent un renforcement des clôtures ?

Les études se sont déroulées en deux temps. Au cours de la première étape (1998), les sections qui présentent un risque élevé de pénétration des sangliers dans les emprises autoroutières ont été définies. Tous les ouvrages franchissant l'autoroute ont également été examinés afin d'évaluer leur potentialité d'utilisation par ces animaux. Dans un second temps (1999-2000), le suivi d'un échantillon représentatif de ces ouvrages a été réalisé.

► Introduction

Dans le Var comme dans beaucoup de régions françaises, les sangliers ont été rares, notamment au cours du XIX^e siècle (Orsini, 1996). L'augmentation du nombre de sangliers s'est opérée récemment. Au début du XX^e siècle, l'observation d'un sanglier faisait l'objet d'un article dans la presse régionale. Au cours des années 80, le nombre de sangliers tués à la chasse a atteint puis dépassé 5 000 individus. Cette valeur s'est élevée à près de 20 000 tués à la fin du XX^e siècle (Orsini, communication personnelle).

L'espèce est présente dans tous les milieux y compris les espaces cultivés et les zones pavillonnaire situées aux abords des villes, notamment Toulon. Les chevreuils sont en cours de colonisation dans ces espaces. Ils sont actuellement encore rares, en particulier le long de l'autoroute.

L'autoroute A 57 traverse la plaine des Maures entre Toulon et le Cannet-des-Maures. Les maquis et les boisements les plus densément peuplés en sangliers se situent entre Cuers et le Cannet-des-Maures (Pk 21 à 51), soit sur un linéaire d'environ 30 km qui correspond à la zone étudiée.

► Méthodes

Observation de l'activité des sangliers aux abords de l'autoroute

L'intensité de l'activité des sangliers aux abords des emprises autoroutières est évaluée d'après la répartition des indices relevés le long du linéaire étudié. Le relevé est répété au cours des différentes saisons de l'année. Les observations montrent qu'il existe de grandes différences entre les secteurs inventoriés ce qui permet aisément de distinguer les massifs abritant une plus grande densité de sangliers. Ces informations ont été confrontées aux données de gestion plus ou moins conservatoires des sociétés de chasse. Une chasse qui préserve les femelles reproductrices contribue fortement à l'établissement des hautes densités de sangliers dans un massif donné.

Évaluation des ouvrages de franchissement de l'autoroute

Tous les ouvrages d'une largeur d'au moins 3 m ont été examinés sur le terrain dès lors qu'ils se trouvaient dans des milieux utilisés par les grands

mammifères ou dans des zones de déplacement potentiel pour ces espèces.

Au cours de l'évaluation, plusieurs critères relatifs aux ouvrages ou à leur environnement sont pris en compte :

- > Les dimensions de l'ouvrage (largeur, hauteur, diamètre, longueur, etc.) ;
- > Le type de revêtement dans l'ouvrage (terre battue, empierrement, asphalte, tôle ondulée des buses métalliques, etc.) ;
- > L'accessibilité des entrées (au niveau du terrain naturel, obstacles éventuels, trottoirs, etc.) ;
- > La présence de milieux naturels fréquentés par les grands mammifères aux abords du passage ;
- > La présence de contraintes physiques (circulation de promeneurs ou de véhicules dans les ouvrages, bruit provoqué par une trémie ouverte, propriété close aux abords des chemins d'accès, etc.).

Ainsi, des passages potentiellement utilisables par la faune sont peu favorables en fonction de leur situation isolée dans des milieux de culture ou dans des zones périurbaines. À l'opposé, des ouvrages peu favorables peuvent être situés dans des milieux fréquentés par le sanglier. Toutes les situations se rencontrent.

► Abstract

Motorway A 57 goes through the Maures mountains located in France's Var region.

The natural setting of this space is particularly rich from the ecological viewpoint. It includes in particular many wild boars and rare squirrels. Some of this wildlife tries to enter the motorway right of way. When wild boars succeed in doing so, they represent a great risk for motorway users.

Studies were carried out for A 57 motorway operator Escota. They covered the wild boar population and evaluated the penetrability of the A 57 for these animals. The main objective was to evaluate whether a lack of infrastructure penetrability could be at the origin of the need for wild boars to enter the right of way. Also to be clarified was the cutoff effect exerted by the infrastructure on higher mammals, and on wild boars in particular. Finally, which are the most dangerous sections requiring reinforced fencing?

The studies took place in two phases. During the first phase (1998), the sections exhibiting a high risk of wild boars penetrating into the right of way were defined. All structures crossing the motorway were also examined in order to evaluate their potential for use by these animals. In the second phase (1999-2000), a representative sample of these structures was monitored.

Afin de hiérarchiser les passages, la possibilité d'une utilisation de chaque ouvrage par les grands mammifères a été évaluée selon les trois niveaux suivants :

1. Utilisation avérée ou très probable par les deux espèces présentes (sanglier, chevreuil).
2. Potentiellement utilisable, notamment par les sangliers.
3. Peu favorable pour les sangliers.

Suivi de l'utilisation des ouvrages par les sangliers

Nous avons utilisé deux possibilités pour contrôler l'activité de la faune en un site donné : le piège à traces et le piège photographique [2].

Le piège à traces (photos 1 et 2) consiste à disposer des bandes de sable (largeur minimale de 3 m) de sorte à croiser le cheminement de tout animal cherchant



▲ Photo 1
Le piège à traces est constitué de bandes de sable disposées en bordure de la route et aux entrées de l'ouvrage - Chemin de la Cusmadière, entrée nord

▲ The animal track trap is made up of sand strips arranged on the road side and at structure entrances - Cusmadière underpass, north entrance



▲ Photo 2
Traces de sanglier relevées au nord du passage inférieur du chemin de la Cusmadière, le 6 janvier 2000

▲ Wild boar tracks found north of Cusmadière underpass on 6 January 2000

à emprunter le passage. La « lecture des traces » est réalisée tous les quinze jours au cours d'une année. Les contraintes de cette technique viennent essentiellement des adversités météorologiques qui limitent les possibilités de marquage des traces ou leur conservation entre les visites de l'observateur. Malgré ces limites, il est possible d'évaluer la fréquentation saisonnière d'un site, notamment par les sangliers.

Le piège photographique (photos 3, 4 et 5) est composé d'un radar sensible à la combinaison du mouvement et de la chaleur. Le système de détection est également un compteur d'événement qui mémorise les dates et heures de chaque passage. Dans les buses, le dispositif a été placé soit au centre du passage pour la buse la plus large, soit à l'entrée de celui-ci pour les buses plus étroites. Des profils d'activité journalière, saisonnière, annuelle sont faciles à obtenir. L'opération peut être entravée par des pannes techniques, des noyades lors de pluies torrentielles, la dégradation ou le vol du matériel.

Nous avons choisi d'installer des pièges à traces dans les ouvrages de rétablissement de voiries agricole ou routière. Les systèmes photographiques ont été réservés aux suivis des ouvrages hydrauliques (buses métalliques) rétablissant des cours d'eau temporaires. Le suivi de l'utilisation des ouvrages s'est déroulé de juillet 1999 à juillet 2000.

► Résultats

Les zones d'activités les plus importantes

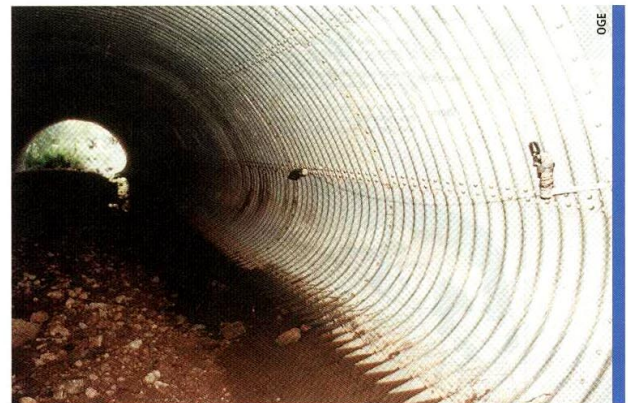
De Cuers au Cannet-des-Maures, l'autoroute longe 16 km de maquis et de boisements fréquentés par les sangliers.

Deux secteurs présentent une densité particulièrement élevée de ces animaux. Le premier se situe entre les PR 28 et 31, soit un linéaire de 3 km. Le secteur le plus densément peuplé est le massif de Bron, au nord de l'infrastructure. Le second secteur se situe entre les Pk 46,700 à 50,100, soit un linéaire de 3,4 km. Dans cette section, une zone d'étranglement des maquis se trouve entre les Pk 46,700 et 47,300, soit sur un linéaire de 0,5 km. Une rivière coule dans ce couloir (le Riartort) et constitue un corridor écologique pour la grande faune.



▲ Photo 3
L'appareil photographique est placé au-dessus du radar, et l'ensemble à l'entrée de la buse - Buse des Lauvets

▲ The camera is placed over the radar, and the entire system at the entrance of the culvert - Lavets culvert



▲ Photo 4
L'appareil photographique est en premier plan, le radar au second, 5 m plus loin - Les deux équipements sont fixés sur des rondins de bois, eux-mêmes tenus par une patte métallique boulonnée dans la structure de la buse - Buse de la Maurine

▲ Camera in foreground, radar in background 5 m farther way - The two devices are secured on wooden logs, themselves held by a metal piece bolted into the culvert structure - Maurone Culvert



▲ Photo 5
Sanglier dans la buse de la Maurine, Pk 23,050, le 10 septembre 1999 à 19 h

▲ Wild boar in the Maurone culvert, km marker 23.050, on 10 September 1999 at 19:00 hours

Problématique du besoin de pénétration des sangliers dans les emprises autoroutières Le cas de l'autoroute A 57 (Escota)



Ainsi, les activités des sangliers se concentrent le long de sections autoroutières exiguës. Dans ces tronçons, des traces ont également été relevées dans les emprises autoroutières malgré la présence de clôtures à gibiers.

Les ouvrages potentiellement utilisables par les sangliers

Trente-huit ouvrages d'au moins 3 m de large ont été examinés sur le terrain. Dix-huit d'entre eux sont potentiellement

de la densité particulièrement élevée de sangliers dans les secteurs concernés par ces deux buses, nous avons intégré ces voies de passage éventuelles dans l'opération de suivi de l'utilisation des ouvrages par les sangliers.

La figure 1 présente la répartition des ouvrages potentiels et des six ouvrages suivis dans le cadre de cette étude. Les ouvrages étudiés se répartissent dans tous les milieux traversés.

La buse arche de la Maurine a été fréquentée par 14 espèces, dont le sanglier, de manière occasionnelle. Aucune trace de passage de ces derniers n'a été relevée après le vol de l'appareil photographique. Les traces de ces animaux avaient été notées en juillet 1998 (plusieurs allers-retours). Cette utilisation existe malgré les fréquentes traversées de chiens (troisième espèce en ordre de fréquence) et une fréquentation humaine régulière.

> Passage inférieur du chemin du Vallon de Bron (Pk 28,010)

> Dimensions de l'ouvrage : longueur 50 m, largeur 6 m, hauteur 5 m
> Suivi par la lecture des traces
> Le passage se situe en lisière des milieux boisés

Aucun dépôt de sable n'a été réalisé dans cet ouvrage qui présentait déjà un substrat sableux. Les pluies torrentielles font constamment évoluer le terrain qui présente des conditions de lecture irrégulières, parfois difficiles lorsque la granulométrie devient trop grossière. La lecture des traces a souvent été problématique.

Des traversées de sangliers avaient été relevées avant l'opération de suivi, une laie (femelle du sanglier) avec ses jeunes en septembre 1998.

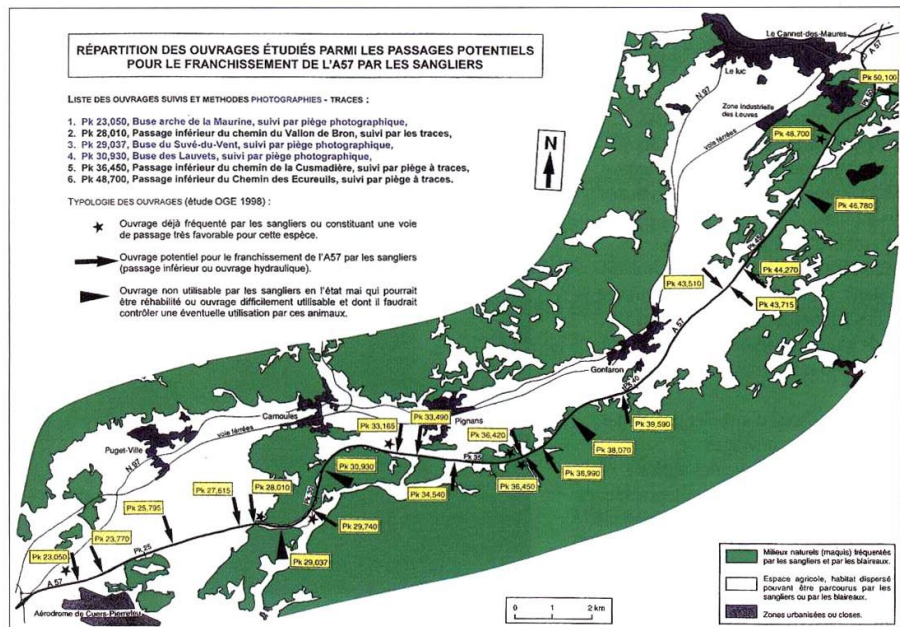
Au cours de cette étude, la trace d'un sanglier ayant marqué un refus d'utiliser l'ouvrage a été relevée le 5 septembre 1999. Le 6 avril 2000, les traces d'une laie et probablement d'un jeune ont été notées traversant l'ouvrage.

Les traversées ou tentatives se sont répétées en septembre. De nombreuses traces de sangliers ont été observées aux abords de l'ouvrage sans que ces animaux cherchent systématiquement à passer.

> Buse du Suvé-du-Vent (Pk 29,037)

> Dimensions de l'ouvrage : longueur 80 m, diamètre 2,55 m
> Suivi par piège photographique avec détection aux deux extrémités de la buse
> La buse est située en plein maquis

Le suivi s'est bien déroulé durant toute la période d'étude. Ainsi, les photographies ont été prises pendant un peu plus d'une année du 13 juillet 1999 au 27 juillet 2000.



▲ Figure 1
Répartition des ouvrages étudiés parmi les passages potentiels pour le franchissement de l'A 57 par les sangliers

▲ Breakdown of structures studied amongst potential passes for wild boars crossing the A 57

utilisables par les sangliers, et dont sept sont très favorables. Des traces ont été relevées dans quatre d'entre eux au cours des premiers examens de terrain, les trois autres présentaient des dimensions, une accessibilité et une situation particulièrement propices pour une utilisation par ces animaux.

En confrontant la répartition des ouvrages potentiellement utilisables et les secteurs d'activité préférentielle des sangliers, des manques de perméabilité de l'autoroute apparaissent. Le plus important concerne la section du Pk 28 à 31. Dans ce linéaire, il existe un ouvrage routier potentiel mais qui est fréquenté par des véhicules (RD 13). Deux buses métalliques de dimension inférieure à 3 m de diamètre s'y trouvent également.

L'utilisation de buses métalliques de diamètre inférieur à 3 m a été occasionnellement observée. Du fait

Suivi de l'utilisation des ouvrages par les sangliers

> Buse arche du ruisseau de la Maurine (Pk 23,050)

> Dimensions de l'ouvrage : longueur 54,50 m, largeur 6 m, hauteur 3,78 m
> Suivi par piège photographique
> Le passage est situé en plaine agricole

L'opération s'est déroulée jusqu'en février 2000, date à laquelle l'appareil photographique a été volé. Un second appareil mis en place a également été volé. Nous avons poursuivi le contrôle par la lecture des traces aux abords du cours d'eau. Ainsi, les photographies ont été prises du 13 juillet 1999 au 21 février 2000.

Trois passages de sanglier ont été observés : une traversée le 10 septembre 1999 à 19 h et un aller-retour dans la journée du 18 janvier 2000 à 0 h 26 et 23 h 19 par un individu de plus grande taille que le premier.

Aucun sanglier n'a utilisé cette voie de passage qui a été fréquentée par 13 autres espèces, notamment des carnivores (renard et fouine). Pourtant, l'activité des sangliers, notée par leurs indices de présence, a été importante aux abords du site.

> Buse des Lauvets (Pk 30,930)

- > Dimensions de l'ouvrage : longueur 75 m, diamètre 2 m
- > Suivi par piège photographique
- > La buse est située en plein maquis

Le suivi a connu deux interruptions. Le premier arrêt a été provoqué par une pluie torrentielle qui a noyé le dispositif début novembre 1999. Le second problème a été une explosion démographique des populations de sauterelles. Ces animaux passant en grand nombre sur le radar ont déclenché des dizaines de prises de vue par jour obligeant l'arrêt de l'opération sur ce site fin mai 2000. Dans ces conditions, les photographies ont été prises au cours des deux périodes suivantes :

- > du 20 juillet 1999 au 7 novembre 1999,
- > du 9 décembre 1999 au 28 mai 2000.

Aucun sanglier n'a été noté dans cette voie de passage qui a été fréquentée par 15 autres espèces, notamment des carnivores (renard, belette, fouine, blaireau).

> Passage inférieur du chemin rural de la Cusmadière (Pk 36,450)

- > Dimensions de l'ouvrage : longueur 35,28 m, largeur 8 m, hauteur 5,10 m
- > Suivi par piège à traces
- > L'ouvrage est situé en lisière des maquis

Avant cette opération, la trace d'un sanglier utilisant l'ouvrage avait été relevée en septembre 1998.

Au cours de cette opération, le plus grand nombre de traces de sangliers a été noté en septembre et octobre 1999. Une traversée probable d'un sanglier a été observée le 10 octobre 1999. Le nombre des traces de ces animaux a été minimal de la fin de l'hiver à l'été.

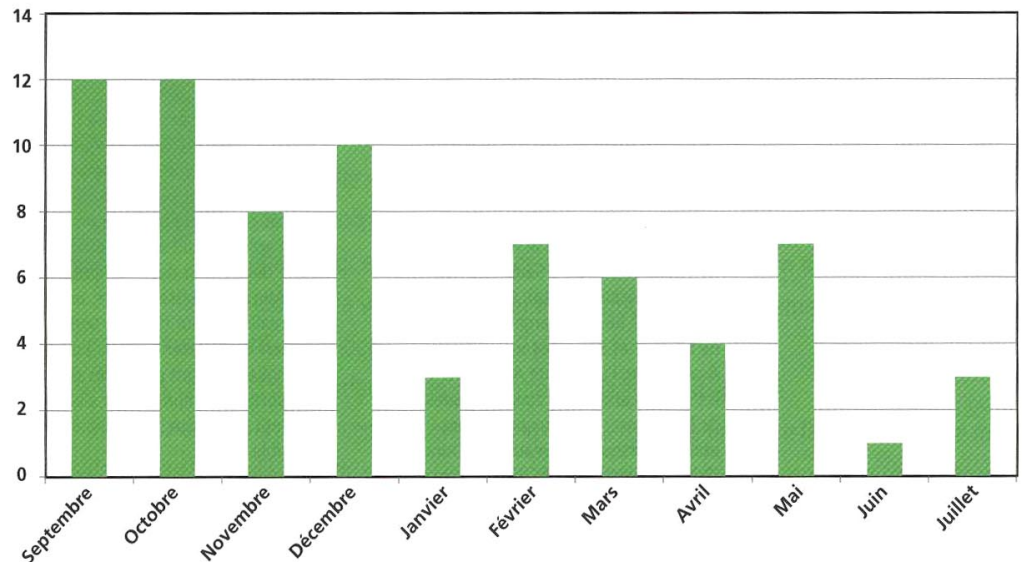
Les carnivores, dont le renard, ont fréquenté le site.

Le passage de la Cusmadière a été utilisé par le sanglier de manière occasionnelle, notamment entre la fin de l'été et le début de l'automne.

> Passage inférieur du chemin des Ecureuils (Pk 48,700)

- > Dimensions de l'ouvrage : longueur 31 m, largeur 6,90 m, hauteur 6 m

alors que la population est à son maximum démographique. Une activité relativement importante a lieu durant le rut, en décembre.



▲ Figure 2

Nombre des pistes de sangliers relevées sur les pièges à traces aux abords des trois ouvrages

▲ Number of wild boar tracks found on track traps near the three structures

- > Suivi par piège à traces
- > L'ouvrage est situé en plein maquis

De nombreuses traces de sangliers ont été notées aux abords de l'ouvrage. Parmi les trois ouvrages suivis par piège à traces, c'est le plus visité par cette espèce. Une traversée probable a été relevée le 10 octobre 1999. Une traversée a été notée le 5 février 2000. Aux abords de l'ouvrage, l'activité de ces animaux a toujours été relativement importante, sauf en été.

Des traces de lièvre, de renard et de blaireau ont également été observées utilisant l'ouvrage.

Le passage du chemin des Ecureuils a été utilisé par le sanglier de manière occasionnelle.

> Cumul des observations de traces sur les trois passages

La figure 2 présente l'activité des sangliers relevée dans les trois passages équipés de pièges à traces. L'activité maximale est notée en septembre-octobre. C'est à cette époque que la plupart des traversées a été enregistrée. Ces déplacements suivent l'ouverture de la chasse après la mi-août

► Discussion

L'utilisation des ouvrages par les sangliers

Le sanglier a utilisé, de manière occasionnelle, la plus grande buse et les trois passages inférieurs de rétablissement de route à faible circulation. Ainsi, sept traversées probables ou certaines ont été comptabilisées au cours de l'étude. Dans la même section d'étude, au moins cinq traversées avaient été notées lors des études préalables. Les traversées et la fréquentation générale des abords des ouvrages par ces animaux culminent en septembre-octobre après l'ouverture de la chasse, mais également lorsque l'effectif de la population est à son maximum.

Le nombre réel des franchissements de l'autoroute par le biais des ouvrages est supérieur à cette valeur. En effet, les limites de fonctionnement des dispositifs (vol d'un appareil photo, difficulté de lecture des traces selon les conditions météo, etc.) ne permettent pas de produire une comptabilité exhaustive. Néanmoins, les données

Problématique du besoin de pénétration des sangliers dans les emprises autoroutières

Le cas de l'autoroute A 57 (Escota)



acquises montrent que des adultes solitaires ou des femelles avec leurs jeunes utilisent ces voies de passage de telle sorte que des échanges existent entre les populations séparées par l'infrastructure.

Les deux buses dans lesquelles aucune fréquentation par les sangliers n'a pu être mise en évidence sont de grande longueur et d'un diamètre inférieur ou égal à 2,5 m. L'utilisation de ces ouvrages demeure peu probable. Nous pouvons rapprocher ces ouvrages de deux buses situées le long de l'autoroute A 51 à Saint-Paul-lez-Durance (réseau Escota). Ces buses mesurent 2,86 m de largeur, 2,36 m de hauteur et 30 m de longueur. A ce niveau, l'autoroute A 51 sépare les maquis arides des zones humides de la Durance. Les deux buses sont utilisées lorsque le niveau de la Durance s'abaisse, dégageant la voie de passage. Dans le cas des buses de l'A 57, les espaces riverains sont peuplés de nombreux sangliers, mais les milieux séparés par l'infrastructure sont comparables, contrairement à l'A 51 qui sépare deux habitats complémentaires. Ainsi, l'utilisation d'une buse de faible diamètre pourrait être provoquée par le besoin d'accéder à une ressource (eau, nourriture, etc.).

Qu'est-ce qui motive les sangliers à pénétrer dans les emprises ?

Lors des études de terrain, nous avons constaté l'importance des activités des sangliers le long des emprises. Ces animaux cherchent à pénétrer dans les bermes comme l'indiquent les tentatives de soulèvement du bas des clôtures qui sont régulièrement observées en section courante.

Le suivi des pièges à traces a confirmé les nombreux déplacements des sangliers le long des clôtures. Nous avons également constaté que le grillage situé dans les entrées du passage le plus fréquenté et occasionnellement utilisé, le chemin des Ecureuils, avait été forcé par plusieurs sangliers des deux côtés de l'infrastructure et à plusieurs reprises après la réparation des clôtures. Ce faisant, ces derniers n'ont pas cherché à utiliser l'ouvrage.

Ainsi, le nombre de franchissements de l'autoroute par les sangliers utilisant les ouvrages paraît très faible par rapport

à l'importance de la fréquentation des abords de l'infrastructure. Le manque de franchissement des sangliers par les ouvrages pourrait être imputé à leur inadaptation pour la faune. Il pourrait également correspondre à une volonté de rentrer dans les emprises pour la recherche de nourriture.

Nous avons pu observer ceci à la sortie nord de la buse du Suvé-du-Vent (Pk 29,037). En avril 1998, nous avons constaté que cette buse constituait un accès potentiel pour la faune étant libre d'accès au sud de l'autoroute alors qu'elle débouchait dans l'emprise au nord. Afin de sécuriser ce site, un enclos a été réalisé autour de cette sortie et ouvert vers l'extérieur. Dès l'ouverture, les sangliers se sont précipités dans cette portion d'emprise pour s'alimenter, labourant la totalité du terrain devenu accessible.

La densité excessive des sangliers dans la plaine de Maures pousse certains animaux à rechercher de la nourriture dans les terrains nourriciers peu ou pas exploités par d'autres. Les emprises présentent une appétence pour ces animaux. Elles abritent de nombreuses plantes et des espèces animales recherchées par les sangliers. Les emprises recèlent également certains points d'eau qui attirent ces animaux, notamment dans les maquis présentant peu de ressources en eau.

Conclusion

La motivation des sangliers qui pénètrent dans les emprises serait liée à la recherche de ressources épuisées ou fortement raréfiées dans leurs biotopes, notamment dans les espaces traversés par l'autoroute A 57. Une surexploitation de ces ressources est observée dans l'ensemble de la plaine de Maures.

La densité excessive des sangliers est soutenue par les pratiques cynégétiques. Cette situation inquiète également la communauté des naturalistes qui précisent que des espèces animales et végétales sont menacées par ces animaux. Les sangliers exercent une forte pression sur les milieux naturels en recherchant leur nourriture dans les terrains de l'ensemble du massif. Ainsi, les plantes à bulbe comme les tulipes sauvages et les jeunes tortues d'Hermann, espèce emblématique de la plaine

des Maures sont détruites par les sangliers contribuant à la disparition de ces populations.

Les dépendances autoroutières sont attractives pour ces animaux. La gestion extensive de ces espaces favorise probablement leur attractivité, mais la densité des sangliers est telle que des espaces gérés de manière plus intensive seraient également attractifs. Dès lors que des espaces sont maintenus à un stade de végétation plus ou moins ouverts en opposition au boisement, ce qui est le cas en bordure d'autoroute, ils recèlent nécessairement une flore et une faune spontanées recherchées par les sangliers.

Les solutions techniques pour limiter le risque de collision entre un véhicule et un sanglier sur l'autoroute se reportent donc sur la qualité des dispositifs de clôture [3]. Un programme de renforcement de la base des clôtures a été réalisé dans les zones les plus sensibles du massif des Maures (novembre 1999). Les données recueillies au cours de l'année qui a suivi la mise en place de ces dispositifs semblent indiquer une diminution de la fréquence des sangliers dans les emprises autoroutières. L'évolution de ce risque nécessite une surveillance soutenue. ●

Bibliographie

- [1] G. W. GROOT BRUINDERINK, E. HAZEBROEK, « Ungulate traffic collision in Europe », *Conservation Biology*, volume 10, n° 4 : 1 059-1 067, 1996
- [2] V. VIGNON, « Bilan des outils de suivi de l'efficacité des passages-faune autoroutiers », Office de génie écologique pour l'Association des sociétés françaises d'autoroute (25 p.), 1998
- [3] S. MÜLLER, « Efficacité des mesures destinées à empêcher la pénétration de la faune dans l'emprise des voies de circulation », actes des 3^{es} rencontres « Routes et faune sauvage », ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire, p. 203-214, 1999