Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie

Office fédéral des routes

COMMISSION

DES RECHERCHES EN MATIERE DE CONSTRUCTION DE ROUTES

Mandat de recherche n° 15/77

"PROTECTION DU GIBIER"

SECURITE FAUNE/TRAFIC

Rapport final

Laboratoire des voies de circulation
Département de génie civil
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Sylve MÜLLER
Ing. dipl. EPF
En Vaudallaz
1175 LAUSANNE

Flavia MOGNETTI
Ing. dipl. EPF
Rue du Lac 41
1400 YVERDON

Novembre 1991

REMERCIEMENTS

Que les nombreuses instances qui ont contribué au rassemblement des données et connaissances ayant permis l'étude des problèmes posés par la **sécurité Faune/Trafic** trouvent ici l'expression des remerciements que leur collaboration a mérité. Toutes ces instances figurent dans l'annexe I au présent rapport.

Ces remerciements s'adressent également à Madame **J. Siegrist**, Messieurs **Guy Berthoud**, **Jean-Denis Burnand** et **Christophe Perret-Gentil** qui ont participé à de nombreuses recherches intermédiaires ainsi qu'à toutes les autres personnes consultées qui ont toujours largement mis leurs connaissances à disposition. Parmi ces dernières il faut citer en particulier le Dr **Konrad Lorenz**.

Un remerciement spécial va au **Laboratoire des voies de circulation de l'EPFL (LAVOC)** et à ses directeurs, Monsieur le Prof. **R. Crottaz**, aujourd'hui président du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales, et son successeur, Monsieur le Prof. **G. Dumont** pour l'intérêt et le soutien qu'ils ont témoignés aux travaux présentés ici.

Un remerciement va encore à Monsieur **A. Spake** du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes à Bagneux, près de Paris, et à Monsieur **J. Carsignol** du Centre d'Etudes Techniques et de l'Equipement de l'Est pour les contacts fructueux qui ont eu lieu fréquemment avec eux.

Que Monsieur **K. Iseli**, garde-chasse à Grafenried, trouve ici aussi des remerciements pour la constance avec laquelle il a relevé inlassablement depuis 22 ans les accidents provoqués par les chevreuils le long de trois tronçons de route protégés par des surfaces réfléchissantes dans le canton de Berne.

Un remerciement particulier va à Madame **Marianne Cachin** qui a assuré la présentation de ce rapport, acceptant infatigablement et toujours avec le sourire de remettre son travail à l'écran jusqu'à sa parfaite présentation.

Un grand merci également à M. **Gordan Vosicki**, Mlle **Françoise Vittoz** et M. **Maurice Perruchoud** pour leur contribution au traitement informatique de données, à Madame **Rosemarie Mognetti-Polinoro** qui nous a aimablement prêté des dessins illustrant ce travail ainsi qu'au **Centre Naturopa du Conseil de l'Europe** pour ceux qui lui ont été empruntés.

Les auteurs

30 novembre 1991

TABLE DES MATIERES

1. LES ETUDES FAUNE-TRAFIC 1

1.1 Bases de l'étude 1

1.2 Importance du problème 2
1.2.1 Gestion de l'environnement naturel 2
1.2.2 Effet de barrière sur les populations animales 3
1.2.3 Situation en Suisse 3

1.3 Objectifs de la recherche 6
1.3.1 Complexité des objectifs à atteindre 6
1.3.2 Buts de la recherche 7

1.4 Collecte des données nécessaires 8
1.4.1 Définition de la base de données 8
1.4.2 Récolte des données 9
1.4.3 Principales catégories d'animaux accidentés 12
1.4.4 Traitement informatique des données 12

1.5 Etudes "Faune / Trafic" 14
1.5.1 Etudes "Faune/Trafic" 14
1.5.2 Exploitation des données et normalisation 14

1.6 Exécution des travaux de recherche 16

2. VERIFICATION DE L'ETUDE REALISEE EN 1966 17

2.1 Caractéristiques examinées en 1966 17

2.2 Pourcentages d'accidents provoqués par les différentes espèces d'animaux 18

2.3 Répartition des accidents entre le jour et la nuit 20

2.4 Répartition des accidents en fonction du profil en travers 21

2.5 Répartition des accidents en fonction de la couverture du sol 22

2.6 Conclusions 23

3. QUATRE ETUDES PONCTUELLES 25

3.1 Répartition des principaux animaux dangereux pour le trafic en Suisse 25

3.2 Statistiques de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) 28

3.3 Observations dans la réserve du Département de sciences forestières et du bois de l'EPFZ dans le Reppischtal 34

3.4 Observations le long de trois routes cantonales protégées par des surfaces réfléchissantes dans le canton de Berne 37
3.4.1 Déroulement des essais 37
3.4.2 Commentaires 37

3.5 Conclusions 40

4. EXPLOITATION DES RELEVES D'ACCIDENTS 41

4.1 Remarques préliminaires 41

4.2 Répartition des accidents pendant l'année 42
4.2.1 Répartition des accidents pendant l'année 42
4.2.2 Constatations générales 44
4.2.3 Conclusions 47

4.3 Répartition des accidents pendant la journée 48
4.3.1 Répartition des accidents pendant la journée 48
4.3.2 Analyse des résultats obtenus 48
4.3.3 Conclusions 50

4.4 Influence de la lune sur la répartition des accidents 51

4.5 Influence de la chasse sur la répartition des accidents 53
4.5.1 Bases à disposition 53
4.5.2 Influence de la chasse en général 53
4.5.3 Influence du type de chasse 53
4.5.4 Conclusions 54

4.6 Répartition des accidents en fonction du profil en travers de la route au droit du lieu d'accident 55
4.6.1 Introduction 55
4.6.2 Répartition des accidents en fonction du profil de la route 56
4.6.3 Analyse des résultats obtenus 58
4.6.4 Conclusions 59

4.7 Répartition des accidents en fonction de la couverture du sol au droit du lieu d'impact 60
4.7.1 Introduction 60
4.7.1.1 Cerfs et chevreuils 60
4.7.1.2 Renards 60
4.7.2 Répartition des accidents en fonction de la couverture du sol le long de la chaussée 61
4.7.3 Analyse des résultats obtenus 62
4.7.4 Conclusions 63

4.8 Répartition des accidents en fonction du type de route 64
4.8.1 Introduction 64
4.8.2 Répartition des accidents par animaux et type de route 65
4.8.3 Analyse des résultats obtenus 68
4.8.4 Conclusions 68

4.9 Vitesse du véhicule au moment de l'accident 69
4.9.1 Examen des résultats 69
4.9.2 Conclusions 70

4.10 Répartition des coûts des accidents 72

4.11 Etude des collisions entre véhicules et animaux 73
4.11.1 Champ de vision d'un conducteur de véhicule en mouvement le long d'une route 73
4.11.2 Prise de conscience de la présence d'un animal avant un accident 76
4.11.3 Côté d'où provient l'animal 77
4.11.4 Types de collisions avec les animaux 77

4.11.5 Points d'impact des animaux sur les véhicules 78
4.11.6 Comportement de l'animal après une collision 80
4.11.7 Influence de la couleur des phares 80

4.12 Influence des limitations de vitesse 83
4.12.1 Introduction 83
4.12.2 Cantons des Grisons et du Valais 84
4.12.2.1 Réseau routier considéré 84
4.12.2.2 Evolution des accidents dans le canton des Grisons 84
4.12.2.3 Evolution des accidents dans le canton du Valais 84
4.12.2.4 Evolution des effectifs de chevreuils dans les cantons des Grisons et du Valais 84
4.12.2.6 Cas des cerfs dans les deux cantons 86
4.12.3 Reppischtal dans le canton de Zürich 86
4.12.3.1 Réseau routier considéré 86
4.12.3.2 Evolution des accidents 86
4.12.3.3 Evolution de l'effectif des chevreuils dans le canton de Zürich 87
4.12.3.4 Commentaires 87
4.12.4 Canton de Berne 88
4.12.4.1 Réseau routier considéré 88
4.12.4.2 Evolution des accidents 88
4.12.4.3 Evolution de l'effectif des chevreuils 88
4.12.4.4 Commentaires 88
4.12.5 Conclusions 90

4.13 Age des animaux accidentés 91

4.14 Poids des animaux accidentés 93

4.15 Sexe des animaux tués 94

4.16 Conclusions de l'exploitation des relevés d'accidents 96

5. CONCLUSIONS 97

5.1 Le problème route-faune 97

5.2 Les sources de danger pour la faune 99

5.3 Mesures de protection 101
5.3.1 Généralités 101
5.3.2 Choix du tracé 101
5.3.3 Mesures naturelles 102
5.3.3.1 Pour la faune en général 102
5.3.3.2 Pour les batraciens 102
5.3.3.3 Pour les oiseaux 102
5.3.3.4 Pour la faune aquatique 103
5.3.3.5 Mise en oeuvre des mesures naturelles 103
5.3.4 Mesures techniques 103
5.3.4.1 Pour la faune en général 103
5.3.4.2 Pour les batraciens 105
5.3.4.3 Pour la faune aquatique 106

5.4 Niveaux d'intervention dans le domaine de la sécurité Faune/Trafic 107

5.5 Etablissement d'un projet routier 108

5.6 Collaboration ingénieur/biologiste et sécurité Faune/Trafic 109

5.6.1 Introduction 109

5.6.2 Le paysage 109

5.6.3 Rôle de l'ingénieur lors de la création d'ouvrages d'art 110

5.6.4 Rôle des spécialistes de l'environnement lors de la création d'ouvrages d'art 111

5.6.5 Collaboration ingénieur/spécialiste du milieu 112

5.6.6 Sécurité Faune/Trafic 113

5.7 Travaux de recherche à l'avenir 114

6. RESUMES 117

6.1 Résumé 117

6.2 Zusammenfassung 118

7. BIBLIOGRAPHIE 119

8. ANNEXES 121

1. LES ETUDES FAUNE-TRAFIC

1.1 Bases de l'étude

Le nombre élevé d'animaux tués sur les premiers tronçons d'autoroute ouverts à la circulation en Suisse inquiéta très tôt les sociétés de chasseurs, les clubs automobiles, les sociétés protectrices des animaux et les constructeurs de routes. En automne 1964, les cercles intéressés vinrent exposer au Service fédéral des routes et des digues (aujourd'hui Office fédéral des routes) les soucis que leur causaient ces accidents et lui demander de prendre des mesures pour en limiter le nombre.

Quelques mois plus tard, l'ancienne commission "**VSS 7 – Plantations**" de l'Union des professionnels suisses de la route (VSS) désignait de son côté une sous-commission; celle-ci fut chargée d'examiner le problème posé par la présence du gibier le long des routes et de faire des propositions pour diminuer le nombre des collisions avec des animaux. Baptisée "**Gibier**", elle comprenait un forestier, deux ingénieurs civils et un représentant du Service fédéral des routes et des digues. Ce Service informa alors les participants à la séance de l'automne précédent de la création de cette sous-commission ainsi que de son mandat.

Il s'agissait au début de résoudre un problème de sécurité de la circulation. L'optique évolua avec le temps, particulièrement avec l'entrée en vigueur de la Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage du 1er juillet 1966 et de son ordonnance d'exécution du 27 décembre de la même année ainsi qu'après l'année 1970 proclamée "**Année de la nature**". Il n'est plus question maintenant que de "**Sécurité Faune/Trafic**" sans faire de différence entre les protagonistes. Dans cette optique, c'est la collision entre deux mouvements qui est prise en compte aujourd'hui, d'une part le **trafic automobile** provoqué par les déplacements de l'homme, d'autre part le **trafic animal** généré par les impératifs qui régissent la vie de la faune. Si le premier de ces trafics est relativement défini et facile à cerner, le second est complexe et mal connu du fait du nombre important des espèces qui l'engendrent, ainsi que des difficultés inhérentes à une pleine compréhension de ce qui régit le comportement des animaux.

En 1965-66, lors des premiers travaux concernant la "**Protection de la faune le long des routes**", la littérature correspondante était rare. Mises à part quelques statistiques sur les nombres d'accidents, il n'existait rien qui décrivît en détail l'interaction véhicule-gibier. Il fallut donc dès le début faire appel à des instances pouvant fournir les données nécessaires à l'établissement d'une telle documentation.

Dans une première phase, le Touring Club et l'Automobile Club de Suisse en particulier purent mettre à disposition des renseignements permettant de se faire une idée de ces accidents et d'établir les première normes concernant la protection de la faune le long des routes. Il s'avéra rapidement qu'il était intéressant de pouvoir disposer d'informations plus amples concernant les lieux d'accidents et d'obtenir en particulier des détails sur leur déroulement. C'est pourquoi la collecte de données fut entreprise à grande échelle; le présent rapport tente d'en tirer les conclusions essentielles.

1.2 Importance du problème

1.2.1 Gestion de l'environnement naturel

Plus de vingt-cinq ans d'études dans le domaine ont montré que la sécurité de la circulation face à la faune fait partie de la **gestion de l'environnement naturel**. Les problèmes qu'elle pose ne peuvent être résolus ou partiellement résolus, que dans le cadre d'une intégration aussi équilibrée que possible des activités de l'homme (trafic automobile) et des ouvrages qu'elles nécessitent (routes et installations annexes) dans le milieu naturel concerné.

Sur une moyenne de 690'000 accidents de la circulation relevés chaque année en Suisse, 7500 environ sont provoqués par la faune, soit environ 1,1% du total. Les conséquences de ces accidents figurent au **tableau 1.2.1**, ci-après.

Nombre d'accidents causés par la faune	Type d'accident	Taux
7500 acc./an	avec dégâts matériels	1 à 2%
	avec blessés	1 à 2 ‰
	accident mortel	1 à 2 ‰

Tableau 1.2.1 Conséquences des accidents avec le gibier en Suisse

La présence de la faune et son comportement dans l'emprise des routes sont donc des causes d'accident de la circulation tout à fait mineures; du point de vue de la sécurité routière, d'autres causes plus importantes sont à prendre en considération avant elle. C'est pour des **raisons d'ordre éthique et écologique** que l'ingénieur doit tenir compte de cet élément dans ses projets. Il ne doit pas s'occuper seulement des problèmes de sécurité pour le trafic provoqués par les animaux dangereux par leur taille, mais également des conséquences pour tous les animaux du trafic automobile et des installations qu'il nécessite (chaussées, ponts, galeries de protection contre les chutes de pierre et avalanches, parois antibruit, clôtures, corrections de rivière, etc...).

La faune est l'un des éléments fondamentaux du tissu existant dans lequel il faut aujourd'hui intégrer la route, et ceci dans le but de **maintenir les équilibres du milieu naturel**.

Tous les animaux sont menacés directement ou indirectement par le trafic routier et ses émissions, le plus petit insecte comme le plus gros mammifère, et les oiseaux comme les poissons (p.ex. : pollution des eaux s'écoulant en bordure des routes, émission de poussières, de NO_x, etc...). Les animaux victimes du trafic constituent une part importante des animaux périssant chaque année pour des causes diverses : chasse et blessure par balle, âge, maladie, accidents de diverses nature, attaque de chiens, empoisonnements, etc.

La faune forme un ensemble dont chaque élément est plus ou moins menacé par le trafic et les constructions routières.

1.2.2 Effet de barrière sur les populations animales

Le trafic routier engendre des collisions généralement mortelles pour les animaux concernés. La route crée des coupures dans le terrain dont les effets varient en importance selon le type de voie de circulation, la densité du réseau routier et l'espèce considérée. Les conséquences d'une collision avec un cervidé sur une route à trafic dense et rapide sont évidentes pour tout le monde, alors que les conséquences de l'échauffement des revêtements routiers sur les insectes ne sont connus que de rares spécialistes

Cet **effet de barrière** de la route est important et souvent sous-estimé; il touche les populations animales dans leur ensemble. Un réseau routier dense et surtout clôturé découpe le terrain en zones plus ou moins isolées et peut provoquer des dégénérescences chez les animaux en perturbant ou en rendant le brassage génétique impossible. Le compartimentage du terrain en parcelles trop petites ne permet pas le maintien de population suffisamment importante pour assurer la survie des espèces concernées.

A côté de ce rôle de **barrière mécanique**, les routes exposées au soleil en été jouent pour les insectes un rôle de **barrière thermique**, car au-dessus du revêtement se créent des courants chauds ascendants qui leur en empêchent le franchissement.

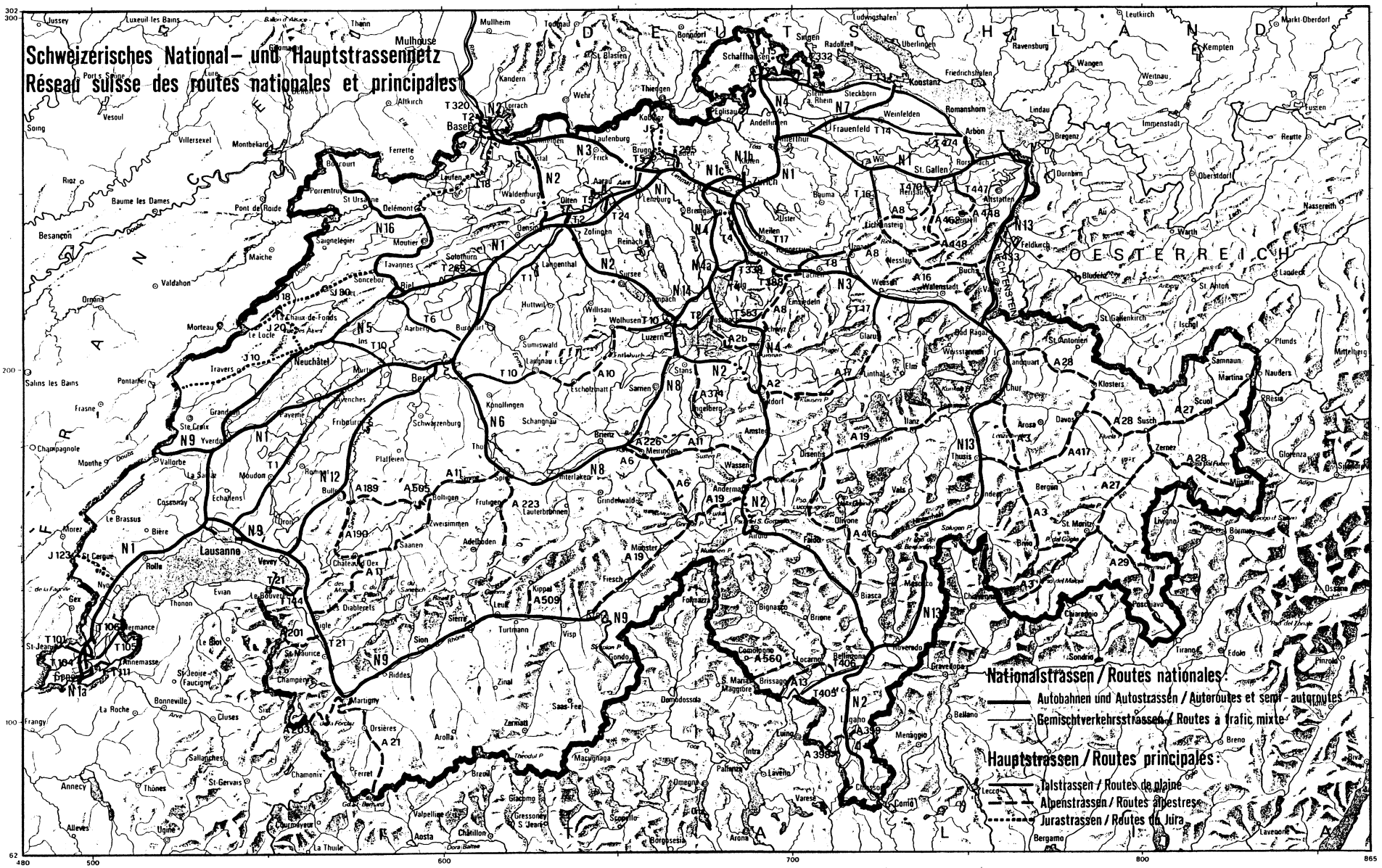
Le trafic touche pour sa part des animaux pris individuellement. Le comportement de l'individu est dans ce cas déterminant. Souvent la grande faune admet la route comme limite de territoire et ne la franchit qu'accessoirement. D'autres animaux doivent par contre la traverser impérativement. C'est le cas par exemple des batraciens en période de reproduction. Leur comportement individuel joue ici un rôle important; au moment de leur migration, les Grenouilles agiles (*Rana dalmatina*) mettent en moyenne 20 secondes pour franchir une route de 6 m de large alors que les couples de Crapauds communs (*Bufo bufo*), mâle sur femelle, mettent en moyenne 20 minutes pour y parvenir, surtout si le trafic est un peu dense et du fait que celui-ci bloque les animaux sur place lors du passage de chaque véhicule. Les premières échappent assez facilement à l'écrasement, les seconds très rarement. Les jeunes métamorphosés qui ne se font pas écraser sont en général purement et simplement soufflés de côté par l'air déplacé par les véhicules. Or, des phénomènes du même genre que ceux décrits ici pour les batraciens se produisent d'une façon ou d'une autre pour toutes sortes d'espèces d'animaux.

1.2.3 Situation en Suisse

Le **tableau 1.2.3** indique, pour les principales espèces, les nombres d'animaux tués sur les routes en Suisse et enregistrés par la section "Chasse et étude du gibier" de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) au Département fédéral de l'intérieur. Il faut ajouter à ces chiffres les animaux tués par le trafic ferroviaire et tous les animaux tués et non enregistrés pour se rendre compte de l'importance des prélèvements provoqués par les deux trafics cités. Il faudrait encore compléter les données présentées par celles concernant toutes les autres espèces touchées par ces trafics pour se rendre compte de l'importance de ces prélèvements pour l'ensemble de la faune.

Les animaux périssent sur un réseau routier de 71'3500 km, dont 1'850 km d'autoroutes. Ce réseau est extrêmement varié et comprend des routes de plaine en zones urbaine et interurbaine, des routes de montagne ainsi que de haute montagne. L'épine dorsale de ce réseau est formé par le réseau des routes nationales (autoroutes) et des routes principales (**fig. 1.2.3**).

Schweiz Suisse Svizzera



Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 26.11.1991

©Bundesamt für Landestopographie
©Office fédéral de topographie
©Ufficio federale di topografia
3084 Wabern

Figure 1.2.3 Réseau suisse des routes nationales et principales

ASB/OFR 1.7.87/pl

Animaux	Animaux tués sur les routes	Effectif moyen
Chevreuils	6'500 à 8'250	110'000
Cerfs	250 à 400	22'000
Chamois	10 à 35	68'000
Renards	950 à 4'050	—
Lièvres bruns	850 à 2'550	—

Tableau 1.2.3 Nombres de grands animaux tués en Suisse entre 1980 et 1990

Il faut toutefois relativiser les chiffres cités dans le **tableau 1.2.3** en tenant compte de l'effectif des populations correspondantes. Pour les chevreuils le prélèvement correspond à 7 à 8% des effectifs correspondants; pour les cerfs à 1 à 2% et pour les chamois moins de 1°/oo.

Le nombre d'animaux tués par espèce dépend de nombreux facteurs permanents ou temporaires liés :

- au milieu ambiant
- au comportement de la victime au moment de l'accident
- aux flux du trafic automobile
- au comportement du conducteur au moment de la collision.

1.3 Objectifs de la recherche

1.3.1 Complexité des objectifs à atteindre

Les problèmes posés par la sécurité Faune/Trafic se répartissent en deux groupes :

- Problèmes concernant la route en tant qu'ouvrage inerte emprunté par la faune (ceux-ci ressortent principalement du domaine de l'ingénieur)
- Problèmes concernant la faune et le trafic routier en tant que conflit entre deux éléments mobiles de caractéristiques distinctes.

Les études concernant le comportement des animaux sont toutes de longue durée. Les connaissances les plus essentielles dans ce domaine laissent encore apparaître de nombreuses zones d'ombre. Il en est ainsi par exemple pour leur **sens de l'orientation** qui reste quasi inconnu hormis certaines suppositions. Ce facteur de base permettrait de mieux tenir compte du comportement des animaux au voisinage des chaussées et de les diriger plus efficacement vers des lieux de franchissement sûrs, tels que des passages à faune inférieurs ou supérieurs. Si ceux-ci sont aujourd'hui encore d'une efficacité aléatoire, c'est parce que lors de leur réalisation, les habitudes et les motifs probables du comportement des animaux concernés ne sont pas suffisamment connus et souvent pas assez étudiés.

Dans le cadre de ces études, il faut considérer également le cycle annuel des phénomènes observés. L'examen d'un certain nombre de cycles successifs est nécessaire pour pouvoir de prendre en considération et évaluer l'influence de paramètres tels que modification du trafic d'origine diverse (détournement de circulation, création de nouveaux centres d'activité, construction d'ouvrages d'art de diverses natures, augmentation du parc à véhicules incriminé), variation des effectifs des populations concernées, changement de types de cultures, déboisements, boisement, etc... sur ces phénomènes.

Seules des observations de longue durée permettent la détermination du comportement de la faune le long d'une route donnée. Par **longue durée**, il faut entendre une période correspondant à un multiple de douze mois consécutifs se répétant sur au moins 3 à 4 années consécutives également. Plus la période d'observation est longue, plus les résultats sont intéressants.

Si sous "Sécurité Faune-Trafic" il ne faut voir que la lutte contre des animaux provoquant des accidents aux véhicules automobiles, le problème est relativement simple. Il suffit de connaître les espèces qui représentent un danger pour l'automobile par leur masse et de leur interdire l'accès à la chaussée. Il s'agit dans ce cas d'animaux généralement plus gros qu'un renard; mais en réalité la taille n'est pas limitative : l'apparition subite d'un animal plus petit dans le champ visuel du conducteur ou la piqûre d'un insecte peut provoquer une fausse manoeuvre qui peut envoyer la voiture s'écraser hors de la route... Si au contraire, la confrontation "Faune-Trafic" est considérée globalement, ce ne sont plus seulement les automobiles qu'il faut protéger contre les animaux, mais aussi toute la faune qu'il faut protéger contre les véhicules et la route. Il ne s'agit plus alors de sécurité routière, mais de **protection** et de **gestion de l'environnement**, problèmes bien plus vastes où écologie, éthologie, sociologie, psychologie et technique interviennent.

Le problème est **pluridisciplinaire**; il ne pourra être résolu que par la collaboration de nombreux spécialistes. De ces considérations se sont dégagés les buts de la recherche présentée dans ce mandat de recherche.

1.3.2 Buts de la recherche

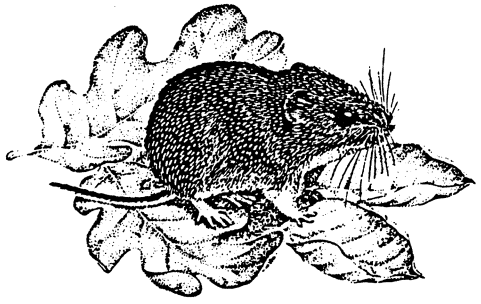
Les travaux réalisés ont visé quatre buts :

1) **Le contrôle des caractéristiques des accidents** déterminées en 1965-66 sur la base d'un nombre restreint de collisions, opération qui fut à l'origine de l'établissement des normes VSS sur la protection du gibier (parues en 1968 et 1969).

2) **L'examen du maximum de relations entre les éléments concernant les accidents avec le gibier** (espèce concernée, date, heure, lieu, modelé du terrain, couverture du sol, véhicule, etc...)

3) **L'étude du déroulement des accidents Faune/Trafic**

4) La **mise en évidence** et la **promotion de l'interdisciplinarité du travail des spécialistes s'occupant du problème Faune/Trafic** (dans l'optique d'une gestion harmonieuse de l'environnement lors de l'établissement d'un projet routier)



1.4 Collecte des données nécessaires

1.4.1 Définition de la base de données

La difficulté primordiale résidait au début dans le manque de données concernant les accidents provoqués par le gibier. Il existait bien une littérature descriptive assez abondante sur le sujet, mais elle ne contribuait qu'à poser le problème et non à le résoudre. Le premier travail consista donc à réunir une vaste documentation par :

- des **contacts avec de nombreuses personnes** concernées par le sujet en Suisse et en Europe de l'Ouest, ainsi qu'aux USA

- des **enquêtes sur les accidents** grâce à la collaboration de certaines gendarmeries cantonales, clubs automobiles, services cantonaux des routes et autoroutes et autres instances intéressées

Il ressortit de l'examen de la documentation rassemblée que trois éléments fondamentaux sont à prendre en considération chaque fois que l'on s'occupe de la sécurité Faune-Trafic, à savoir :

- une **bonne connaissance des accidents**
  moment, emplacement, déroulement, trafic automobile, etc...

- le **comportement des animaux impliqués**
  espèces et leurs besoins, comportements et leurs motifs, etc...

- les **mesures de protection possibles**
  installations de protection proprement dites, adaptations d'ouvrages existants aux besoins du gibier, etc...

Une **collaboration étroite entre ingénieurs civils et spécialistes de la faune et des milieux naturels** s'avéra très tôt comme un élément indispensable pour traiter le thème "Faune-Trafic.

La récolte des **relevés d'accidents** permit de disposer dès 1966 de renseignements concernant environ 3000 cas; celle-ci se poursuit encore partiellement actuellement et ce sont maintenant environ 18'000 relevés qui sont disponibles. Leur nombre élevé permet de compenser les lacunes qui y apparaissent parfois. La qualité des caractéristiques des accidents figurant dans les relevés varient de façon appréciable d'un relevé à l'autre, car les nombreuses sources qui les ont fournis ont toutes travaillé bénévolement et ont établi leurs relevés sur des formulaires correspondant à leurs besoins. Exploités en 1966 à la main, ces relevés sont aujourd'hui traités par ordinateur à l'aide d'un programme adéquat (voir **chap. 1.4.4**). Ils contiennent essentiellement des renseignements concernant l'accident, ses protagonistes, son environnement immédiat et son déroulement.

Une partie des animaux tués par le trafic est emportée par l'auteur de l'accident ou par le passant qui la découvre sur la chaussée. Une autre partie importante des animaux touchés par des véhicules s'enfuit et va mourir le plus fréquemment en-dehors de la route. Ceci implique que ces animaux vont échapper à toute statistique. Le nombre réel d'accidents est donc bien plus grand que le nombre des accidents enregistrés (selon les espèces et les auteurs de 50 à 150%).

1.4.2 Récolte des données

Les collisions entre véhicule automobile et gibier sont caractérisées par leur grande dispersion dans le terrain et dans le temps et malgré de fréquentes concentrations locales ce n'est que fortuitement qu'il est possible d'assister à l'une d'elle comme acteur ou observateur.

Pour examiner les accidents correspondants, il est donc nécessaire de recourir à des données rassemblées a posteriori. Les bénévoles qui fournirent celles qu'ils collectaient pour leurs propres besoins provenaient d'horizons divers (gardes-chasse, cantonniers, chasseurs, etc), ce qui eut pour effet d'apporter souvent des renseignements partiels sur les sujets intéressant la recherche. Par recours à des plans, à des cartes et à des recoupements divers, il fut possible de compléter les données fournies et de les répartir dans l'un des **7 groupes** suivants, à savoir :

Groupe 1 : Moment de l'accident
- date
- heure
- période de chasse ou non
- phase de la lune

Groupe 2 : Localisation de l'accident
- canton
- région (Jura, Plateau, Préalpes, Alpes)
- lieu exact de l'accident (par coordonnées ou kilométrage)

Groupe 3 : Animal concerné
- espèce
- âge
- sexe
- poids
- comportement après l'accident

Groupe 4 : Description du lieu de l'accident
- couverture du sol
- route (profil et état)
- présence de clôture ou non
- temps au moment de l'accident
- type de route

Groupe 5 : Véhicule impliqué
- vitesse au moment de l'accident
- emplacement où l'animal a heurté le véhicule
- couleur des phares
- coût de réparation des dégâts

Groupe 6 : Déroulement de l'accident
- perception anticipée de l'animal par le conducteur
- genre d'accident (collision ou manoeuvre d'évitement)
- côté d'où l'animal est venu

Groupe 7 : Origine des renseignements
- instance ayant fourni les données

Les données rassemblées concernent 27 espèces de mammifères (dont 19 espèces sauvages) et 29 espèces d'oiseaux.

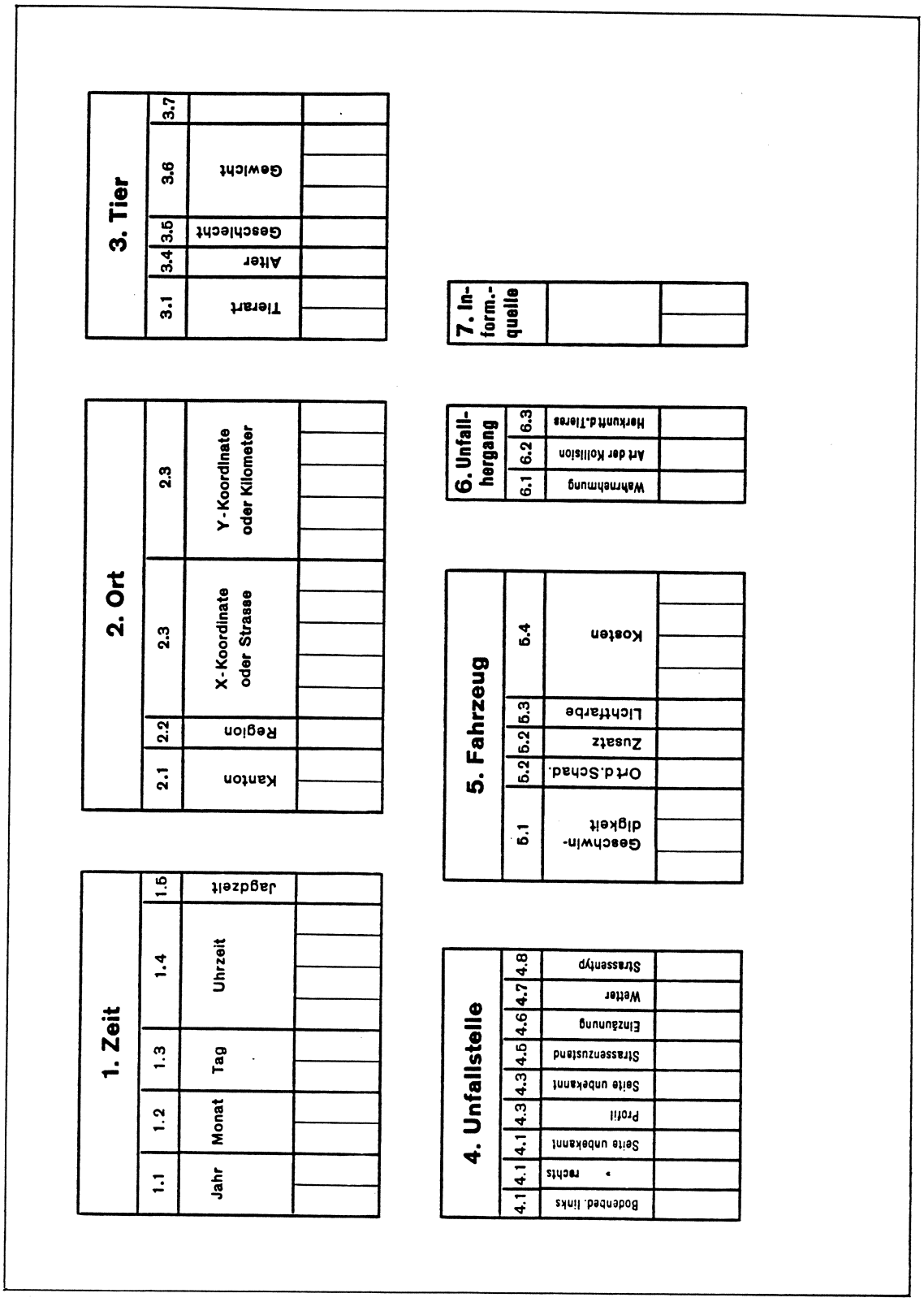
L'**Annexe I** donne la liste des instances (sources) qui participèrent à la collecte des données. Celles-ci furent transmises soit à l'aide d'un formulaire établi à cet effet (**fig. 1.4.2-1**), soit à l'aide de formulaires propres à l'instance concernée. Tous les renseignements collectés furent transcrits sur un formulaire spécial (**fig. 1.4.2-2**) à l'aide d'une "clé numérique" en vue de leur traitement informatique.

Marquer ce qui convient à l'aide d'un x							
Accidents dus à des animaux Tronçon de route de		Canton à			Rapports No		
Date	Heure	Lieu d'accident exact: coordonnées, kilométrage			Animal accidenté		
Abords lieu d'accident		Profil de la route			Divers		
Pré/Pâturage			à niveau		Moment du jour	Jour	
Champs			en déblai			Aube ou crépuscule	
Forêt			½ déblai			Nuit	
Buissons			mixte		Clôture	nulle	
Verger			½ remblai			un côté	
Zone habitée			en remblai			deux côtés	
Observations:				Signature:			

Figure 1.4.2-1 Formulaire de relevé d'accident

La qualité des renseignements fournis est hétérogène et peut varier de façon importante (leur qualité a été indiquée dans l'**Annexe I**); l'imprécision de certaines d'entre elles joue un rôle pour les espèces peu représentées dans la documentation. Il en a été tenu compte dans le choix des échantillons étudiés. Parmi les données les plus douteuses fournies par les collecteurs, il faut noter l'indication de la période de chasse, du temps qu'il faisait et de l'état de la route au moment de l'accident. Tout ce qui y correspondait n'a pas été pris en considération dans les études faites, sauf la période de chasse qui a été réintroduite par l'intermédiaire du programme d'ordinateur, sur la base des prescriptions légales ayant trait aux périodes de chasse dans les différents cantons.

Excepté pour les oiseaux, la détermination des animaux a posé peu de problèmes. Toutefois, des différences telles que celles intervenant entre fouine et martre ou lièvre et lapin peuvent échapper au collecteur non-spécialiste. De ce fait, certains regroupements ont été faits surtout parmi les oiseaux, par exemple entre corbeaux et corneilles, ou bien parmi les rapaces nocturnes.



1. Zeit				
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Jahr	Monat	Tag	Uhrzeit	Jagdzeit

2. Ort			
2.1	2.2	2.3	2.3
Kanton	Region	X-Koordinate oder Strasse	Y-Koordinate oder Kilometer

3. Tier				
3.1	3.4	3.5	3.6	3.7
Tierart	Alter	Geschlecht	Gewicht	

4. Unfallstelle								
4.1	4.1	4.1	4.3	4.3	4.5	4.6	4.7	4.8
Bodenbed. links	» rechts	Seite unbekannt	Profil	Seite unbekannt	Strassenzustand	Einzäunung	Wetter	Strassentyp

5. Fahrzeug						
5.1	5.2	5.2	5.3	5.4
Geschwindigkeit	Ort d. Schad.	Zusatz	Lichtfarbe	Kosten

6. Unfallhergang		
6.1	6.2	6.3
Wahrnehmung	Art der Kollision	Herkunft d. Tieres

7. Informquelle

Figure 1.4.2-2 Formulaire de transcription

Les séries d'observations et données n'ayant servi qu'à l'étude de quelques problèmes particuliers et dont l'exploitation a été faite manuellement n'ont pas été incluses dans la documentation décrite ici.

Les **ANNEXES II** à **V** donnent les listes des mammifères et oiseaux accidentés pour lesquels des renseignements sont disponibles, avec le type et le nombre de données par espèce.

La présence d'animaux très spéciaux tels que des castors, tortues, etc., montre que sur certains types de voies de circulation (autoroutes), le relevé des cadavres sur la chaussée est beaucoup plus systématique qu'ailleurs.

1.4.3 Principales catégories d'animaux accidentés

La répartition des animaux accidentés selon leur mode d'alimentation principal figure dans le **tableau 1.4.3-1**.

Animaux	Herbivores	Carnivores	Insectivores	Rongeurs
Sauvages	9411	1554	821	1154
Domestiques	70	2545	–	–
Divers	–	–	–	9
Totaux	9481	4099	821	1163

Tableau 1.4.3-1 Répartition des mammifères selon leur mode d'alimentation

Le **tableau 1.4.3-2** indique les caractéristiques des oiseaux ramassés sur la chaussée.

Type d'oiseau	Nombre relevé
Diurne	404
Nocturne	232
De proie	389
Oiseau-proie	247
Indéterminé	26

Tableau 1.4.3-2 Types d'oiseaux ramassés sur la route

1.4.4 Traitement informatique des données

Les relevés d'accidents disponibles ont été exploités à l'aide d'un ordinateur. Ces relevés introduits dans une banque de données relativement simple se prêtent bien à une exploitation par le logiciel **ORACLE**. Ce programme très complet et performant requiert une mise en forme de

la banque de données en vue de son utilisation ultérieure. L'utilisateur définit ensuite les opérations désirées dans son langage spécifique.

Avec un minimum de connaissances d'**ORACLE**, il a été relativement simple d'extraire de la banque les renseignements nécessaires à l'étude présentée. Les résultats (listings) ont constitué par divers tableaux directement exploitables.

1.5 Etudes "Faune / Trafic"

1.5.1 Etudes "Faune/Trafic"

Il n'est pas possible de traiter le problème de la sécurité Faune/Trafic que du point de vue de la sécurité routière, c'est-à-dire en interdisant purement et simplement aux animaux tout accès à la chaussée. Il faut au contraire tenir compte de ces derniers, de leurs besoins et de leur comportement en général et en particulier vis-à-vis du trafic automobile. Cette constatation conduisit, dès le début des études sur les batraciens et sur les hérissons, à inclure la composante **"Trafic"** dans les recherches sur ces animaux. A partir de 1975, des études spécifiques furent entreprises sur le comportement des principaux animaux le long des routes au moment où ils sont confrontés à la circulation automobile, ainsi qu'à l'efficacité des installations de protection proposées.

Les travaux effectués jusqu'à ce jour dans ces domaines se répartissent en trois groupes :

- **Etude des accidents et des mesures de protection possibles.** De 1965 à aujourd'hui et objet principal du présent rapport.
- **Etudes de la biologie de certains animaux** en vue de leur protection le long des routes (batraciens et hérissons). Ces études durèrent de 1972 à 1986.
- **Etude du comportement du gibier le long des routes** compte tenu du trafic automobile et contrôle de l'efficacité des installations de protection proposées. Ces études durèrent de 1976 à 1986.

Les résultats provenant de l'étude des relevés d'accidents et les connaissances acquises dans le terrain se reflètent dans plus de 20 rapports de recherche et publications, ainsi que dans un travail de licence et une thèse de doctorat faits à l'Institut de Zoologie de l'Université de Neuchâtel. Une liste des principaux textes figurent au **chapitre 6 "Bibliographie"** à la fin de ce rapport **[1]** à **[14]**.

Les rapports de recherche furent remis à l'**Office fédéral des routes** à l'intention de la Commission de la recherche en matière de construction de routes. Les publications parurent essentiellement dans la revue "**Route et Trafic**", périodique de la VSS.

1.5.2 Exploitation des données et normalisation

Le premier lot de relevés réuni jusqu'à 1966 permit de définir le problème et d'étudier des **mesures de protection** possibles.

Sur la base de ces résultats, la sous-commission "Gibier" établit et soumit à l'Union des professionnels suisses de la route – VSS trois projets de normes concernant la **"Protection contre le gibier"**; ceux-ci furent à la base des trois normes suivantes :

- SNV 640'690 **"Bases et mesures de protection"**
  (approuvée au mois d'avril 1968)

- SNV 640'691 **"Projets"**
  (approuvée au mois de mai 1969)
- SNV 640'692 **"Clôtures"**
  (approuvée au mois d'avril 1968)

Durant les derniers temps consacrés à la préparation de ces normes, l'opinion publique s'est émue de la mort des **batraciens** sur les routes. A la même époque, suite à une intervention de la Ligue Vaudoise pour la Protection de la Nature (LVPN), le Bureau de construction des autoroutes (BAR) du canton de Vaud fut amené à prévoir des installations de protection de la faune dans le cadre du projet de la route nationale N9 dans la plaine du Rhône.

La LVPN avait entre autres demandé que des mesures de protection soient prises à l'égard des batraciens. De nombreux travaux traitaient alors de leur mort sur les routes, mais aucun ne donnait de renseignements sur des mesures de protection fiables. Le BAR dut se contenter de quelques idées très générales émises à ce sujet et avec beaucoup de bonne volonté établit des installations spécifiques dans son projet d'installations de protection pour la faune. Cette situation conduisit à entreprendre dès le début des années septante des recherches plus spécifiques à ce sujet; celles-ci permirent la publication par la VSS d'une norme traitant de la **"Protection des batraciens"** le long des routes, à savoir la norme

- SNV 640'697 **"Bases, projets et mesures de protection"**
  (approuvée au mois de novembre 1976)

La VSS refusa d'approuver en même temps un projet de norme concernant les installations de protection correspondantes, estimant que les expériences en la matière étaient insuffisantes. Une installation d'essai fut alors construite par le Service des routes du canton de Vaud près de l'étang du Sépey, au-dessus de Cossonay. Elle fut réalisée selon les indications figurant dans le projet de norme refusé et fut soumise pendant 5 ans à des observations régulières au moment des divers mouvements migratoires. Sur la base des observations faites, un nouveau projet de norme fut établi et publié en juin 1986 en annexe au rapport final concernant tous les travaux de recherche visant la protection des batraciens le long des routes. La VSS n'a depuis lors donné aucune suite à ce projet de norme.

Le problème des **hérissons** écrasés sur les routes conduisit également à entreprendre des travaux analogues à ceux faits pour les batraciens. Ces travaux s'étendirent de 1975 à 1983. Les résultats ne conduisirent pas à des mesures de protection spécifiques à cette espèce. Les conclusions de cette étude devront figurer dans de futures recommandations à l'intention des ingénieurs responsables de projets de route, car elles concernent la faune en général.

1.6 Exécution des travaux de recherche

Si l'étude des accidents et de certaines installations de protection (clôtures, miroirs à gibier) ne nécessitait pas ou peu de connaissances de la faune, il fallut cependant faire appel très tôt à des spécialistes en biologie et en sciences naturelles, et cela dès le moment où il apparut qu'il était nécessaire de se pencher sur la vie et le comportement des animaux concernés par le trafic routier. Ces spécialistes furent particulièrement actifs dans les études concernant le comportement et la biologie des batraciens et des hérissons, ainsi que dans les études concernant le comportement du gibier en général le long des routes. Ces études fournirent aussi d'intéressantes données au sujet de l'efficacité des installations de protection rencontrées et en particulier des clôtures électriques.

La collaboration entre spécialistes de la faune et ingénieur s'avéra très fructueuse et cette expérience a conduit à quelques réflexions sur la collaboration "Ingénieur/Biologiste" et sur l'insertion de la sécurité Faune/Trafic dans le travail de l'ingénieur. Ces réflexions figurent au **chapitre 5.6 "Collaboration ingénieur/biologiste et sécurité Faune/Trafic"**.

2. VERIFICATION DE L'ETUDE REALISEE EN 1966

2.1 Caractéristiques examinées en 1966

Les caractéristiques des accidents figurant dans la norme SNV 640.690 **"Protection contre le gibier, Bases et mesures de protection"** publiées par la VSS en 1968 et 1969 avaient été déterminées sur la base des quelques 3000 relevés alors disponibles. L'importance et le choix des échantillons utilisés dépendaient de la précision des relevés à disposition compte tenu de la caractéristique analysée. Les pourcentages déterminés alors se basaient sur des renseignements fournis principalement par les "Fonds pour les dégâts dus au gibier" des clubs automobiles de Suisse (Touring Club et Automobile Club) et la "Unfallauswertungsstelle" du canton du Zürich.

Il était donc intéressant de réexaminer les résultats obtenus alors sur la base de l'ensemble des relevés enregistrés jusqu'à la fin des années quatre-vingt, soient plus de 15'500 relevés qui tiennent compte également d'animaux morts trouvés sur la route ou dans son voisinage immédiat. Les relevés réunis en 1966 ne concernaient que des collisions faune-véhicule.

Les caractéristiques étudiées en 1966 étaient les suivantes :

a) **Pourcentages des accidents provoqués par les différentes espèces d'animaux** à l'encontre desquelles il fallait d'abord prendre des mesures.

b) **Répartition des accidents entre le jour et la nuit** afin de savoir s'il était intéressant ou non de s'occuper des surfaces réfléchissantes pour arrêter le gibier de nuit le long des routes.

c) **Répartition des accidents en fonction du profil en travers** de la route au droit du lieu d'accident.

d) **Répartition des accidents en fonction de la couverture du sol** au voisinage du lieu d'accident.

Les caractéristiques mentionnées sous **c)** et **d)** permirent de définir les points où des concentrations élevées d'accidents étaient possibles. A l'exception de **a)**, toutes les caractéristiques furent déterminées sans tenir compte de l'espèce des animaux considérés. Il en sera fait de même dans ce chapitre.

2.2 Pourcentages d'accidents provoqués par les différentes espèces d'animaux

Le **tableau 2.2** indique les pourcentages d'animaux impliqués dans des accidents avec des véhicules à moteur. Les pourcentages indiqués dans les quatre colonnes de droite de ce tableau (Echantillons réduits) correspondent à ceux des deux premières colonnes recalculés en ne tenant compte que de 3 ou 2 espèces d'animaux seulement.

Animaux	1966	1981	Echantillons réduits			
	selon norme VSS 640.690	selon échantillon complet	1966 3 espèces	1981 3 espèces	1966 2 espèces	1981 2 espèces
Chevreuils	92	56	94	76	96	86
Cerfs	4	9	4	12	4	14
Sangliers, renards, blaireaux	2	9	2	12	–	–
Petits animaux	2	26	–	–	–	–

Tableau 2.2 Pourcentages des animaux tués selon leur espèce

La proportion entre les accidents impliquant des chevreuils et des cerfs est resté du même ordre de grandeur; il y a environ 9 collisions avec des chevreuils pour une avec des cerfs, alors que le rapport des populations d'animaux correspondants serait de 5 à 6 chevreuils pour 1 cerf. Les chevreuils représentent donc la plus grande source de danger. Ceci tient en particulier aux faits suivants :

- ils vivent à des altitudes correspondant à celles où vivent la majorité de la population humaine,
- ils sont sédentaires ou presque,
- leur cheptel est de loin le plus nombreux en Suisse.

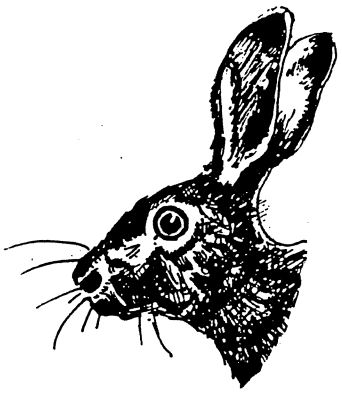
Les cerfs vivent entre leur territoire d'été en altitude et leur territoire d'hiver en plaine. Ils entrent en conflit avec le trafic automobile principalement lors de leurs migrations, au printemps et en automne.

Les sangliers sont peu nombreux dans l'échantillon global (75 cas). Vu leur taille et leur poids, ils représentent un danger pour la circulation au même titre que les cerfs. Renards et des blaireaux sont beaucoup plus nombreux et sont de ce fait victimes du trafic en plus grand nombre. Par leur taille et leur poids, ils occasionnent moins fréquemment des accidents que les trois premières espèces citées, même si un grand nombre d'entre eux est tué sur les routes.

Le pourcentage concernant les petits animaux est beaucoup plus élevé en 1981 qu'en 1966. Ceci provient des relevés fournis par les services d'entretien des autoroutes qui procèdent à la récolte systématique des cadavres sur la chaussée.

Les pourcentages indiqués dans le **tableau 2.2** ci-dessus sont des valeurs moyennes valables pour toute la Suisse. Ils tiennent compte des populations animales, de la topographie et de la couverture du sol et de bien d'autres facteurs relevant du pays et, de ce fait, ne sont pas généralisables à d'autres pays.

Même si par rapport à 1966 quelques modifications sont apparues, **l'importance relative des différentes espèces comme cause d'accidents de la circulation est donc confirmée ici.**



2.3 Répartition des accidents entre le jour et la nuit

Le **tableau 2.3** donne la répartition des accidents entre le jour et la nuit.

Quatre périodes de la journée ont été prises en considération ici, soient :

- le jour
- le crépuscule
- la nuit
- l'aube

Jour	Crépuscule Nuit Aube	Aube Jour Crépuscule	Nuit
20,8	79,2	30,0	70,0

Tableau 2.3 Pourcentages des accidents diurnes et nocturnes

La comparaison entre les deux colonnes de gauche avec les deux de droite montre que 10% des accidents ont lieu à l'aube et au crépuscule, soit pendant un laps de temps variant pour la somme des deux de 1h00 à 1h30, ce qui ne représente que 4 à 6% de la durée de la journée.

Les pourcentages indiqués correspondent exactement à la proportion trouvée en 1966.

2.4 Répartition des accidents en fonction du profil en travers

Le **tableau 2.4-1** indique les pourcentages d'accidents en fonction du profil de la route :

N°	Profil	%	N°	Profil	%
1		31,6	4		10,7
2		4,8	5		10,3
3		9,8	6		32,8

Tableau 2.4-1 Pourcentages des accidents en fonction du profil de la route

En regroupant les divers profils comme en 1966, les pourcentages ci-dessus donnent les résultats suivants :

Profils en travers	Pourcentages	
	1966	1981
1	40%	31,6
4 – 6	40%	43,5
2 – 3 – 5	20%	24,9

Tableau 2.4-2 Influence du profil en travers de la route sur le nombre des accidents; comparaison 1966-1981

L'augmentation du deuxième groupe de profils en travers (**profils 4** et **6**) est dû à la part relativement élevée de données en provenance des Grisons et du Valais. Dans ces cantons, le **profil 6** est plus fréquent que dans le reste de la Suisse.

L'augmentation du dernier groupe de profils en travers (**profils 2, 3** et **5**) provient du fait que beaucoup de données proviennent de relevés faits sur les autoroutes et que celles-ci sont plus fréquemment en tranchée ou en remblai que les autres routes; très souvent, le talus y est de faible hauteur et le profil pourrait être assimilé à un terrain plat selon **profil 1**, le talus n'empêchant pas la vue de l'animal par-dessus la chaussée.

Les pourcentages indiqués en 1966 correspondent donc à une bonne moyenne des cas pour toute la Suisse.

2.5 Répartition des accidents en fonction de la couverture du sol

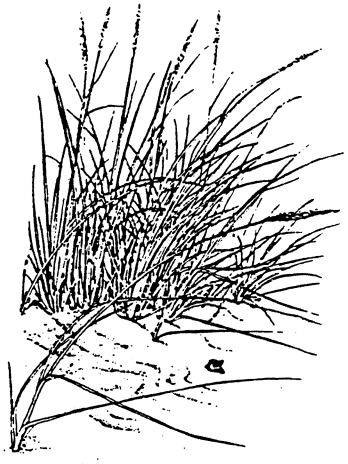
Le **tableau 2.5** indique les pourcentages des couvertures du sol rencontrées au voisinage des lieux d'accident.

Premier côté / Deuxième côté	Pré, pâturage, champ	Forêt, buisson	Divers
Pré, pâturage, champ	52,2	–	–
Forêt, buisson	16,1	22,3	–
Divers	5,1	0,6	3,7

Tableau 2.5 Pourcentages des accidents en fonction de la couverture du sol

Il ressort du tableau ci-dessus que 68,3% des accidents de l'échantillon considéré ont lieu à découvert, soit au milieu de prés, pâturages ou champs, soit en lisière de forêt, et ceci dans une proportion de 3 accidents entièrement à découvert pour 1 accident en bordure de forêt. C'est seulement un peu moins d'un quart de tous les accidents considérés qui ont lieu en forêt. Sous "divers" sont regroupés : vergers et vignes, zones habitées, mur, pont, rocher.

Ces résultats confirment ceux obtenus lors de l'analyse des données disponibles en 1966 qui provenaient principalement du canton de Zürich.

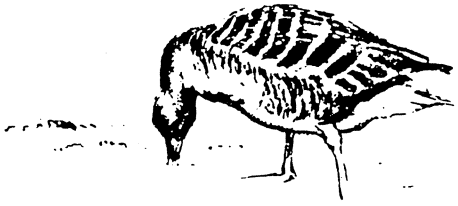


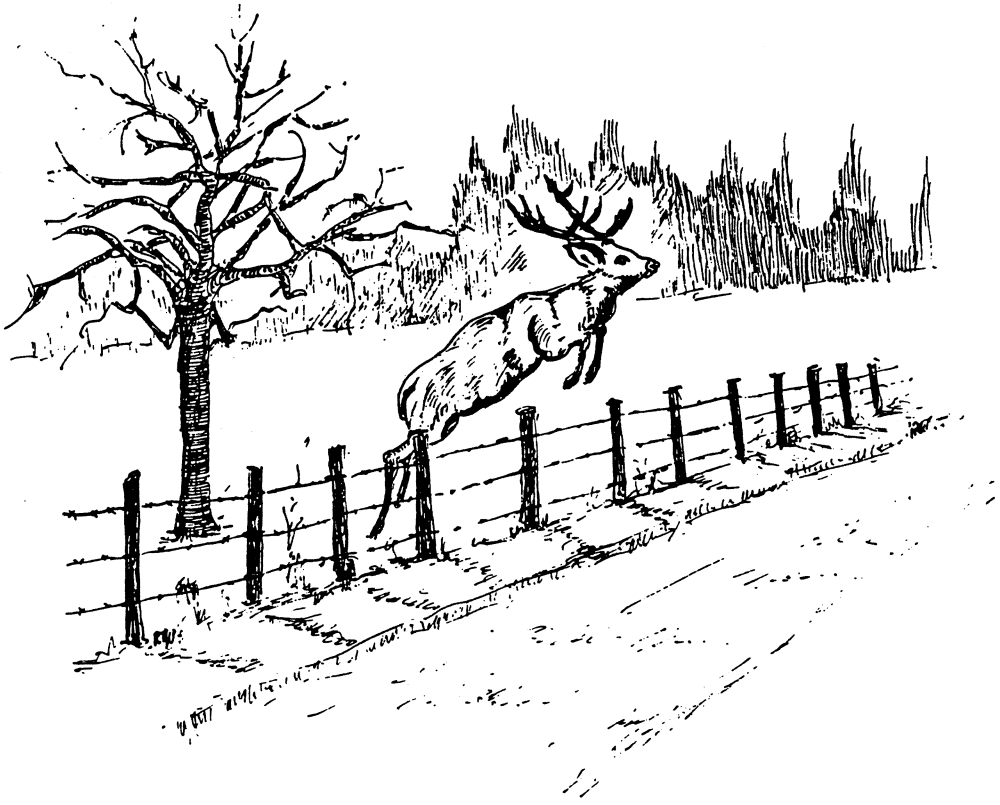
2.6 Conclusions

Les résultats obtenus sur la base de l'ensemble des relevés d'accidents enregistrés à ce jour dans la banque de données confirment les résultats obtenus en 1966 pour les quatre caractéristiques examinées.

Ces résultats ont l'avantage de mieux tenir compte des nombreux animaux **tués sur les routes sans provoquer à proprement parler d'accident de la circulation**. Ils donnent de ce fait une meilleure image du problème de l'interférence entre faune et trafic et signalent la **vulnérabilité des populations d'animaux** touchées.

Les quatre caractéristiques étudiées avaient dû être déterminées rapidement afin de pouvoir sortir dans les plus brefs délais les premières recommandations concernant la protection contre le gibier. Vu l'avance rapide des travaux de constructions routières et autoroutières alors, il ne pouvait être question d'attendre des résultats de recherche plus approfondis. La vérification des résultats obtenus en 1966 prouve que les réflexions faites alors sont encore tout à fait valables aujourd'hui.





3. QUATRE ETUDES PONCTUELLES

3.1 Répartition des principaux animaux dangereux pour le trafic en Suisse

La part des accidents provoquée par les différentes espèces est relativement constante dans le temps et dans l'espace. Il était donc intéressant de chercher à connaître la répartition de ces espèces dans l'espace en Suisse.

Une étude fut faite à ce sujet en 1969 à l'aide des statistiques de l'ancien Office fédéral des forêts et les trois cartes de la **figure 3.1-1** furent alors établies. L'intensité des hachures correspond à l'importance relative des densités des trois espèces considérées dans chaque canton.

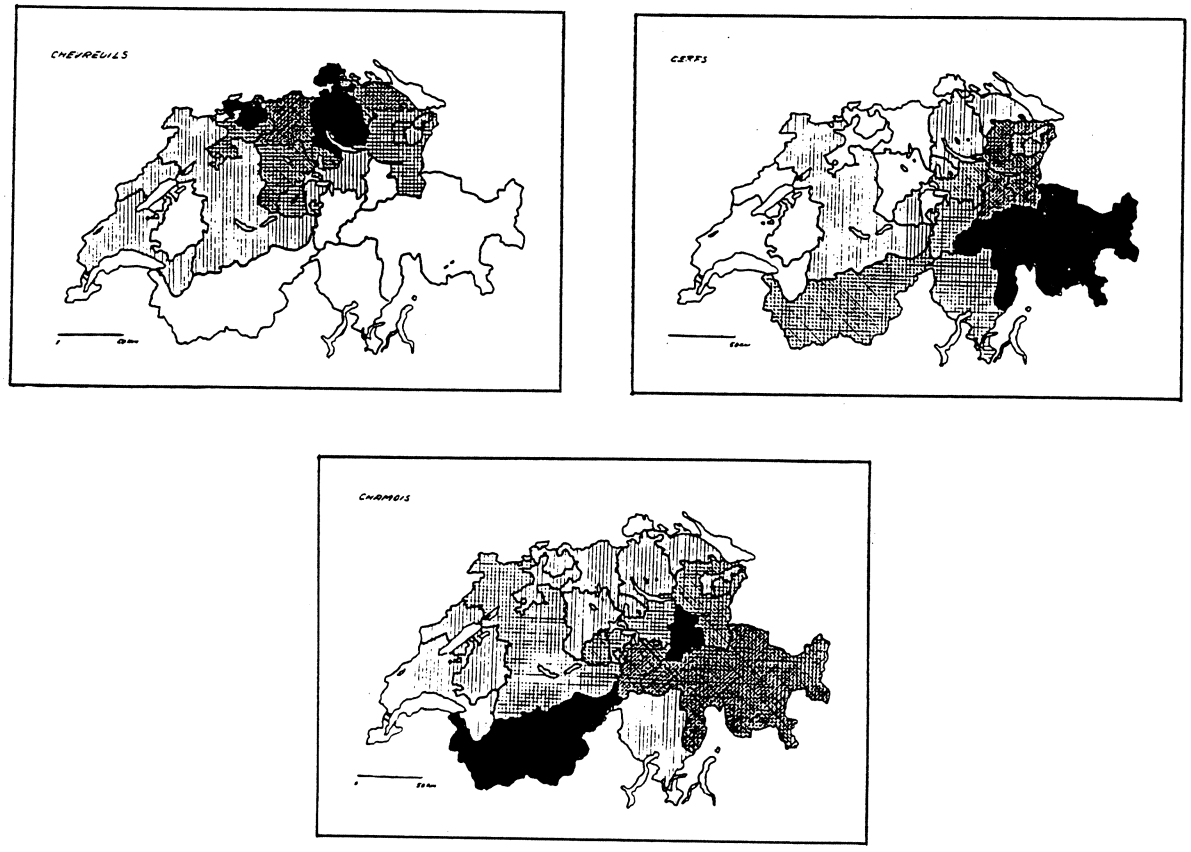


Figure 3.1-1 Répartition des chevreuils, cerfs et chamois selon leur densité par canton

La répartition des chevreuils dans le pays et principalement sur le Plateau et dans le Jura conduisit à l'établissement de cartes analogues, d'abord pour la population humaine, puis pour les véhicules à moteur et pour finir pour les routes, en prenant toujours les densités cantonales comme référence (**fig. 3.1-2**).

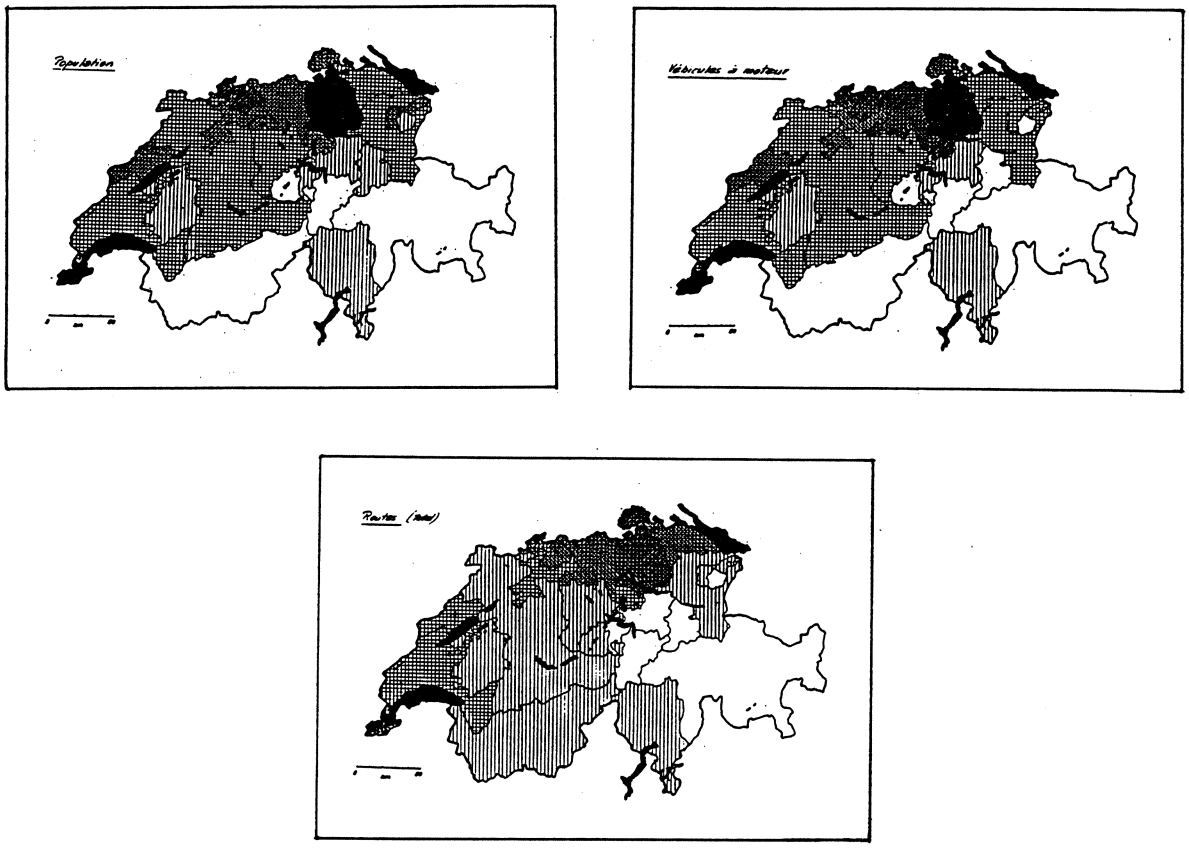


Figure 3.1-2 Répartition de la population, des véhicules à moteur et des routes selon leur densité par canton

Une nette relation apparaît entre la carte concernant les chevreuils dans la **figure 3.1-1** et les trois cartes de la **figure 3.1-2**. Là où la population est nombreuse, le nombre des véhicules est élevé et le réseau routier important. Ceci va de soi mais ce qui est intéressant c'est que les chevreuils sont proportionnellement les plus nombreux dans les mêmes zones. L'étude a encore montré que dans ces zones, les densités de ces animaux sont également et de façon identique les plus élevées canton par canton.

Ces relations avaient été mises en évidence dans des graphiques représentant les densités par canton :

- des accidents provoqués par des chevreuils,
- de la population,
- des routes.

Dans ces graphiques les cantons avaient été classés dans l'ordre décroissant de leur densité d'accidents provoqués par les chevreuils. Mis à part dans les cantons de Genève et de Bâle, dont les rapports entre leur surface productive et leur surface bâtie sont bien supérieurs à la moyenne suisse, les trois éléments mentionnés ci-dessus décroissent de façon identique.

Le classement des cantons utilisé ci-dessus montre que ceux-ci se répartissent en trois groupes :

- Nord de la Suisse
  (ZH, AG, TG, BL, SH, SO)
  fortes densités
- Jura, sud-ouest du Plateau et Préalpes
  (ZG, AR, FR, [BS], SG, LU, BE, JU, AI, VD, NE)
  densités moyennes
- Alpes
  (GR, OW, NW, SZ, [GE], GL, UR, VS, TI)
  faibles densités.

L'étude faite en 1969 a été refaite en été 1991 en prenant en considération pour chaque élément les dernières données fournies par l'Office fédéral de la statistique concernant la population, les surfaces dans les cantons et les routes, et pour ce qui concerne les chevreuils les statistiques 1990 de la section Chasse et étude du gibier du OFEFP (**fig. 3.1-3**).

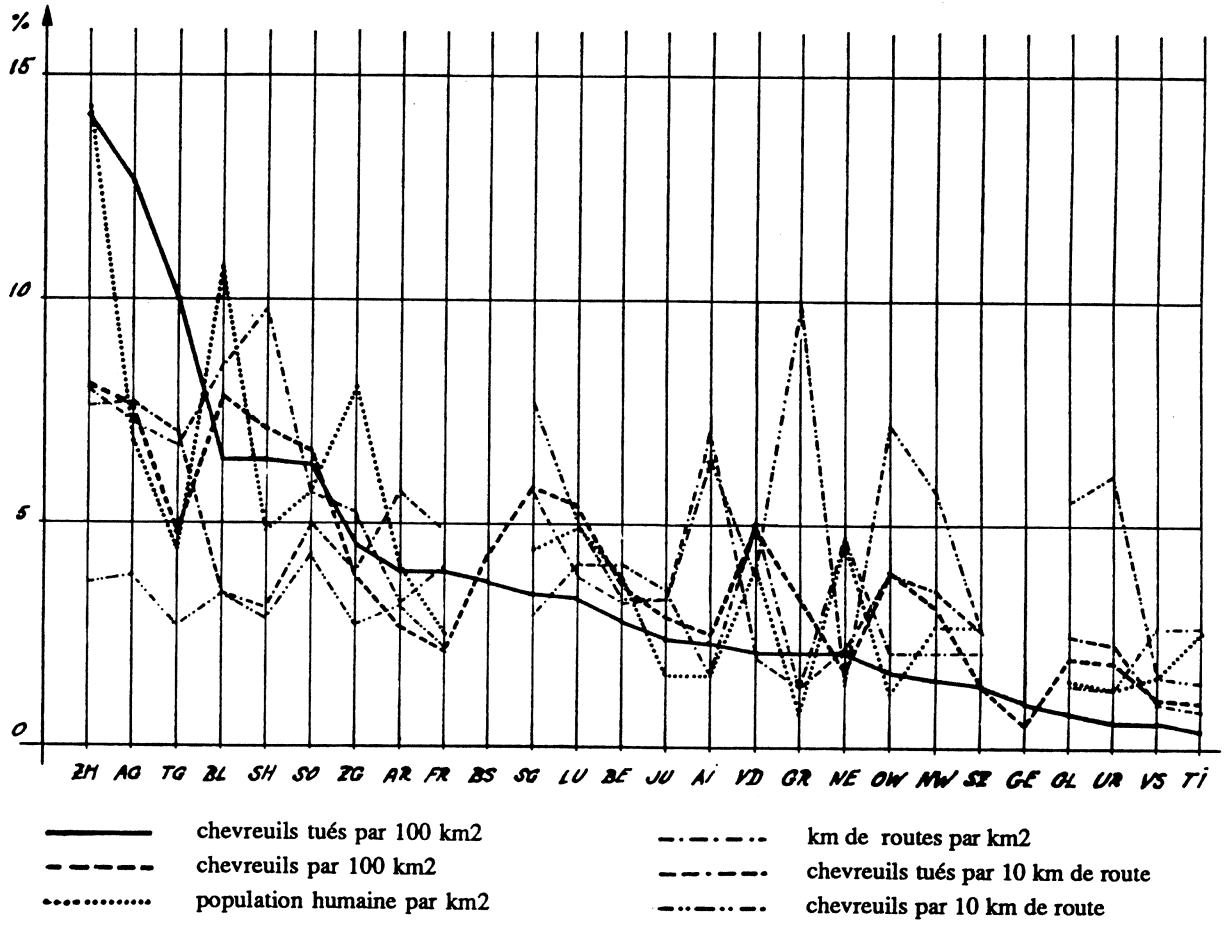


Figure 3.1-3 Répartition par canton de la population, des routes et des chevreuils selon divers critères

Les résultats de cette étude confirment en tout point les résultats de l'étude précédente, à savoir que :

Les chevreuils et les accidents qu'ils provoquent sont les plus nombreux là où la population humaine, le parc à véhicules à moteur correspondant et le réseau routier sont les plus denses (voir aussi la **fig.1.2.3**).

3.2 Statistiques de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)

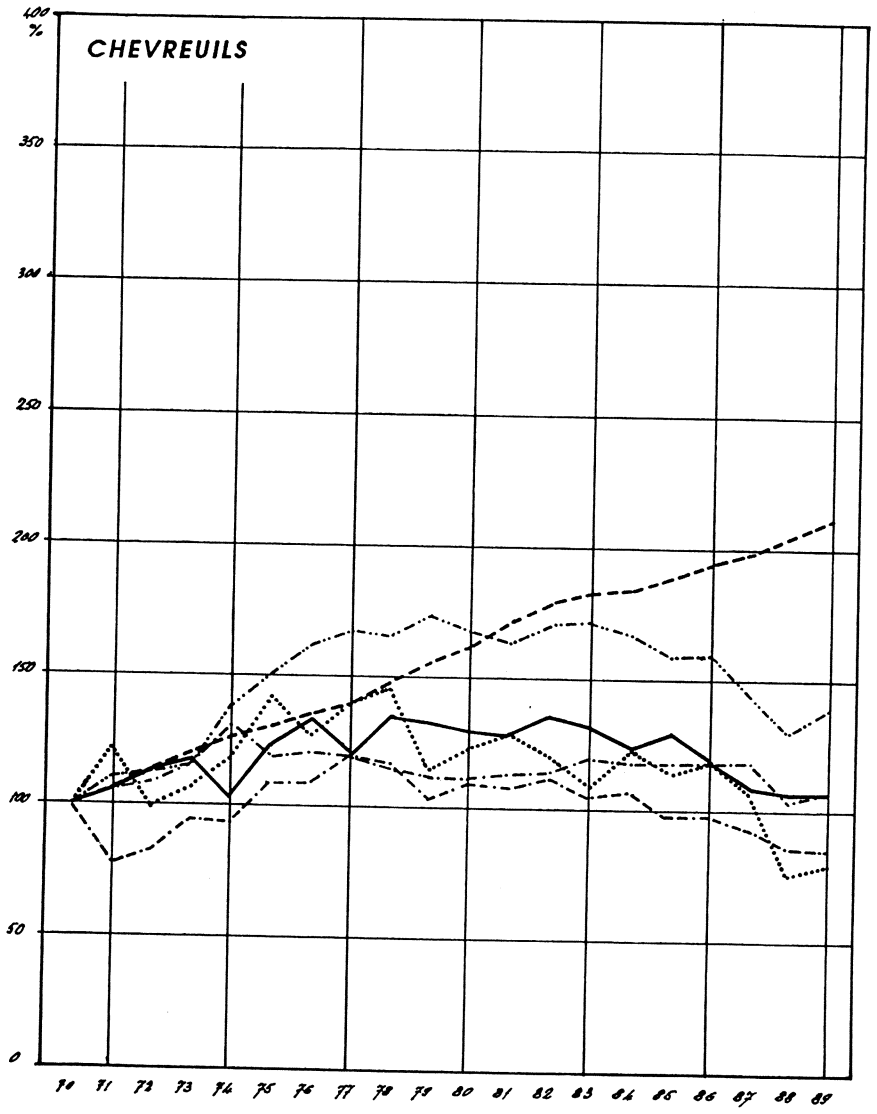
La section Chasse et étude du gibier de l'OFEFP établit annuellement des statistiques détaillées concernant les effectifs des populations de chevreuils, cerfs et chamois, ainsi que les nombres de ces animaux péris pour de multiples raisons ou tués à la chasse. Parmi ces données figurent aussi les nombres des victimes des trafics automobile et ferroviaire. Il a donc été possible de comparer l'évolution des données ci-dessus avec l'évolution du nombre de véhicules à moteur en circulation. Tous les éléments cités sont également disponibles depuis 1981 pour les bouquetins, ainsi que depuis 1970 pour les renards et les lièvres bruns, mais toutefois sans les effectifs des populations de ces deux dernières espèces.

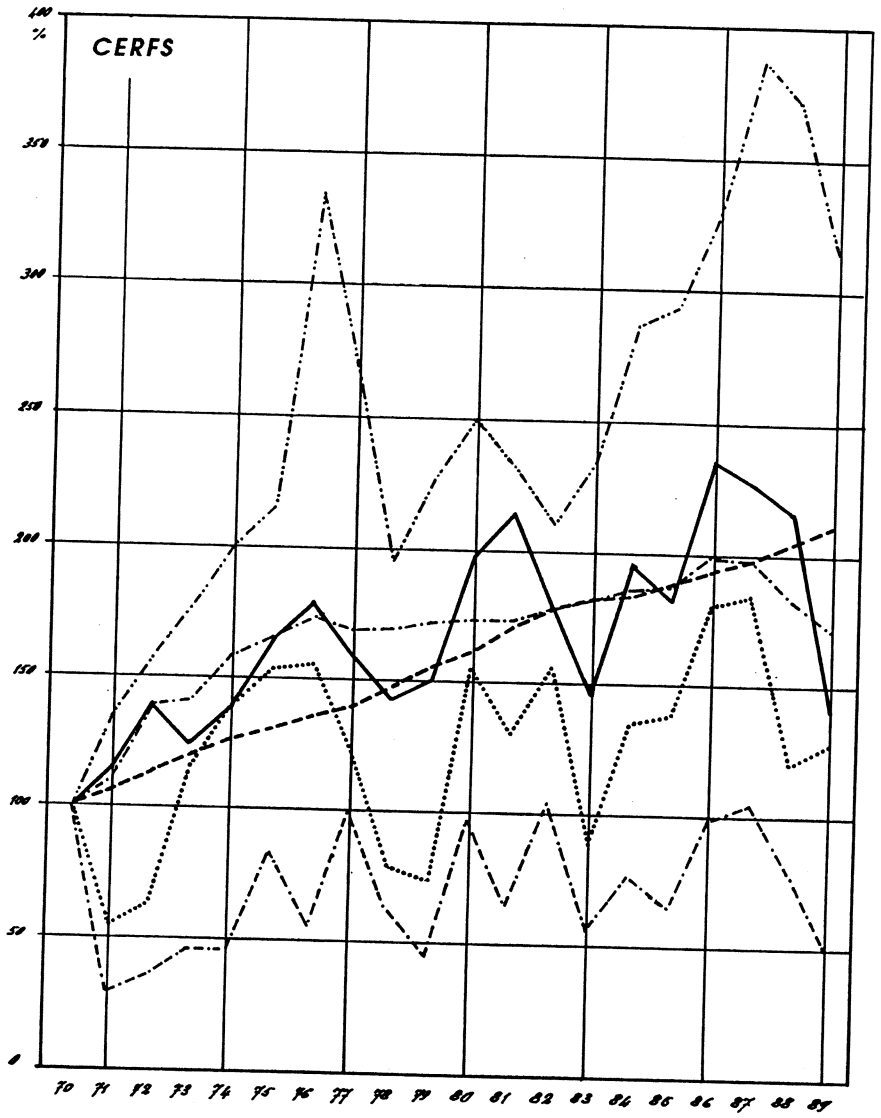
Les graphiques des **figures 3.2-1 à 3.2-3** montrent l'évolution des données en question durant une période s'étendant de 1970 à 1989, soit pendant environ 20 ans. Ces graphiques montrent l'évolution des éléments suivants pour chacune des espèces considérées durant cette période :

- effectif (sauf renard et lièvre brun)
- nombre des animaux péris
- nombre des animaux tués à la chasse
- nombre des animaux tués par le trafic automobile
- nombre d'animaux tués par le trafic ferroviaire

ainsi que l'évolution correspondante du parc automobile.

Les résultats de l'examen de ces graphiques figurent dans le **tableau 3.2.**

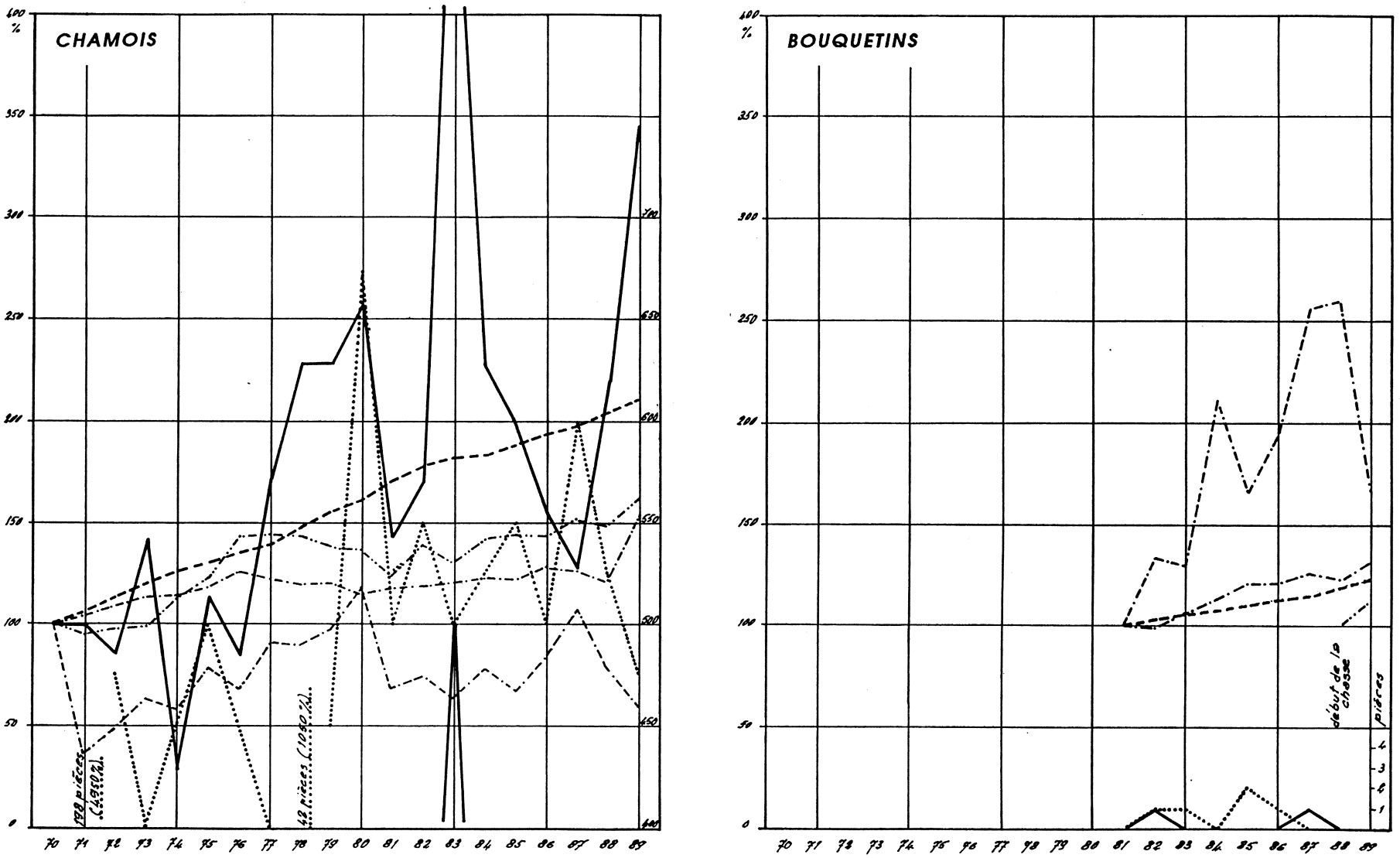




Légende

Effectif :
Parc automobile :
Chasse :
Péris :
Trafic automobile :
Trafic ferroviaire :

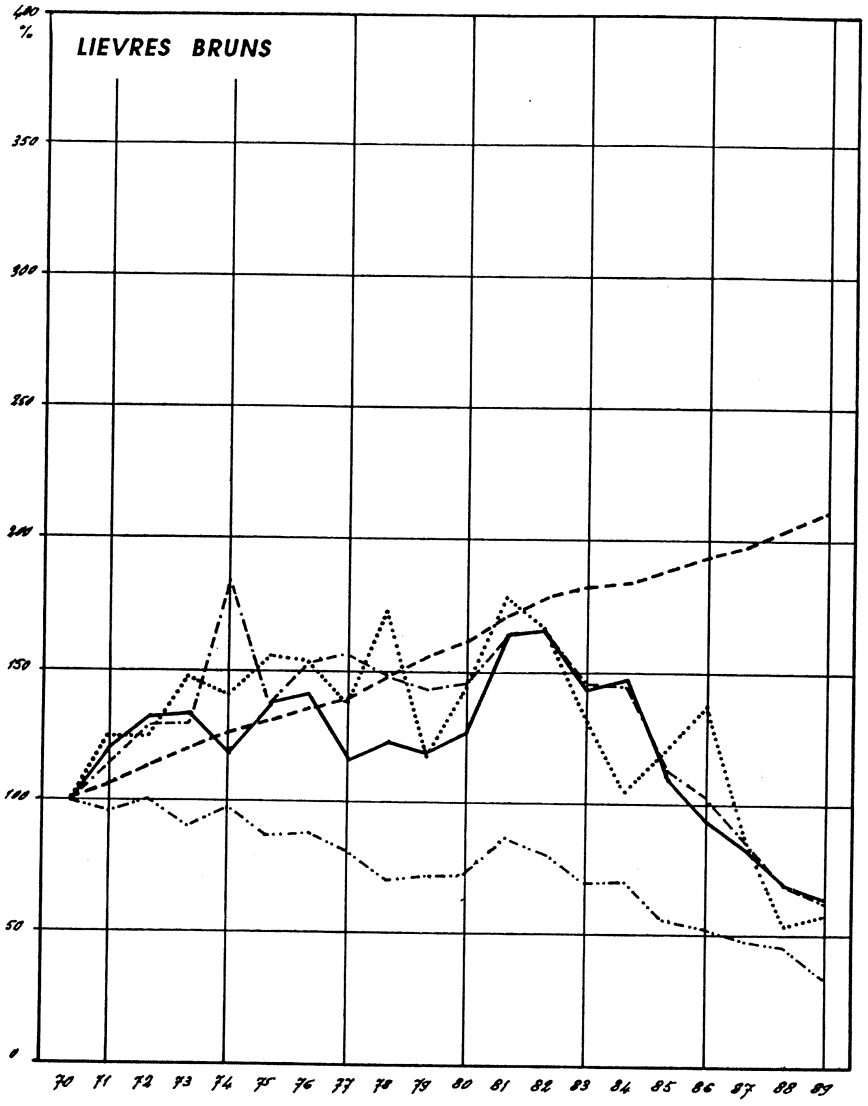
Figure 3.2-1 Evolution des effectifs, des nombres d'animaux morts et du parc automobile de 1970 à 1989

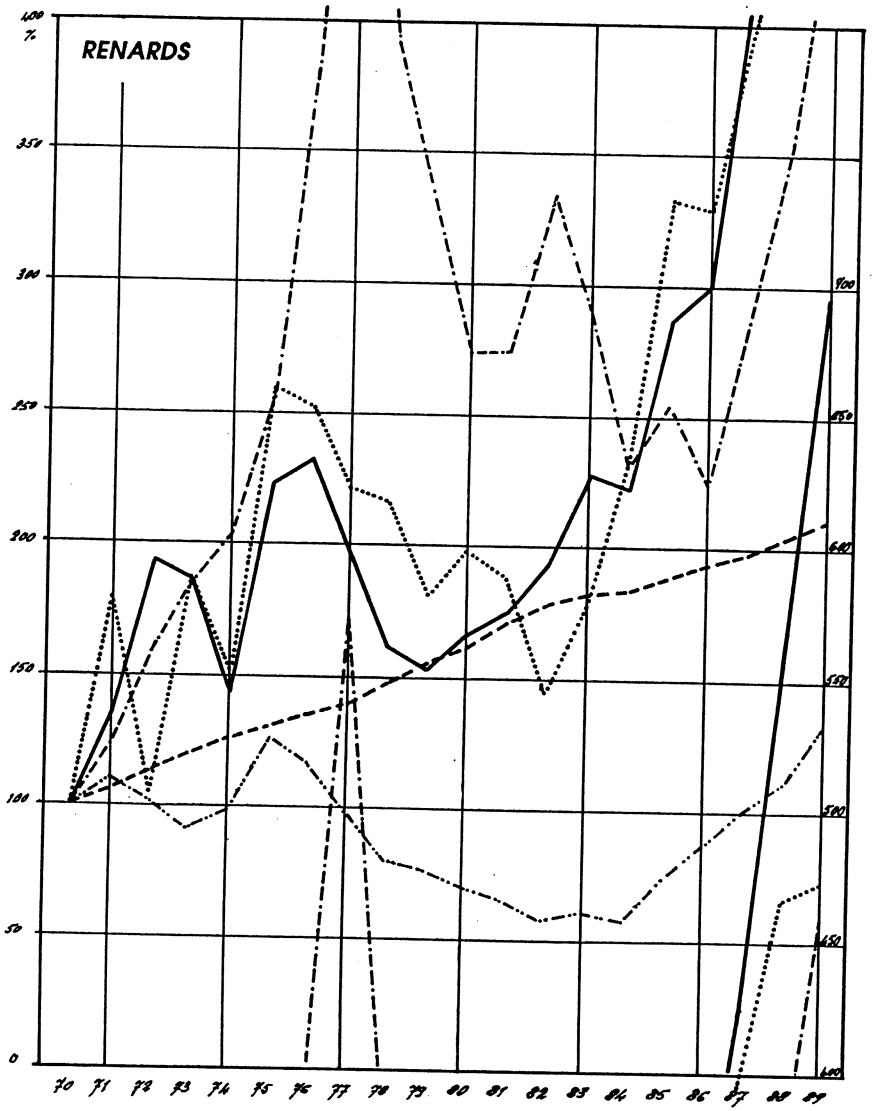


Légende

Effectif : ·—·—·—·
Parc automobile : — — — —
Chasse : —··—··—··
Péris : — —·— —·— —
Trafic automobile : ———
Trafic ferroviaire : ·····

Figure 3.2-2 Evolution des effectifs, des nombres d'animaux morts et du parc automobile de 1970 à 1989





Légende

Parc automobile : — — — — — —

Chasse : —·—·—·—

Péris : — — · — — · — —

Trafic automobile : ━━━━

Trafic ferroviaire : ·····

Figure 3.2-3 Evolution des effectifs, des nombres d'animaux morts et du parc automobile de 1970 à 1989

Chevreuils, cerfs et chamois	Similitude marquée entre les variations des effectifs de ces trois espèces et des nombres d'animaux péris correspondants.
Chevreuils	Les cinq données prises en considération évoluent de façon identique, avec une tendance plus ou moins marquée à la baisse depuis les années 1974 à 1979 selon les courbes. Celles-ci sont assez régulières.
Cerfs	Evolution identique des cinq courbes avec une tendance plus ou moins marquée à la hausse depuis 1970-71. Ici les courbes sont fortement en dents-de-scie du fait des nombres plus restreints d'animaux morts.
Chamois	Même remarque que pour les cerfs. Les courbes concernant les animaux tués par les trafics automobile et ferroviaire présentent une forte accentuation des dents-de-scie due aux petits nombres d'animaux tués.
Renards	Augmentation des nombres d'animaux péris et tués jusqu'en 1975-77. Ce phénomène s'étend jusqu'en 1979-82 et correspond à l'épidémie de rage qui sévissait alors. Dès cette période, les courbes de toutes les causes de mortalité indiquent un fort fléchissement, ce qui conduit à l'augmentation de l'effectif.
Lièvres bruns	Diminution constante des nombres d'animaux tués à la chasse et augmentation des animaux péris et tués par les trafics automobile et ferroviaire jusqu'en 1982-84. Depuis lors, effondrement de pratiquement tous ces éléments.
Bouquetins	Les données concernant ces animaux ne sont disponibles que depuis 1981. Vu le peu d'animaux concernés il n'est pas possible de tirer de conclusions de ces données.
Véhicules à moteur	Croissance constante du parc automobile de 1 à 7% par an depuis 1970 (110% en 20 ans)

Tableau 3.2 Comparaison des évolutions en pourcentages du parc automobile et des animaux confrontés aux trafics routiers/ferroviaire, ainsi que de ceux tués à la chasse.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées du **tableau 3.2** :

- Les statistiques de la section Chasse et étude du gibier sont sans doute entachées d'erreurs, car elles se basent en partie sur des estimations et ne tiennent pas compte des animaux tués et non enregistrés. Compte tenu toutefois de la longueur de la période considérée et du fait que les erreurs d'estimation commises sont sans doute systématiques ainsi que du même ordre de grandeur, il est possible de tirer des conclusions sur les évolutions constatées dans le temps.

- Il existe des relations étroites entre les effectifs des populations de chevreuils, de cerfs et de chamois et les nombres correspondants d'animaux péris toutes causes confondues, mais sans la chasse.

- Les nombres des victimes du trafic et de la chasse évoluent de façon analogue.

- Bien que les effectifs de renards et de lièvres bruns ne soient pas connus en Suisse, la concordance de l'évolution des courbes des nombres d'animaux tués et péris de ces deux espèces permettent d'admettre que les variations de ces nombres sont également liées étroitement à l'évolution de leurs effectifs.

- Les nombres d'animaux tués par les trafics automobile et ferroviaire évoluent de façon identique pour toutes les espèces considérées ici, à l'exception des bouquetins qui sont trop peu nombreux pour permettre une appréciation à ce sujet.

- Les limitations de vitesse intervenues entre le 1er janvier 1973 et le 1er janvier 1985 n'ont ni influencé de façon significative les nombres d'animaux tués sur les routes par le trafic automobile, ni entraîné une modification des évolutions mentionnées plus haut.

- Le parc de véhicules à moteur a plus que doublé de 1970 à 1989, alors que les effectifs des chevreuils ont une légère tendance à la baisse et que ceux des cerfs et chamois ont pour leur part une légère tendance à la hausse durant la même période.

- L'augmentation du parc de véhicules à moteur influence sans doute la tendance à la baisse de l'effectif des chevreuils du fait de leur répartition dans le pays (voir **chap. 3.1**). Les cerfs et les chamois occupant des zones à faible densité de population humaine, leurs effectifs sont peu ou pas sensibles à l'augmentation du parc de véhicules.

Ces constatations montrent que si un accident avec un animal sauvage est un phénomène aléatoire, les accidents avec le gibier dans leur ensemble sont soumis à des règles. L'évolution des nombres de ces accidents n'est, elle, nullement aléatoire et dépend en premier lieu de la densité des espèces considérées.

3.3 Observations dans la réserve du Département de sciences forestières et du bois de l'EPFZ dans le Reppischtal

Il semblerait que les cervidés en général et les chevreuils en particulier soient sensibles la nuit à la lumière des phares des véhicules. Celle-ci les ferait réagir surtout quand ils se trouvent dans le faisceau lumineux de ceux-ci. Cependant, lorsque les chevreuils sont absorbés de nuit par une activité captivante telle que la pâture sur une banquette de route au printemps ou le léchage de sel de déverglaçage épandu sur une chaussée, ils ne réagissent que très tardivement à l'approche d'un véhicule, parfois à quelques mètres seulement, et quelquefois même en ne levant que la tête.

Il était donc intéressant d'examiner l'effet de l'éclairement des bas-côtés de la route provoqué par la lumière des phares réfléchie par des miroirs ou toutes autres surfaces réfléchissantes; ceci permet de savoir s'il est suffisant pour maintenir l'animal éloigné de la route et modifier son comportement. Des observations ont montré que les chevreuils dérangés dans leurs activités soit reviennent rapidement au même endroit et ce, malgré le passage répété de véhicules, soit restent loin de la route sous le couvert de la forêt.

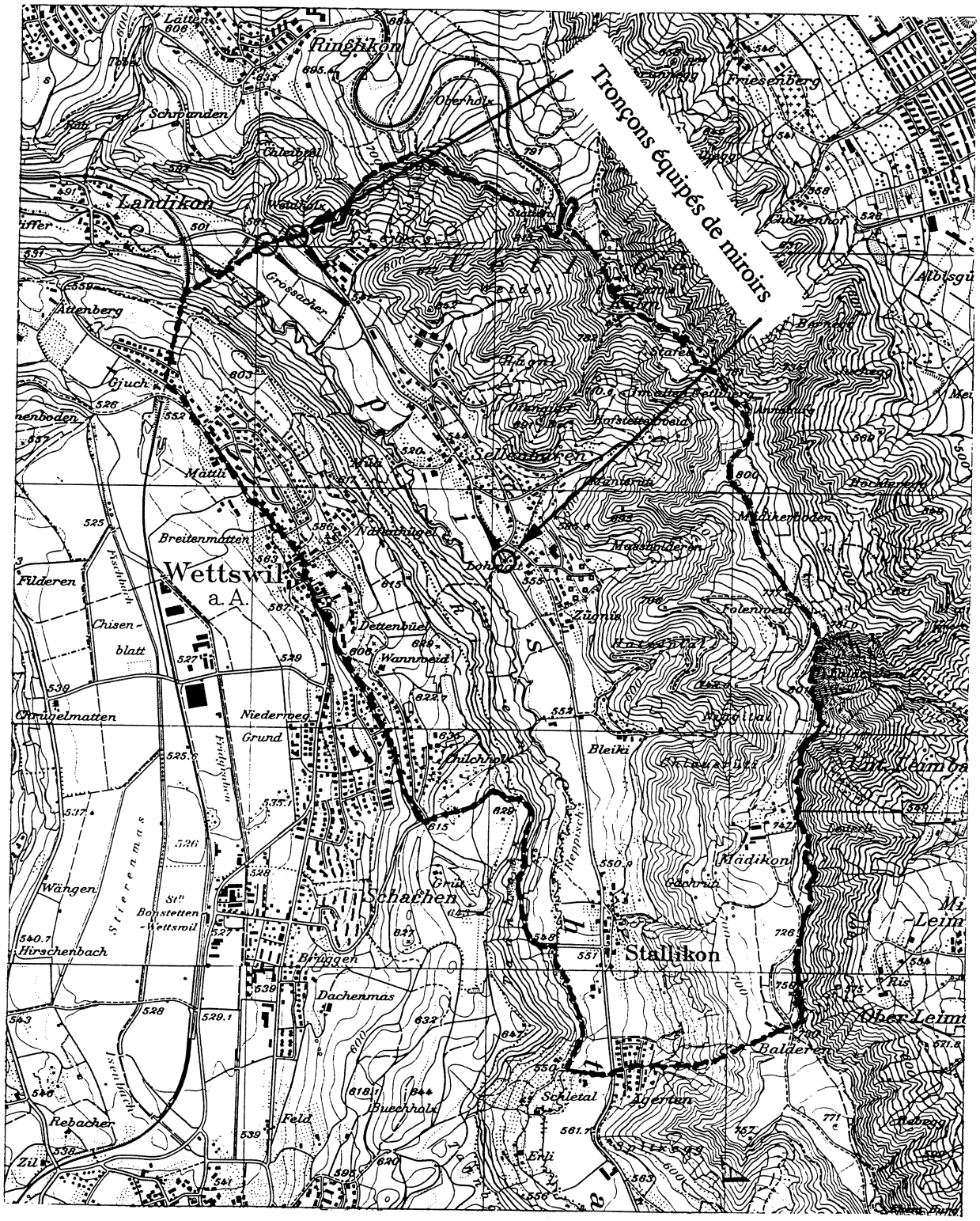
Avec l'aide du Service des routes du Canton de Zürich et du garde-chasse du Département de sciences forestières et du bois de l'EPFZ, une tentative d'étude de l'**efficacité des miroirs à gibier de "Van der Ree"** fut entreprise le long de la route du Reppischtal dans l'emprise de la réserve de l'institut cité (voir **figure 3.3**). Ces miroirs sont constitués par des plaquettes carrées de 9x9 cm en acier inoxydable poli dont la surface est déformée par 5 ou 6 concavités d'environ 1 cm de diamètre qui concentre la lumière formant ainsi des points lumineux blancs à l'approche des véhicules et rouges après leur passage.

Les données concernant les animaux tués par le trafic le long de la route en question et sur les voies de circulation voisines sont connues depuis le mois de juin 1963.

Le 15 août 1968, des miroirs furent posés sur la moitié nord-ouest de la route, ainsi que le long du tronçon de route partant du nord-ouest du village de Sellenbüren et descendant dans le vallon de la Reppisch, soit sur une longueur totale d'environ 2 km. La partie restante de la route dans l'emprise de la réserve ne fut pas équipée de miroirs. Ces surfaces réfléchissantes ne furent malheureusement ni contrôlées, ni entretenues et disparurent petit à petit et assez rapidement. Il fut donc impossible de tirer des conclusions quant à leur efficacité.

Les relevés des accidents provoqués par des animaux sauvages ont été cependant poursuivis de façon régulière jusqu'à ce jour et il est ainsi possible d'effectuer quelques constatations, et d'en tirer conclusions suivantes :

- Si des accidents avec des chevreuils, des renards et des blaireaux ont bien lieu tout au long du tracé, y compris dans la traversée du village de Sellenbüren, **il y a des zones dans lesquelles les accidents sont plus fréquents que dans d'autres.** Les autres espèces sont en trop petit nombre pour pouvoir faire l'objet d'un examen.
- La morphologie du terrain, la couverture du sol et son occupation par l'homme ont pour conséquence que les déplacements des animaux suivent des **cheminements préférentiels**, tout en restant ponctuellement possibles partout. Des facteurs momentanés peuvent conduire à des modifications de ces couloirs de passage.



Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 1.10.91

Figure 3.3 Emprise de la réserve du Reppischtal (ZH) et emplacements des tronçons protégés

- La localisation de ces cheminements préférentiels est l'affaire des spécialistes de la faune. Ils fournissent actuellement les meilleures bases de décision pour le choix des emplacements des **passages à faune** le long des routes et autoroutes, passages ayant pour but essentiel de compenser l'**effet de coupure** provoqué par les chaussées dans les territoires des animaux concernés.

3.4 Observations le long de trois routes cantonales protégées par des surfaces réfléchissantes dans le canton de Berne

3.4.1 Déroulement des essais

Avec l'aide du garde-chasse local et de la société d'assurances "Winterthur", des essais d'efficacité ont été entrepris avec trois différents types de **surfaces réfléchissantes**, à savoir :

- des **miroirs à gibier de "Van der Ree"** (tronçon 1)
- des **surfaces réfléchissantes "Rehau"**, blanches puis après deux ans rouges (tronçon 2)
- des **feuilles d'aluminium** (tronçon 3).

Les feuilles d'aluminium furent posées en 1974 et les autres surfaces en avril-mai 1979.

Les essais ont eu lieu dans un triangle délimité par les trois villages de Koppigen, Gerlafingen et Utzensdorf au nord-est de Berne (**fig. 3.4.1**). Les effectifs annuels et les relevés d'accidents avec les chevreuils dans cette région sont à disposition sans interruption depuis 1969, ce qui permet de prendre en considération une période de plus de 20 ans.

Des tirs de réduction eurent lieu en 1976, 77 et 78. Ceux-ci ont entraîné une diminution du cheptel d'environ 20%. Ce cheptel se maintient depuis lors au niveau atteint après les tirs. La diminution d'effectif obtenue n'a pas eu d'influence sur le nombre des animaux tués par le trafic automobile.

Les constatations suivantes furent faites en 1989 :

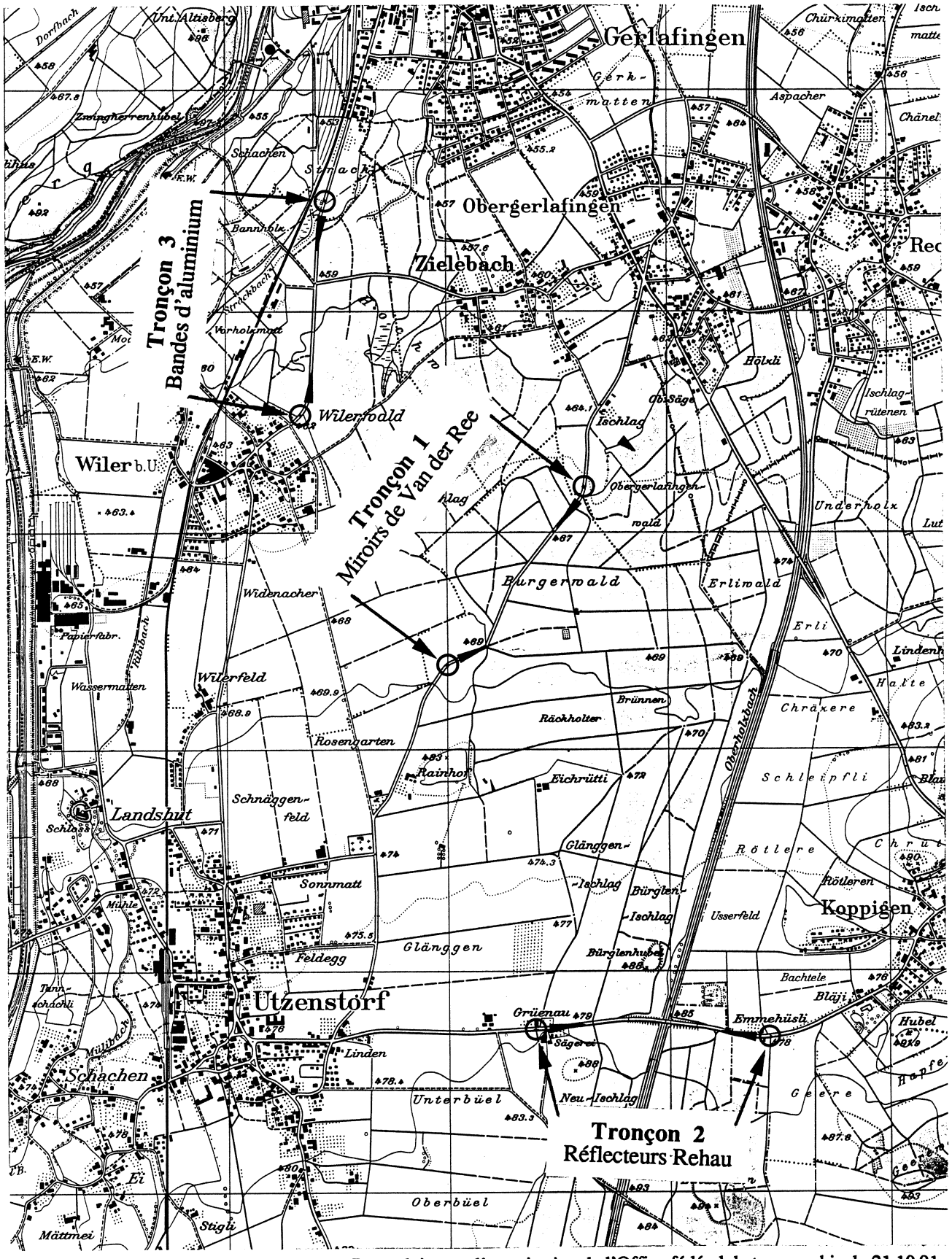
- Depuis la fin des tirs de réduction en 1978, le cheptel total baisse lentement mais régulièrement et le nombre des chevreuils tués à la chasse chaque année baisse de façon analogue.
- Aucune modification significative des nombres d'animaux tués sur les tronçons protégés n'a été constatée après les mises en place des surfaces réfléchissantes.
- Les réductions de vitesse introduites entre le 1er janvier 1973 et le 1er janvier 1985 n'ont également entraîné aucune modification des tendances générales.

Sur la base de ces constatations, la décision fut prise de supprimer toutes les surfaces réfléchissantes dès le 1er janvier 1990 et d'observer ce qui se passera durant les trois années suivantes. Aucune conclusion préalable n'a pu être tirée de cette suppression à fin 1990.

3.4.2 Commentaires

Les nombres d'accidents et les effectifs annuels ont été reportés dans la **figure 3.4.2**. Sont également indiquées dans la figure :

- les années où les miroirs ont été posés et déposés,
- les années où des tirs de réduction ont eu lieu,
- les années où des limitations de vitesse ont été introduites.



Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 21.10.91

Figure 3.4-1 Emplacements et limites des tronçons d'essai dans le Canton de Berne

Aucune de ces mesures n'a eu d'influence durable sur les nombres d'accidents, bien qu'il faille réserver l'appréciation de la dépose des miroirs à plus tard (trois ou quatre ans) **(fig. 3.4.2)**.

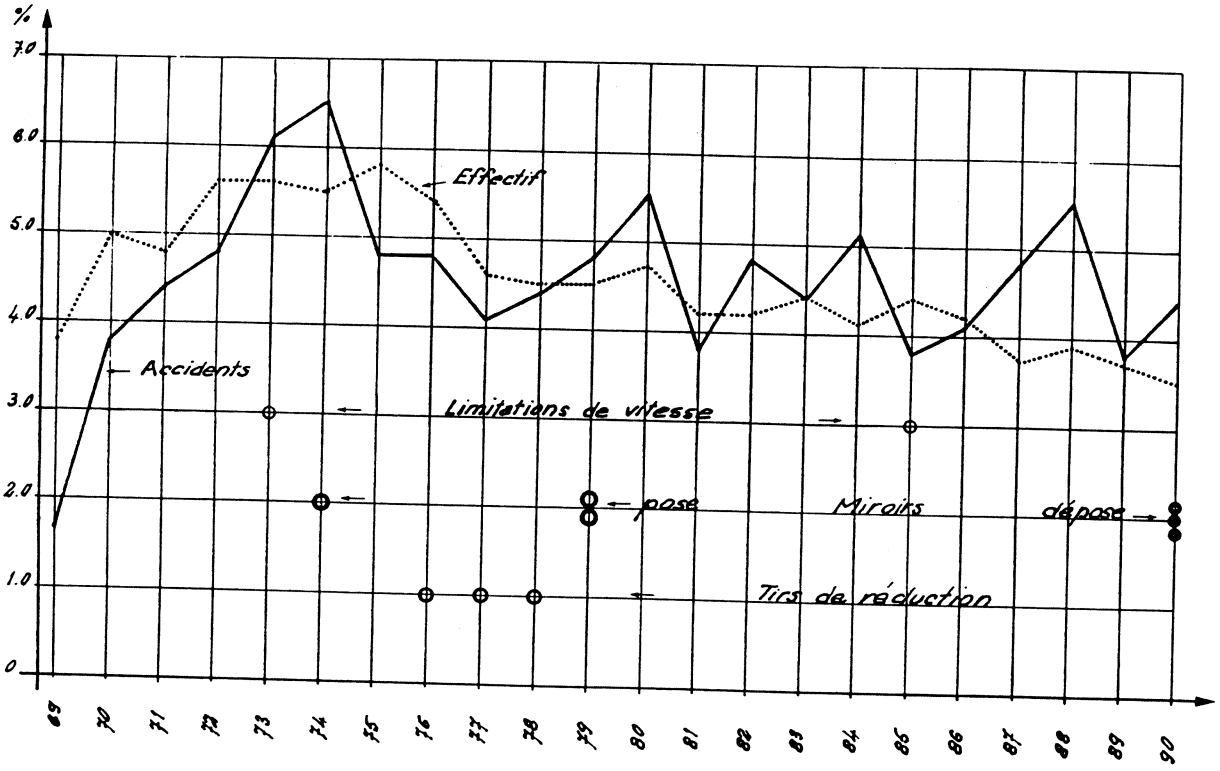


Figure 3.4.2 Evolution des nombres d'accidents annuels et de l'effectif de chevreuils du secteur concerné par les essais

Les observations faites dans le secteur considéré confirme la très grande incertitude qui règne actuellement quant à l'efficacité des surfaces réfléchissantes. Leur efficacité n'est pas démontrée par les essais qui ont eu lieu. La seule chose qui ressort nettement de la **figure 3.4.2** est qu'il existe un lien étroit entre l'effectif des chevreuils dans le secteur et les accidents de la circulation provoqués par ces animaux entre 1969 et 1990.

Une étude faite en Allemagne sur le **Wildunfallverhütungssystem "Cremlinger Modell" [15]** confirme cette incertitude malgré des résultats positifs constatés dans le cadre de cette étude. Le nombre de paramètres à considérer dans celle-ci a empêché une interprétation simple et directe des constatations faites.

Les graphiques présentés dans la dernière figure ont l'avantage de se baser sur une très longue période d'observation, à savoir vingt-deux ans, et de permettre ainsi des interprétations de tendance à longue échéance. Il sera de ce fait peut-être possible quelques années après la suppression des miroirs de tirer des conclusions bien étayées sur l'efficacité des surfaces réfléchissantes.

3.5 Conclusions

- L'examen des statistiques de l'OFEFP et des observations faites dans les cantons de Zürich et de Berne montrent qu'**il existe des rapports certains entre les effectifs des populations, les nombres correspondants des animaux péris pour diverses causes, tués sur la route ou sur les voies ferrées et à la chasse.** Ces nombres peuvent être influencés entre autres par des conditions étrangères à la faune et au trafic, ce qui est mis en évidence par les données concernant les renards, durant la période pendant laquelle la rage a sévi en Suisse.

- **Les emplacements des accidents sont influencés par des facteurs dépendant du milieu, principalement la topographie, la couverture du sol et les activités humaines.** Il serait ainsi très intéressant de comparer les emplacements des accidents avec les cheminements préférentiels des animaux là où ceux-ci coupent la route.

- **Il ne faut pas sous-estimer l'adaptation de la faune au trafic. Dans bien des cas les animaux ont déplacé leurs activités principales aux heures de faible trafic.** L'arrivée d'un véhicule au milieu de la nuit peut ou non les faire réagir et dans la plupart des cas, ils réagissent tardivement.

- La lumière réfléchie sur les bas-côtés de la route par les miroirs et autres surfaces réfléchissantes est difficilement saisissable par l'oeil de l'homme. **Mieux habitués à la nuit, les animaux en prennent-ils plus conscience ? Pourquoi, malgré leur ouïe très sensible, les animaux réagiraient-ils plus la nuit à la lumière réfléchie des phares qu'au bruit des moteurs qui est bien plus omniprésent ?**

- **Il semble de plus en plus que les surfaces réfléchissantes ne soient pas un outil réellement efficace pour diminuer les collisions avec la faune.** Aucune expérience à leur sujet n'est concluante et trop de questions les concernant sont encore ouvertes aujourd'hui.

L'existence des relations constatées dans le cadre des quatre études précédentes justifie un examen plus détaillé des relevés d'accidents à disposition. Le chapitre suivant en dégage les conclusions essentielles.

4. EXPLOITATION DES RELEVES D'ACCIDENTS

4.1 Remarques préliminaires

Dans ce chapitre, les échantillons utilisés pour examiner les caractéristiques des accidents ont chaque fois été choisis en fonction de la fiabilité des sources prises en considération.

Les espèces pouvant entraîner des dommages aux véhicules lors de l'impact sont principalement le chevreuil, le cerf et le sanglier (en général, des animaux plus gros qu'un chien). La petite faune provoque pour sa part des accidents surtout lors des manoeuvres d'évitement.

Les espèces prises en compte sont mentionnées au **tableau 4.1.**

Grande Faune	Chevreuils Cerfs Sangliers
Petite Faune	Renards Blaireaux Hérissons Lièvres Fouines

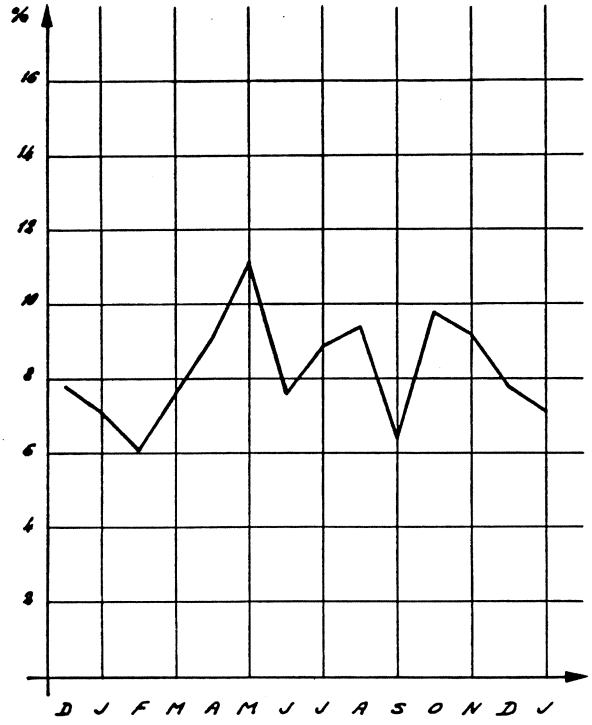
Tableau 4.1 Espèces prises en compte lors de l'exploitation des relevés d'accident

Si une collision Faune/Trafic n'entraîne pas forcément des dommages au véhicule concerné, cette collision entraîne presque toujours la mort de l'animal, parfois après une longue souffrance plus ou moins loin du lieu d'accident.

4.2 Répartition des accidents pendant l'année

4.2.1 Répartition des accidents pendant l'année

Les **figures 4.2.1-1** et **4.2.1-2** montrent la répartition en pourcents des collisions avec les animaux des principales espèces le plus souvent victimes des routes durant l'année.



Chevreuils (8009 cas)

Cerfs (1388 cas)

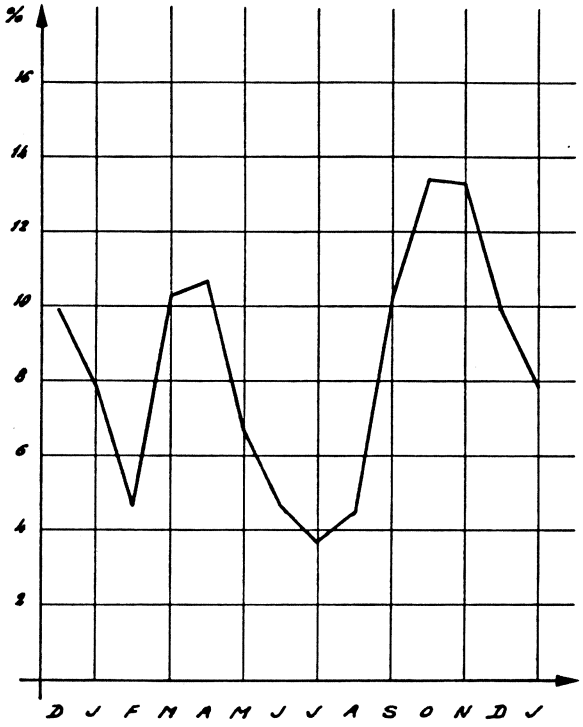


Figure 4.2.1-1 Répartition des accidents pendant l'année (1)

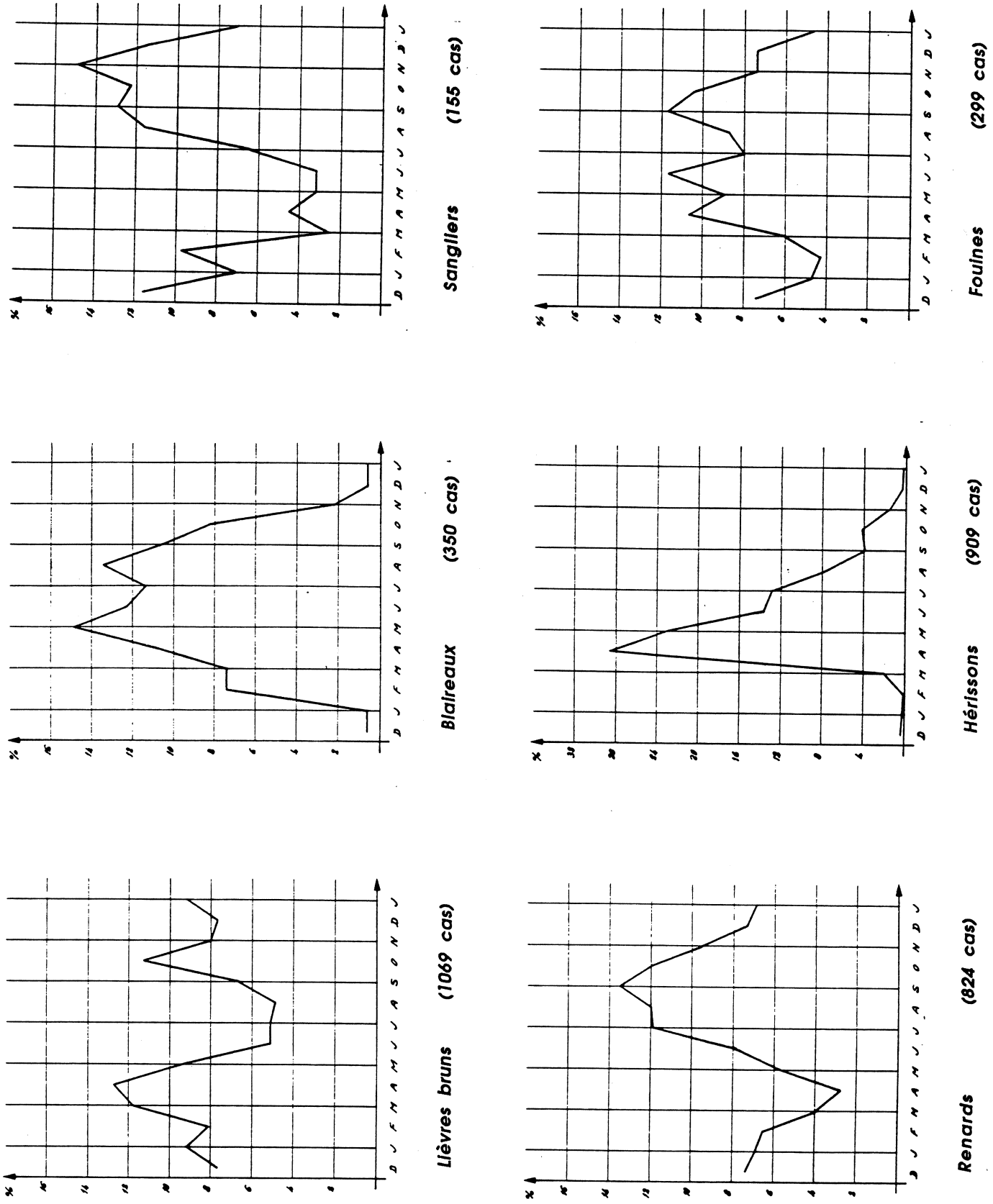


Figure 4.2.1-2 Répartition des accidents pendant l'année (2)

4.2.2 Constatations générales

L'examen des figures du § **4.2.1** conduit aux constatations suivantes (**tab. 4.2.2**) :

Animaux	Evolution	Cause supposée et remarques
Chevreuils	Les collisions présentent : • trois maxima (mai, août et octobre) • trois minima (février, juin et septembre)	Périodes critiques : • territorialité des mâles et mise bas (avril-mai), rut (octobre)
	Extrema bien marqués; amplitudes des variations de + 2,8% (max.) à – 2,2% (min) par rapport à la moyenne de 8,3%, soient au total 5% entre les extrêmes.	Les chevreuils représentent donc un danger permanent pour le trafic routier en Suisse durant toute l'année. Leur répartition, pratiquement uniforme sur le territoire, représente un danger omniprésent.
Cerfs	Collisions concentrées principalement sur deux périodes : mars-avril et septembre à décembre.	• Migrations saisonnières
	La période automnale est nettement la plus longue et la plus dangereuse; les minima se situent en février et de juin à août.	• Période de rut s'ajoutant à la migration saisonnière
	Les amplitudes des variations sont plus conséquentes que pour les chevreuils soit de + 2,5 et + 6,0% (maxima), à – 3,6 et – 4,6% (minima), et ceci par rapport à la moyenne de 8,3%, soient au total 10,6% entre les extrêmes.	Les cerfs représentent donc pour le trafic routier un danger permanent caractérisé plus particulièrement par deux périodes de migration où ce danger s'accroît fortement.
Renards	Forte intensité de collisions de juillet à novembre et faible intensité de collisions de janvier à juin.	• période de dispersion de jeunes (de juillet à octobre). • le rut marque un fléchissement de la chute du nombre d'accidents en janvier
	Les collisions présentent un minimum de 2,8% en avril et un maximum en octobre de 13,5% par rapport à la moyenne de 8,3%, soit 10,7% entre les extrêmes.	Les renards présentent un moindre danger de février à mai

Tableau 4.2.2 (1e partie) Constatations concernant les animaux victimes de la route durant l'année

Blaireaux	Ces animaux se rencontrent sur les routes principalement de février à octobre, avec deux pointes en mai (14,9%) et août (13,4%) séparées par un faible creux en juillet (11,9%).	• Période de forte activité territoriale (avril-mai), période du rut (juillet- début août)
	De novembre à janvier, pratiquement pas d'apparition (0,6% des collisions en janvier et en décembre).	• En hiver, le blaireau reste cantonné en forêt dans les environs de son terrier et s'en éloigne rarement
Sangliers	La répartition de l'intensité des collisions avec ces animaux montre un creux situé vers 3,4% entre mars et juin.	
	Sommet moyen de 12,7% août et décembre.	• période de migration et de dispersion des jeunes (octobre-novembre)
	L'augmentation de l'intensité de juin à août est régulière, par contre la diminution de décembre à mars présente une pointe marquée à 9,7% en février.	• début du rut (février)
Hérissons	Le 50% des collisions a lieu en avril et mai, puis leur intensité redescend régulièrement jusqu'en novembre. Deux paliers en juin-juillet et septembre-octobre.	• Cas différents selon le sexe et l'âge avec superposition au mois d'avril. Collisions en rapport avec le déplacement des individus adultes (mi-mars et mi-avril, pour les mâles, début avril puis juin et juillet, pour les femelles). Essaimage des jeunes de juillet à octobre (voir [7]).
	Les collisions sont pratiquement inexistantes de novembre à mars.	• période d'hibernation
Lièvres	Les collisions présentent deux pointes aux alentours de 12,0% en mars-avril et de 11,3% en octobre	• Période du rut (mars), dispersion des jeunes (octobre)
	Creux à 5% de juin à août et à 8% en novembre et décembre.	

Tableau 4.2.2 (2e partie) Constatations concernant les animaux victimes de la route durant l'année

Fouines	Les collisions présentent une intensité moyenne de 10,0% par mois d'avril à octobre. Creux à 4,3% en février.	• Période du rut (juillet), dispersion des jeunes (septembre)

Tableau 4.2.2 (3e partie) Constatations concernant les animaux victimes de la route durant l'année

Parmi les animaux cités ci-dessus, seuls les 5 premières espèces (chevreuils, cerfs, renards, blaireaux et sangliers) représentent un danger réel en cas de collision. Il est donc intéressant de les regrouper en tenant compte du nombre de collisions qu'ils provoquent et d'examiner leur répartition à la **figure 4.2.2.**

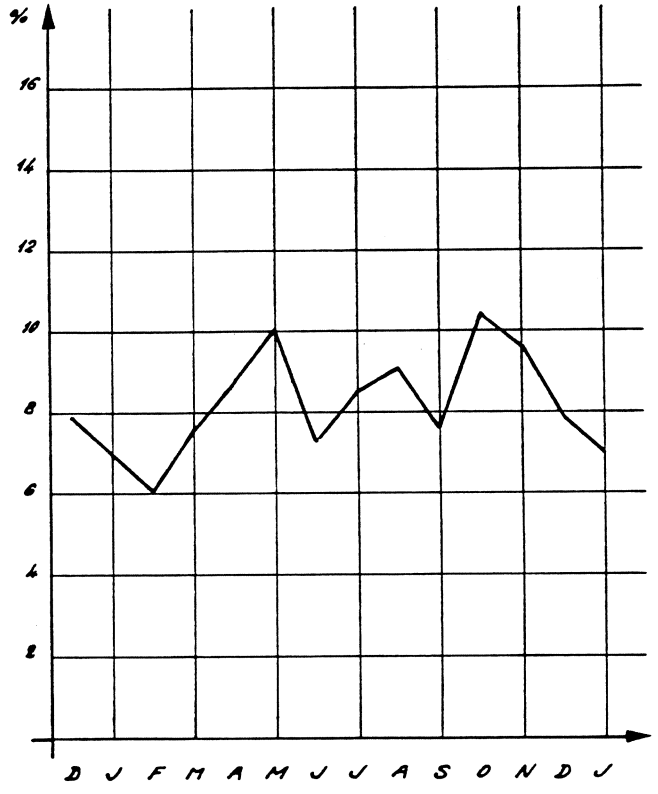


Figure 4.2.2 Répartition pendant l'année des accidents provoqués par les animaux dangereux pour le trafic (10726 cas)

La répartition évoquée est caractérisée par une image en dents-de-scie assez régulière durant toute l'année, avec 3 sommets et 3 creux : minimum 6,1% en février, maximum 10,4% en octobre, soit une amplitude maximale de 4,3%. Les cinq espèces citées constituent donc dans leur ensemble **un danger permanent dans toute la Suisse.** Vu leur nombre et la gravité des accidents qu'ils provoquent, chevreuils et cerfs jouent ici un rôle prépondérant.

La répartition des intensités mensuelles des collisions avec les chevreuils, renards et lièvres constatées ici diffère de celle du nombre d'animaux observés en particulier le long du Chemin des Paysans dans les bois du Jorat (VD) durant une année. La nature du couvert végétal le long de la route (prédominance de forêts) joue un rôle important dans cette région.

4.2.3 Conclusions

- Dans la Suisse considérée dans son ensemble, le **danger de collision avec un animal est constant et permanent durant toute l'année.** Il est étroitement lié aux périodes d'activité et aux particularismes des espèces considérées, qui motivent tout **déplacement volontaire**, en particulier :
  - la recherche d'une végétation ou d'un emplacement susceptible de fournir une nourriture attractive ou une place de repos sûre
  - le comportement social (erratisme d'individus non-reproducteurs, contacts sociaux, délimitation et défense du territoire, rut, mise bas, dispersion des jeunes et migrations).

- Les **déplacements involontaires**, tels que les mouvements de fuite devant un danger quelconque (brusque éclairement, promeneur, etc...) sont ceux qui entraînent le plus d'accidents lors de la traversée intempestive de la chaussée.

- Dans le courant de l'année, l'intensité du danger qui se traduit par le nombre de collisions enregistrées, peut varier dans une zone donnée en fonction des animaux qui la peuplent, et de sa géographie (morphologie du lieu, altitude, couverture végétale, climat, etc). Par exemple, si les chevreuils se retrouvent pratiquement dans tout le pays, ils sont proportionnellement moins nombreux dans les Grisons et en Valais, où ils entrent en concurrence avec les cerfs qui ont des périodes bien marquées de présence sur les routes. Le cerf est également une espèce bien représentée mais dans certaines régions de Suisse seulement.

- 75% des collisions analysées ici sont causées par les chevreuils, tandis que les cerfs n'en représentent que 13%; les trois autres espèces se répartissent le reste, à savoir 8% pour les renards, 3% pour les blaireaux et 1% pour les sangliers. Ces pourcentages confirment l'hypothèse suivante :

Lorsqu'on aborde le problème faune/trafic du point de vue de la sécurité routière, il est possible de ne traiter que le cas des chevreuils et des cerfs.

Si d'autres espèces sont tout de même prises en considération, c'est parce qu'elles représentent aussi un danger certain en elles-mêmes (renards, blaireaux et sangliers), qu'elles présentent un intérêt cynégétique (lièvre) ou scientifique (hérisson), ou parce qu'elles provoquent des dégâts aux véhicules à moteur (fouines).

4.3 Répartition des accidents pendant la journée

4.3.1 Répartition des accidents pendant la journée

Période de la journée	Animal									
	Cerf	Chevreuil	Sanglier	Blaireau	Renard	Lièvre	Fouine	Hérisson	Autres	Totaux
Aube	1,9	3,8	3,4	3,9	2,9	4,4	12,9	1,2	2,9	3,6
Jour	9,9	20,0	9,5	23,4	28,3	31,0	61,3	79,3	58,8	20,3
Crépus-cule	3,6	6,6	0,0	0,7	2,6	2,1	0,0	1,3	1,6	5,5
Nuit	84,6	69,6	87,1	72,0	66,2	62,5	25,8	18,2	36,7	70,6
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tableau 4.3.1 Pourcentages des animaux tués en fonction de la partie du jour

4.3.2 Analyse des résultats obtenus

L'interaction entre les périodes d'activité journalières des animaux et l'intensité correspondante du trafic est à l'origine des accidents constatés.

Compte tenu du jour de la semaine, le trafic a toujours lieu aux mêmes heures du fait de l'activité de l'homme et son intensité est pratiquement constante. La variation des heures du lever et du coucher du soleil au cours de l'année font qu'une partie importante du trafic, et plus particulièrement les pointes matinales et vespérales, ont lieu en période diurne ou nocturne, ou durant des périodes intermédiaires selon les saisons. **La faune, elle, ne tient compte que des variations de luminosité**, aussi ses heures d'activité varient-elles dans le temps en cours d'année, mais ont lieu principalement lorsque le trafic est faible.

Si l'on procède aux regroupements suivants dans le tableau précédent :

tranche A : aube + jour + crépuscule
tranche B : crépuscule + nuit + aube

on obtient les résultats figurant dans le **tableau 4.3.2** :

Période considérée	Animal									
	Cerf	Chevreuil	Sanglier	Blaireau	Renard	Lièvre	Fouine	Hérisson	Autres	Totaux
Tranche A	15,4	30,4	12,9	28,0	33,8	37,5	74,2	81,8	63,3	29,4
Tranche B	90,1	80,0	90,5	76,6	71,78	69,0	38,7	20,7	41,2	79,7

Tableau 4.3.2 Pourcentages des animaux tués pendant les tranches A et B en fonction du nombre total des cas

L'analyse des **tableaux 4.3.1-1** et **4.3.1-2** conduit aux constatations suivantes :

- le fort pourcentage de cerfs et de sangliers tués dans la tranche B est imputable à l'activité essentiellement nocturne de ces deux espèces
- la baisse de ce pourcentage dans le cas des chevreuils, blaireaux et renards est liée à leur plus grande activité diurne; en effet, dans la tranche A, les pourcentages des accidents impliquant ces animaux sont le double de ceux impliquant les cerfs et les sangliers
- le lièvre est plus "diurne" que les animaux des deux catégories précédentes; le pourcentage figurant dans la tranche A confirme cette progression d'activité en fonction de la plus grande durée d'éclairement
- tous les autres animaux présentent une activité typiquement diurne confirmée par l'inversion des rapports des pourcentages entre tranches A et B
- la période B : crépuscule + nuit + aube est la période de loin la plus dangereuse pour le trafic automobile.

Dans le cadre des collisions véhicules-faune, trafic automobile et animal se combinent d'une manière complexe. Le trafic a lieu essentiellement le matin, pendant la journée et le soir, tout en restant faible pendant la nuit. L'activité des animaux se répartit en fonction du jour et principalement de la nuit pour la partie la plus intéressante des espèces étudiées. Ces différences dans la répartition journalière des activités animales et du trafic conduit à la conclusion que l'activité nocturne des animaux est bien plus importante que ce qui ressort des chiffres du **tableau 4.3.2** puisque proportionnellement, le trafic automobile est moins dense pendant les périodes principales d'activité des animaux.

La période nocturne se divise en deux tranches sensibles : un peu plus de la moitié de l'ensemble des collisions relevées a lieu du crépuscule à 0h 30 environ, soit sur 6 heures en moyenne (25% de la journée). Ce fait s'explique par le flux du trafic résiduel parcourant la chaussée à ces heures, avec généralement une pointe aux environs de minuit. **Le trafic nocturne s'effectue dans la plupart des cas à vive allure** (chaussée dégagée, repérage aisé d'un autre véhicule par la lueur des phares, hâte de rentrer,etc...). Le lever du jour est une période également sensible car la faune se comporte alors d'une façon nerveuse et imprévisible. L'accident est généralement inévitable à ce moment-là.

4.3.3 Conclusions

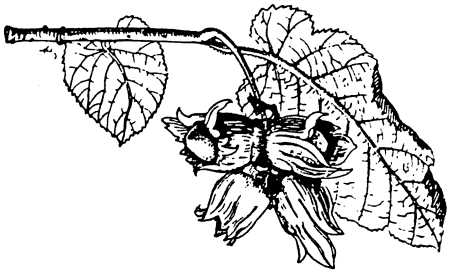
- Le nombre plus élevé d'animaux tués durant la nuit malgré un trafic plus faible que celui du jour provient de l'augmentation de l'activité de la faune durant cette période. Les animaux se croyant moins vus la nuit se sentent alors plus en sécurité. Cette réaction est liée aux activités humaines qui en plaine ont fait de la plupart des ongulés des animaux nocturnes.

- Compte tenu de l'intensité du trafic pendant le jour, les accidents relevés pendant la tranche A sont bien moins nombreux que les accidents de nuit de la tranche B, qui adviennent pour un trafic proportionnellement bien plus faible. Le jour étant une période d'inactivité pour la grande faune, les accidents pendant cette période ont la plupart du temps pour origine un dérangement suivi d'une manoeuvre désordonnée de l'animal (déplacement involontaire).

La sécurité du trafic face à la faune doit donc être étudiée principalement pendant la période nocturne (ce qui a notamment justifié l'étude de l'efficacité des miroirs à gibier vue au **chap. 3.3**). et deux périodes de la nuit doivent être plus particulièrement prises en considération :

- **du crépuscule aux environs de minuit**
  reprise de l'activité et principale période d'activité de la faune correspondant à une diminution du trafic qui se fait en général à une **vitesse accrue**

- **la période précédant directement le lever du jour**
  augmentation du trafic et approche du jour impliquant chez la faune une certaine nervosité rendant son comportement imprévisible.



4.4 Influence de la lune sur la répartition des accidents

Une étude succincte a tenté de déterminer l'influence de l'intensité de la luminosité nocturne sur le comportement animal et par contre-coup sur le nombre des accidents de nuit.

Les pourcentages d'animaux tués en fonction du quartier de lune correspondant montrent que les accidents provoqués par les principales espèces sont plus nombreux durant les périodes suivantes des phases de la lune :

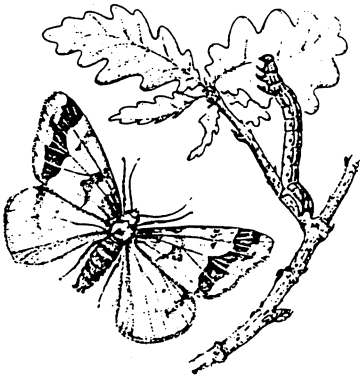
- **aux alentours de la pleine lune** (luminosité maximum) :
  cervidés (chevreuils et cerfs)
  rongeurs
- **aux alentours de la nouvelle lune** (luminosité minimum) :
  prédateurs (renards et fouines)
  insectivores (hérissons)
- **périodes intermédiaires** (lune croissante et décroissante) :
  apparemment les sangliers (le nombre de cas dont cette caractéristique peut être déduite pour cette espèce est beaucoup plus petit que pour les autres espèces).

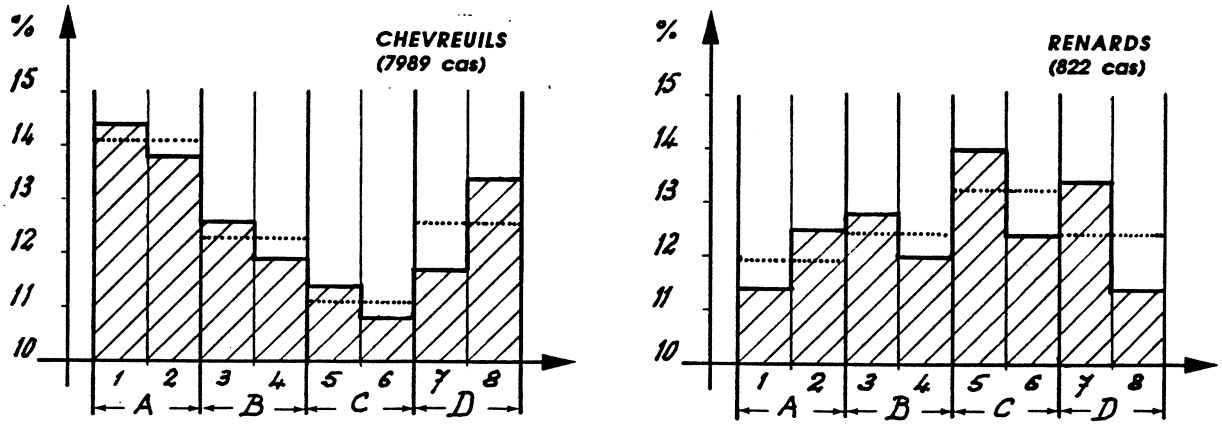
Pour les sangliers, deux maxima apparaissent chaque fois dans les périodes intermédiaires de croissance et de décroissance de la lune.

Une appréciation pour les autres espèces n'a pas été possible.

Les animaux du premier groupe se déplacent sans doute plus volontiers quand il fait clair car ils peuvent alors mieux voir ce qui se passe dans leur territoire, alors que les prédateurs profiteraient de l'obscurité pour être moins visibles et guetter ainsi plus facilement leurs proies. Le cas du sanglier et des autres animaux n'a pas été étudié plus en détail vu le peu de cas à disposition.

Le comportement propre aux différentes espèces et les conditions climatiques au moment du quartier de lune considéré influencent aussi, pour leur part, l'activité et les mouvements de la faune. La combinaison simultanée de ces paramètres ne permet pas de conclure de façon définitive à une influence de la lune sur les collisions avec le gibier. La **figure 4.4** montre la répartition des accidents en fonction des phases de la lune par quartier et demi-quartier pour les chevreuils et les renards.





..... moyenne par quartier

Chiffres **1 à 8** : numéros des demis-quartiers

A : pleine lune **B** : dernier quartier **C** : nouvelle lune **D** : premier quartier

Figure 4.4 Répartition des accidents en fonction des phases de la lune pour les chevreuils et les renards

4.5 Influence de la chasse sur la répartition des accidents

4.5.1 Bases à disposition

Les relevés d'accidents des polices cantonales grisonne, argovienne et valaisanne ont permis de déterminer les pourcentages d'animaux tués sur les routes en fonction de la période de l'année. A partir de là, il a été possible d'examiner l'influence des caractéristiques régionales des trois zones examinées (les Grisons et le Valais appartiennent à la **région alpine**, l'Argovie se situe à cheval sur le **Jura** et le **Plateau suisse**), ainsi que l'influence des deux types de chasse (Argovie pratique la **chasse affermée**, Valais et Grisons la **chasse à permis**).

Les périodes durant lesquelles la chasse est ouverte en Suisse ont été puisées dans la "**Loi fédérale sur la chasse et la protection des oiseaux**" de 1925 et les dates spécifiques dans les trois cantons en question dans un document de la Section Chasse et étude du gibier.

4.5.2 Influence de la chasse en général

Les périodes de chasse de chaque espèce sont soit trop courtes, soit trop longues pour permettre une analyse de l'influence de la chasse en général sur les collisions avec le gibier. Durant ces périodes les nombres d'accidents varient en dents-de-scie ou bien augmentent ou diminuent subitement. Aucune conclusion générale n'a donc pu être tirée des résultats de l'exploitation des données à disposition.

Seul le cerf accuse une progression des victimes du trafic pendant la chasse; cette croissance est sans doute beaucoup plus liée aux migrations saisonnières qu'aux effets de la chasse.

Ces résultats proviennent des trois cantons cités. Ils ont été **confirmés** par la même démarche effectuée sur les pourcentages d'animaux tués annuellement sur l'ensemble du territoire suisse, tous cantons confondus.

4.5.3 Influence du type de chasse

La **figure 4.5.3** montre les cantons où la chasse est affermée (en noir) et les cantons où la chasse se pratique avec un permis (en blanc).

En comparant la carte ci-dessus avec la **figure 3.1-3**, il apparaît que la chasse affermée se pratique dans les cantons du Nord de la Suisse, où se rencontrent les plus fortes densités des facteurs étudiés au **chapitre 3.1**. Le canton de St-Gall, bien que se trouvant dans le groupe "Jura, Sud-ouest du Plateau et Préalpes", pratique lui aussi la chasse affermée.

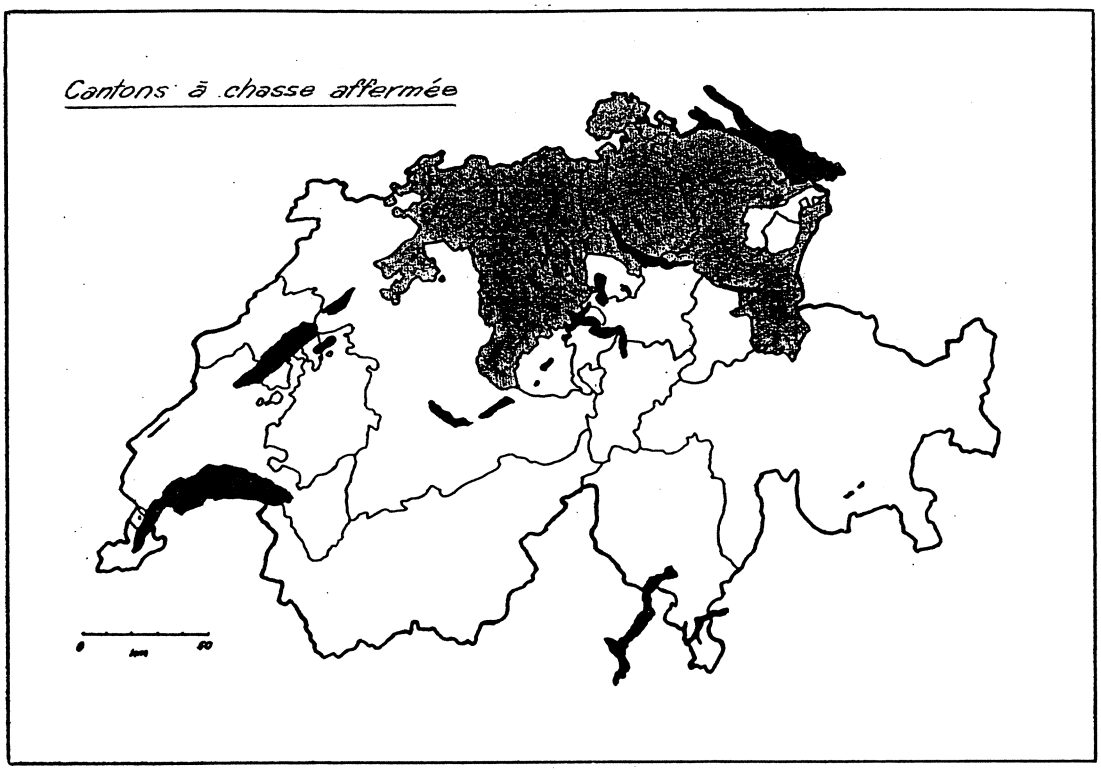


Figure 4.5.3 Cantons pratiquant la chasse affermée (en noir)

Les cantons où la chasse est affermée se trouvent tous dans la zone où les chevreuils présentent les densités les plus élevées quant à leur nombre et au nombre d'accidents qu'ils provoquent. Il n'est pas passible de ce fait de déduire le moindre effet du type de chasse sur le phénomène Faune/Trafic.

4.5.4 Conclusions

L'analyse faite ne permet ni d'affirmer que la chasse en elle-même soit une période critique pour le gibier confronté à la route, ni que le type de chasse pratiqué influence le nombre des victimes.

L'augmentation des accidents pour diverses espèces en automne au moment de la chasse semble davantage liée aux caractéristiques de la faune concernée à cette époque (voir **tab. 4.2.2-1**) qu'à l'augmentation des déplacements involontaires des animaux dispersés par les chasseurs.

La chasse se pratiquant de jour, son influence n'est que peu sensible sur des accidents ayant lieu pour plus de 80% pendant la nuit. Il faudrait ne prendre en compte que les accidents ayant lieu de jour et correspondant aux heures d'activité des chasseurs pour se rendre compte de l'effet de la chasse. Les 20% d'accidents à prendre en compte et le petit nombre de jour pendant lesquels la chasse est ouverte ne permettraient pas d'obtenir des résultats significatifs.

L'influence réciproque chasse/accidents ne peut donc pas être prouvée.

4.6 Répartition des accidents en fonction du profil en travers de la route au droit du lieu d'accident

4.6.1 Introduction

Lors de la traversée de la chaussée par un animal, deux facteurs sont essentiels au droit du point de franchissement :

- La morphologie du terrain
- La couverture du sol

Ces deux facteurs vont déterminer :

- l'**effort à fournir** par l'animal pour se déplacer compte tenu de l'application de la **loi du moindre effort**
- la **vue** que l'animal a dans la zone où il se déplace et qui détermine son **degré de sécurité**.

La topographie d'une zone de terrain utilisée par la faune est l'un des éléments déterminants pour le choix par celle-ci de ses axes de déplacement et de ses chemins de fuite. La connaissance de cette topographie et du comportement de la faune considérée sont des éléments essentiels pour déterminer les mesures de protection possibles. Si la route se trouve dans une région au modelé uniforme (plaine, etc), les points de traversée potentiels peuvent être si nombreux que le risque de collision existe le long de l'ensemble du tracé. Dans un tel cas, les traces laissées par le gibier en mouvement sont très difficiles à détecter dans le terrain. Les sentes les plus faciles à relever sont celles qui empruntent des passages obligés imposés par des obstacles infranchissables ou difficilement franchissables (lac, cours d'eau, falaise, clôture, mur, etc).

Lors de ses déplacements volontaires, l'animal applique pratiquement toujours **la loi du moindre effort** et se déplace le long des lignes de niveau du terrain ou perpendiculairement à celles-ci en cas de fuite par exemple. Cette règle devient aléatoire lorsque la faune se déplace de façon involontaire, par exemple après avoir été dérangée par un événement quelconque (homme, chien, bruit, obstacle insolite induisant l'hésitation ou la peur). L'instinct de fuite provoque une réaction plus ou moins désordonnée et c'est dans cette situation que l'animal est le plus vulnérable au moment du franchissement de la route.

Afin de pouvoir prendre conscience au plus tôt d'un danger éventuel, la faune cherche en général à traverser la chaussée dans des endroits où la **visibilité** est la meilleure et, dans la mesure du possible, situés à proximité d'une zone-refuge (cordon boisé, forêt, etc).

Selon des observations, la **perception par l'animal d'un véhicule en mouvement** ne semble pas être très précise : il estime mal sa vitesse d'approche et sa distance.

L'animal traverse généralement la route perpendiculairement à son axe. Parfois, il laisse passer le véhicule avant de s'élancer et se fait surprendre par un deuxième surgissant derrière le premier. L'animal concentre totalement **son attention sur le premier danger qu'il détecte**.

Le cas est encore plus évident lorsque un groupe s'apprête à traverser. Celui-ci se fie totalement au chef de harde, si bien que si le premier s'élance derrière un premier véhicule et qu'un

deuxième véhicule surgit, le reste de la harde ou simplement le jeune d'une femelle suitée a toutes les chances de se faire écraser.

L'animal se rend compte que la route constitue un danger; à ses abords, il est méfiant et surtout extrêmement prudent. S'il est troublé dans sa démarche, le risque de collision augmente. Il se dirigera cependant toujours vers les côtés de la chaussée où le type de terrain lui est familier. Or, si la banquette se révèle être difficilement franchissable, il sera obligé de revenir sur la route, avec tous les dangers que cela implique.

Il est donc intéressant de connaître la répartition des accidents entre les différents types de profils de la chaussée. La végétation qui est souvent un facteur déterminant de la visibilité (voir § **4.7**) est en général étroitement liée à la morphologie du terrain dans cette répartition.

4.6.2 Répartition des accidents en fonction du profil de la route

Le **tableau 4.6.2-1** indique les pourcentages d'accidents par type de profil de la route pour chacune des principales espèces.

Animaux	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	Profil 5	Profil 6
Chevreuils	31,0	3,7	7,1	11,1	11,1	36,0
Cerfs	24,1	2,2	13,4	9,2	11,0	40,1
Renards	18,3	23,5	23,8	10,5	8,3	15,6
Blaireaux	17,5	22,4	28,3	10,7	6,1	15,0
Hérissons	16,9	31,9	26,2	7,4	7,3	10,3
Lièvres	27,6	22,1	20,7	8,2	8,6	12,8
Totaux	26,4	11,6	14,1	10,1	9,8	28,0

Tableau 4.6.2-1 Répartition des accidents en fonction du profil en travers de la route

Si l'on regroupe les profils comme dans le tableau de la norme SNV 640.690, on obtient les pourcentages figurant au **tableau 4.6.2-2** suivant.

Profil / Animal						
	Norme VSS	1990	Norme VSS	1990	Norme VSS	1990
Chevreuil	40%	31,0	40%	47,1	20%	21,9
Cerf		24,1		49,3		26,6
Renard		18,3		26,1		55,6
Blaireau		17,5		25,7		56,8
Hérisson		16,9		17,7		65,4
Lièvre		27,6		21,0		51,4
Totaux		26,4		38,1		35,5

Tableau 4.6.2-2 Comparaison de la répartition des accidents en fonction des profils de la route (norme VSS-1968 et étude actuelle)

Les pourcentages cités dans la norme ont été établis sur la base de relevés d'accidents effectués dans le canton de Zürich en 1966. Les accidents en question se répartissaient sur une zone de terrain restreinte observée pendant une période de courte durée où ce sont principalement les chevreuils qui ont influencé les résultats.

Le **tableau 4.6.2-3** suivant présente uniquement les relevés pour lequel le sens de la marche du véhicule était connu. Les profils symétriques ("à niveau"-**1**, "en remblai"-**2** et "en déblai"-**3**) ne figurent pas dans ce tableau, car ils se présentent de façon identique quel que soit le sens de la marche.

Profil / Animaux						
Chevreuils	3.4	3.3	2.8	3.7	5.1	4.9
Cerfs	–	–	–	2.4	2.4	2.4
Renards	4.4	4.6	1.8	5.9	5.7	5.7
Blaireaux	5.0	5.5	1.7	1.7	2.2	3.9
Hérissons	3.4	3.6	3.0	3.0	4.1	4.1
Lièvres	2.2	3.9	3.1	3.9	1.4	2.5
Totaux	2.7	3.8	2.5	3.6	4.1	4.7

Tableau 4.6.2-3 Répartition des accidents en fonction du profil de la route compte tenu du sens de circulation du véhicule

A noter que dans l'appréciation de ces chiffres, il faut tenir compte du nombre relativement réduit d'accidents analysés.

4.6.3 Analyse des résultats obtenus

Les six types de profils choisis en 1966 et leurs groupements influent avec certitude les pourcentages résultants.

Les **profils "en déblai"-2** et **"en remblai"-3**, par exemple, peuvent souvent être assimilés à des **profils "à niveau"-1** quand leur hauteur est très faible. Les chiffres obtenus par ces trois profils confirment cette constatation en ce qui concerne les renards, blaireaux, hérissons et pour le lièvre en particulier qui affectionne les zones faiblement dénivelées.

Comme un grand nombre de relevés d'accidents provient des Grisons et du Valais où il est très fréquent, le profil mixte "à flanc de coteau"-**6** joue sans doute un rôle plus important dans les pourcentages obtenus que dans la réalité.

Compte tenu de ces remarques, les conclusions suivantes peuvent être tirées des **tableaux 4.6.2-1** et **4.6.2-2 (tab. 4.6.3)** :

Chevreuils et cerfs	Ils franchissent principalement les routes là où **l'effort nécessaire est minimum** et **où la visibilité est la meilleure** (profils **1, 4** et **6**). Ces zones représentent environ les 3/4 des cas.
Renards, blaireaux et hérissons	Les talus étant en général moins soumis à l'influence de l'activité humaine, les prédateurs y trouvent plus facilement des proies et se rencontrent par conséquent plus fréquemment dans ces zones. Les faibles pourcentages des profils **6** s'expliquent par le petit nombre de ces animaux figurant dans les relevés des Grisons et du Valais.
Lièvres	Les lièvres apparaissent plus particulièrement dans les zones de profils **1** à **3** plus caractéristiques de la plaine que les profils **4** à **6**. Ces animaux marquent une préférence pour les zones demandant un minimum d'effort pour se déplacer.

Tableau 4.6.3 Conclusions concernant les accidents en fonction du profil en travers

Dans le **tableau 4.6.2-3**, les **colonnes 1** et **3** indiquent une prépondérance de situations conflictuelles dans les cas où la visibilité est limitée par un talus du côté où roule le véhicule,

que ce talus soit au-dessus ou en dessous de la route. En effet, dans ces deux situations, l'animal se trouve encadré par deux obstacles, le véhicule en mouvement et le talus.

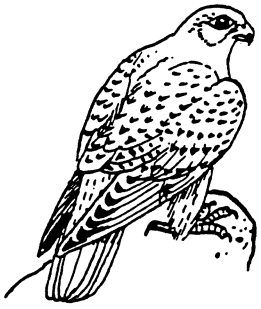
L'équilibre relatif qui apparaît entre les deux sens de roulement dans la dernière colonne du **tableau 4.6.3 confirme que la visibilité latérale permise par le terrain joue un grand rôle dans le cas d'une collision.** La **couverture du sol** joue un rôle identique dans ce domaine.

4.6.4 Conclusions

L'application de la **"loi du moindre effort" et de la recherche de la "visibilité latérale maximale" sont fondamentales dans le choix des lieux de franchissement de la route par les animaux.**

L'espèce animale considérée et la région influencent également le choix des lieux de franchissement.

- Les **espèces carnivores** affectionnent particulièrement les talus riches en proies (micromammifères, etc); selon l'observation des traces, ils paraissent utiliser la route comme point de repère pendant leur chasse.
- Les **ongulés**, plus craintifs de nature, ne traversent dans la mesure du possible qu'en fonction d'un critère de visibilité optimale et de la proximité d'une zone boisée-refuge, car la végétation environnante semble devoir jouer un grand rôle dans ce mécanisme complexe.



4.7 Répartition des accidents en fonction de la couverture du sol au droit du lieu d'impact

4.7.1 Introduction

Les accidents sont en règle générale directement liés à la présence d'un milieu naturel favorable à proximité de la route. La couverture du sol au droit du lieu de l'accident peut être très différente, la végétation environnante joue cependant un rôle déterminant. Elle ne revêt pas la même importance s'il s'agit d'un herbivore ou d'un carnivore.

4.7.1.1 Cerfs et chevreuils

Ces deux espèces sont liées à l'habitat forestier. Pour ces herbivores, la végétation n'est pas seulement susceptible de les protéger en leur fournissant un abri sûr, mais elle leur apporte également la nourriture dont ils ont besoin. Le cerf et le chevreuil apprécient les milieux à strate herbacée et arbustive au voisinage desquels ils se tiennent habituellement; les aires de repos sont en effet rarement éloignées des aires de gagnage. Une zone ouverte (clairière, prairie, pépinière, champ en bordure de forêt, etc) représente une surface très attractive; ils s'y dirigent dans la mesure du possible à couvert en utilisant les lisières, haies, cordons boisés, etc. Les lisières, en plus de leur végétation variée peuvent également servir d'abri (proximité du massif forestier).

L'**importance du massif forestier** dont dépendent les deux espèces citées est très grande. Le risque d'accident sur une route située au voisinage d'une forêt augmente si :

- la surface du massif est importante
- un massif forestier s'étend à moins de 100 m de la route, au delà, le risque diminue mais ne disparaît pas
- la distance entre deux massifs forestiers séparés par une route est inférieure à 150 m
- il existe des boqueteaux, haies ou cordons boisés entre la route et le massif forestier

Cerfs et chevreuils consacrent une grande partie de leurs déplacements à la recherche de nourriture. Ils évitent lors de ceux-ci les zones occupées par l'homme.

4.7.1.2 Renards

Sa présence est moins dépendante de la végétation que celle du cerf et du chevreuil. On le retrouve à peu près partout dès l'instant où il peut trouver des lieux de gîte calmes et des zones riches en nourriture. C'est une espèce commensale de l'homme que l'on rencontre fréquemment très près des localités. Il creuse souvent ses terriers à proximité de la chaussée, près des talus riches en petit gibier. Comme il utilise la route comme point de repère et qu'il est assez peu craintif du fait qu'il n'est pas à proprement parler soumis à un prédateur naturel, ses tournées de chasse nocturne s'achèvent souvent par un accident.

4.7.2 Répartition des accidents en fonction de la couverture du sol le long de la chaussée

Le **tableau 4.7.2-1** indique en pourcents le nombre de fois qu'un type de couverture du sol se présente d'un côté ou de l'autre de la route au droit des emplacements des collisions.

Couverture du sol / Animal	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Chevreuil	57.2	3.4	24.4	8.5	1.1	5.1	0.1	0.1	–	–	0.1	4.466
Cerf	63.8	0.5	18.6	12.8	–	4.0	0.3	–	–	–	–	1.055
Renard	35.9	32.1	15.5	1.9	4.1	6.3	–	–	2.3	–	1.9	744
Blaireau	33.6	29.9	22.0	2.0	4.6	5.6	–	–	1.8	–	0.6	329
Hérisson	25.9	32.2	14.7	4.0	3.7	14.3	–	0.3	2.7	–	2.3	744
Lièvre	46.5	19.7	17.5	3.7	3.0	6.3	–	–	1.5	0.1	1.7	1.016
Autres	23.0	30.4	18.7	4.8	5.0	12.8	–	1.0	2.8	–	1.5	522

a : pré, pâturage
b : champ
c : forêt
d : buissons
e : verger
f : zone habitée
g : rocher
h : mur
i : vignes
j : tunnel
k : pont
l : nombre de cas examinés

Tableau 4.7.2-1 Couverture du sol au droit du lieu de l'accident

Le **tableau 4.7.1-2** indique en pourcents le nombre de fois où les principales combinaisons de profils se rencontrent au droit des lieux d'accidents. Dans le cas "Uniforme" les surfaces ouvertes (pré, pâturage et champ) ont été regroupés en un seul paquet (**A**). Il en est de même des surfaces à végétation arbustive ou buissonnante (**B**). Toutes les couvertures de sol comprises dans les colonnes allant de "verger" à "pont" du **tableau 4.7.2-1** sont regroupées sous "divers" (**C**).

Couverture du sol / Animal	Uniforme			Mixte		
	A	B	C	D	E	F
Chevreuil	49.1	24.0	3.3	17.3	5.8	0.5
Cerf	53.7	22.1	2.6	18.0	2.9	0.7
Renard	60.2	10.9	9.9	8.0	9.3	1.7
Blaireau	50.4	16.4	5.8	13.7	12.2	1.5
Hérisson	42.4	8.5	14.2	16.9	14.6	3.4
Lièvre	53.2	12.0	7.7	17.0	8.7	1.4
Autres	41.1	15.7	14.6	11.7	13.1	3.8

A : pré, pâturage, champ
B : forêt, buissons
C : divers
D : pré, pâturage, champ / forêt, buissons
E : pré, pâturage, champ / divers
F : forêt, buissons / divers

Tableau 4.7.2-2 Combinaison des profils au lieu d'accident

4.7.3 Analyse des résultats obtenus

Le **tableau 4.7.3** présente les résultats obtenus.

Chevreuils et cerfs	Environ les 3/5 des accidents avec chacun de ces animaux ont lieu **en terrain découvert**, presque exclusivement là où se présentent des prés et pâturages. Bien que les champs fassent largement partie des terrains découverts, l'activité agricole semble dissuader leur approche. Les cerfs en particulier vivent une bonne partie de l'année dans les hauteurs où les champs sont rares. Ils sont accidentés sur les routes à plus basse altitude lors de leurs déplacements. Moins d'un tiers des accidents a lieu en forêt ou en zone buissonnante et environ 4 à 5% ont lieu au voisinage d'habitations.

Tableau 4.7.3 (1e partie) Analyse des résultats

Renards, blaireaux et lièvres	Les 2/3 des accidents ont lieu **en terrain découvert** et moins d'un quart en forêt et zone de buissons. Les d'accidents restants se répartissent entre les autres types de couvertures du sol avec une prépondérance pour les accidents au voisinage d'habitations (plus de 6% du total des accidents). Alors qu'un tiers des accidents avec des renards et blaireaux ont lieu dans les champs, ce sont presque la moitié des accidents avec les lièvres qui y ont lieu.
Hérissons et autres animaux	13 à 14% des accidents ont lieu au voisinage de zones habitées. Ces animaux se rencontrent dans une moindre proportion dans les zones agricoles ou forestières que les espèces précédentes.

Tableau 4.7.3 (2e partie) Analyse des résultats

4.7.4 Conclusions

- La plupart des accidents advient en terrain découvert.
- La visibilité est étroitement liée à la couverture végétale et est déterminante pour la perception d'un danger par l'animal et par voie de conséquence pour ses possibilités de l'esquiver et de se mettre à couvert.
- Les animaux ne craignent pas l'homme et son activité en tout endroit et les petits animaux seraient même presque attirés par celle-ci; ceci dépend du degré de commensalité de l'espèce. Généralement la distinction se fait entre carnivores et herbivores, dont les ennemis naturels déterminent leur attitude face au danger.
- Les animaux ne pénètrent pratiquement jamais dans un tunnel routier, par contre ils utilisent les ponts. Ce résultat confirme le fait que la faune accepte plus facilement les passages supérieurs que les passages inférieurs pour franchir une route. L'aversion des batraciens à s'introduire dans les passages sous-route qui leur sont destinés corrobore ce résultat.

4.8 Répartition des accidents en fonction du type de route

4.8.1 Introduction

L'effet d'une route sur la faune ne peut être estimée qu'en relation avec le trafic qui y circule. Les mécanismes régissant cet effet sont fort complexes du fait de la superposition de nombreux facteurs liés au comportement de la faune aux abords de la chaussée ainsi qu'à ces abords proprement dits.

Selon [1], une route principale et une route de desserte en forêt n'ont pas le même effet sur la faune du fait de leur largeur et de leur trafic respectifs. La relation entre le volume du trafic et le nombre d'animaux tués suit une loi logarithmique. Des observations faites sur des chevreuils dans les Bois du Jorat au nord de Lausanne ont montré que la proportion des animaux réussissant à franchir une route diminue très rapidement au fur et à mesure que le volume du trafic augmente sur celle-ci.

Un trafic de 2'000 véhicules par jour ne permet plus qu'un nombre de traversées correspondant au 20% des traversées qui auraient lieu sur la même route en l'absence de trafic. Ce pourcentage est une estimation faite dans une région où les chevreuils n'ont pas besoin d'entreprendre des migrations saisonnières. L'effet de coupure est donc ici déjà de 80%. La courbe de l'effet de coupure dans les régions où les chevreuils effectuent des migrations est pratiquement semblable à celle dont il vient d'être question (**fig. 4.8.1**).

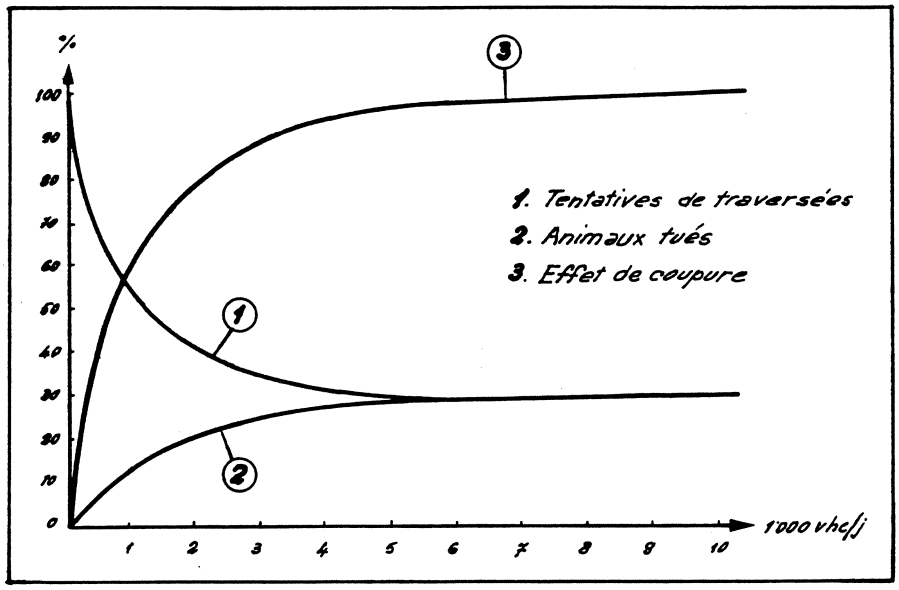


Figure 4.8.1 Effet de coupure d'une route sur une population de chevreuils (selon (1))

Une étude américaine, [17], constate que sur des routes très fréquentées (20'000 vhc/jour), le nombre d'accidents est faible. Ce résultat illustre la façon dont l'**effet de barrière** ou **effet de coupure** est fonction de l'infranchissabilité de la route et de quelle manière les abords de la chaussée sont progressivement abandonnés entraînant ainsi une banalisation du milieu. Ce phénomène peut déjà s'observer à petite échelle, puisque les environs de la route ne sont approchés par les animaux que pendant les heures nocturnes caractérisées par un faible trafic.

La largeur de la bande latérale abandonnée par la faune pendant la période diurne est estimée à 100 m (voir **[9]**).

L'effet du cloisonnement de la faune par la route se manifeste à des degrés divers par les symptômes suivants :

- diminution progressive des traversées volontaires
- baisse des effectifs des animaux dont le territoire est à cheval ou en bordure de la route
- baisse de la qualité de l'espèce qui va se trouver cantonnée dans un territoire restreint (phénomènes de dégénérescence).

Cet effet est particulièrement flagrant dans le cas des routes nationales enserrées par les clôtures de sécurité.

Dans le cas des routes cantonales et surtout secondaires, la baisse très marquée du trafic nocturne permet encore une certaine activité de la faune pendant les heures correspondantes durant lesquelles la chaussée est plus ou moins libre de trafic. Ces routes sont assimilées à des lisières et leurs banquettes peuvent servir de surface de gagnage à condition que :

- la végétation y soit attractive, ce qui est fonction de la saison et des besoins de l'animal
- le trafic soit faible

De jour, la situation s'inverse à cause du volume de trafic et de la présence humaine sur la chaussée.

4.8.2 Répartition des accidents par animaux et type de route

Le **tableau 4.8.2-1** indique les pourcentages d'animaux impliqués dans une collision en fonction du type de route. Le réseau routier suisse se répartit à peu près de la façon suivante entre les trois types de routes principaux (voir **fig. 1.2.3**):

• **route nationale**	(autoroutes)	**1'850 km**
• **route principale**	(routes cantonales)	**19'100 km**
• **route secondaire**	(routes communales)	**50'400 km**

Le **tableau 4.8.2-2** prend aussi en compte la source concernée. Certaines de ces sources fournissent des relevés d'accidents concernant tous les types de routes, d'autres le font pour un type particulier, par exemple, route secondaire ou autoroute. D'autres encore ne donnent des renseignements qu'en fonction de collisions ayant provoqué des dégâts (clubs automobiles en particulier).

Animal	Route nationale	Route principale	Route secondaire	Nombre d'animaux considérés
Chevreuil	8.2	56.9	34.9	5'674
Cerf	9.4	80.8	9.8	824
Renard	80.5	11.6	7.9	790
Blaireau	82.0	11.6	6.4	328
Sanglier	15.7	54.3	30.0	70
Hérisson	98.1	1.0	0.9	908
Lièvres	81.9	14.1	4.0	1'034
Autres	92.2	3.6	4.2	477
Totaux	36.0	41.9	22.1	10'105

Tableau 4.8.2-1 Répartition en pourcents des accidents par animaux et par type de route sans tenir compte de la source des relevés d'accidents

Animal	Toutes les routes du canton					Routes sec.	Toutes les routes de Suisse					Autoroutes	
	AG	VS	ZH	GR	SH	ZH	ACS	TCS	TCS	TCS	TCS	BE	VD
Chevreuil	89.2	56.5	89.4	69.5	80.5	74.0	85.7	93.2	96.1	89.8	90.8	10.0	3.5
Cerf	0.1	41.2	0.2	24.9	–	–	1.0	4.8	2.1	5.7	4.4	–	–
Renard	5.7	1.5	3.2	1.0	2.9	18.2	1.0	0.9	0.3	2.3	2.8	13.4	43.0
Blaireau	0.5	0.2	4.3	1.1	1.5	4.6	3.1	0.3	0.3	0.4	–	8.5	17.1
Lièvre	4.5	0.6	2.9	3.5	15.1	3.2	9.2	8.8	1.2	1.8	2.0	68.1	36.4
Nombre d'animaux par source	752	483	443	3435	138	219	98	746	564	1590	389	412	1016

Tableau 4.8.2-2 Répartition en pourcents des accidents par animaux et par type de route et de source concernées

Dans le **tableau 4.8.2-3**, les sources ont été regroupées en tenant compte du type de route qu'elles concernent spécialement. Seuls les principaux animaux impliqués dans une collision avec des voitures ont été pris en considération. Les autres ont été éliminés, car le soin apporté à les relever dépend trop de l'importance que la source leur donne **en fonction** de ses activités propres (p.ex. les clubs automobiles s'intéressent plus particulièrement aux collisions entraînant des dommages aux carrosseries).

Source / Animal	10	12	14	20	51	62	41	42	43	44	45	31	33
	AG	VS	ZH	GR	SH	ZH[1]	ACS	TCS	TCS	TCS	TCS[2]	BE[3]	VD[4]
Chevreuil	670	273	396	2387	111	162	84	695	542	1427	353	42	36
	88.0	52.8	89.4	68.7	79.3	69.6	85.7	92.4	95.2	88.7	88.7	6.3	1.8
Cerf	1	199	1	854	–	–	1	36	12	90	17.4	–	–
	0.1	38.5	0.2	24.6	–	–	1.0	4.8	2.1	5.6	4.3	–	–
Renard	43	7	14	36	4	40	1	7	2	36	11	55	437
	5.7	1.4	3.2	1.0	2.9	17.2	1.0	0.9	0.4	2.2	2.8	8.3	21.8
Blaireau	4	1	19	38	2	10	3	2	2	7	–	35	174
	0.5	0.2	4.3	1.1	1.4	4.3	3.1	0.3	0.4	0.4	–	5.3	8.7
Hérisson	2	–	–	14	–	6	–	–	–	2	1	196	656
	0.3	–	–	0.4	–	2.6	–	–	–	0.1	0.2	29.4	32.8
Lièvre	34	3	13	120	21	7	9	6	7	30	8	280	369
	4.5	0.6	2.9	3.5	15.0	3.0	9.2	0.8	1.2	1.9	2.0	42.0	18.4
Autres	7	34	–	28	2	8	–	6	4	16	8	59	330
	0.9	6.5	–	0.7	1.4	3.3	–	0.8	0.7	1.1	2.0	8.7	16.5
Nombre d'animaux par source	761	517	443	3477	140	233	98	752	569	1608	398	667	2002

1. Dans le Reppischtal; 2. Enquête auprès de sociétaires accidentés; 3. Routes nationales 1, 6 et 12 et Talstrasse 10; 4. Route nationale 1

Tableau 4.8.2-3 Nombre de collisions avec certains animaux d'après les sources principales

Remarques : – *la source est désignée par un numéro et les initiales de son origine*
– *la première ligne désigne le nombre de cas par animaux*
– *la deuxième ligne indique le pourcentage par espèce dans la source considérée*

4.8.3 Analyse des résultats obtenus

Il ressort des trois tableaux que :

- la grande faune (chevreuils, cerfs, sangliers) est principalement atteinte par le trafic sur les routes principales ou secondaires

- la petite faune est atteinte sur les routes nationales.

Dans les deux cas, il s'agit d'une proportion de 4 à 5 animaux pour 1 selon le type de route.

4.8.4 Conclusions

- Les petits nombres de gros animaux tués sur les routes nationales montre que les **clôtures ont une réelle efficacité** pour protéger le trafic et la grande faune l'un vis-à-vis de l'autre. Elles sont par contre peu efficaces pour la petite faune. Celle-ci peut se faufiler dans les mailles ou sous la clôture, voire même grimper dans ses fils pour la franchir là où les mailles sont plus larges.

- La densité d'animaux petits ou moyens dans le voisinage immédiat de la chaussée d'une route nationale clôturée en limite de propriété est sans doute plus faible que le long d'une route principale ou secondaire non clôturée. Si le pourcentage de collisions avec les animaux petits et moyens est plus élevé le long des routes nationales, ceci provient des vitesses plus élevées des véhicules y circulant et d'un comptage des cadavres plus précis par les services d'entretien des autoroutes. Ces vitesses et une densité de trafic plus élevée réduisent les créneaux entre les véhicules, ce qui diminue d'autant plus la chance des animaux de franchir la chaussée sans se faire heurter.

- Les grands animaux s'aventurent facilement jusqu'aux clôtures qu'ils longent alors. Les hauteurs de celles-ci ne les empêchent pas de les franchir et de s'introduire ainsi sur la chaussée. Toute interruption de la clôture est aussi un point d'accès à la route. En tentant de s'en éloigner les animaux ayant pénétré dans l'emprise d'une route clôturée sont paniqués par le trafic et l'obstacle et se mettent à zigzaguer entre les clôtures, augmentant ainsi les risques de collisions.

- Les clôtures agissent comme un obstacle pour la faune qui est soumise ainsi à un **effet de barrière** important. Il est donc nécessaire de prévoir **des passages protégés** (supérieurs ou inférieurs) qui donnent au moins la possibilité aux animaux de récupérer la plus grande partie du territoire qui leur appartenait avant la construction de l'autoroute, et ceci afin de maintenir l'équilibre du milieu naturel environnant.

- Le cas des routes principales et secondaires est beaucoup plus délicat du fait de l'impossibilité de clôturer l'ensemble du réseau. La répartition des accidents le long d'un tracé routier est en grande partie fonction de la morphologie du terrain, de la végétation et du profil de la route elle-même. Un accident ne donne aucune indication sur une zone particulière de passages d'animaux. Seule la connaissance **des couloirs d'échange empruntés par la faune** entre deux secteurs attractifs ou de **la présence d'éléments canalisateurs de la faune** permettent d'estimer si un tronçon particulier doit subir des aménagements de protection ou non.

4.9 Vitesse du véhicule au moment de l'accident

4.9.1 Examen des résultats

Dans le cadre de l'enquête faite auprès des membres des clubs automobiles, il a été possible d'obtenir quelques données concernant la vitesse des véhicules au moment de la collision.

Les graphiques de la **figure 4.9.1** récapitulent les données disponibles.

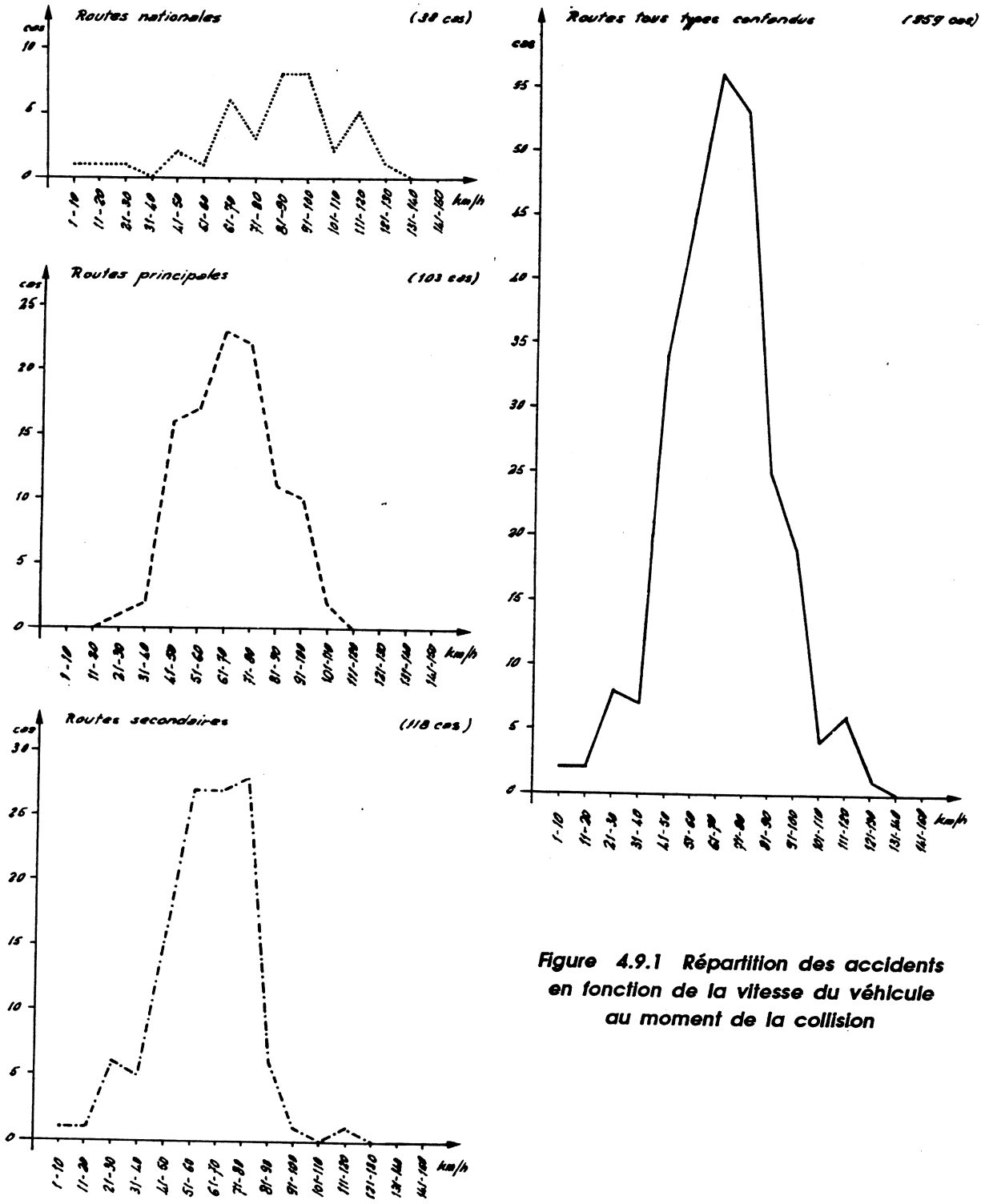


Figure 4.9.1 Répartition des accidents en fonction de la vitesse du véhicule au moment de la collision

Les vitesses moyennes au moment de la collision sont à peu près les suivantes :

- routes nationales : 85 km/h
- routes principales : 68 km/h
- routes secondaires : 56 km/h
- routes tous types confondus : 67 km/h

Les moyennes ci-dessus ont été calculées sans tenir compte des vitesses extrêmes (minimum et maximum) qui ne se présentent que sporadiquement.

Le **tableau 4.9.1** donne les pourcentages des longueurs des différents types de routes et ceux des nombres d'accidents correspondants.

Type de route	Longueur du réseau [%]	Nombre d'accidents [%]
Nationale	3	14
Principale	27	40
Secondaire	70	46

Tableau 4.9.1 Pourcentages des longueurs des différents types de route et du nombre d'accidents enregistrés pour chacun de ceux-ci.

Bien que la source ayant fourni les données sur les accidents considérés soit homogène, la comparaison des longueurs totales des différents types de voies de circulation en Suisse avec les nombres d'accidents relevés pour chaque type de route doit être faite avec beaucoup de prudence.Pour exploiter correctement le **tableau 4.9.1**, il faudrait disposer de données concernant les facteurs suivants :

- la densité du trafic
- le nombre de traversées des chaussées considérées par les animaux pour chaque type de route durant la période du contrôle.
- la potentialité de la route envisagée à être le théâtre d'accidents avec la faune, potentialité qui dépend de la situation géographique, de la morphologie du lieu où s'inscrit la chaussée, de la végétation locale, etc..

4.9.2 Conclusions

- La **vitesse moyenne du trafic lors d'une collision dépend du type de route** sur laquelle le trafic se déroule.

- Les routes nationales étant clôturées, les chiffres obtenus mettent en évidence le faible effectif d'animaux tués par rapport aux autres types de routes. Si la petite faune fournit le

plus grand nombre de victimes, les éléments de la grande faune sont rares et proviennent d'introductions accidentelles.

- Le nombre d'accidents est presque 25 fois plus grand sur les routes principales que sur les routes secondaires, ce qui est à attribuer à la vitesse de circulation plus élevée de l'une par rapport à l'autre.

- Les **limitations de vitesse** à 130 km/h puis 120 km/h sur les autoroutes et à 100 km/h puis 80 km/h sur le reste du réseau routier n'ont eu **pratiquement aucune influence** sur les résultats présentés.

- **Une solution appréciable au problème Faune/Trafic se trouve du côté de l'automobiliste.** Les tronçons susceptibles de voir surgir un animal sont généralement signalisés par un **panneau triangulaire avec une silhouette de chevreuil bondissant**. Cette mesure est actuellement insuffisante. Elle devrait au moins être accompagnée d'un **panneau de limitation de vitesse à 60 km/h.** A une telle vitesse le conducteur peut suffisamment observer les abords de la chaussée pour prendre connaissance de la présence d'un animal et y adapter sa conduite.

- **La clôture est le moyen actuellement le plus efficace pour mettre le trafic à l'abri de la faune.**

4.10 Répartition des coûts des accidents

Le coût des réparations provoquées par un accident avec du gibier est un élément variable dans le temps qui dépend des tarifs appliqués par le garagiste lors de la réparation et de l'inflation annuelle.

Il est toutefois intéressant d'examiner le coût moyen approximatif des accidents en fonction des principales espèces d'animaux touchées par le trafic. Les résultats sont présentés au **tableau 4.10**.

Coût	Inférieur à 500.--	Inférieur à 2'000.--		Supérieur à 2'000.--		Coût moyen d'un accident
Animal	% d'accidents	% d'accidents	Coût moyen	% d'accidents	Coût moyen	
Chevreuil *2'443 cas*	63.1%	97%	486,--	3%	3'215,--	575,--
Cerf *303 cas*	26.7%	76%	807,--	24%	3'810,--	1'540,--
Renard *48 cas*	57.1%	74%	395,--	26%	5'360,--	1'440,--
Lièvre *37 cas*	64.9%	84%	460,--	16%	4'415,--	1'100,--

Tableau 4.10 Coût moyen des accidents

- Le nombre d'accidents provoquant des frais minimes est important.
- **Le poids et la taille de la bête jouent un rôle dans le coût des accidents.** Elle doit avoir au moins la taille et le poids d'un renard ou d'un blaireau pour provoquer un accident d'une certaine importance.
- Un accident avec un cerf entraîne des frais en moyenne trois fois plus élevés qu'une collision avec un chevreuil. Ceci est dû essentiellement à leur différence de poids.
- Dans le cas du renard, le coût moyen élevé des accidents de plus de Fr. 2'000,- montre que **l'évitement de cet animal peut provoquer des manoeuvres périlleuses dont les conséquences sont onéreuses.**
- La manoeuvre d'évitement pouvant mettre en danger la vie du conducteur, il semble recommandable de ne pas modifier la trajectoire du véhicule lorsqu'un animal de petite taille surgit sur la chaussée (chat, chien, renard, lièvre, fouine, blaireau, etc). **Mais attention : ce pourrait être une fois un petit enfant qui se jette sur la chaussée.**

4.11 Etude des collisions entre véhicules et animaux

4.11.1 Champ de vision d'un conducteur de véhicule en mouvement le long d'une route

L'étude des collisions entre animaux et véhicules soulève la question de ce qu'un conducteur peut voir en circulant sur une route, de ce dont il peut prendre conscience. **La connaissance des possibilités et des limites de l'acuité visuelle et en particulier de ses valeurs-seuil est donc importante pour comprendre le pourquoi et le déroulement d'une collision avec un animal du point de vue de l'automobiliste.**

Boris Pushkarev et Christopher Tunnard ont abordé le problème du champ de vision d'un observateur en mouvement **[16]**. Si leur description de cette vision a été faite principalement en vue de l'aménagement des abords des routes et autoroutes, elle permet aussi de mieux comprendre en partie le pourquoi des collisions avec les animaux.

La connaissance de quelques principes physiologiques essentiels sont nécessaires pour aborder ce sujet. Les données physiologiques et perceptionnelles relatives à la vue sont fort nombreuses; seules celles qui sont essentielles pour la sécurité Faune / Trafic sont citées ici.

- **La perception visuelle dépend de la luminance**

  "Voir" présuppose des contrastes provenant de la lumière réfléchie par des objets. En pleine lumière du jour, ces contrastes sont de 2 à 4% au minimum; au crépuscule, ils atteignent jusqu'à 70%. Des contrastes excessifs de luminance provoquent l'éblouissement.

- **La perception visuelle demande du temps**

  Les impressions visuelles sont enregistrées avec un certain décalage. L'oeil nécessite un à trois dixièmes de seconde pour retenir une impression. Si l'oeil et l'objet ne sont pas dans des positions relativement fixes l'un par rapport à l'autre, il n'y a pas de perception. L'oeil peut enregistrer au maximum douze images par seconde. Il a besoin d'une seconde à peu près pour réajuster (par exemple pour voir un détail sur la route après avoir regardé le tachymètre) et le temps de réaction est estimé à trois quarts de seconde à une seconde. Ces durées sont énormes quand on considère qu'à 120 km/h la voiture parcourt 33 m à la seconde et 22 m environ à 80 km/h.

- **La perception visuelle de l'espace est limitée**

  Pour que l'oeil puisse voir un objet moyennement éclairé, celui-ci doit être assez grand pour correspondre à un angle de vision d'une minute. Des expériences effectuées avec des panneaux placés en bordure de route ont révélé que les inscriptions comprenant des noms inconnus doivent avoir une hauteur correspondant à un angle de vision de cinq minutes au total. En d'autres termes, pour pouvoir être lus à une distance de 300 m, les caractères doivent avoir une hauteur d'au moins 45 à 50 cm, soit un peu moins que la hauteur d'un chevreuil.

Limité dans son acuité visuelle, l'oeil est aussi restreint quant au **champ de vision** qu'il peut embrasser. Sans mouvement, l'axe de vision étant horizontal, il peut saisir un angle latéral de 180° et un angle de 69° au-dessus et de 76° en-dessous de l'horizon. La partie la plus sensible de la rétine peut tout au plus saisir un angle de 2,5 degrés. Les parties latérales de la rétine

enregistrent relativement peu de détails. **Lorsque l'oeil se concentre sur un détail, l'angle de vision périphérique se réduit** encore.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées d'une étude américaine sommaire **[17]** sur les limites humaines lors de la conduite d'une automobile en ce qui concerne la sécurité faune/trafic.

- **Point de concentration**

  Les yeux anticipent le parcours des roues et procurent ainsi au conducteur suffisamment de temps pour parer aux obstacles. A 40 km/h, le point de concentration est situé 200 m en avant du véhicule; à 100 km/h, il est déjà à quelque 600 m. Les objets devant retenir l'attention du conducteur doivent non seulement être situés sur l'axe de vision, mais encore être visibles et reconnaissables sur grande distance **(fig. 4.11.1-1)**.

- **Angle de vision**

  A l'arrêt, l'oeil embrasse un angle de vision horizontal de 180°; à 40 km/h, celui-ci se réduit à 100°, pour n'être plus que de 40° (2x20°) à 100 km/h. Sans déplacement latéral du point focal grâce à un tracé de route incurvé, le conducteur est hypnotisé par la perspective toujours identique, tout comme s'il regardait dans une boule de cristal **(fig. 4.11.1-1)**.

- **Détails de premier plan**

  Etant donné que les objets se déplaçant rapidement ne peuvent être perçus et que le champ de visibilité tout proche se meut plus rapidement que des parties plus éloignées, le conducteur ne perçoit clairement que ce qui se trouve à quelque distance de lui. A 65 km/h, le point le plus proche de la route pouvant être perçu clairement se situe à 25 m environ de la voiture; à 100 km/h, il se trouve à 35 m **(fig. 4.11.1-2)**.

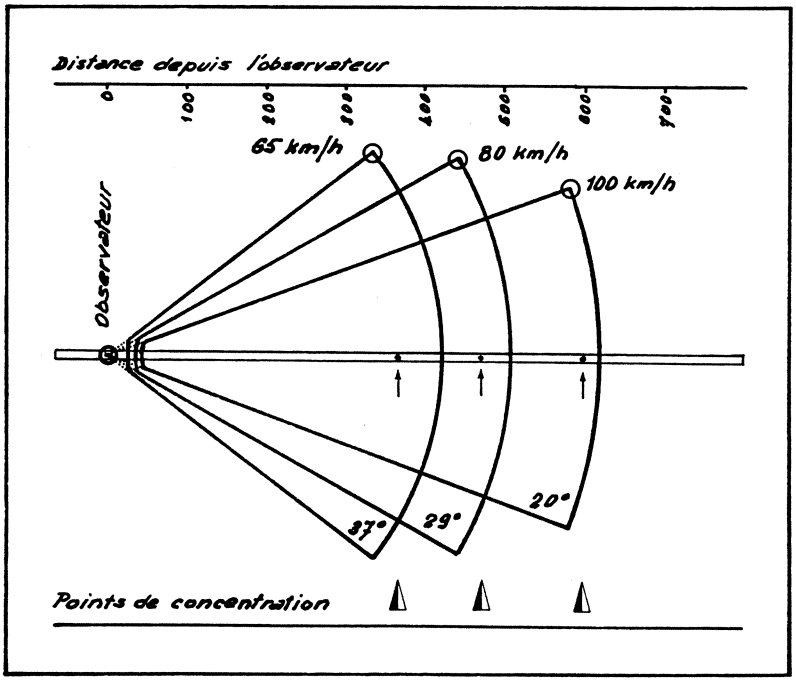


Figure 4.11.1-1 Angle de vision du conducteur

Il ressort des trois points mentionnés ci-dessus qu'à 100 km/h une visibilité correcte est assurée entre 35 et 600 m et à l'intérieur d'un angle de vision de 40°. Cette distance est couverte en 20 secondes. A grande vitesse, les petits détails sont de ce fait insignifiants, voire perturbateurs.

Parmi ces petits détails figurent de nombreux petits animaux. Leurs mouvements ou l'éclat de leurs yeux la nuit dans la lumière des phares peuvent les rendre plus facilement perceptibles que des silhouettes fixes, pour autant bien entendu qu'ils se trouvent dans le champ de vision du conducteur.

Les collisions avec la faune se déroulent toujours dans la zone où l'acuité visuelle est restreinte (**fig. 4.11.1-2**) et dans laquelle les capacités de l'oeil, le temps de réaction et les distances de freinage du véhicule ne permettent en général plus d'éviter une collision même si la prise de conscience de l'animal et de son comportement ont encore été possibles au préalable.

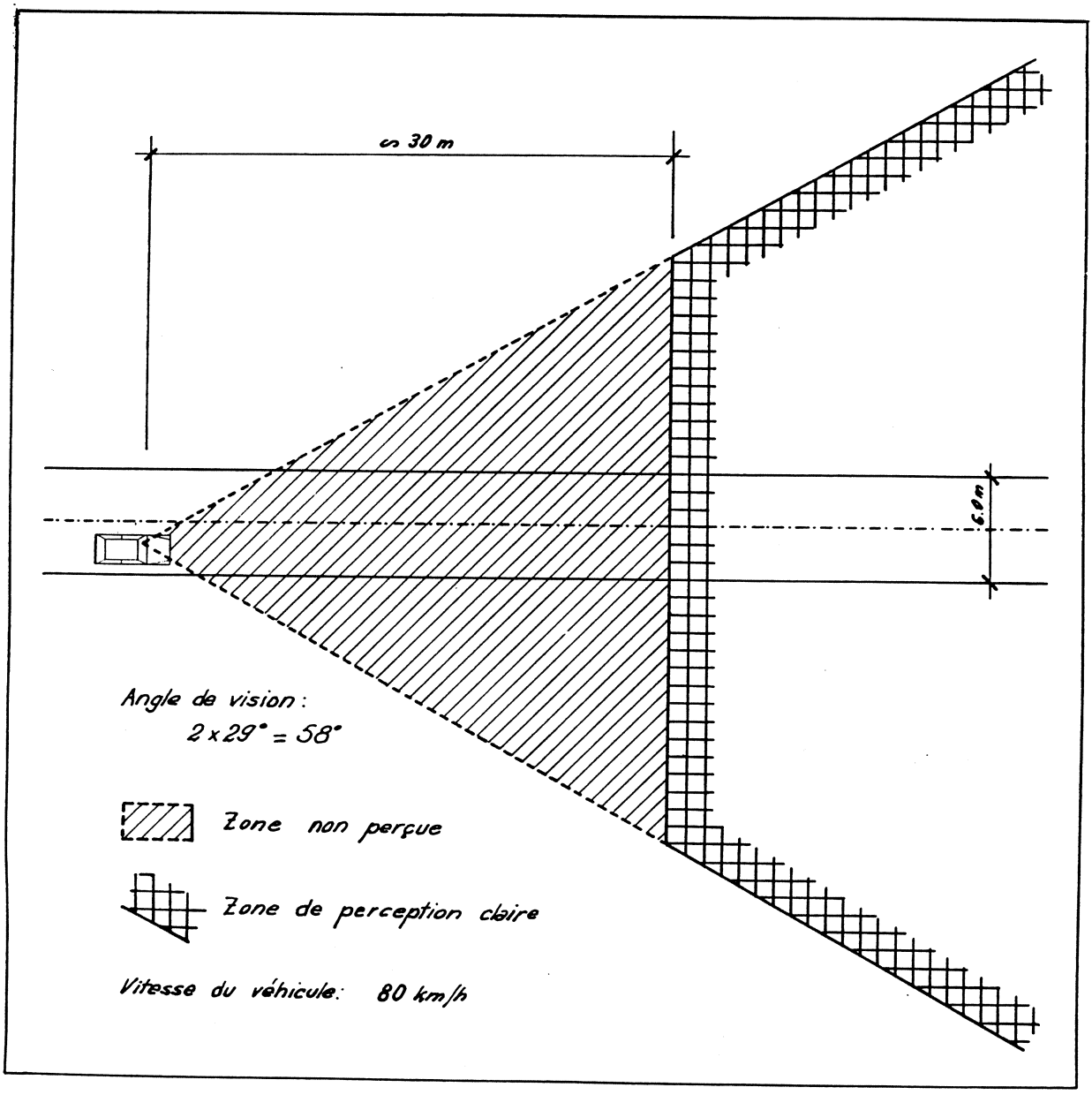


Figure 4.11.1-2 Zones de perception du conducteur

Sans mesures techniques de protection le long de la route, seul le comportement du conducteur, à savoir l'accroissement de son attention et l'abaissement de la vitesse du véhicule à moins de 60 km/h, peut permettre une diminution du niveau de danger provoqué par l'activité de la faune dans l'emprise de la route.

4.11.2 Prise de conscience de la présence d'un animal avant un accident

Le **tableau 4.11.2** regroupe les données disponibles pour étudier ce problème. Le lever et le coucher du soleil délimite les périodes prises en compte pour le jour et la nuit.

Animal	Nombre de cas à disposition					Prise de conscience de la présence de l'animal avant l'accident							
						Jour				Nuit			
	Total	Jour	%	Nuit	%	Oui	%	Non	%	Oui	%	Non	%
Chevreuil	351	61	17	290	83	21	34	40	66	105	36	185	64
Cerf	17	3	18	14	82	2	67	1	33	10	71	4	29
Renard	11	3	27	8	73	2	67	1	33	4	50	4	50
Sanglier	2	–	0	2	100	–	–	–	–	1	50	1	50
Chamois	3	2	67	1	33	2	100	–	0	1	100	–	–
Lièvre	7	3	38	4	62	1	33	2	67	2	50	2	50
Total	391	72	18	319	82	28	39	44	61	123	39	196	61

Tableau 4.11.2 Prise de conscience de la présence de l'animal avant l'accident

Les ordres de grandeur des répartitions entre le jour et la nuit des cas d'accident à disposition pour cette étude correspondent à ceux trouvés précédemment.

Les accidents avec les **chevreuils** sont seuls suffisamment nombreux pour permettre de tirer des conclusions propres à cette espèce. Ces animaux **sont perçus dans un bon 1/3 des cas avant l'accident**, qu'il y ait ensuite collision ou non entre les protagonistes.

Les conducteurs prennent conscience de la présence d'un animal aux alentours de leurs véhicules, avant un accident, dans les 2/5 des cas de jour comme de nuit et toutes espèces confondues. Il s'agit donc d'un nombre très important de cas et la question se pose de savoir combien de ces accidents pourraient être évités. Pour répondre à cette question, il faudrait connaître au moins la distance à laquelle se trouvait l'animal concerné au moment où il a été perçu. Cette donnée fait défaut et son acquisition serait difficile.

Un nombre relativement élevé d'accidents avec la faune est sans doute évitable à condition que le conducteur soit attentif et puisse réagir suffisamment tôt lors

de la perception d'une source de danger et que son véhicule ait à ce moment-là une vitesse adaptée à la zone qu'il traverse.

L'attention que les conducteurs vouent aux abords de la chaussée au voisinage de leur véhicule en mouvement est la même de nuit que de jour.

4.11.3 Côté d'où provient l'animal

Le **tableau 4.11.1** indique, par rapport au sens de la marche du véhicule, le côté de la route où un animal est apparu avant une collision.

Animal	Apparition de la gauche		Apparition de la droite		Ensemble	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Chevreuil	200	48.2	215	51.8	415	89.0
Cerf	11	61.1	7	38.9	18	3.9
Autre	17	51.5	16	48.5	33	7.1
Totaux	288	48.9	238	51.1	466	100.0

Tableau 4.11.3 Influence du côté de la route où se trouve l'animal avant la collision

Le côté d'où l'animal est venu avant la collision semble jouer un rôle insignifiant dans le déroulement de celle-ci, sauf peut-être pour les cerfs. La taille de ces derniers joue sans doute un rôle à cet effet.

4.11.4 Types de collisions avec les animaux

Il y a deux types d'accidents avec les animaux :

- la **collision**
- la **manoeuvre d'évitement.**

Cette dernière peut avoir des conséquences beaucoup plus graves que la première; elle est toutefois plus rare.

Animal	Type d'accident	
	Collision	Manoeuvre d'évitement
Chevreuil	94%	6%
Cerf	90%	10%
Renard	48%	52%
Blaireau	89%	11%
Sanglier	100%	0%
Lièvre	63%	37%

Tableau 4.11.4 Répartition des types d'accident

Lorsque le véhicule se déplace, le conducteur regarde la voie qu'il va emprunter à une certaine distance devant lui. Il se forme simultanément devant son véhicule une zone où sa perception de ce qui s'y passe est pratiquement nulle (**fig. 4.11.1-2**). C'est justement dans cette zone que pénètrent les animaux qui peuvent entrer en collision avec son véhicule.

Si le conducteur ne prend pas conscience de la présence de l'animal ou en prend conscience trop tard, une collision peut avoir lieu. Si la prise de conscience a lieu suffisamment tôt, celle-ci peut entraîner une manoeuvre d'évitement brusque, vu le peu de temps disponible après la perception du danger dans la zone considérée. Le véhicule sort dans ce cas le plus souvent brutalement de la chaussée, avec toutes les conséquences que cela peut entraîner.

4.11.5 Points d'impact des animaux sur les véhicules

La répartition des points d'impact des animaux sur les véhicules est illustrée ici par le cas du chevreuil (**fig. 4.11.5**). Des résultats similaires ont été trouvés pour les autres espèces, principalement pour les cerfs, sangliers et renards.

L'examen des points d'impact lors d'une collision faune/véhicule fait ressortir les points suivants :

- 94% des points d'impact se trouvent à l'avant des véhicules entrés en collision avec un animal. Les 9/10 de ces impacts se trouvent sur les parties avant et avant-droite. Il y a donc une écrasante prédominance des accidents frontaux.

- Le pourcentage d'impacts restant se répartit à peu près également sur les côtés gauche et droit des véhicules. Quelques impacts se situent même à l'arrière de ceux-ci.

- En cas de dégâts simultanés en plusieurs points du véhicule, les relevés des emplacements de choc montrent également une majorité d'accidents frontaux suivant des tendances analogues à celles mentionnées plus haut.

- Le pourcentage d'impacts sur le côté gauche des véhicules (15.1%) par rapport au pourcentage sur le côté droit (23.3%) est important. Il montre que la plus grande distance du bord de la route au véhicule de ce côté-là n'est pas suffisante pour permettre aux animaux d'éviter les véhicules ou au conducteur de prendre connaissance de la présence de l'animal.

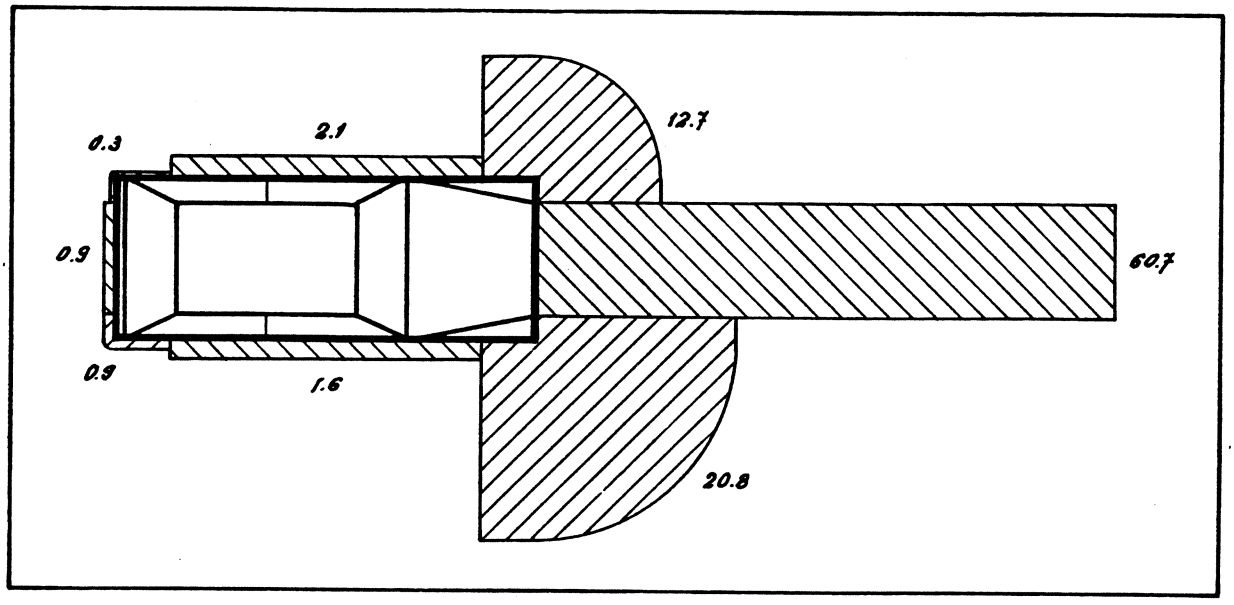


Figure 4.11.5 Répartition des points d'impact pour le cas du chevreuil (cas-type)

La constatation faite au dernier point relevé soulève le problème de la prise de conscience de la présence de l'animal et du champ de vision du conducteur. De nombreux facteurs conduisent le conducteur à fixer son attention sur le côté droit de la chaussée :

- la **conduite à droite** qui entraîne la nécessité d'être constamment conscient de la distance du véhicule au bord de la chaussée de ce côté-là; une absence de marquage horizontal peut encore renforcer cette nécessité;

- la **signalisation** placée presque toujours à droite de la chaussée;

- la **visibilité de nuit** ne permettant de voir que sur la distance éclairée par les phares, le conducteur concentrera d'autant plus son attention sur le côté droit que celui-ci est relativement plus éclairé que le côté gauche, surtout si la route ne comporte pas d'éclairage propre;

- la **morphologie du terrain** déterminant le tracé de la route et la **couverture du sol** peuvent limiter la visibilité entraînant ainsi un regain de concentration sur le bord droit de la chaussée afin de permettre au conducteur de se situer dans l'espace.

La concentration de l'attention du conducteur sur le côté droit de la chaussée limite sa perception de ce qui se passe dans son champ de vision possible (**fig. 4.11.1-2**). La rotation de l'axe de ce champ que peut entraîner cette focalisation est faible. Cette rotation ne change donc presque rien à la situation de la zone de non perception en avant du véhicule, zone qui est déterminante pour une prise de conscience d'un danger permettant une réaction efficace.

4.11.6 Comportement de l'animal après une collision

Les résultats de l'examen du comportement d'un animal après une collision avec un véhicule figurent dans les **tableaux 4.11.6-1** et **4.11.6-2** suivants.

Comportement	Grande faune			Petite faune		
	Chevreuil	Cerf	Sanglier	Renard	Blaireau	Lièvre
Animal tué	75%	60%	58%	86%	94%	92%
Enfui immédiatement	15%	30%	32%	12%	4%	3%
Blessé	7%	10%	8%	2%	2%	3%
Resté à terre et enfui	3%	–	2%	–	–	2%

Tableau 4.11.6-1 Types de comportement après une collision et pourcentages de ceux-ci selon l'animal accidenté

Prise de conscience	Nombre d'accidents	
	Chevreuil	Cerf
oui	35%	71%
non	65%	29%

Tableau 4.11.6-2 Prise de conscience par le conducteur de la présence d'un animal avant une collision de nuit

Il ressort de ces deux tableaux que :

- Les accidents sont généralement **mortels pour l'animal** plus celui-ci est petit.
- Des observations concernant le comportement des **cerfs** dans le Parc National montrent qu'ils sont beaucoup **plus prudents au voisinage des routes** que d'autres animaux tels que le chevreuil par exemple.
- **Les animaux de petite taille n'ont pratiquement aucune chance d'échapper vivants** à une collision avec un véhicule. Le facteur taille doit aussi intervenir dans la vue d'ensemble plus réduite que l'animal peut avoir de la chaussée et des véhicules en mouvement; ceci expliquerait l'apparente témérité dont fait souvent preuve la petite faune au moment de traverser la route.

4.11.7 Influence de la couleur des phares

Durant la période pour laquelle cette influence a pu être étudiée, 20% environ des voitures vendues en Suisse étaient d'origine française et étaient équipées en général de phares jaunes lors de leur mise en circulation. Ce taux de 20% n'est pas représentatif du nombre de véhicules en circulation qui sont équipés de tels phares. Des ampoules blanches neuves remplacent souvent

des ampoules jaunes usagées et quelques autres voitures étrangères circulent aussi avec des lampes jaunes. D'après les relevés d'accidents à disposition, environ 13% seulement du parc automobile serait muni d'ampoules jaunes.

Animaux	Nombre de cas à disposition	Jours				Nuits			
		Couleur des phares							
		Blancs	%	Jaunes	%	Blancs	%	Jaunes	%
Chevreuils	347	48	81	11	19	252	87	36	13
Cerfs	17	3	100	–	–	14	100	–	–
Renards	10	1	50	1	50	7	87	1	13
Sangliers	2	–	–	–	–	2	100	–	–
Chamois	3	2	100	–	–	1	100	–	–
Lièvres	6	2	100	–	–	4	100	–	–
Echantillon total	385	56	82	12	18	280	88	37	12
Toutes couleurs confondues	385	18%				82%			

Tableau 4.11.7-1 Répartition des accidents de jour et de nuit selon la couleur des phares

Le **tableau 4.11.7-1** montre que le taux des accidents de nuit est légèrement plus élevé que la moyenne suisse dans l'échantillon considéré, toutes couleurs de phares confondues. Il ressort également des chiffres de ce tableau qu'environ 12% des accidents de nuit sont provoqués par des véhicules équipés de phares jaunes. Il semblerait donc que, si la couleur de la lumière des phares des véhicules a une influence sur le nombre des accidents de nuit, celle-ci serait très faible.

La répartition des accidents entre le jour et la nuit selon la couleur des phares dont les véhicules sont équipés figure dans le **tableau 4.11.7-2**.

Animal	Phares blancs		Phares jaunes	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Chevreuil	16	84	23	77
Echantillon total	17	83	24	76

Tableau 4.11.7-2 Répartition des accidents entre le jour et la nuit pour les deux couleurs de phares

Les accidents dans lesquels des véhicules équipés de phares blancs sont impliqués se répartissent entre le jour et la nuit dans le rapport moyen connu de 1 à 4. Par contre les accidents dans lesquels des véhicules à phares jaunes sont impliqués se répartissent entre les deux périodes de la journée dans une proportion de 1 à 3.

La diminution du taux d'accidents de nuit provoquée par les véhicules équipés de phares jaunes serait de l'ordre de 8% environ. **Il se pourrait donc que la lumière jaune ait malgré tout une influence sur le comportement des animaux et/ou des conducteurs.**

Les données à disposition permettent encore d'examiner le rôle que pourrait jouer la lumière jaune sur la prise de conscience de la présence d'un animal aux alentours d'un véhicule **(tab. 4.11.7-3)**.

Animaux	Nombre de cas d'accidents de nuit disponibles	Couleurs des phares							
		Blancs				Jaunes			
		Prise de conscience de la présence de l'animal avant l'accident							
		oui	%	non	%	oui	%	non	%
Chevreuils	288	91	36	161	64	14	39	22	61
Cerfs	14	10	71	4	29	—	—	—	—
Renards	8	3	43	4	57	1	100	—	—
Sangliers	2	1	50	1	50	—	—	—	—
Chamois	1	1	100	—	—	—	—	—	—
Lièvres	3	1	33	2	67	—	—	—	—
Echantillon total	316	107	38	172	62	15	41	22	59

Tableau 4.11.7-3 Prise de conscience de la présence de l'animal avant un accident compte tenu de la couleur des phares

Il ressort de ce tableau que le taux de prise de conscience de la présence d'un animal aux alentours d'un véhicule équipé de phares jaunes serait d'environ 5.4% plus élevé que le taux correspondant pour les véhicules équipés de phares blancs. A cette augmentation de ce taux correspond apparemment une diminution équivalente du nombre des accidents de nuit.

La lumière des phares jaunes joue peut-être un rôle quant au nombre des collisions nocturnes mais il est difficile, sur la base des données disponibles, de tirer des conclusions définitives à ce sujet.

4.12 Influence des limitations de vitesse

4.12.1 Introduction

L'étude a porté sur trois cas :

a) Deux cantons à chasse patentée, Grisons et Valais, sur l'ensemble de leurs réseaux routiers,

b) Une route cantonale dans le Reppischtal (canton de Zürich), pratiquant la chasse affermée; la zone étudiée se situe dans l'emprise de la réserve du Département de sciences forestières et du bois de l'EPFZ,

c) Les trois autoroutes, N1, N6 et N12 et la Talstrasse 10, situées dans le canton de Berne, canton pratiquant la chasse à permis.

Les cas **a)** et **b)** ont été étudiés pour une période s'étendant de 1965 à 1989. Pour le cas **c)**, la période retenue va de 1971 à 1989, car les relevés d'accidents ne sont disponibles que pour cette période.

Le **tableau 4.12.1** montre les dates où une modification de la vitesse a été introduite sur le réseau routier helvétique.

Dates	1.1.73	17.11.73	14.3.74	1.1.85
Routes cantonales (RC) et semi-autoroutes	100 km/h	–	–	80 km/h
Routes nationales 1ère classe (RN)	–	100 km/h	130 km/h	120 km/h

Tableau 4.12.1 Dates de modification des vitesses sur les routes cantonales (RC) et semi-autoroutes ainsi que sur les routes nationales (RN)

L'étude a été menée de la façon suivante :

- les graphiques les plus intéressants du fait de l'abondance des victimes sont ceux concernant les chevreuils; commentaires et conclusions porteront donc sur cette espèce,
- les relevés d'accidents pour les périodes choisies ont été classés de façon à obtenir un graphique indiquant le pourcentage de victimes en fonction de l'année durant la période considérée.

Pour les routes nationales dans le canton de Berne, dont l'ouverture au trafic s'est faite progressivement entre 1971 et 1978, la courbe initialement trouvée selon la méthode citée a dû être paramétrée. Une étude portant uniquement sur les pourcentages de victimes d'après les relevés serait erronée. Il faut introduire une correction tenant compte de l'ouverture des tronçons successifs et de l'accroissement du réseau autoroutier correspondant au cours des

années. Ce sont donc les pourcentages des "victimes au kilomètre d'autoroute en service" qui ont été pris en compte dans ce chapitre.

L'étude a été complétée par la comparaison des courbes obtenues avec l'évolution des populations de chevreuils dans les cantons correspondants durant les périodes considérées d'après les statistiques de la section Chasse et étude du gibier de l'OFEFP.

Afin de pouvoir étudier les variations de l'effectif d'une même population de chevreuils durant toute la période considérée pour les routes nationales dans le canton de Berne, les chevreuils du canton du Jura furent ajoutés à ceux du canton de Berne dès 1978 pour tenir compte de la création cette année-là du nouveau canton.

4.12.2 Cantons des Grisons et du Valais

4.12.2.1 Réseau routier considéré

Pour les deux cantons, c'est l'ensemble du réseau routier qui est pris en considération, à savoir toutes les routes nationales, cantonales et communales correspondantes. Ces réseaux sont donc concernés par toutes les limitations de vitesse citées au § **4.12.1**.

4.12.2.2 Evolution des accidents dans le canton des Grisons (fig. 4.12.2.2)

Les nombres annuels d'accidents ont augmenté assez régulièrement jusqu'en 1976; depuis lors ils décroissent régulièrement malgré un pic marqué entre 1981 et 1985. 1989 marque une légère augmentation du nombre d'accidents par rapport à 1988.

4.12.2.3 Evolution des accidents dans le canton du Valais (fig. 4.12.2.3)

Stables entre 1966 et 1969, les nombres annuels d'accidents augmentent fortement en en dent-de-scie jusqu'en 1978. Après une forte chute jusqu'en 1981, la progression a repris moins fortement, mais toujours en dents-de-scie.

4.12.2.4 Evolution des effectifs de chevreuils dans les cantons des Grisons et du Valais

Les estimations de l'effectif dans le canton des Grisons sont restées identiques pendant de nombreuses années. Il n'est donc pas possible de les comparer avec les variations du nombre des accidents avec le gibier. L'effectif aurait crû jusqu'en 1974 et serait resté très stable depuis lors, alors que les nombres des accidents annuels a crû jusqu'en 1977 et diminue constamment ou presque dès cette année.

En Valais l'effectif croît jusqu'en 1975-77, et depuis lors décroît assez régulièrement, alors que depuis 1976 le nombre des accidents annuels est à peu près stable avec toutefois de grandes variations annuelles.

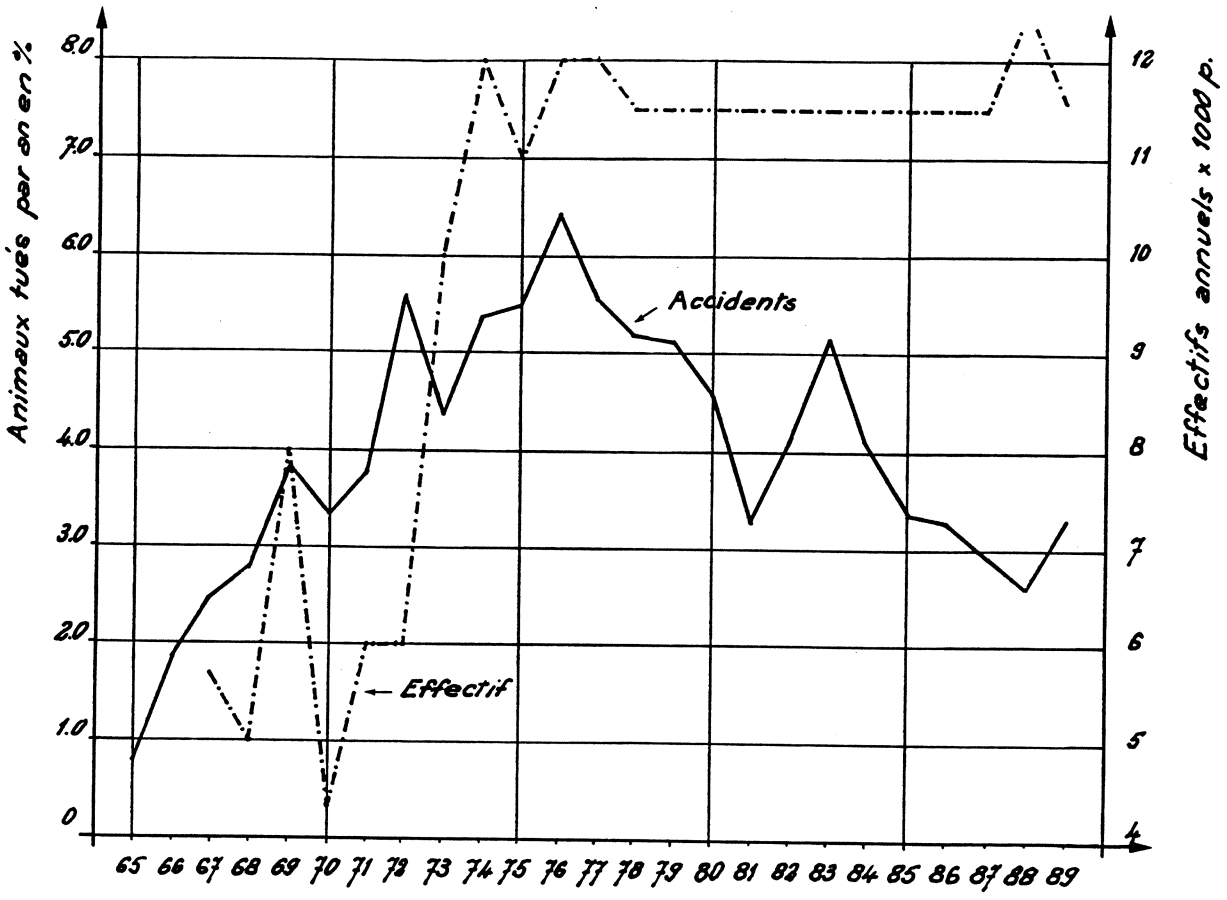


Figure 4.12.2.2 Evolution du nombre annuel d'accidents et de chevreuils dans les Grisons

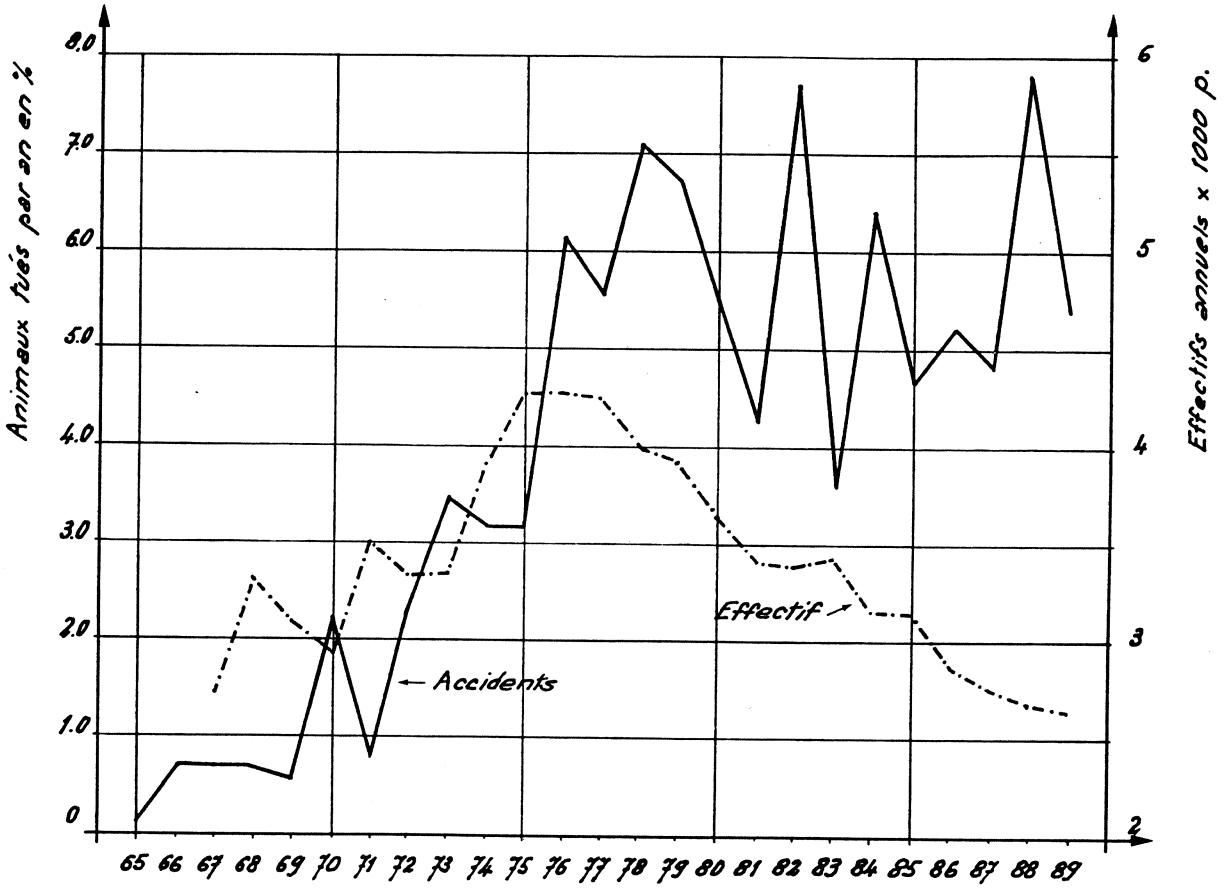


Figure 4.12.2.3 Evolution du nombre annuel d'accidents et de chevreuils en Valais

4.12.2.5 Commentaires

Les limitations successives de vitesse n'ont eu aucune influence sur les évolutions considérées. Si une réaction à ces limitations semble apparaître dans les graphiques des nombres d'accidents, elle ne paraît pas être de longue durée.

En Valais, à un prélèvement relativement constant par le trafic, correspond une diminution constante de l'effectif.

4.12.2.6 Cas des cerfs dans les deux cantons

Une étude similaire à celle faite ici pour les chevreuils a été exécutée pour les cerfs dans les deux cantons considérés ici.

Ni dans les Grisons, ni en Valais les réductions de vitesse de 1973 et 1974 n'ont entraîné une interruption de l'augmentation des nombres d'accidents et des effectifs qui avait commencé en 1967 et dura jusqu'en 1976. Aux limitations du 1er janvier 1985 correspond une chute des nombres d'accidents aux Grisons suivi d'une chute des effectifs dès 1988. En Valais nombres d'accidents et effectif continuèrent à croître jusqu'en 1988 pour les nombres d'accident et 1987 pour l'effectif.

En général, les augmentations des effectifs précèdent les augmentations des nombres d'accidents de quelques années et les diminutions des effectifs suivent en général les diminutions des nombres d'accident de quelques années.

Il semblerait donc bien plus y avoir une relation entre les nombres d'accidents et les effectifs qu'entre ces nombres et les limitations de vitesse, mis à part le cas des Grisons dès 1985.

4.12.3 Reppischtal dans le canton de Zürich (fig. 4.12.3)

4.12.3.1 Réseau routier considéré

Il s'agit ici d'une route cantonale. Cette route est donc concernée par les limitations de vitesse instituées au 1er janvier 1973 et au 1er janvier 1985.

4.12.3.2 Evolution des accidents

1965 à 1967 :	forte augmentation des nombres d'accidents
15 juin 1968 :	mise en place de miroirs de Van de Ree qui disparurent rapidement
1968 et 1969 :	chute des nombres des accidents au niveau de 1965
1970 à 1972 :	remontée des nombres d'accidents au niveau de 1967
1er janvier 1973 :	limitation de vitesse à 100 km/h sur la route
1973-1982 :	chute brusque des nombres d'accidents au niveau de 1965 et 1969, puis oscillation autour de ce niveau dès 1973
1983-1984 :	nouvelle chute rapide des nombres d'accident
dès 1984 :	tendance générale à la baisse des nombres d'accident
1er janvier 1985 :	limitation de vitesse à 80 km/h sur la route

4.12.3.3 Evolution de l'effectif des chevreuils dans le canton de Zürich

1965 à 1972 : croissance constante plus ou moins rapide

1972 à 1989 : chute constante, plus ou moins lente de 1972 à 1977 et depuis lors forte chute continue interrompue par une remontée de 1980 à 1983; nouveau ralentissement de la chute dès 1987.

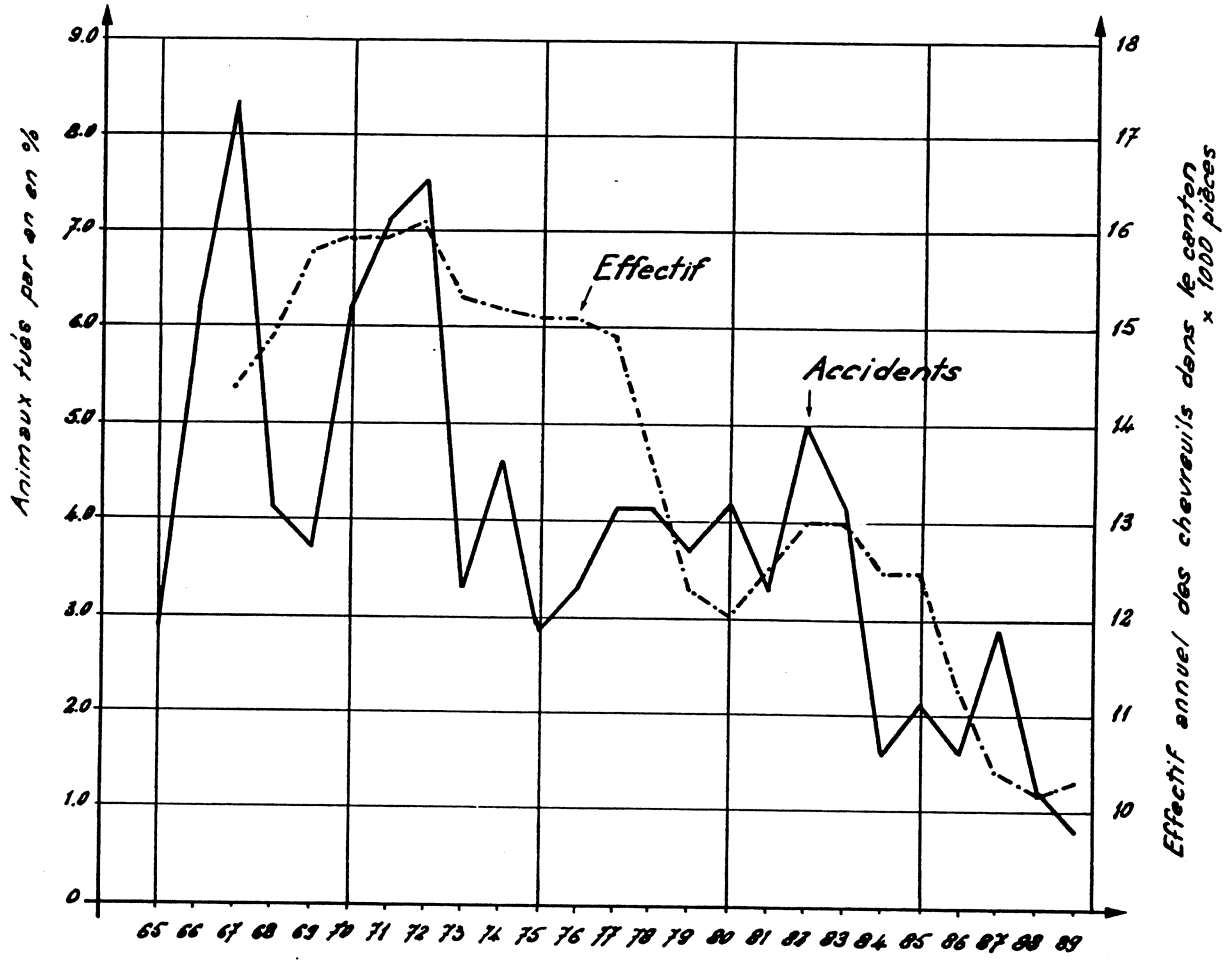


Figure 4.12.3 Evolution des nombres d'accidents le long de la route du Reppischtal et de l'effectif des chevreuils dans le canton de Zürich

4.12.3.4 Commentaires

- La chute du nombre des accidents après la pose des miroirs de Van der Ree en août 1968 et ceci en période de croissance de l'effectif des chevreuils dans le canton pourrait faire penser à une efficacité de ces miroirs. Leur trop rapide disparition oblige à tempérer cette déduction malgré la remontée des nombres d'accidents après 1969.

- L'augmentation des nombres d'accidents dès 1970 peut éventuellement être mis en relation avec l'effectif élevé des chevreuils durant la même période.

- L'introduction de la limitation de vitesse à 100 km/h semble avoir eu un effet positif sur les nombres d'accidents, ce qui n'est pas le cas de la limitation à 80 km/h. Cette dernière a lieu après deux années de forte chute des nombres d'accidents. Elle est suivie depuis lors d'une diminution en dents-de-scie de ces nombres.

- **Ici aussi les limitations de vitesse semblent ne pas jouer de rôle de premier plan.** Par contre de nouveau la similitude de l'évolution des nombres d'accidents et de l'effectif apparaît nettement.

4.12.4 Canton de Berne (fig. 4.12.4)

4.12.4.1 Réseau routier considéré

Sont pris ici en considération le réseau autoroutier du Canton de Berne comprenant les N1, N6 et N12 et la Talstrasse 10. Ce réseau a été touché par les limitations de vitesse sur les autoroutes des 17 novembre 1973, 14 mars 1974 et 1er janvier 1985.

4.12.4.2 Evolution des accidents

Les limitations de vitesse de fin 1973 et début 1974 ont peut-être entraîné la chute du nombre des accidents en 1974, mais la forte remontée de celui-ci dès 1975 ne permet pas de conclure à une diminution du nombre des accidents dus aux limitations de vitesse intervenues.

La limitation de vitesse au 1er janvier 1985 est suivie d'une brusque augmentation des accidents en 1985.

4.12.4.3 Evolution de l'effectif des chevreuils

Compte tenu du paramétrage des nombres d'accidents de 1971 à 1978, les courbes des nombres d'accidents et de l'effectif évolue de façon similaire de 1971 à 1984. Dès cette dernière année, l'effectif des chevreuils augmente alors que les nombres d'accidents sont à la baisse.

4.12.4.4 Commentaires

Il n'y a pas de corrélation entre les limitations de vitesse et les nombres d'accidents. Par contre celle-ci semble ici aussi exister entre les nombres d'accidents et l'effectif des chevreuils, en tout cas de 1971 à 1984.

L'absence de corrélation entre les limitations de vitesse et les nombres d'accidents tient sans doute à deux faits :

- la présence des clôtures qui limitent l'accès aux chaussées
- la vitesse toujours élevée sur les autoroutes.

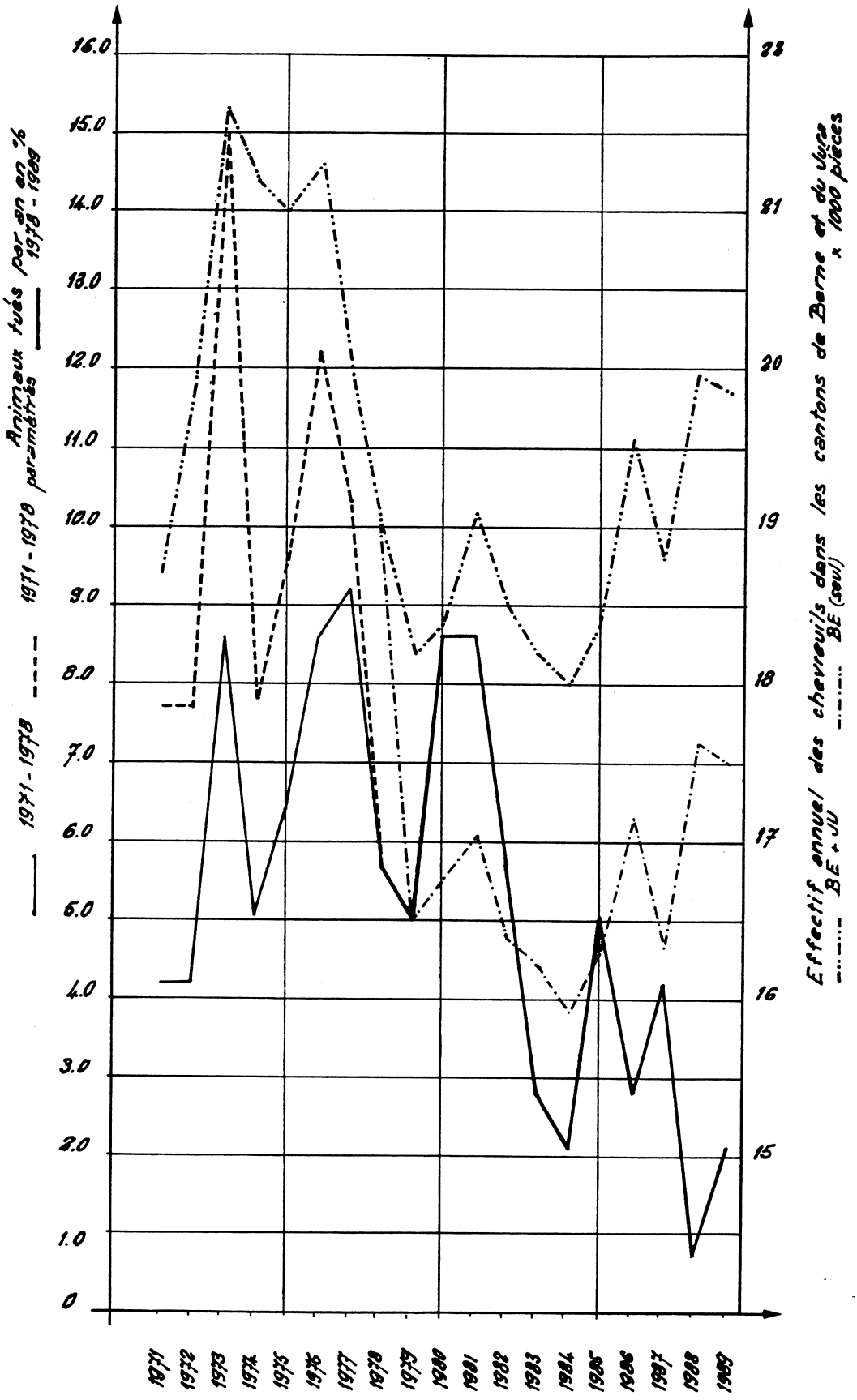


Figure 4.12.4 Evolution des nombres d'accidents le long des autoroutes et de l'effectif des chevreuils dans le canton de Berne

4.12.5 Conclusions

- **Les limitations de vitesse sont sans effet sur les nombres d'accidents.** Ces vitesses sont disproportionnées par rapport à la vitesse du gibier et au temps de réaction du conducteur à la vue d'un animal qui traverse la chaussée. De plus pendant la nuit le champ de vision est réduit à la surface éclairée par les phares, ce qui influence aussi ces nombres des accidents.

- **Au vu des variations des nombres d'accidents et des effectifs des chevreuils dans les cantons concernés par l'étude, il ressort qu'il existe une relation étroite entre ces deux éléments.** Les quelques modifications constatées dans l'évolution des nombres d'accidents au moment de l'introduction des limitations de vitesse ne peuvent pas être considérées comme des indicateurs d'un effet de ces limitations.

4.13 Age des animaux accidentés

Les indications concernant l'âge des animaux accidentés sont à utiliser avec prudence pour deux raisons :

- il est difficile à un collecteur de données non initié de déterminer ce facteur avec précision,
- l'échantillon à disposition, soit environ 10% des relevés, n'est peut-être pas représentatif de l'ensemble des cas.

Seul l'échantillon provenant de la réserve du Reppischtal du Département de sciences forestières et du bois de l'EPFZ, dont le contrôle est fait par un garde-chasse, donne des renseignements valables à ce sujet (**tab. 4.13-1**).

Animaux		Classes d'âge				Totaux	Proportions
		Jeunes de l'année	Jeunes	Adultes	Agés		
Chevreuil	nombre	43	9	103	3	158	77.8% (3/4)
	%	27.2	5.7	65.2	1.9	100	
Autres	nombre	13	6	26	-	45	22.2% (1/4)
	%	28.9	13.3	57.8	-	100	
Totaux	nombre	56	15	129	3	203	100%
	%	27.6	7.4	63.5	1.5	100	

Tableau 4.13-1 Age des animaux tués dans la réserve du Reppischtal

Environ un tiers des animaux tués sur la route dans la réserve du Reppischtal sont des jeunes de l'année, quelle que soit l'espèce.

Le **tableau 4.13-2** donne les chiffres correspondants pour tous les autres relevés comportant une indication sur l'âge de l'animal concerné.

Animaux		Classes d'âge				Totaux	Proportions
		Jeunes de l'année	Jeunes	Adultes	Agés		
Chevreuil	nombre	251	76	907	5	1239	75.6% (3/4)
	%	20.3	6.1	73.2	0.4	100	
Cerf	nombre	68	30	253	-	351	21.4% (1/5)
	%	19,4	8.5	72.1	-	100	
Autres	nombre	16	7	27	-	50	3% (1/20)
	%	32.0	14.0	54.0	-	100	
Totaux	nombre	335	113	1'187	5	1640	100%
	%	20.4	6.9	72.4	0.3	100	

Tableau 4.13-2 Age des animaux tués sur les routes (échantillon total)

Les chiffres de ce dernier tableau dégagent des tendances analogues que ceux du tableau précédent. Comparés à ceux de la pyramide des âges pour les chevreuils en particulier, ils montrent que le trafic prélève tout de même assez régulièrement des animaux dans chaque classe d'âge.

- Vu le grand nombre de jeunes de l'année atteints par des véhicules à moteur, les périodes suivant les mises bas sont sujettes à un danger de collision accru. Ceci est probablement dû à leur moins grande expérience et à l'effet de groupe mentionné au **§ 4.6.1.**

- La période automnale de dispersion des jeunes est également fatale à un grand nombre d'individus

4.14 Poids des animaux accidentés

Le poids des animaux accidentés ne figure que dans les relevés d'accidents effectués par le garde-chasse dans la réserve du Reppischtal. Il s'agit donc d'une donnée précise dans tout l'échantillon à disposition.

L'examen du poids des chevreuils, renards et blaireaux de l'échantillon considéré fait apparaître des moyennes de poids inférieures aux poids moyens habituels de ces animaux. Ceci confirmerait les conclusions du § **4.13,** à savoir que la majorité des victimes est prélevée parmi les jeunes. Ce sont ensuite les individus âgés ou en mauvaise condition physique qui périssent le plus souvent sur la route.

4.15 Sexe des animaux tués

L'hétérogénéité des sources ne permet pas une appréciation des données fournies sur ce sujet par les relevés d'accidents. Il se peut très bien que des chevreuils ayant perdu leur bois aient été par exemple comptés comme chevrettes. Par conséquent, le **tableau 4.15-1** ci-dessous n'est présenté ici qu'à titre indicatif.

Animaux		Sexe		Totaux	% de l'échantillon
		Mâle	Femelle		
Chevreuil	nombre	628	692	1'320	77.2%
	%	47.6	52.4	100	—
Cerf	nombre	78	274	352	20.6%
	%	22.2	77.8	100	—
Autres	nombre	16	22	38	2.2%
	%	42.1	57.9	100	—
Totaux	nombre	722	988	1'710	100%
	%	42.2	57.8	100	—

Tableau 4.15-1 Sexe des animaux tués sur les routes (échantillon total)

Les relevés dans la réserve du Reppischtal du Département de sciences forestières et du bois de l'EPFZ étant faits par un garde-chasse, il était intéressant de refaire le tableau précédent avec ces relevés seulement, vu leur plus grande précision (**tab. 4.15-2**).

Animaux		Sexe		Totaux	% de l'échan-tillon
		Mâle	Femelle		
Chevreuil	nombre	22	48	70	72.9%
	%	31.4	68.6	100	—
Renard	nombre	7	11	18	18.7%
	%	38.9	61.1	100	—
Blaireau	nombre	1	3	4	4.2%
	%	25.0	75.0	100	—
Lièvre	nombre	1	2	3	3.1%
	%	33.3	66.7	100	—
Autres	nombre	1	0	1	1%
	%	100	0	100	—
Totaux	nombre	32	64	96	100%
	%	33.3	66.7	100	—

Tableau 4.15-2 Sexe des animaux tués dans la réserve du Reppischtal

Il ressort de ces tableaux que pour toutes les espèces les **femelles** sont plus fréquemment atteintes que les mâles, ce qui est sans doute en relation avec le sex-ratio qui est toujours en leur faveur dans les espèces concernées.

Le sujet ne présente pas d'intérêt dans le cadre de la sécurité Faune/Trafic. Il ne sera donc pas approfondi ici. Il pourrait être intéressant par contre de le reprendre de façon plus détaillée du point de vue de la faune et de son évolution.

4.16 Conclusions de l'exploitation des relevés d'accidents

- L'examen des résultats des différentes analyses faites dans les chapitres précédents montre que **les accidents dus aux collisions entre les trafics automobile et animal sont soumises à des règles précises**, même si l'origine des accidents est aléatoire.

- Un accident peut se produire ou non suivant que les deux trafics se rencontrent ou ne se rencontrent pas. S'ils se rencontrent, **la collision répond à des caractéristiques où le hasard ne joue pratiquement aucun rôle, mais où l'espèce de l'animal et par suite son comportement, le moment de l'accident, les conditions atmosphériques et l'emplacement où l'accident a eu lieu** (morphologie du terrain, couverture du sol, type de route, etc.) **sont déterminants.**

- **Le comportement des animaux joue un rôle essentiel** lorsqu'il faut fixer :
  - les caractéristiques des mesures à prendre pour empêcher ou au moins limiter le nombre de leurs collisions avec des véhicules,
  - les emplacements où celles-ci doivent être mises en place.

- Ce n'est donc pas seulement à des biologues qu'il faudra faire appel pour aborder le problème de la sécurité Faune/Trafic, mais aussi à des **éthologues.**

- **Les caractéristiques des installations de protection proprement dites sont aussi étroitement liées à la taille, aux capacités physiques et au comportement des animaux concernés.** Morphologie et hydrologie du terrain, couverture du sol aux alentours de ces installations jouent également un rôle primordial dans la détermination de leur forme, de leurs dimensions et de leur emplacement.

- Les **installations de protection** se trouvent toujours situées dans un milieu comprenant de nombreuses espèces animales en plus de l'espèce pour laquelle elles sont prévues. Elles **auront souvent un caractère hybride** pour tenir compte de ce fait, mais aussi pour **prendre en considération tout effet secondaire néfaste** à d'autres espèces du secteur considéré.

- Le rapport étroit fréquemment apparu entre les nombres d'accidents annuels et les effectifs d'animaux dans les secteurs concernés montre que la qualité des biotopes traversés, et par suite leur valeur pour la faune et son développement, est sans doute plus importante que quelques mesures palliatives lui permettant de franchir une chaussée sans danger. **Le maintien de la qualité des biotopes est bien plus important pour la survie des animaux que des mesures de sécurité Faune/Trafic.**

- **L'ingénieur est seul responsable du projet routier tant du point de vue technique que du point de vue de son intégration dans l'environnement.** Il devra donc recourir aux spécialistes de la faune pour pouvoir satisfaire aux besoins de celle-ci de la meilleure façon possible à cet égard.

- Pour que la collaboration entre l'ingénieur et le biologue soit fructueuse dans le domaine de la sécurité Faune/Trafic, ce dernier devra **avoir une vue large de ce qui se passe dans le secteur touché par le projet** et ne pas limiter son rôle à vouloir imposer des mesures palliatives ou autres, mais au contraire il devra inclure ces mesures dans un plan de gestion de la faune concernée dont il a, lui, la responsabilité.

5. CONCLUSIONS

5.1 Le problème route-faune

Le réseau routier suisse étant pratiquement achevé, il ne sera bientôt plus question que de **transformer ou d'améliorer les tracés existants.** Cette démarche ne pourra pas se faire sans une profonde connaissance :

- des **contraintes naturelles du site d'implantation** (naturelles ou artificielles)
- des **contraintes propres à la faune**
- des **contraintes du trafic**
- des **moyens techniques disponibles** propres à lutter contre les accidents impliquant des animaux.

Les contraintes propres à la faune qu'il faudra prendre en considération à l'avenir justifient encore aujourd'hui les études faites jusqu'ici dans le domaine de la sécurité Faune/Trafic et dont les résultats ont été présentés dans les chapitres précédents.

Ces études ont permis de définir le problème et petit à petit d'en démontrer l'ampleur. Elles montrent qu'il ne faut pas s'arrêter à l'examen et à la réalisation d'installations de protection ponctuelles en fonction d'un animal donné ou d'un autre plus ou moins fréquent, mais qu'**il faut aborder le problème de façon globale et prendre tout le monde animal en considération.** Il ne s'agit pas seulement d'un problème de sécurité routière, mais d'un problème de **gestion de l'environnement.**

Pour arriver à une solution valable du problème de la sécurité Faune/Trafic, **il faut chercher à optimiser les projets routiers en tenant compte de tous les éléments qu'ils touchent** au lieu de chercher à protéger l'un ou l'autre de ces éléments par des mesures limitatives.

Il faut abandonner l'optique étroite et négative de la protection de la nature pour passer à la notion de **"gestion globale du milieu"**. C'est-à-dire qu'il s'agit d'inclure de façon équilibrée les activités de l'homme et ses ouvrages dans ce milieu et non de les y imposer brutalement. La sécurité Faune/Trafic y trouvera alors automatiquement sa juste place.

Dans des réseaux routiers denses tels que sur le Plateau suisse ou en Belgique, une fois que l'on a déduit des espaces adjacents aux chaussées les zones ayant un effet répulseur sur la faune, les surfaces restantes peuvent devenir si petites qu'elles ne permettent plus à l'effet de groupe nécessaire au développement des populations de se produire. L'action de la route s'étend sur une largeur supérieure à celle de sa chaussée. Elle peut aller bien au-delà de 100 m. Dans cette zone les espèces précieuses ou rares disparaissent en général et il n'y reste que quelques espèces banales. Il y a donc un appauvrissement faunistique dû au fait que la route joue le rôle de **barrière écologique,** rôle beaucoup plus important que son rôle de barrière mécanique ou thermique.

Les **trois normes de la VSS** concernant la **"Protection contre le gibier"** datant de 1968 et 1969 et celle concernant la **"Protection des batraciens"** de 1976 sont encore valables. Certains points de détail doivent cependant en être mis à jour sur la base des connaissances

actuelles et de l'expérience acquise dans le terrain depuis lors. Les titres de ces normes, à savoir **"Protection contre le gibier"** et **"Protection des batraciens"** devraient être remplacés par **"Sécurité Faune/Trafic"** et englober également sous ce vocable des **recommandations concernant le choix du tracé** à l'intention des ingénieurs responsables de projets de route.

C'est en effet au niveau du choix du tracé que se trouve la principale clé du problème de la sécurité "Faune/Trafic", si ce choix n'est pas trop limité par d'autres impératifs bien entendu. L'établissement des recommandations concernant ce choix sera le principal travail à faire à l'avenir dans le domaine de la protection de la faune le long des routes.

Ces **recommandations** arriveront sans doute trop tard dans un pays où le réseau routier a bientôt atteint sa densité maximum. Elles pourront cependant être **utiles à ceux qui seront appelés à adapter et à renouveler ce réseau.**

5.2 Les sources de danger pour la faune

La sécurité Faune/Trafic se situe dans un contexte complexe comprenant :

- les **caractéristiques de la zone traversée** par la route :
  - morphologie du terrain
  - altitude
  - climat
  - hydrographie
  - couvertures du sol naturelle et artificielle
  - faune
  - emprise et activités humaines
  - etc.
- la **route et ses installations annexes;**
- les **animaux et les mouvements auxquels ils se livrent** en fonction de leurs besoins et du cadre dans lequel ils évoluent (mouvements volontaires et involontaires);
- les **usagers de la route** et le **trafic** qu'ils induisent.

Parmi ces éléments, la **chaussée** et le **trafic** sont les deux principales sources de danger pour la faune :

- La **chaussée** est inerte; elle ne présente en général pas de danger en elle-même, sauf pour les tout petits animaux pour lesquels elle peut constituer directement ou indirectement un obstacle (batraciens fraîchement métamorphosés qui ne peuvent traverser la bande revêtue sous le soleil, insectes pris dans les courants d'air ascendants au-dessus des chaussées chauffées par le soleil, etc...).

  La route agit sur le milieu de différentes façons :

  - modification de la morphologie du sol par des terrassements entraînant des variations hydrologiques tels qu'abaissement de nappe phréatique, modification de cours d'eau (changement de tracé, canalisation, mise sous tuyaux, etc.), effet de barrage sous remblai, etc.
  - modification de l'humidité et de l'ensoleillement sous les ponts
  - modification du régime des vents par suppression de bosquets, haies, rideaux d'arbres, création de coulisses en forêt, etc.

  Pendant les travaux, des dégâts peuvent se produire. Ils peuvent être dus entre autres à des décharges inadéquates, une mauvaise manutention des matériaux, des dégagements de poussière, des compactages intempestifs.

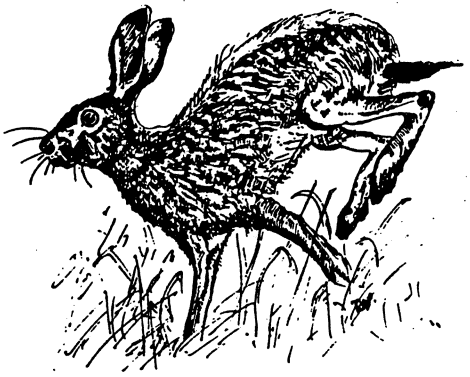
  Toutes ces modifications agissent sur la végétation et peuvent par contre-coup agir sur la faune qui en dépend.

- Le **trafic** est la source principale de danger, que ce soit le trafic automobile ou le trafic animal. Les deux cherchent à satisfaire des besoins de transport et de déplacement et créent ainsi des mouvements sur la route, mouvements parallèles à son axe pour les véhicules ou transversaux pour les animaux. Ce sont ces deux types de mouvements qui rendent les collisions entre les deux acteurs possibles.

Le trafic automobile est caractérisé par sa densité journalière, son intensité horaire durant la journée et sa vitesse. Cette dernière dépend dans une très large mesure du tracé de la route et de la façon de conduire de ses usagers. Ces trois facteurs vont déterminer l'importance du danger représenté par ce trafic.

La route permet une pénétration humaine plus importante dans le milieu en facilitant l'écoulement du trafic, augmentant ainsi la pression sur ce milieu. Cette pression provoque chez les animaux des mouvements de déplacement relativement calmes pour changer de secteur et des mouvements de fuite devant un danger provoqué par l'homme ou ses activités.

La route et le trafic peuvent aussi être sources de pollution et par suite de danger et agir ainsi sur le milieu.



5.3 Mesures de protection

5.3.1 Généralités

Les mesures de protection actuellement connues se répartissent en trois groupes :

1. **Choix du tracé**
2. **Mesures naturelles**
3. **Mesures techniques**

Pour le réseau routier helvétique qui est pratiquement achevé, un choix alternatif du tracé permettant de résoudre les problèmes posés par la faune le long de la route n'est pratiquement plus possible. Actuellement, il ne reste guère que le réseau des routes nationales encore à réaliser qui autorise une telle démarche.

Dans la grande majorité des cas, il faut recourir à des mesures de protection palliatives naturelles ou techniques. Elles doivent répondre au moins aux cinq critères suivants :

- Assurer la sécurité du trafic;
- Protéger les animaux contre les dangers de la route en tenant compte de leurs besoins vitaux;
- Ne pas présenter de danger pour les hommes et pour les animaux;
- Etre de conception simple
- Nécessiter un minimum d'entretien.

5.3.2 Choix du tracé

La mesure de protection la plus efficace concernant la sécurité Faune/Trafic consiste en un choix judicieux du tracé de la route. C'est en évitant au maximum les zones de conflit entre le trafic animal et le trafic automobile que l'ingénieur responsable d'un projet apportera la contribution la plus importante à la solution des problèmes que pose la présence de la faune le long des routes. Plus la zone traversée présentera de danger, plus le rôle de ce choix sera important.

La faune est présente partout, même en milieu urbain. L'importance des problèmes que pose sa présence varie selon les secteurs considérés. L'une des premières tâches du biologiste sera d'évaluer cette intensité, secteur par secteur et de la classer dans l'une des trois catégories suivantes :

Catégorie I "Zones de danger diffus"

Ce sont des tronçons de route où des accidents peuvent se produire sans que le danger pour la faune et pour le trafic puisse être considéré comme permanent ou localisé ou que l'effet de barrière écologique de la route joue un rôle.

En règle générale pas de mesures de protection.

Catégorie II "Zones de danger réparti"

Ce sont des zones de plus de 300 m de long où le danger de collision est permanent, mais sans concentration localisée, par exemple à l'endroit où la route traverse une zone de pâturage dans une clairière ou bien des zones où l'effet de barrière écologique de la route peut jouer un rôle pour la faune.

Dans certains cas, des mesures de protection peuvent s'imposer.

Catégorie III "Zones de danger concentré"

Ce sont des tronçons de route d'environ 200 à 300 m de long où se produisent au moins 5 accidents par an avec des animaux constituant un danger pour le trafic ou bien des zones où l'effet de barrière écologique détermine la survie des populations; ces zones se trouvent principalement aux endroits où des pistes très fréquentées traversent la chaussée ainsi que là où le réseau routier est dense et supporte un trafic important.

Mesures de protection recommandées.

Sur la base de cette classification, l'ingénieur responsable pondèrera le problème faune en vue de l'évaluation des tracés possibles.

5.3.3 Mesures naturelles

5.3.3.1 Pour la faune en général

- Eviter les plantations pouvant servir de gagnage ou de couvert pour les animaux au voisinage immédiat de la chaussée,
- Reboiser les surfaces vertes afin d'éliminer certaines proies qui pourraient attirer des prédateurs,
- Utiliser pour les plantations des essences que le gibier évite et renoncer aux plantes fortement appétentes,
- Eviter les plantes recherchées par les oiseaux, en particulier les plantes à baies,
- Créer des abreuvoirs et des gagnages attrayants à une distance suffisante de la route (pierres à sel, etc).
- Eviter la création de conditions locales pouvant attirer les animaux au voisinage de la route ou sur celle-ci,

5.3.3.2 Pour les batraciens

- Transférer les populations menacées par la route et ses ouvrages annexes dans des biotopes non menacés,
- Si nécessaire, créer des biotopes de remplacement là où cela est possible.

5.3.3.3 Pour les oiseaux

Créer des rideaux d'arbres assez denses et assez élevés pour obliger les oiseaux à franchir la route suffisamment haut au-dessus de la chaussée.

5.3.3.4 Pour la faune aquatique

Tenir compte des besoins de tous les animaux aquatiques et en particulier des poissons et invertébrés liés à l'eau dans tous les travaux touchant à des cours d'eau.

5.3.3.5 Mise en oeuvre des mesures naturelles

Le recours à ces mesures naturelles nécessite des connaissances spécifiques qui échappent au constructeur de route. Ce dernier a besoin de l'avis de spécialistes pour proposer et mettre en oeuvre de telles mesures.

5.3.4 Mesures techniques

5.3.4.1 Pour la faune en général

- Les mesures suivantes sont utilisées ou ont été essayées le long des routes :
  - panneau de circulation n° 124 "Animal" (silhouette chevreuil bondissant)
  - clôtures conventionnelles à treillis
  - clôtures électriques
  - surfaces réfléchissantes
  - passages pour la faune au-dessus ou au-dessous des routes
- D'autres mesures ont été envisagées mais elles n'ont jamais fait l'objet d'études et n'ont pas été essayées à grande échelle le long des routes. Ce sont par exemple les moyens suivants :
  - zones à fond répulsif; il s'agit de surfaces évitées par les animaux du fait de leur constitution (p.ex. gravier rond pour les hérissons)
  - moyens olfactifs
  - moyens sonores

Ces moyens ne répondent pas aux critères de simplicité de conception et de coût minimum d'exploitation et d'entretien requis.

- Le **panneau de circulation n° 124 "Animal"** est inefficace. Les conducteurs des véhicules ignorent généralement le comportement qu'ils doivent adopter en sa présence, à savoir une réduction de leur vitesse à 60 km/h au maximum et une observation attentive des abords de la chaussée. **Il serait par conséquent souhaitable que ce panneau soit accompagné d'un panneau de limitation de vitesse à 50 ou 60 km/h** et que les gendarmeries cantonales effectuent de temps en temps des contrôles de vitesse à leurs abords.

- Les **clôtures conventionnelles** ont pour but d'empêcher, dans toute la mesure du possible, l'accès du gibier à la chaussée. Elles doivent répondre à des critères précis, compte tenu de :
  - la faune,
  - son comportement et de ses besoins
  - d'autres éléments touchés par ces installations, tels que la route elle-même, son exploitation, son entretien, etc...

  Elles constituent actuellement la mesure la plus efficace pour éviter les collisions entre véhicules et animaux. Leur efficacité est certaine, mais non absolue car elles peuvent toujours être sautées, contournées ou franchies à un endroit donné (carrefour, jonction, etc...). Pour atteindre une efficacité maximum, elles doivent répondre à des critères précis. Parmi ceux-ci, il faut particulièrement retenir les suivants :
  - le **treillis** utilisé doit empêcher le passage des animaux à travers ses mailles;
  - la **hauteur** de la clôture doit être telle que les animaux ne puissent pas sauter par dessus compte tenu par exemple d'une couche de neige éventuelle;
  - la **longueur** de la clôture doit être telle que le gibier ne puisse pas contourner l'obstacle et qu'il soit amené à utiliser les traversées existantes; selon la topographie des lieux et les animaux concernés, une surlongueur peut s'imposer jusqu'à 400 m au-delà de la zone de danger;
  - l'**emplacement** des clôtures sera fixé à l'extérieur mais aussi près que possible du gabarit d'espace libre et tiendra compte de la sécurité du trafic et de l'entretien des installations secondaires (p.ex. signalisation, bandes vertes, déblaiement des neiges); cet emplacement permettra ainsi de mettre à disposition de la faune un maximum d'espaces libres;
  - l'**étanchéité** de la clôture doit être assurée partout; les clôtures doivent être raccordées de façon étroite aux ouvrages d'art interrompant leur tracé et être en contact direct avec le sol, de telle façon qu'aucun animal ne puisse trouver un passage par où se faufiler et qu'ils soient tous obligés d'utiliser s'ils en ressentent le besoin les passages dénivelés et les voûtages existants;
  - la **perméabilité** de l'obstacle devra cependant être assurée pour permettre les déplacements des animaux d'un côté à l'autre de la chaussée; le tracé de la clôture doit les amener aux passages qu'ils peuvent utiliser sans danger (passages inférieurs et supérieurs, passages sous des grands ponts, passages spécifiques à la faune, coulisses hydrauliques, voûtages de cours d'eau, etc.;
  - les **plantations** à l'extérieur des clôtures seront peu serrées; elles seront accessibles aux grands animaux et devront les gêner s'ils veulent sauter les clôtures;
  - l'**entretien** des clôtures joue un rôle important dans leur efficacité; elles doivent être régulièrement contrôlées tant en ce qui concerne les brèches et les trous que le maintien du dernier fil sur le sol.

- Les **clôtures électriques** se prêtent mal à une utilisation à grande échelle car leur exploitation est coûteuse et nécessite un contrôle permanent afin de s'assurer qu'elles sont bien sous tension.

- Les **surfaces réfléchissantes** servent à projeter la lumière des phares des véhicules aux abords immédiats de la chaussée afin de surprendre les animaux qui s'y trouvent, les amener à s'arrêter et à attendre le passage des véhicules avant de franchir la route.

Une étude de longue durée a été entreprise au sujet de l'efficacité de ces surfaces vis-à-vis des chevreuils (**chap. 3.4**). Elle prend aussi en considération la variation de l'effectif de la population dans tout le secteur, les prélèvements de la chasse et les tirs de réduction effectués dans la région. Les résultats obtenus jusqu'à ce jour montrent déjà que :

- l'efficacité de ce moyen de protection, s'il y en a une, est très faible,
- la réflexion de la lumière sur ces surfaces dépend de leur propreté; de ce fait elles ne doivent pas être trop proches de la chaussée (min. 3 à 5 m),
- l'efficacité des surfaces en question dépend de leur éclairage par les phares des véhicules et de la distance à laquelle la lumière peut être réfléchie dans le terrain; la végétation, la morphologie du terrain et le tracé de la route sont déterminants à ce sujet,
- il est probable que seuls les cervidés réagissent à la lumière réfléchie par les surfaces utilisées; les sangliers par exemple sont insensibles à leur reflet, comme ils le sont à la lumière durant la nuit en général,
- ces surfaces ne peuvent avoir un effet que sur le nombre des accidents nocturnes, soit en moyenne sur 80 % des accidents avec le gibier.

Vu leur coût modeste, elles peuvent être utilisées car elles ne font en tout cas aucun mal.

- Les **passages inférieurs, voûtages de cours d'eau** et **coulisses hydrauliques** sont utilisés par les animaux de préférence aux passages supérieurs. Ils doivent être rectilignes et avoir une section rectangulaire minimum de 2.0 m x 2.0 m ou un diamètre minimum de 2,5 m. Ces passages sont indispensables pour assurer les mouvements de la faune d'un côté à l'autre de la route. Le choix de leur emplacement est déterminant pour leur efficacité. Ils doivent se situer sur les pistes les plus fréquentées par les animaux ou dans leur voisinage immédiat. Leurs extrémités doivent être bien visibles de l'extérieur et de l'intérieur. Ces passages peuvent être des passages nécessaires aux activités humaines ou des passages spécifiques pour les animaux. Dans les voûtages utilisables par le gibier, les bords du lit mineur seront assez hauts pour que les animaux puissent y passer à pied sec en période de basses eaux.

5.3.4.2 Pour les batraciens

- **Les installations de protection des batraciens le long des routes comprennent des collecteurs et des passages sous-route.** Les collecteurs servent à rassembler les animaux et à les amener vers les entrées des passages qui leur permettent de franchir la route sans danger. Les batraciens n'utilisent des passages fermés (tuyaux, etc...) pour se déplacer que s'ils y sont obligés. Les entrées des passages sous-route doivent de ce fait être conçues de telle façon que les animaux ne puissent pas regagner les collecteurs et qu'ils soient obligés d'emprunter les passages prévus à leur intention. Ceci nécessite la mise en place de deux installations identiques de chaque côté de la route, assurant chacune le franchissement de la route dans un sens.

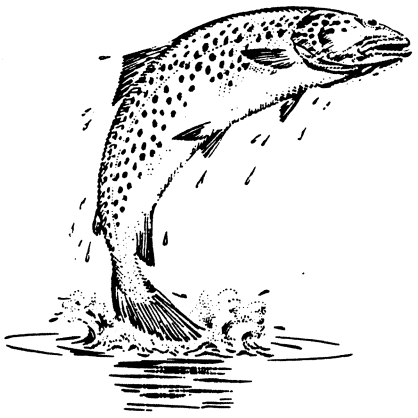
- Ces **installations** doivent répondre aux exigences suivantes :

– les **collecteurs** doivent constituer pour les animaux un obstacle infranchissable dans le sens de leur migration; ils doivent les canaliser vers les passages sous-route sans qu'ils puissent repartir en arrière;

- la **longueur des collecteurs** doit être telle qu'un nombre suffisant d'animaux adultes soit intercepté le long de la route, pour assurer le maintien voire le développement de la population concernée;
- les **entrées des passages sous-route** doivent se trouver au fond de sacs dont les animaux ne peuvent sortir qu'en empruntant les passages correspondants;
- de **l'eau ne doit en aucun cas stagner dans les installations**; les collecteurs et les passages sous-route peuvent être utilisés pour l'évacuation des eaux de surface là où la topographie le permet et à condition que ces eaux ne stagnent nulle part;
- **l'aménagement des abords** des collecteurs doit être constitué par un couvert herbeux et quelques arbustes feuillus plantés le long du collecteur situé du côté de la frayère; ces arbustes dispenseront l'ombrage nécessaire pour éviter la dessiccation des jeunes métamorphosés; à défaut d'arbustes, un lit de feuilles mortes laissé au fond du collecteur permettra aux jeunes de se mettre à l'abri du soleil.

5.3.4.3 Pour la faune aquatique

Ne pas déverser les polluants et les eaux polluées provenant de la route et du trafic dans les cours d'eau.



5.4 Niveaux d'intervention dans le domaine de la sécurité Faune/Trafic

Pour être abordés et résolus valablement, les problèmes de la sécurité Faune/Trafic doivent être abordés à trois niveaux différents :

1. Niveau de toutes les personnes concernées :

La collaboration de tous est nécessaire si l'on veut réduire le nombre des accidents impliquant les animaux. Il faut que chacun veuille la sécurité recherchée et soit conscient qu'elle ne peut être obtenue que dans le tissu dans lequel la route et son trafic vont s'insérer. Pour que des routes soient aussi sûres que possible, il faut avoir les connaissances nécessaires pour les réaliser en conséquence (ingénieur) et pour les utiliser en fonction de la sécurité recherchée (conducteurs). **La sensibilité de chacune des personnes concernées vis-à-vis des problèmes du milieu naturel est prépondérante à cet effet.** L'information sur la protection de l'environnement joue ici un rôle déterminant.

2. Niveau de l'établissement du projet routier :

La protection de la faune en tant qu'élément du milieu naturel entraîne presque automatiquement l'augmentation de la sécurité routière. Ainsi, l'ingénieur devra inclure dans ses réflexions et dans le projet qui en découle les contraintes dues à la faune; celle-ci apparaît sous deux aspects : comme élément du milieu naturel à prendre en considération et comme facteur d'accident. A ce niveau le spécialiste de la faune doit intervenir en tant que spécialiste-conseil auprès de l'ingénieur et l'aider dans les démarches suivantes :

- **appréciation du facteur faune** et **détermination des contraintes** qu'il impose
- **prise en considération des contraintes du facteur faune** dans les décisions concernant le domaine technique.

Le spécialiste de la faune et tous les autres spécialistes doivent collaborer sous la responsabilité de l'ingénieur à l'établissement d'un projet où, par des choix judicieux, toutes les contraintes seront raisonnablement prises en considération. Ensemble **ils doivent rechercher la variante dans laquelle la route est en équilibre optimal avec son milieu.**

3. Niveau des installations de protection :

Les choix faits, en particulier en ce qui concerne le tracé, ne permettent pas toujours d'éviter les principales zones de danger faune/trafic. Il faut alors recourir à des mesures de protection ponctuelles : clôtures de différents types, collecteurs, passages spécifiques pour la faune, etc... **Elles devront être intégrées très tôt dans le projet et exclusivement le long des tronçons nécessitant de tels aménagements.** L'effet de coupure que ces mesures et la route elle-même entraînent doit être étudié avec beaucoup de soin, afin d'être limité au minimum inévitable et compensé au maximum possible.

5.5 Etablissement d'un projet routier

La décision de construire une nouvelle route ou d'améliorer une route existante est toujours une décision politique. Il s'agit à ce stade de discussions au niveau de la politique des transports, dont la route n'est qu'un moyen. A ce niveau, l'ingénieur et le biologiste ne sont guère consultés.

C'est au moment de l'étude de l'avant-projet, une fois que la décision politique d'étudier puis de construire est prise, que débute la confrontation ingénieur/faune.

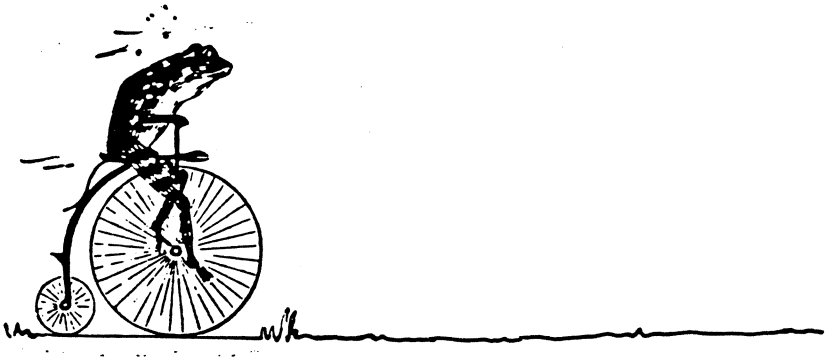
Dans un projet, l'ingénieur doit tenir compte d'une multitude de facteurs qui peuvent être regroupés par thèmes, tels que :

- économie du projet
- aménagement du territoire et structure sociale
- trafic
- protection de l'environnement naturel

C'est sous ce dernier thème que va apparaître la faune. Celui-ci regroupe entre autres les facteurs concernant :

- les pollutions de l'eau et de l'air, ainsi que le bruit
- la **faune** et la flore
- les terrains agricoles
- les zones de détente
- les zones construites
- l'esthétique.

Si l'on tient compte du fait que chaque thème peut regrouper cinq ou six facteurs ou même plus, c'est un minimum de vingt à vingt-cinq facteurs qui déterminent les contraintes auxquelles sera soumis le projet routier envisagé. Ceci donne une idée de la masse de problèmes dans laquelle se situe le **problème "faune/route et trafic"**. Il est important que le spécialiste de la faune, qui interviendra pour défendre la faune, garde ce fait en mémoire durant toute son intervention. Lors de l'établissement d'un projet, la faune est un facteur aussi déterminant que les autres et elle peut influencer ce projet de façon importante si elle est défendue **avec bon sens et en connaissance de cause.**



5.6 Collaboration ingénieur/biologiste et sécurité Faune/Trafic

5.6.1 Introduction

Au moment du choix des mesures de protection et de l'établissement du projet des dispositions et installations correspondantes, le problème de la sécurité Faune/Trafic devient un problème d'ingénieur qui doit être abordé et traité comme tel.

Pour résoudre les problèmes afférents à la faune en général et dans l'emprise de la route en particulier, l'ingénieur auteur d'un projet routier doit faire appel à un biologiste car il n'a ni les compétences, ni le temps pour procéder aux études nécessaires pour définir les problèmes spécifiques à son projet, et recueillir ensuite les données nécessaires pour les résoudre. Il devra donc nécessairement recourir à un biologiste à cet effet et il a de ce fait paru judicieux de faire ici quelques réflexions sur leur travail et leur collaboration, réflexions qui sont valables non seulement pour l'ingénieur responsable d'un projet de voie de circulation, mais aussi pour l'ingénieur responsable de tout projet entrant en conflit avec la faune.

5.6.2 Le paysage

Le paysage dans sa globalité se compose de 4 éléments :

- le **substrat** et les **éléments inertes** que sont l'eau et l'air
- la **végétation**
- la **faune**
- les **ouvrages d'art**

Ce paysage forme une entité qui fonctionne de façon autonome et dans laquelle se déroulent de nombreux phénomènes complexes qui en assurent le fonctionnement. Avant la réalisation de tout nouveau projet, le paysage dans lequel il sera réalisé est dans un état d'équilibre dynamique.

En plus de l'écoulement de l'énergie et le déroulement des grands cycles de la matière, dont la prise de conscience n'est pas immédiate, des mouvements capitaux pour son fonctionnement y ont lieu. Il s'agit entre autres des mouvements des éléments cités précédemment : eau et air, de la faune et dans une faible mesure des végétaux. A ces phénomènes naturels viennent s'ajouter des phénomènes d'origine anthropogènes tels que monocultures, pollutions, activités diverses, trafics, constructions de toute nature : voies de circulation, constructions hydrauliques, travaux de drainage et d'irrigation, etc... qui, toutes, influencent le milieu.

Aussi longtemps que les activités humaines ne dépassent pas l'échelle de l'homme, ainsi que celle de ses besoins essentiels et vitaux en tant que membre de la faune, la nature peut absorber les conséquences de ces activités. Dès qu'elles vont au-delà de cette limite, leurs conséquences pèsent sur le milieu naturel et peuvent compromettre le bon fonctionnement du paysage, et ce qui est nécessaire au maintien de ce fonctionnement.

5.6.3 Rôle de l'ingénieur lors de la création d'ouvrages d'art

Les ouvrages d'art sont les conséquences des besoins de l'homme. Ils lui permettent de s'abriter, d'assurer sa subsistance et sa sécurité, de transporter et de communiquer, donc de se rapprocher, de se protéger et de permettre les divertissements. D'autres ouvrages assurent la correction, la modification et l'aménagement du sol afin de créer les infrastructures nécessaires à toute activité humaine. C'est surtout en créant ces infrastructures que l'ingénieur va entrer en conflit avec le paysage et provoquer ainsi des perturbations dans son fonctionnement. Celles-ci se produisent dans le domaine des trois premiers éléments cités au chapitre précédent, soient :

- le substrat et les éléments inertes (eau-air)
- la végétation
- la faune

En entreprenant un projet, l'ingénieur d'aujourd'hui doit se poser très tôt la question de savoir comment fonctionne le paysage dans lequel il intervient, afin de pouvoir prévoir les mesures nécessaires pour assurer la continuité du fonctionnement de l'espace concerné.

Cette réflexion peut dans certains cas se poser très loin en amont du projet; en effet, l'ingénieur peut être amené à se poser la question de la façon dont se déroule l'érosion générale dans le paysage qu'il va toucher et comment il devra en tenir compte. L'air et l'eau circulent sans cesse, ce qui a pour effet d'entraîner des matériaux qui participent ainsi à l'érosion et au fonctionnement des paysages. La gravité joue ici également un rôle essentiel. Même l'ouvrage de protection le mieux étudié n'arrêtera jamais cette érosion. Il la ralentira tout au plus à l'échelle humaine seulement et guère plus longtemps.

Le plus fréquemment l'ingénieur est confronté par son action à la végétation et à la faune, soit en modifiant des biotopes (drainages, irrigations, coupures dans le terrain, etc...), soit en supprimant purement et simplement des biotopes existants.

L'ingénieur doit donc connaître l'état et le fonctionnement des lieux dans lesquels il est appelé à intervenir, ce qui peut y être touché, ce qui doit être sauvegardé et ce qui doit être compensé. Les éléments nécessaires à cet effet doivent lui être fournis par des spécialistes du milieu ayant une vue large de tout le secteur touché par son projet. Ceux-ci devront, entre autres, expliquer clairement le "pourquoi" de leurs prises de position. Ce pourquoi est important pour l'ingénieur qui doit pouvoir déterminer en connaissance de cause les mesures qu'il doit prendre, en particulier quand une atteinte au milieu doit être compensée par des dispositions techniques. De cette façon seulement il pourra juger de l'adéquation des solutions envisagées et en particulier si les dispositifs correspondants sont adaptés à l'importance des problèmes à résoudre.

La création d'ouvrages d'art pour satisfaire les besoins de l'homme entraîne immanquablement des conflits avec le milieu vital. La solution de ces conflits est un problème d'ingénieur où malheureusement le technicien et le biologiste s'affrontent alors qu'ils devraient se compléter. Leur collaboration est capitale dans un petit pays surpeuplé comme la Suisse où les milieux naturels se sont fortement réduits et où la Nature ne peut plus faire de concessions à l'homme.

En établissant un projet, l'ingénieur prend des risques. Son ouvrage doit être d'abord sûr, puis doit correspondre aux besoins qui ont provoqué sa création et finalement il doit être économique. Aujourd'hui, aux contraintes découlant de ces critères s'ajoute celle de la compatibilité avec l'environnement. La **responsabilité du tout repose entièrement sur les épaules de l'ingénieur qui est seul responsable de son ouvrage vis-à-vis du maître de l'oeuvre**. Il résulte de ceci que les spécialistes du milieu concerné ne doivent et ne peuvent intervenir que comme conseillers de l'ingénieur.

La prise en considération globale de l'environnement dans le cadre d'un projet routier entraîne par voie de conséquence la prise en considération de la faune. La sécurité Faune/Trafic sera de ce fait directement intégrée dans le projet dès la phase de conception de l'ouvrage et non plus introduite après-coup. Seules quelques mesures de protection ponctuelles devraient encore être nécessaires alors pour assurer la sécurité de la faune dans un projet bien conçu.

5.6.4 Rôle des spécialistes de l'environnement lors de la création d'ouvrages d'art

Le rôle des spécialistes de l'environnement lors de la création d'ouvrages d'art découle directement du paragraphe précédent. Il consiste à :

- **évaluer le milieu préexistant,**
- **déterminer l'impact du projet sur ce milieu,**
- **évaluer les conséquences** de cet impact,
- **proposer les mesures nécessaires** à la compatibilité de l'ouvrage dans le milieu considéré.

Ces spécialistes doivent **proposer des buts à atteindre** tels que, par exemple, éviter une zone donnée, rétablir un écoulement d'eau, une voie de passage pour la faune, etc. Ils ne doivent pas prescrire des dispositions ou des installations car ils n'ont pas les compétences techniques nécessaires pour le faire. Par contre ils doivent apprécier l'adéquation des mesures prises par l'ingénieur et les effets secondaires éventuels de celles-ci et, si nécessaire, faire des propositions pour améliorer la situation.

Une autre tâche essentielle des spécialistes est d'**analyser l'évolution possible à court et moyen terme** du milieu touché, afin de juger de l'opportunité des mesures qu'ils préconisent. Il serait déraisonnable de mettre en place des dispositifs et installations dans un milieu dont les éléments sont appelés à changer à tel point qu'ils ne joueraient plus à terme le rôle qui est le leur dans ce milieu ou celui qui leur est attribué dans le cadre du projet. Un cas typique serait, par exemple, la création d'une mare de substitution pour les batraciens dans une zone appelée à changer d'affectation.

Les vastes études d'impact établies actuellement pour tout objet d'une certaine importance ne doivent pas être considérées comme des directives à l'intention des ingénieurs chefs de projet. Elles les submergent d'une foule de détails dont ils ne savent que faire. Elles doivent rester à l'avenir le document de référence des spécialistes du milieu appelés à collaborer à l'établissement d'un projet.

La présentation d'un projet par un ingénieur doit signifier implicitement qu'il a établi celui-ci compte tenu de toutes les contraintes y afférant, y compris celles concernant le fonctionnement du milieu concerné par l'ouvrage.

5.6.5 Collaboration ingénieur/spécialiste du milieu

Compte tenu de leurs rôles respectifs, la collaboration entre ingénieurs et spécialistes du milieu doit commencer par l'incorporation de ces derniers dans le groupe des experts qui assistent aujourd'hui tout auteur d'un projet un tant soit peu important. Les spécialistes de l'environnement doivent y prendre place avec les mêmes droits et les mêmes devoirs que les autres spécialistes.

Selon l'importance du projet, ces spécialistes peuvent se restreindre à un biologiste ou à un écologue, ou au contraire former une équipe de spécialistes comprenant biologiste, forestier, agronome, paysagiste, hydrobiologiste, zoologue, entomologiste, etc. Ils peuvent soit intervenir directement à la demande du chef de projet, soit former un groupe dont le responsable fera la synthèse de leurs travaux et réflexions et les présentera ensuite au chef de projet.

L'établissement d'un projet dans le domaine de l'environnement doit être un travail itératif comprenant un certain nombre de phases décrites schématiquement ci-après :

- **Première phase :**

  Au niveau des études préliminaires, l'ingénieur définit l'objet du projet (ouvrage) et fixe avec les spécialistes de l'environnement (appelés par la suite "le biologiste") la ou les zones concernées par son ouvrage.

- **Deuxième phase :**

  Evaluation de ou des zones concernées et détermination des contraintes dues à l'environnement par le biologiste. Ici intervient la prise en compte à court, moyen et éventuellement long terme de l'évolution de ces zones.

- **Troisième phase :**

  Etablissement d'un avant-projet par l'ingénieur sur la base des considérations du biologiste et en collaboration avec lui.

- **Quatrième phase :**

  Evaluation par le biologiste de l'impact de l'ouvrage sur le milieu et propositions de mesures de conservation et de compensation.

- **Cinquième phase :**

  Etudes des mesures de conservation et/ou de compensation recommandées par le biologiste et mise au point des dispositifs et installations correspondantes.

- **Sixième phase :**

  Examen de l'impact du projet compte tenu des mesures prises par l'ingénieur (dispositions et installations). Evaluation de cet impact et étude des effets secondaires, d'où éventuellement nouvelles propositions à l'ingénieur.

Le processus se répète si nécessaire jusqu'à ce qu'un concensus soit trouvé entre l'ingénieur et le biologiste (processus itératif), ou que l'ingénieur soit amené à trancher avec recours pour le biologiste au maître de l'oeuvre s'il le juge nécessaire. Dès ce moment, le projet entre dans sa phase finale, celle de l'établissement du projet définitif et des plans d'exécution. Dans cette phase, l'ingénieur va équilibrer toutes les contraintes que les spécialistes de toute nature lui auront signalées, aussi bien celles du domaine purement technique que celles du domaine socio-

économique et environnemental. A ce niveau, le biologiste doit conseiller l'ingénieur dans la mise au point des éléments de l'ouvrage le concernant .

Durant l'exécution des travaux, le biologiste suivra toutes les phases ayant un effet important sur l'environnement et en particulier la réalisation des installations demandant une adaptation rigoureuse au terrain.

L'ouvrage achevé, la tâche de l'ingénieur et du biologiste n'est pas terminée. Le biologiste doit examiner l'efficacité des mesures prises par un suivi méticuleux et si nécessaire proposer à l'ingénieur des améliorations ou adaptations pour atteindre tous les buts poursuivis lors de l'établissement du projet.

La difficulté majeure dans une telle collaboration réside dans le fait que le biologiste doit formuler des buts à atteindre, en expliquer les motifs et préciser les caractéristiques des mesures qu'il préconise et non prescrire des dispositions ou des installations.

5.6.6 Sécurité Faune/Trafic

Pris dans le processus décrit ici, le problème de la sécurité Faune/Trafic disparaît au bénéfice du maintien des flux nécessaires à un fonctionnement équilibré de l'espace concerné par l'ouvrage.

5.7 Travaux de recherche à l'avenir

Les travaux faits jusqu'à ce jour ont permis d'aborder le problème faune/trafic, de le définir et de proposer quelques idées et quelques solutions pour le résoudre. Est-ce suffisant ?

La réponse à cette question dépendra de l'importance attachée à ce problème par les personnes concernées, à savoir les responsables de la gestion de l'environnement et les responsables de projet aidé aussi par les responsables de la sécurité de la route.

Toutes les recherches permettant de mieux connaître le **fonctionnement de l'environnement dans son ensemble** ou le **comportement des animaux et de leurs populations** contribueront à améliorer les connaissances nécessaires pour résoudre les problèmes posés par la présence de la faune le long des routes.

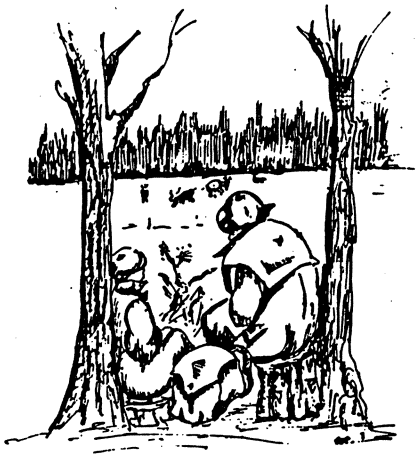
Les études qu'il serait souhaitable de faire concernent les domaines suivants :

- **Biologie et comportement vis-à-vis de la route et du trafic d'animaux intéressants** pour la conservation et la richesse de l'environnement ou d'animaux dangereux pour le trafic automobile;
- **Comportement vis-à-vis de la route et du trafic automobile de groupes de populations animales** afin de connaître l'influence de la route et du trafic sur le monde animal dans son ensemble;
- **Sens de l'orientation des animaux** et les facteurs l'influençant afin de trouver des moyens permettant de modifier le comportement des animaux dans le terrain, de les éloigner de zones dangereuses ou de les amener à utiliser des passages protégés;
- **Influence sur les animaux et sur leur comportement** de divers facteurs tels que : mouvement des véhicules le long de la route et leur bruit, lumière des phares dans la nuit, poussière de la chaussée en fonction de ses propriétés physiques et chimiques, morphologie du terrain traversé, de son exposition et de celle de la route et couverture du sol;
- **Rapports existants entre la route compte tenu de ses dimensions et du type de trafic** qu'elle supporte et de l'intensité de celui-ci d'une part **et les animaux vivant dans son voisinage**, leur taille et leurs possibilités physiques d'autre part,
- **Problèmes concernant les oiseaux et les insectes le long des routes ainsi que les poissons et autres animaux liés à l'eau.** Dans ce cas il s'agira aussi de problèmes de pollutions dues à l'évacuation des eaux de la chaussée ou à l'épandage de liquides toxiques lors d'accidents;
- **Recherches de moyens de protection nouveaux ou amélioration de l'efficacité des moyens actuellement utilisés** (clôtures, surfaces réfléchissantes, passages en travers de la route, etc...).

Les résultats de ces recherches devront fournir les bases nécessaires au **perfectionnement des normes existantes** et à l'**établissement des recommandations pour le choix du tracé** dont il a été question au **chapitre 5.1** précédent. Ils serviront aussi à résoudre d'autres problèmes dans lesquels la faune est impliquée et intéresser ainsi d'autres cercles que ceux concernés par la route à l'étude des problèmes correspondants.

Ce dernier point est important du point de vue du financement de ces recherches. En effet, il sera probablement difficile d'obtenir des crédits pour l'étude des thèmes proposés auprès des

instances s'occupant de la route et de la sécurité routière, vu l'importance mineure de la faune comme source d'accidents de la circulation. Par contre les recherches les plus fondamentales pourront sans doute être financées par les instances s'occupant de l'environnement soit pour le gérer, soit pour le protéger.



6. RESUMES

6.1 Résumé

Le présent travail a montré que les quelques caractéristiques des accidents provoqués par les animaux le long des routes qui avaient été déterminées au milieu des années soixante sur la base d'environ 3'000 relevés étaient bien exacts. Ce contrôle a confirmé en tout point ce qui avait été déterminé alors.

Les relevés furent poursuivis jusqu'à aujourd'hui en particulier dans le canton des Grisons, le long des autoroutes du canton de Berne et dans le canton du Valais. Ce sont environ 17 à 18'000 relevés d'accidents qui sont aujourd'hui disponibles. Il était donc intéressant d'exploiter la masse de données à disposition et d'examiner les caractéristiques de ces accidents plus en détail.

Cet examen a montré que les accidents ne sont aléatoires que dans la rencontre de l'animal et du véhicule. Toutes les autres caractéristiques de ces accidents sont soumises à des règles plus ou moins précises où l'animal, son comportement, le moment et le lieu de l'accident, la vitesse du véhicule, etc... sont déterminants. De ce fait la sécurité faune/trafic peut et doit être abordée comme un problème d'ingénieur, c'est-à-dire de façon précise et logique et non être laissée à la plus ou moins grande sensibilité des gens qui s'en occupent.

L'ingénieur doit inclure ce type de sécurité dans ses réflexions et dans ses contraintes comme il doit le faire pour tout ce qui touche à son projet. Le dépôt d'un projet routier doit signifier aujourd'hui que celui-ci a été établi par l'ingénieur en prenant en considération toutes les contraintes y afférant, y compris toutes celles concernant l'environnement, les spécialistes de ce dernier n'intervenant que comme experts-conseils pour les questions de leur ressort.

Quatre études ponctuelles traitant de divers problèmes complètent le présent rapport, à savoir :

- la répartition des animaux et de la population humaine en Suisse,
- l'évolution du parc automobile, des effectifs des principales populations et des animaux morts toutes causes confondues,
- la localisation des accidents le long d'une route dans une réserve forestière dans le canton de Zürich,
- des essais avec des surfaces réfléchissantes le long de trois routes dans le canton de Berne.

Les résultats des études faites ont conduit à décrire dans les conclusions des mesures de protection envisageables et surtout à traiter de la **sécurité faune/trafic lors de l'établissement d'un projet routier** et de la **collaboration ingénieur/biologiste** à cet égard.

Le sujet faune/trafic est vaste, aussi pour terminer quelques recherches l'intéressant à faire à l'avenir ont encore été citées.

6.2 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die wenigen in der Mitte der sechziger Jahre gefundenen Merkmale der Unfälle, die durch Tiere längs der Strasse verursacht werden, richtig waren, obwohl sie nur aus ungefähr 3000 Wildunfallmeldungen abgeleitet wurden. Die durchgeführte Kontrolle hat die seinerzeit gefundenen Ergebnisse vollständig bestätigt.

Wildunfallmeldungen wurden weiter aufgestellt und bis heute gesammelt, und zwar besonders im Kanton Graubünden, längs der Autobahnen des Kantons Bern und im Kanton Wallis. Es sind ungefähr 17 bis 18'000 Meldungen, die heute zur Verfügung stehen. Es war deshalb interessant, die grosse Anzahl zu Verfügung stehenden Angaben auszuwerten und weitere Merkmale der Verkehrsunfälle mit Wild zu untersuchen.

Diese Untersuchung zeigte, dass nur der Zusammenstoss von dem Tier mit dem Fahrzeug auf blossem Zufall beruht. Alle anderen Merkmale dieser Unfälle sind mehr oder weniger bestimmten Gesetzen unterwerfen, wobei das Tier, sein Verhalten, der Zeitpunkt und der Ort des Unfalls, die Geschwindigkeit des Fahrzeuges, usw... ausschlaggebend sind. Die Sicherheit Fauna/Verkehr kann und muss deshalb als Ingenieurproblem behandelt werden. Das heisst, sie muss genau und logisch betrachtet und nicht der Empfindlichkeit mehr oder weniger sensibler und unkundiger Leuter überlassen werden.

Der Ingenieur muss diese Art Sicherheit in seine Überlegungen und in seine Bedingungen einschliessen, wie er es mit allem tut, was sein Projekt betrifft. Die Abgabe einer Strassenprojekter sollte heute bedeuten, dass der verantwortliche Ingenieur dieses Projekt unter Berücksichtigung aller entsprechender Bedingungen aufgestellt hat, einschliesslich derjenigen, die die Umwelt betreffen. Die Umweltspezialisten greifen dabei nur ein als Berater für die Angelegenheit, die sie angehen, und nicht als Projektverfasser.

Vier kleinere zielgerichtete Untersuchungen haben es erlaubt, ergänzend zum vorliegenden Bericht verschiedene Probleme zu untersuchen :

- die Verteilung der Tiere und der Bevölkerung in der Schweiz,
- die Entwicklung des Fahrzeugparks, der Bestände der wichtigster Tierarten und des Fallwildes,
- die Verteilung der Wildunfälle längs einer Strasse in einem forstlichen Reservat im Kanton Zürich,
- Versuche mit reflektierenden Flächen längs dreier Strassen im Kanton Bern.

Die Schlussfolgerungen aller durchfeführten Untersuchungen enthalten Vorschläge für mögliche Schutzmassnahmen und vor allem Hinweise zur Sicherheit Fauna/Verkehr beim Aufstellen eines Strassenbauprojektes und zur erforderlichen Zusammenarbeit vom Ingenieur und Biologe.

Das Arbeitsgebiet Fauna/Verkehr ist sehr weit. Deshalb wurden am Schluss noch einige zukünftige interessante Forschungen aufgeführt.

7. BIBLIOGRAPHIE

[1] Müller S. — Circulation routière et gibier – "La route et la circulation routière" nos 9 et 10 – 1966 (traduit en allemand)

[2] Müller S. — Protection des routes contre le gibier – "La route et la circulation routière" no 8 – 1969

[3] Müller S., Sigrist J. — Protection des routes contre le gibier – Rapport intermédiaire no 3 – Surfaces réfléchissantes – Mandat de recherche no 17/72 – 1977

[4] Berthoud G., Müller S. — Clôtures électriques à gibier – Comportement des animaux vis-à-vis des fils électriques sous tension – Rapport intermédiaire no 1 et Rapport final – Mandat de recherche no 18/72 – 1977 et 1981

[5] Müller S., Sigrist J. — Comportement du gibier vis-à-vis du trafic automobile – Rapport final – Mandat de recherche no 6/77 – 1981

[6] Berthoud G., Müller S. — Installation de protection pour les batraciens – Efficacité et effets secondaires – Rapport final – Mandat de recherche no 48/77 – 1983 et 1984 (traduit en allemand)

[7] Berthoud G, Müller S. — Protection du hérisson le long des routes. Résumé de la thèse de M. Guy Berthoud. Conclusion et application à la protection de l'espèce – Mandat de recherche – 1983

[8] Müller S., Burnand J.D. — Etude de l'efficacité des installations de protection de la faune le long des routes – Rapport final – 1983

[9] Burnand J.D., Sigrist J., Berthoud G., Müller S. — Comportement du gibier dans une zone de terrain traversée par une route – Rapport final – Mandat de recherche no 16/81 – 1985

[10] Berthoud G., Müller S. — Protection des batraciens le long des routes – Rapport final – Les batraciens et le trafic routier – Mandat de recherche no 26/74 – 1986

[11] Müller S. — Rôle des protagonistes dans la sécurité Faune/Trafic – Conférence présentée lors du colloque international "Routes et faune sauvage", Strasbourg, Conseil de l'Europe, 5 juin 1985 – "Route et trafic", no 4/1986

[12] Müller S. — La sécurité faune/trafic en Suisse – Actes du Symposium sur l'impact des routes sur l'environnement, San-Sebastian – 1988 (traduit en espagnol)

[13] Berthoud G. — Recherches sur la biologie des batraciens et application à leur protection le long des routes – Travail de licence présenté à l'Institut de zoologie de l'Université de Neuchâtel pour l'obtention de la licence en biologie – 1973

[14] Berthoud G. Contribution à la biologie du hérisson (Erinaceus europaeus L.) et applications à sa protection – Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel pour obtenir le grade de docteur ès Sciences – 1982

[15] Pogan U. Analyse der Wirksamkeit eines Wildverhütungssystems "Cremlinger Modell" – Travail de diplôme présenté à la Fachhochschule Hildesheim/Holzminden, Fachbereich Forstwirtschaft à Göttingen – 1989

[16] Pushkarev B. Tunnard Chr. "Man – Made America – Chaos or Control ?" – New Haven and London : Yale University Press – 1963

[17] Hamilton J.R. Turstone L.L. Human Limitations in Automobile Driving, cité dans l'article "Gestaltung von Autobahnen, Parameter der visuellen Qualität von Autobahnen und ihrer Umgebung", de Ueli Roth, paru dans la Neue Zürcher Zeitung du lundi 19 février 1973, no 82

8. ANNEXES

I. Instances ayant fourni des données

II. Liste des mammifères – Faune sauvage

III. Liste des mammifères – Faune domestique

IV. Liste des mammifères – Animaux divers et récapitulation

V. Liste des oiseaux

INSTANCES AYANT FOURNI DES DONNEES

N°	Source	Durée des relevés		Domaine	Renseignements fournis						
		de	à		1	2	3	4	5	6	7
POLICES CANTONALES											
10	Argovie	1.68	12.72	tout le canton	x	x	x	x	x		x
11	Soleure	3.66	3.67	tout le canton	x	x	x	x	a		x
		3.70	12.71	routes nationales RN1 et RN2	x	x	x	x	a		x
		5.66	en cours		x	a/x	x	a	x		x
12	Valais	9.65	en cours	tout le canton	x	a	x	x	a		x
13	Vaud	3.64	12.66	route nationale RN1	x	x	x	a			x
14	Zürich	1.66	12.66	tout le canton	x	x	x	x	a		x
15	Fribourg	1.72	12.72	tout le canton	x	a	x		x		x
SERVICE DES ROUTES											
30	Grisons	8.65	en cours	tout le canton	x	x	x	x			x
SERVICE D'ENTRETIEN DES ROUTES NATIONALES											
31	Berne	1.70	en cours	routes nationales RN1, 6 et 12	x	x	x	x			x
32	Vaud	6.65	1.66	route nationale RN1	x	x	x	x			x
33		1.64		routes nationales RN1 et 9	x	x	x	x			x
34	Fribourg										
CLUBS AUTOMOBILES											
41	Automobile Club de Suisse (ACS)	1.64	12.64	toute la Suisse	x		x				x
42	Touring Club de Suisse (TCS)	1.64	12.64	toute la Suisse	x	a	x				x
43		1.66	12.66		x	a	x		x	x	x
44		1.67	12.74		x		x		x	x	x
45	Membres du TCS	7.69	6.74	toute la Suisse	x	x	x	x	x	x	x
SOCIETE DE CHASSEURS											
51	Schaffhouse	2.66	2.68	tout le canton	x	x	x	x			x
DIVERS											
61	Unfallauswertung du canton de Zürich	9.70	9.71	tout le canton (chevreuils)	x	x	x				x
62	Institut für Waldbau an der ETHZ	4.63	en cours	réserve de l'Institut dans le Reppischtal	x	a	x	a			x
63	Conservation de la faune du Canton de Vaud	1.71	12.72	Tout le canton (sangliers)	x	x	x	x	x		x

Légende

Les chif. 1 à 7 se rapportent aux groupes de renseignements cités au paragraphe 1.4.2 dans le texte.

Les signes "x" ou "a" signifient que la source correspondante a fourni tout ou partie des données en question.

x : les renseignements sont exacts

a : les renseignements sont le fruit d'estimation, d'appréciation ou d'interprétation

LISTE DES MAMMIFERES – FAUNE SAUVAGE

Animal	Nbre cas	Heure	Localisation	Age Sexe	Poids	Comportement	Profil	Couverture	Etat rte Temps	Clôtures	Type route	Vitesse	Dégâts-phares	Déroul. accident
Belettes	38	5	38	—	—	3	36	37	18	22	37	—	—	—
Blaireaux	347	125	327	9	8	50	323	324	108	310	321	3	12	10
Castor	1	1	1	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Cerfs	1169	1056	931	420	—	273	1027	1023	956	927	804	19	293	229
Chamois	12	11	11	—	—	5	9	9	7	6	11	2	5	7
Chevreuils	8155	6454	5948	1527	133	1235	4367	4359	3618	3880	5565	672	2790	2556
Ecureuils	59	14	57	—	—	9	52	53	14	48	56	—	3	57
Fouines	290	28	290	4	1	—	271	278	22	260	288	—	—	—
Furets	3	2	3	—	—	—	2	3	1	2	3	—	—	—
Hérissons	821	89	815	—	—	70	735	743	207	718	810	—	3	3
Hermines	11	1	11	1	—	6	9	9	6	5	10	—	—	—
Lapins	5	1	5	—	—	—	4	4	—	5	5	—	—	—
Lièvres	1087	491	1028	5	4	261	999	996	502	977	1018	13	33	45
Marmottes	2	—	1	—	—	—	2	2	1	2	1	—	—	—
Martres	28	18	26	1	—	13	27	27	11	24	22	—	1	—
Putois	20	4	20	—	—	5	20	20	6	18	20	—	—	—
Rats	9	—	9	—	—	—	8	8	—	8	9	—	—	—
Renards	817	300	784	36	25	118	732	735	189	668	778	3	53	54
Sangliers	75	69	68	6	7	6	47	47	35	14	66	5	27	39
Totaux	12949	8669	10373	2009	178	2055	8671	8678	5702	7895	9825	717	3220	3000

LISTE DES MAMMIFERES – FAUNE DOMESTIQUE

Animal	Nbre cas	Heure	Localisation	Age Sexe	Poids	Comportement	Profil	Couverture	Etat rte Temps	Clôtures	Type route	Vitesse	Dégâts-phares	Déroul. accident
Chats	2281	409	2265	2	—	199	2087	2095	586	2101	2258	1	5	3
Chevaux	2	1	1	1	—	1	2	2	1	2	2	—	—	1
Chèvres	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1
Chiens	264	132	242	3	—	33	225	221	115	188	241	13	72	85
Moutons	6	5	6	—	—	5	6	5	6	6	6	—	2	4
Mulets	2	2	2	—	—	2	1	2	2	2	2	—	—	—
Porcs	4	3	4	—	—	—	4	4	1	3	4	1	2	—
Vaches	54	50	51	51	—	21	53	51	50	23	52	—	4	51
Totaux	2615	604	2571	58	—	261	2378	2380	761	2325	2565	17	86	145

LISTE DES MAMMIFERES – ANIMAUX DIVERS

Animal	Nbre cas	Heure	Localisation	Age Sexe	Poids	Comportement	Profil	Couverture	Etat rte Temps	Clôtures	Type route	Vitesse	Dégâts-phares	Déroul. accident
Batracien	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—
Serpents	8	2	7	—	—	1	7	7	1	6	7	—	—	—
Tortue	1	—	1	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—
Totaux	10	2	8	—	—	1	9	9	2	8	8	—	—	—

RECAPITULATION

Animal	Nbre cas	Heure	Localisation	Age Sexe	Poids	Comportement	Profil	Couverture	Etat rte Temps	Clôtures	Type route	Vitesse	Dégâts-phares	Déroul. accident
Faune sauvage	12949	8669	10373	2009	178	2055	8671	8678	5702	7895	9825	717	3220	3000
Faune domestique	2615	604	2571	58	—	261	2378	2380	761	2325	2565	17	86	145
Divers	10	2	8	—	—	1	9	9	2	8	8	—	—	—
Totaux	15574	9275	12952	2067	178	2317	11058	11067	6465	10228	12398	734	3306	3145

LISTE DES OISEAUX

Oiseau	Nbre cas	Heure	Localisation	Age Sexe	Poids	Comportement	Profil	Couverture	Etat rte Temps	Clôtures	Type route	Vitesse	Dégâts-phares	Déroul. accident
Alouettes des blés	2	—	2	—	—	—	2	2	1	1	2	—	—	—
Autours d. palombes	2	1	2	—	—	1	2	2	2	2	1	—	—	—
Buses variables	153	29	152	—	—	11	139	143	30	121	152	2	3	3
Canards	27	5	27	—	—	4	26	26	1	25	25	—	—	—
Ch. chevêches	2	—	2	—	—	—	2	2	—	2	2	—	—	—
Ch. chevêchettes	4	—	4	—	—	—	3	3	—	3	4	—	—	—
Chouettes-effrayes	51	2	51	—	—	2	46	46	8	42	51	—	—	—
Chouettes-hulottes	29	13	29	—	—	8	27	27	2	26	29	—	1	1
Corneilles	35	5	34	—	—	3	31	31	7	26	33	—	1	1
Coucous	2	—	2	—	—	—	2	2	—	2	2	—	—	—
Cygnes	9	5	3	—	—	—	6	6	—	2	7	2	—	—
Eperviers d'Eur.	13	2	12	—	—	—	11	11	—	12	12	—	1	1
Faisans	53	19	47	1	—	5	38	39	1	38	46	5	10	10
Faucons crécerelles	27	7	27	—	—	—	23	24	16	10	27	—	—	—
Foulques macroules	4	—	4	1	—	—	3	3	—	4	4	—	—	—
Geais des chênes	5	1	5	—	—	3	4	4	2	1	5	—	—	—
Hibou moyen-duc	97	17	96	—	—	1	92	81	79	36	97	—	1	1
Hibou petit-duc	7	—	7	—	—	—	6	6	—	7	7	—	—	—
Merles	28	2	27	—	—	1	23	23	—	12	27	2	2	2
Milans	4	—	4	—	—	—	4	4	1	3	4	—	—	—
Moineaux	2	1	1	—	—	—	1	1	—	1	1	—	1	1
Mouettes	36	1	35	—	—	—	27	31	—	32	35	—	1	1
Paon	1	—	1	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—
Perdrix grises	3	—	3	—	—	—	3	3	—	3	3	—	—	—
Pic-vert	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
Pies	3	1	3	—	—	—	3	3	2	1	3	—	—	—
Pigeons domest.	28	22	28	—	—	1	24	25	4	19	28	—	—	—
Pigeons ramiers	4	1	4	—	—	—	4	4	1	4	4	—	—	—
Poule	1	—	1	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—
Poule d'eau	1	—	1	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—
Râle d'eau	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
Vanneau	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
Indéterminés	26	18	19	—	—	1	14	14	11	9	18	1	9	10
Sauvages	597	107	584	2	—	39	523	522	153	418	580	11	21	21
Domestiques	39	27	33	—	—	1	32	33	4	23	37	—	—	—
Indéterminés	26	18	19	—	—	1	14	14	11	9	18	1	9	10
Totaux	662	152	636	2	—	41	569	569	168	450	635	12	30	31