

**Impact des tempêtes de 1999
sur les relations entre forêt et chevreuils
et conséquences pour la gestion
de ces ongulés**

Patrick DUNCAN, Maryline PELLERIN,
Jean-Michel GAILLARD, Nathalie PETTORELLI,
François KLEIN, Sonia SAÏD, Daniel DELORME,
Guy VAN LAERE, Olivier WIDMER, Philippe BALLON,
Philippe DELCROS

Les tempêtes qui ont frappé la France en décembre 1999 nous ont donné une opportunité sans précédent de quantifier l'impact de perturbations climatiques majeures sur les populations de vertébrés. Disposant d'un suivi à long terme (plus de 25 ans) pour deux populations expérimentales de chevreuils (*Capreolus capreolus*) étudiées de façon intensive (Gaillard *et al.*, 1993 et 1998), nous avons pu comparer la performance des chevreuils, l'utilisation de la forêt par les chevreuils, et la distribution des peuplements forestiers avant et après la tempête, afin de quantifier l'impact de cette dernière. Les deux sites d'étude (la réserve nationale de chasse et de faune sauvage de Chizé près de Niort, et le territoire d'études et d'expérimentation de Trois Fontaines près de Saint-Dizier) ont été fortement touchés par la tempête. Ceci nous a permis d'appréhender de façon directe et empirique les conséquences de la tempête sur les populations de chevreuils.

►► **Objectifs du projet**

Les conséquences immédiates des tempêtes attendues pour la dynamique des populations des grands herbivores, comme le chevreuil, étaient difficiles à évaluer, et les prévisions variaient fortement selon les communautés consultées. Ainsi, parmi les

chasseurs, l'opinion la plus répandue impliquait une mortalité immédiate et importante des grands herbivores ; alors que les rares études de cas disponibles (Labisky *et al.*, 1999, sur les cerfs à queue blanche, *Odocoileus virginianus*, aux États-Unis après le passage de l'ouragan Andrew et les observations en Allemagne après les tempêtes de 1972, 1984 et 1990) suggéraient au contraire que les grands herbivores n'avaient subi que très peu de pertes immédiates (Klein, 2000 ; Denis, 2000). Devant l'ouverture du milieu forestier causée par les tempêtes, on pouvait même s'attendre à ce que l'abondance des ressources pour les chevreuils ait augmenté, bien que dans des proportions inconnues, et avec des conséquences sur les effectifs et (ou) la qualité des individus inconnues.

Les objectifs de ce projet étaient donc d'explorer ces questions. En particulier, nous avons cherché à :

- évaluer l'impact des tempêtes sur la dynamique des populations de chevreuils à court et à moyen terme, et comprendre les processus écologiques qui les régissent ;
- coupler des modèles de dynamique des plantes et de dynamique des grands herbivores pour la prévision à long terme et affiner les méthodes de suivi des équilibres entre forêt et grands herbivores.

►► Dynamique des populations de chevreuils et compréhension des processus écologiques

Les tempêtes ont engendré des dégâts importants sur les deux forêts d'étude à long terme des populations de chevreuils (Chizé et Trois Fontaines), avec un volume de chablis supérieurs à 25 000 m³ pour respectivement 2 614 et 1 360 ha de forêt à Chizé et Trois Fontaines (figure 9.1).

Comme attendu, la disponibilité alimentaire (qui n'était suivie en détail avant tempête que sur le site de Trois Fontaines) a augmenté après le passage des tempêtes. Globalement, une augmentation de 22 % du recouvrement total (espèces ligneuses et semi-ligneuses) a été enregistrée entre 1999 et 2002. Une diminution marquée de l'importance des ressources alimentaires a ensuite été observée suite à la fermeture du milieu, peut-être accentuée par la canicule de l'été 2003. Ainsi, l'année 2002 a correspondu à l'année de plus fort recouvrement, pour toutes les espèces confondues, comme pour le lierre, les chênes et les autres espèces lignifiées. Cette année-là, le recouvrement moyen des espèces accessibles au chevreuil fut positivement corrélé à la diminution du couvert arboré, démontrant bien par là que la cause directe de cette abondance de ressources pour le chevreuil fut la tempête. Aucune relation de ce type n'a pu être détectée les années suivantes. La forêt de Trois Fontaines étant un milieu riche (chênaie de type mésophile), donc difficile à améliorer, on peut conclure que la tempête a sûrement eu un effet positif sur les ressources alimentaires du chevreuil dans la plupart des forêts françaises. Cependant, cet effet positif a eu une durée limitée (3 ans à Trois Fontaines) dans les forêts riches et a probablement perduré plus longtemps dans les forêts avec une dynamique végétale plus lente.

Ce changement de disponibilité alimentaire a entraîné un changement dans l'utilisation de l'espace par le chevreuil. Ainsi, le suivi radio-téléométrique de femelles avant et après tempête à Trois Fontaines a clairement démontré que les chevreuils ont ajusté la taille de leur domaine vital en fonction de la disponibilité des ressources. L'augmentation des disponibilités alimentaires après tempête a entraîné en effet une diminution de la surface

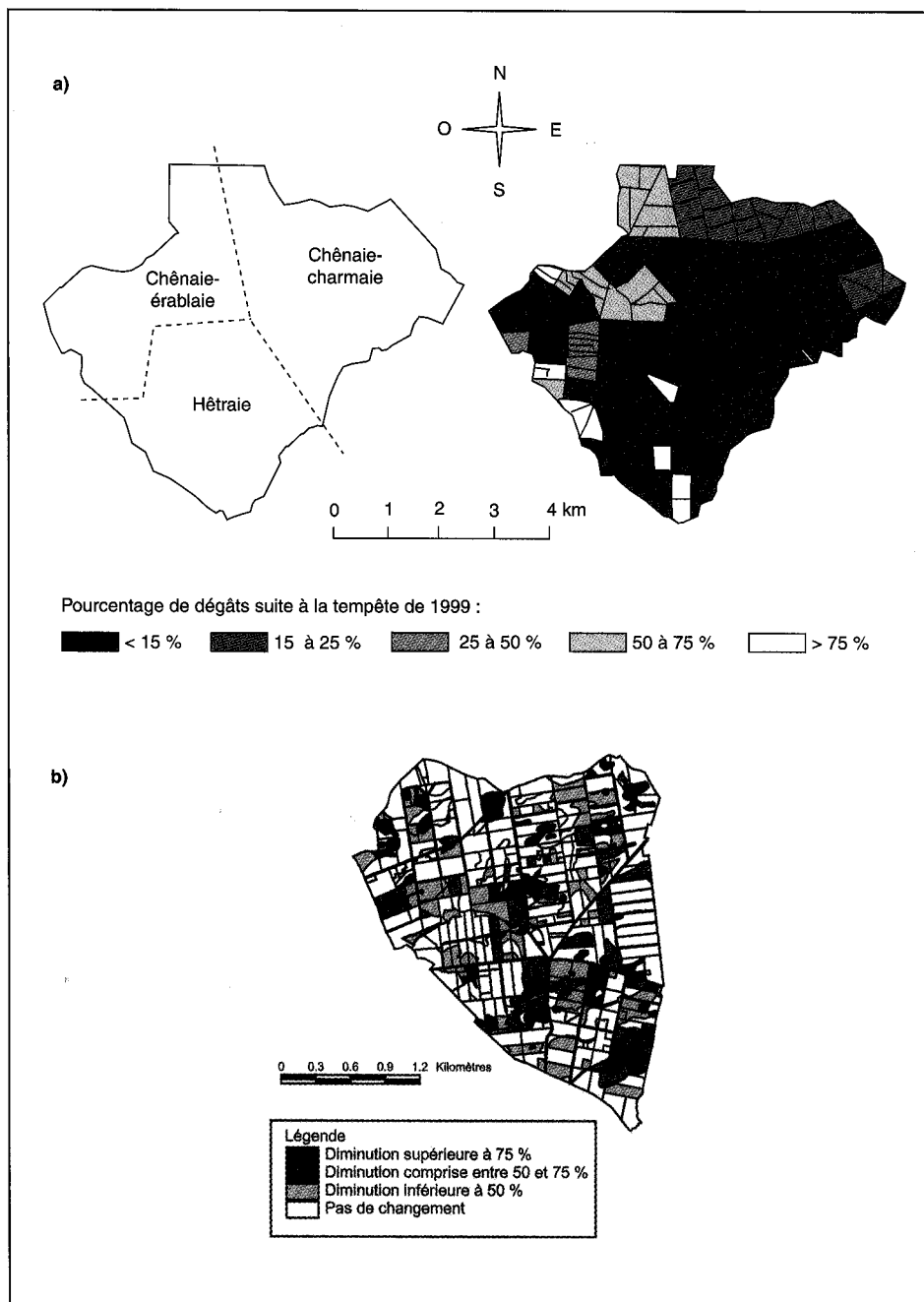


Figure 9.1. Carte des dégâts de la tempête sur (a) la Réserve nationale de chasse de Chizé (d'après Saïd et Servanty, 2005) et (b) le territoire d'étude et d'expérimentations de Trois-Fontaines, à l'hectare près (travail conjoint ONF, ONCFS, et Cemagref en 2002) réalisée par comparaison entre une photo de l'IGN en octobre 1999 et une photo de l'IFN en septembre 2000, fondée sur l'évolution du couvert entre les deux passages.

La forêt face aux tempêtes

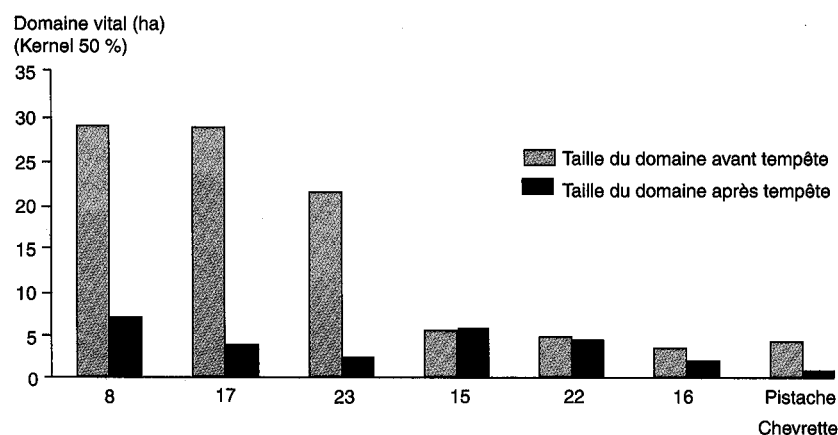


Figure 9.2. Réponse de la taille du domaine vital (mesurée ici par l'aire minimale avec 50 % des localisations) de sept chevrettes au passage de la tempête de décembre 1999. (d'après Widmer *et al.*, 2004)

Kernel 50 % : le cœur du domaine vital, surface regroupant 50 % de l'individu focal (méthode Kernel appliquée pour estimer la taille du domaine vital).

des domaines vitaux de toutes les femelles suivies (Widmer *et al.*, 2004 et figure 9.2). Ainsi, après le passage de la tempête, les individus suivis ont montré une préférence marquée pour les chablis, ce qui suggère une amélioration de la qualité des habitats dans les chablis (Widmer *et al.*, 2004). Cependant, la vitesse de la succession dans les forêts caducifoliées de plaine productives comme Trois Fontaines fait que la qualité des habitats pour le chevreuil baisse très rapidement suite à la fermeture du milieu. Une augmentation de la taille des domaines vitaux était donc attendue à partir de 2003 à Trois Fontaines. Les résultats ne supportent cependant pas cette hypothèse puisque la taille de domaine vital d'une femelle a continué de diminuer (de 3 ha en 2004 et de 4 ha en 2005 par rapport à 1999, soit un changement d'environ 15 %). Il est probable que cette diminution de taille de domaine vital continue soit une réponse à la forte augmentation de densité de cette population entre 2002 et 2005 (pas de prélèvements en 2002, 2003 et 2004).

Bien que nous n'ayons pas de suivis télémétriques avant tempête pour le site de Chizé, le suivi détaillé de femelles entre 2002 et 2005 nous a permis de confirmer la forte relation négative existant entre taille du domaine vital et abondance des ressources qu'il contient. Ainsi, le domaine vital de toutes les chevrettes suivies a diminué en réponse à une augmentation de biomasse (Saïd *et al.*, 2005). Bien que la densité de population sur ce site ait augmenté durant la même période, il est peu probable que ce changement de densité soit la cause de la diminution de domaine vital enregistrée puisque l'effectif est resté inférieur au seuil de réponse densité-dépendante pour les paramètres démographiques très sensibles tels que le taux de survie juvénile.

Considérant maintenant l'impact immédiat des tempêtes en termes de dynamique des populations, nous avons démontré que, dans les deux sites, la survie par sexe et classe d'âge est restée constante avant, pendant et après la tempête, même si les valeurs estimées pour les mâles adultes (2 à 7 ans) et les vieilles femelles (> 7 ans) étaient plus faibles pendant la tempête que lors des années précédentes (Gaillard *et al.*, 2003 et tableau 9.1).

Tableau 9.1. Estimations des taux de survie (\pm écart-type) des chevreuils en fonction du sexe et de l'âge avant et pendant la tempête dans les populations de Chizé et Trois Fontaines.⁽¹⁾

Site	Classe de sexe et d'âge	Taux de survie selon la période	
		Avant tempête	Année tempête
Chizé (N = 1 973)	Chevrillards	0,817 (0,030)	0,784 (0,251)
	Femelles adultes	0,953 (0,010)	1,000 (0)
	Femelles sénescences	0,891 (0,024)	0,508 (0,171)
	Mâles adultes	0,883 (0,015)	0,761 (0,137)
	Mâles sénescents	0,774 (0,049)	0,878 (0,326)
Trois Fontaines (N = 2 239)	Chevrillards	0,875 (0,025)	1,000 (0)
	Femelles adultes	0,920 (0,011)	1,000 (0)
	Femelles sénescences	0,788 (0,035)	0,634 (0,345)
	Mâles adultes	0,819 (0,018)	0,564 (0,188)
	Mâles sénescents	0,689 (0,067)	0,637 (0,479)

⁽¹⁾ Les taux de survie pré-tempête correspondent aux années 1978 à 1999 à Chizé et 1976 à 1999 à Trois Fontaines. Le taux de survie durant la tempête correspond à la survie entre 1999 et 2000.

La classe d'âge « Chevrillards » correspond à la survie entre 8 et 20 mois, la classe d'âge « Adulte » à la survie entre 2 et 7 ans, et la classe d'âge « Sénescents » à la survie entre 8 et 12 ans.

N représente le nombre de contrôles réalisés dans chacun des sites.

De plus, le suivi par échographie de la reproduction du chevreuil, instauré depuis 1988 à Chizé, nous a permis de tester l'hypothèse d'une diminution marquée du succès d'implantation – l'implantation de l'embryon intervenant en décembre chez le chevreuil (Sempéré *et al.*, 1998) – en 1999 suite au passage de la tempête par rapport aux années sans tempête, et par là une diminution importante de la reproduction. Ces échographies ont été réalisées lors des captures hivernales (en janvier et février), soit juste après l'implantation des embryons. Les résultats (tableau 9.2) montrent qu'aucun effet négatif de la tempête n'a pu être détecté sur le succès d'implantation (mesuré comme le taux de gestation et la taille de portée).

Ces analyses de la survie et de la reproduction démontrent que la tempête n'a eu aucun effet limitant sur la croissance des populations de chevreuils. Même si l'on interprétait les différences qualitatives observées sur les survies des mâles adultes et des femelles sénescences comme reflétant un réel impact de la tempête sur ces classes de sexe et d'âge, leur très faible contribution à la croissance d'une population de chevreuils rendrait ces différences sans conséquence au plan numérique. Une telle résistance de la dynamique des populations de chevreuils à un événement climatique exceptionnel de l'ampleur de la tempête de la fin de l'année 1999 peut apparaître surprenante à première vue. Cependant, ces observations sont en accord avec les connaissances acquises jusqu'à présent sur la dynamique des populations de grands herbivores. Il y a en effet des preuves importantes sur le fait que la survie des femelles adultes est très résistante à toute perturbation environnementale dans les populations de ces espèces (Gaillard et Yoccoz, 2003).

Tableau 9.2. Taux de gestation et taille de portée (effectif analysé) des chevrettes suivies par échographies dans la population de Chizé⁽¹⁾.

Variable	Classe d'âge	Taux de gestation et taille de la portée selon la période		
		Avant	Année tempête	Après
Taux de gestation	2 ans	0,900 (40)	1,000 (2)	1 (3)
	Adulte	0,951 (288)	0,947 (19)	1 (32)
	Sénescente	0,422 (45)	1,000 (1)	0 (2)
Taille de portée	2 ans	1,879 (33)	2,000 (2)	1,333 (3)
	Adulte	1,701 (253)	1,938 (16)	1,774 (31)
	Sénescente	1,368 (19)	2,000 (1)	- (0)

⁽¹⁾ « Avant » correspond aux années pré-tempête (1988-1999), « Année tempête » à l'année 2000, et « Après » à l'année post-tempête 2001.

« 2 ans » correspond aux femelles de 20 mois, « Adulte » aux femelles entre 3 et 12 ans, et « Sénescente » aux femelles de plus de 12 ans.

Nos résultats laissent supposer que dans les années qui ont suivi la tempête, il y a eu une augmentation des effectifs de chevreuil consécutive à : 1) la baisse de la réalisation des quotas de prélèvement engendrée par les difficultés d'accès aux forêts (70 % de réalisation des quotas contre 90 % habituellement), 2) l'augmentation des disponibilités alimentaires, 3) l'absence d'impact négatif de la tempête sur la survie ou la reproduction des chevreuils.

L'évaluation des effets des tempêtes n'a été possible que grâce à l'existence de données à long terme, et donc de connaissances approfondies de la variabilité temporelle des paramètres démographiques. Ce programme de recherche sur les conséquences des tempêtes nous a conduit à analyser en profondeur le rôle des hétérogénéités spatiales dans la dynamique des populations de chevreuils, et a permis de démontrer son importance (Pettorelli *et al.*, 2001, 2002, 2003, 2005). Cette situation est probablement répandue, et pose donc des questions pour la gestion des populations de grands herbivores, car les objectifs et les prélèvements ne peuvent pas être identiques dans des fragments de populations avec des dynamiques contrastées.

►► Couplage des modèles de la dynamique des plantes et des grands herbivores pour la prévision à long terme

Le couplage des modèles a été entrepris en utilisant une approche fondée sur les différences de comportement entre individus (*behaviour-based models*, Goss-Custard *et al.*, 2000). Nous disposons maintenant de données très précises sur l'occupation de l'espace par les femelles de chevreuils pendant la phase la plus critique de leur cycle de vie (le printemps et l'été lors de l'élevage des jeunes) grâce aux suivis par colliers GPS. Ce travail a montré pour la première fois d'une part les influences conjointes des caractéristiques de la femelle (âge et statut reproducteur en particulier) et des caractéristiques de l'habitat (biomasse des plantes préférées et type de peuplement forestier en particulier) sur la taille du domaine vital, et d'autre part l'influence

déterminante de la disponibilité des ressources sur la sélection d'habitat opérée par une chevette donnée (Pellerin, 2005).

Ces informations ont pu alors être transférées dans le cadre d'un modèle individu-centré qui a permis de mesurer l'importance d'une réelle sélection de l'habitat par les femelles à l'intérieur de leur domaine vital. On a cherché alors à opposer deux scénarios extrêmes à partir de la programmation de règles de décision des femelles : dans le premier cas, les règles de décision ont été similaires quelle que soit la qualité de l'habitat où se trouve le chevreuil, et l'exploration du domaine s'est faite de manière aléatoire, tandis que dans le second cas, le chevreuil a été programmé pour passer plus de temps dans les habitats les plus riches. Les simulations de l'utilisation de l'habitat dans chacun des scénarios ont ensuite été confrontées aux données observées afin de mesurer l'importance de la sélection d'habitat par les femelles à l'intérieur de leur domaine vital. Une première version de ce modèle individu-centré a été testée (Bourgoin, 2005) sur une femelle sur le site de Trois Fontaines. Les résultats ont montré comme attendu l'importance de la qualité de l'habitat, mais l'attraction pour les sites de meilleure qualité ne suffit pas pour maintenir une chevette dans un espace aussi limité qu'une vingtaine d'hectares. Un « effet aimant » a été implémenté et permet de circonscrire la chevette dans un domaine de taille comparable à celle estimée sur le terrain. Dans ces conditions, l'existence d'un centre préférentiel d'alimentation pour les chevrettes et (ou) une attirance forte pour les zones déjà visitées semble jouer un rôle déterminant pour expliquer l'occupation de l'espace par le chevreuil.

► Amélioration des méthodes de suivi des équilibres entre les forêts et les grands herbivores

Le projet a permis de tester les méthodes de suivi des équilibres entre les chevreuils et leurs habitats tels que l'indice kilométrique (IK) obtenu par circuit pédestre ou par circuit voiture (IKCV) dans un nouveau contexte, celui de perturbations fortes de l'habitat. Ceci devrait aboutir à des recommandations pratiques pour leur application à beaucoup plus d'unités de gestion. En pratique, la tempête a profondément modifié le profil de visibilité le long des circuits IK et influencé par là grandement le nombre de chevreuils détectés. Dans ces conditions, une extrême prudence dans l'utilisation de ces indicateurs doit être observée. Ainsi, pour la population de Chizé, l'IK a diminué entre 1999 et 2001 de plus de 25 % alors que l'effectif de population a, quant à lui, augmenté de plus de 10 % pendant cette période (van Laere et Toigo, 2003). De plus, le suivi des équilibres implique actuellement une batterie d'indicateurs de l'effectif de population (IK, Vincent *et al.*, 1991), de la performance des chevreuils (poids des chevrillards, Gaillard *et al.*, 1996), de l'impact du chevreuil sur la flore (Morellet *et al.*, 2001), et de l'état sanitaire des chevreuils (Segonds-Pichon *et al.*, 1998), et l'élément essentiel qui reste à compléter est un indicateur de la qualité des ressources. L'azote fécal apparaît comme un bon candidat, et son étalonnage est en cours.

À un niveau plus général, ce projet a permis de quantifier les effets des tempêtes et de les intégrer dans des bases de données spatialisées qui serviront aux gestionnaires comme aux chercheurs à l'avenir. La base de données élaborée à Chizé sert aussi pour l'enseignement universitaire et la formation permanente.

►► Apport pour les gestionnaires

Ces résultats sur deux populations contrastées nous permettent de conclure que les tempêtes n'ont pas eu d'effets négatifs sur les populations de chevreuils en général. Elles ont vraisemblablement eu un effet positif, par au moins deux mécanismes différents : une baisse des réalisations des plans de chasse et l'amélioration immédiate de la qualité de l'habitat. On peut alors reconnaître deux contextes de gestion différents. Dans le contexte où les populations de chevreuils montraient avant tempête une limitation de performance due à une forte densité par rapport aux ressources, la tempête est attendue avoir eu des effets très positifs en levant le facteur fortement limitant, celui de la disponibilité alimentaire. Ce processus « coup de fouet » aura cependant été de courte durée (3 ans environ) dans les forêts productives.

Dans le contexte où les populations de chevreuils ne montraient avant tempête aucune réponse densité-dépendante (densité faible), le passage des tempêtes n'aura eu que peu ou pas d'effets sur la dynamique des populations de chevreuil puisque l'augmentation de la disponibilité des ressources dans ce cas n'a pu conduire à une amélioration des performances déjà proches du maximum possible pour l'espèce (c'est-à-dire un recrutement d'environ 1,8 faon par femelle de 2 ans et plus). Les études de cas présentées ici sur les populations de chevreuils de Chizé et Trois Fontaines correspondent toutes deux au second scénario. Ce constat devrait permettre aux gestionnaires d'ajuster les plans de chasse selon le cas afin de ne pas s'éloigner de leur objectif de gestion.

Ces résultats démontrent une fois de plus que la gestion doit dépendre du contexte de l'environnement et de la population. Il est donc nécessaire de suivre, en parallèle, au cours du temps, les changements de la disponibilité et de la qualité des ressources, mais aussi l'évolution des caractéristiques de la population des chevreuils. La batterie des indicateurs de changements écologiques développée par un groupe de travail « chevreuil » (voir synthèse dans Cederlund *et al.*, 1998) constitue donc un outil de gestion incontournable. Suite aux modifications importantes de la visibilité des animaux en forêt engendrées par la tempête, il est évident que suivre un système chevreuil-forêt par de simples comptages des animaux est totalement dépourvu de signification. Ces conclusions ont fait l'objet de restitutions au cours de manifestations publiques avec les gestionnaires – sur invitation du président du Groupama Centre-Ouest, Niort en septembre 2000 ; puis sur invitation du président du Groupement de Productivité Médoc (centre régional de la productivité forestière aquitaine) en juillet 2005.

Un des apports majeurs de ce projet a été de poser les fondements d'un couplage des modèles de dynamique des populations de chevreuils et de succession végétale. Les premières simulations indiquent clairement que les valeurs « refuge et alimentation » que constitue la végétation, bien qu'étant les deux paramètres habituellement retenus pour déterminer l'utilisation de l'espace par le chevreuil (Mysterud et Ims, 1998), sont nécessaires mais pas suffisantes pour rendre compte du patron d'utilisation de l'espace des chevrettes pendant le printemps et l'été. La connaissance de l'habitat par les chevreuils semble donc jouer un rôle de premier plan. Même si ces résultats préliminaires nécessiteront d'être approfondis, ils indiquent clairement que le système chevreuil-forêt ne peut se résumer à un problème d'optimisation, mais implique des interactions complexes sans doute expliquées par l'importance du rôle du vécu des animaux. La prise en compte de l'histoire des animaux et de la population apparaît donc requise afin de produire un modèle intégré qui permettrait de faire des prévisions concernant l'évolution probable de ces systèmes complexes.

►► Conclusions

Ce projet a apporté un renforcement considérable au programme de recherche interorganismes (Cemagref, CNRS, ONCFS¹, ONF) sur les interactions entre les populations de grands herbivores et leurs habitats forestiers. Sur les plans technique et méthodologique, ce projet a permis la mise en place de l'utilisation des colliers GPS et de bases de données spatialisées (Sig) pour les sites de référence, ainsi que le développement de modèles individus-centrés. Sur le plan scientifique, le projet a permis de démontrer l'importance des hétérogénéités spatiales dans la qualité de l'habitat sur la performance des chevreuils. Au même titre que les sources de variabilité temporelle, la variabilité spatiale des caractéristiques de l'habitat devra être prise en compte dans l'étude de la dynamique des populations de grands herbivores. Les populations de grands herbivores ne sont donc pas uniformément réparties à l'intérieur d'une unité de gestion, mais forment au contraire, tant du point de vue distribution que fonctionnement, des mosaïques. Ce projet aura permis de mettre en évidence l'existence de telles structures, il s'agira désormais d'en tirer les conclusions pour ajuster la gestion. En attendant cette phase d'application, le projet a permis de publier des recommandations claires pour la gestion des chevreuils (van Laere et Toïgo, 2003 ; Ballon *et al.*, 2004 ; Saïd *et al.*, 2004) dans des peuplements en régénération après tempête ou après coupe, et de développer des approches nouvelles pour la diffusion des résultats de la recherche vers les gestionnaires.

►► Références bibliographiques

- Ballon P., Castex L., Widmer O., Saïd S., Normant P., 2004.** Bilan des effets à court terme des tempêtes de 1999 sur la dynamique des populations de chevreuils. RDV techniques, Office national des forêts, 3 : 50-55.
- Bourgoin G., 2005.** Étude de l'utilisation de l'habitat par le chevreuil à l'aide d'un modèle individu-centré. Mémoire de Master-recherche Écologie, évolution et biométrie, Lyon, université Claude Bernard Lyon 1, 21 p.
- Cederlund G., Bergqvist J., Kjellander P., Gill R., Gaillard J.M., Boisaubert B., Ballon P., Duncan P., 1998.** Managing roe deer and their impact on the environment: maximising the net benefits to society. In Andersen R., Linnell J.D.C., Duncan P. (eds), *The European Roe deer: The Biology of Success*. Oslo, Scandinavian University Press, p. 337-372.
- Denis M., 2000.** Tempête et cervidés. In Drouineau S., Laroussinie O., Birot Y., Terrasson D., Formery T., Roman-Amat B., Expertise collective sur les tempêtes, la sensibilité des forêts et sur leur reconstitution. Paris, Inra-ME&S, *Dossier de l'environnement de l'Inra*, 20 : 125-129.
- Gaillard J.M., Delorme D., Boutin J.M., van Laere G., Boisaubert B., Pradel R., 1993.** Roe deer survival patterns: a comparative analysis of contrasting populations. *Journal of Animal Ecology*, 62: 778-791.
- Gaillard J.M., Delorme D., Boutin J.M., van Laere G., Boisaubert B., 1996.** Body mass of roe deer fawns during winter in two contrasting populations. *Journal of Wildlife Management*, 60: 29-36.
- Gaillard J.M., Liberg O., Andersen R., Hewison A.J.M., Cederlund G., 1998.** Population dynamics of roe deer. In Andersen R., Duncan P., Linnell J.D.C. (eds), *The European Roe Deer: The Biology of Success*. Oslo, Scandinavian University Press, p. 309-335.
- Gaillard J.M., Yoccoz N.G., 2003.** Temporal variation in survival of mammals: a case of environmental canalization? *Ecology*, 84: 3294-3306.
- Gaillard J.M., Duncan P., Delorme D., van Laere G., Pettorelli N., Maillard D., Renaud G., 2003.** Effects of Hurricane Lothar on the population dynamics of European roe deer. *Journal of Wildlife Management*, 67: 767-773.

1. ONCFS : Office national de la chasse et de la faune sauvage

- Goss-Custard J.D., Stillman R.A., West A.D., McGroarty S., Durell S.E.A. Le V. dit, Caldow R. W.G., 2000. Role of behavioural models in predicting the impact of harvesting on populations. In Gosling M, Sutherland W.J. (eds), *Behaviour and Conservation*. Cambridge, Cambridge University Press, 65-82.
- Klein F., 2000. Les tempêtes de décembre 1999 – une chance pour la grande faune ? In Drouineau S., Laroussinie O., Birot Y., Terrasson D., Formery T., Roman-Amat B., Expertise collective sur les tempêtes, la sensibilité des forêts et sur leur reconstitution. Paris, Inra-ME&S, *Dossier de l'environnement de l'Inra*, 20 : 121-124.
- Labisky R.F., Miller K.E., Hartless C.S., 1999. Effect of hurricane Andrew on survival and movements of white-tailed deer in the Everglades. *Journal of Wildlife Management*, 63: 872-879.
- Morellet N., Champely S., Gaillard J.M., Ballon P., Boscardin Y., 2001. The browsing index: new tool uses browsing pressure to monitor deer populations. *Wildlife Society Bulletin*, 29: 1243-1252.
- Mysterud A., Ims R.A., 1998. Functional responses in habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology*, 79: 1435-1441.
- Pellerin M., 2005. Utilisation et sélection de l'habitat chez le chevreuil à différentes échelles spatio-temporelles. Thèse de doctorat, Poitiers, université de Poitiers, 280 p. + annexes.
- Pettorelli N., Gaillard J.M., Duncan P., Ouellet J.P., van Laere G., 2001. Population density and small-scale variation in habitat quality affect phenotypic quality in roe deer. *Oecologia*, 128: 400-405.
- Pettorelli N., Gaillard J.M., van Laere G., Duncan P., Maillard D., 2002. Cohort effects and spatial variation in adult mass of roe deer. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 269: 747-753.
- Pettorelli N., Dray S., Gaillard J.M., Chessel D., Duncan P., Illius A., Guillon N., Klein F., van Laere G., 2003. Spatial variation in springtime food resources influences the winter body mass of roe deer fawns. *Oecologia*, 137: 363-369.
- Pettorelli N., Gaillard J.M., Yoccoz N.G., Duncan P., Maillard D., Delorme D., van Laere G., Toigo C., 2005. The response of fawn survival to changes in habitat quality varies according to cohort quality and spatial scale. *Journal of Animal Ecology*, 74: 972-981.
- Said S., Ballon P., Gaillard J.M., Klein F., Duncan P., 2004. Effets des tempêtes de 1999 sur la dynamique des populations de chevreuils. *Forêt Entreprise*, 57: 50-53
- Said S., Gaillard J.M., Duncan P., Guillon Na., Guillon No., Servanty S., Pellerin M., Lefevre K., Martin C., van Laere G., 2005. Ecological correlates of home-range size in spring-summer for female roe deer (*Capreolus capreolus*) in a deciduous woodland. *Journal of Zoology*, 267: 301-308.
- Said S., Servanty S., 2005. The influence of landscape structures on female roe deer home-range size. *Landscape Ecology*, 20: 1003-1012.
- Segonds-Pichon A., Ferté H., Fritz H., Gaillard J.M., Lamarque F., Duncan P., 1998. Body mass and parasite load in roe deer (*Capreolus capreolus*): towards the construction of a new biological indicator of the animal/habitat relationship. *Gibier Faune Sauvage, Game and Wildlife*, 15: 397-403.
- Sempéré A.J., Mauget R., Mauget C., 1998. Reproduction physiology of roe deer. In Andersen R., Duncan P., Linnell J.D.C. (eds), *The European Roe Deer: The Biology of Success*. Oslo, Scandinavian University Press, p. 161-188.
- Van Laere G., Toigo C., 2003. Les effets de la tempête de décembre 1999 sur le suivi par indice kilométrique d'une population de chevreuils. *Faune Sauvage*, 260 : 37-41.
- Vincent J.P., Gaillard J.M., Bideau E., 1991. Kilometric index as biological indicator for monitoring forest roe deer populations. *Acta Theriologica*, 36: 315-328.
- Widmer O., Said S., Miroir J., Duncan P., Gaillard J.M., Klein F., 2004. The effects of hurricane Lothar on habitat use of roe deer. *Forest Ecology and Management*, 195: 237-242.