



Réduire l'effort d'échantillonnage pour mesurer la pression des ongulés sur la forêt

JACQUES MICHALLET¹, PHILIPPE AUBRY²,
THIERRY CHEVRIER¹, SÉBASTIEN CHAUVEAU³,
JEAN-MICHEL BRISSON³, MARYLINE PELLERIN¹

¹ ONCFS, Direction de la recherche et de l'expertise,
Unité Cervidés-Sanglier – Gières.

² ONCFS, Direction de la recherche et de l'expertise,
Cellule d'appui méthodologique – Saint-Benoist, Auffargis.

³ ONCFS, Délégation interrégionale Poitou-Charentes-Limousin,
Service départemental de la Vienne – Poitiers.



Suivre les modifications de la végétation en réponse à l'abrutissement des ongulés sauvages est un volet important pour comprendre l'évolution du système forêt-gibier. Aujourd'hui, de nombreux gestionnaires forestiers souhaitant développer ces suivis sur des unités de grande surface se heurtent aux moyens en personnels de terrain nécessaires à leur réalisation. Dans l'objectif d'améliorer la mise en place de ces outils aux échelles opérationnelles, une méthode destinée à réduire l'effort d'échantillonnage a été développée.

Gérer les populations de grand gibier

Pour gérer efficacement une population d'ongulés sauvages, on doit intégrer de façon croisée les composantes animales et végétales de l'écosystème. Pour cela, les décisions doivent s'appuyer sur le concept de la gestion adaptative, qui consiste à adapter progressivement les prélèvements cynégétiques en fonction de leurs conséquences sur l'évolution du système population-environnement. Dans cet esprit,

les indicateurs de changement écologique (ICE) ont été élaborés pour suivre les réponses de l'équilibre ongulés-forêt aux variations d'abondance des animaux et des ressources disponibles (Morellet, 2001 et 2008 ; Michallet *et al.*, 2015 – cf. Fiches techniques ICE sur le site internet de l'ONCFS : <http://www.oncfs.gouv.fr/Fiches-techniques>). Ils sont regroupés en trois familles renseignant sur :

- l'abondance relative de la population ;
- la performance des individus de la population ;
- la pression des animaux sur la flore.

Le suivi temporel de cette dernière famille d'ICE, en particulier les modifications de la végétation en réponse à l'abrutissement des animaux, est donc indispensable pour gérer efficacement les populations et leurs habitats.

Pour les deux premières familles d'ICE, il existe pour chaque espèce de grand gibier plusieurs indicateurs validés offrant aux gestionnaires un panel de solutions, ce qui n'est pas forcément le cas pour la mesure de la pression des animaux sur la forêt. Aujourd'hui, seul le suivi de la pression des populations de chevreuils sur la forêt s'appuie sur des indicateurs validés : l'indice de consommation IC (Morellet *et al.*, 2001 ; Boscardin & Morellet, 2007 ; Chevrier *et al.*, 2015 – encadré 1) et l'indice d'abrutissement sur le chêne IA (Chevrier *et al.*, 2012 ; Saïd *et al.*, 2015).

Plans d'échantillonnage initiaux

Ces deux ICE de pression sur la flore diffèrent par leur échantillonnage. Alors que l'indice d'abrutissement doit être mis en

place sur un ensemble de parcelles en régénération, l'indice de consommation est relevé sur la totalité de la forêt grâce à des placettes disposées selon une grille régulière.

Le protocole initial de l'indice de consommation prévoit un échantillonnage construit sur un minimum de 150 placettes, quelle que soit la surface du massif. S'il s'agit d'un massif de grande taille, il faut respecter un minimum d'une placette pour 30 hectares et une répartition des placettes sur l'ensemble de la surface selon une grille régulière.

Sur les massifs forestiers de montagne traités en sylviculture irrégulière et à forts enjeux économiques (production de bois d'œuvre), des relevés destinés à mesurer un indice d'abrouissement (IA_{essence}) sur la régénération des principales essences objectifs sont souvent mis en place (Saint-Andrieux, 2004 – encadré 2). Il s'agit, sur les mêmes placettes, de réaliser ces relevés conjointement à l'indice de consommation, à partir d'un dispositif d'échantillonnage plus dense que celui prévu dans le protocole initial de l'IC (1 placette/30 hectares), de façon à augmenter la probabilité de rencontrer des zones avec présence de semis forestiers.

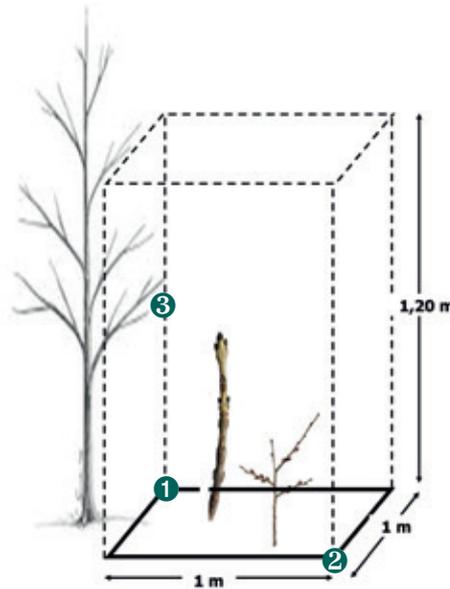
Si la mise en place de ces deux indices (IC et IA_{essence}) sur des forêts de moins de 2 000 hectares est relativement aisée, elle est plus difficile sur des surfaces plus importantes. Pour un suivi sur de plus grandes surfaces, la mise en œuvre de cette méthode peut être lourde en personnel. Aujourd'hui pourtant, de nombreux gestionnaires forestiers publics et privés, en partenariat avec des fédérations départementales des chasseurs, utilisent ou souhaitent adopter cette approche sur des massifs pouvant accueillir plusieurs espèces d'ongulés.

► Encadré 1 • L'indice de consommation

L'indice de consommation (IC) traduit les variations de la pression exercée par les ongulés sur la flore lignifiée d'un massif forestier et la relation entre la population et son environnement. L'indice, mesuré sur un réseau de placettes de 1 m², correspond au taux de consommation globale de la flore lignifiée ou au taux de consommation par espèce lignifiée (pour les espèces les plus présentes sur le site).

La période idéale pour effectuer les relevés se situe en phase de repos végétatif, juste avant le débournement des végétaux (mars-avril en plaine, mai-juin en montagne). Sur chaque placette, l'observateur examine toutes les espèces ligneuses et semi-ligneuses entre le sol et 1,20 mètre de hauteur en notant :

- toutes les espèces lignifiées présentes ayant au moins une partie vivante et consommable (feuilles, rameaux, bourgeons issus de semis, rejets branches latérales, etc.) comprise dans le volume de la placette ;
- pour chaque espèce présente, toute trace de consommation d'ongulé relevée sur tout ou partie de la plante et réalisée depuis la saison de végétation précédente.



Alors que l'ensemble des plantes totalement incluses dans le volume de la placette (1 et 2) seront prises en compte, seules les parties vivantes de la plante 3 traversant ce même volume seront examinées.

► Encadré 2 • L'indice d'abrouissement

L'indice d'abrouissement (IA) traduit les variations de la pression exercée par les ongulés sur les semis des essences forestières d'un massif donné, et la relation entre la population et son environnement. L'indice, mesuré sur un réseau de placettes d'un rayon de 15 mètres au maximum, correspond au taux d'abrouissement des semis d'une essence dans le massif par les ongulés. La période idéale pour effectuer les relevés se situe en phase de repos végétatif, juste avant le débournement des végétaux (mars-avril en plaine, mai-juin en montagne). Sur chaque placette, l'observateur examine les cinq semis de chaque essence objectif les plus proches du centre, entre 0 et 180 cm de hauteur. Une essence objectif, classée prioritaire dans les documents d'aménagement et les opérations sylvicoles, est en règle générale une essence à forte valeur économique ou écologique pour le massif concerné.

On note, pour chaque semis examiné (semis lignifié), l'abrouissement sur sa pousse terminale ainsi que sa classe de hauteur (H) :

- H1 : semis de 10 à 60 cm ;
- H2 : semis de 60 à 180 cm.

À partir des relevés, on calcule pour chaque essence objectif le taux d'abrouissement moyen sur l'ensemble du massif grâce à la formule suivante :

$$T_{\text{essence } x} = \frac{\sum_{i=1}^m \text{nai/noi}}{m}$$

T : taux d'abrouissement de l'essence x
 nai : nombre de semis abrouissés sur la placette i
 noi : nombre de semis observés sur la placette i
 m : nombre total de placettes



Afin d'améliorer la mise en place de ces outils aux échelles opérationnelles, une méthode destinée à réduire l'effort d'échantillonnage a été développée, à l'image de ce qui se fait pour le suivi de certaines espèces de la faune sauvage (e.g. Bro *et al.*, 2001).

Réduction de l'effort d'échantillonnage

Depuis quelques années, une réflexion prioritaire pour la vulgarisation des ICE porte sur la mise au point de plans d'échantillonnage adaptés aux nombreuses contraintes structurelles (échelles de gestion plus ou moins importantes, disponibilité réduite des opérateurs, période de relevés courte...). Les équipes de recherche de l'ONCFS se sont appuyées sur l'importante base de données (30 000 relevés d'ICE pression sur la flore) de l'Observatoire grande faune et habitats (OGFH) pour réduire l'effort d'échantillonnage, afin de mesurer sur le long terme la pression du grand gibier sur la forêt. Cette démarche répond au souhait des gestionnaires opposant leur volonté de mettre en place un ICE pression sur la flore aux difficultés d'assurer un suivi à long terme sur des massifs forestiers importants.



▲ Relevé des indices d'abrouissement sur sapin pectiné.

À partir des données recueillies sur six territoires suivis entre 2001 et 2006 (*figure 1*), une première étude a permis d'examiner différentes approches destinées à réduire le nombre de placettes de relevés, tout en minimisant la perte d'information (Aubry, 2006). Il s'agit donc de trouver un compromis et de réaliser une forme d'optimisation.

La méthode utilisée définit des strates (*i.e.* des groupes de placettes) au sein du massif étudié, de façon à échantillonner aléatoirement au sein de ces dernières des placettes à partir desquelles les relevés seront réalisés (*encadré 3*).

À partir des données d'abrouissement du sapin pectiné (essence d'intérêt économique présente sur l'ensemble des six sites), l'étude réalisée a consisté à évaluer, pour chaque site, les différentes façons de définir les strates que nous avons énumérées (Aubry, 2006). Il s'est avéré que les variables auxiliaires disponibles ne présentaient aucun intérêt pour stratifier les placettes, ce qui a conduit à rejeter l'approche 1. Par ailleurs, les strates définies à partir des mesures d'abrouissement ne présentaient pas une stabilité temporelle suffisante : l'approche 2.1 n'a donc pas été retenue non plus.

► Encadré 3 • Méthodologie

Selon les données disponibles pour un site, on peut envisager plusieurs façons de définir les strates (groupes de placettes), notamment :

1 s'il existe une relation entre des variables connues pour toutes les placettes (on parle de variables auxiliaires) – comme par exemple l'exposition, la pente, l'altitude – et la mesure de l'abrouissement, et que cette relation vaut pour tous les sites, alors on peut définir des strates sur la seule base des variables auxiliaires. Cela permet de traiter le cas de massifs pour lesquels on ne dispose pas encore de données d'abrouissement ;

2 lorsqu'on dispose de données d'abrouissement pour le site, pour au moins une année :

2.1 si l'abrouissement est stable dans le temps, c'est-à-dire si les valeurs mesurées sur les mêmes placettes se ressemblent au fil des années, ou bien si les valeurs sur les différentes placettes évoluent à peu près de la même façon au cours du temps, on peut définir les strates directement à partir des mesures d'abrouissement elles-mêmes ;

2.2 si les valeurs d'abrouissement mesurées sur des placettes voisines se ressemblent plus qu'elles ne ressemblent aux valeurs des placettes éloignées (on parle d'auto-corrélation spatiale positive), on conçoit bien qu'il existe une redondance spatiale : la réduction de cette redondance permet de diminuer le nombre de placettes à échantillonner tout en ne perdant pas trop d'informations ;

3 enfin, si les approches précédentes ne sont pas envisageables, il est toujours possible de définir des strates uniquement d'après la proximité spatiale des placettes. Cela permet d'échantillonner l'ensemble des placettes d'origine de façon homogène. Ceci peut, à nouveau, se faire de différentes façons, notamment :

3.1 par une partition arbitraire d'un rectangle (primaire) englobant le réseau de placettes et dont les côtés sont parallèles aux axes des coordonnées géographiques. Cette partition est obtenue à l'aide d'un « Point-Region quadtree » (*PR-quadtree*), par

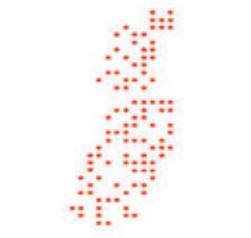
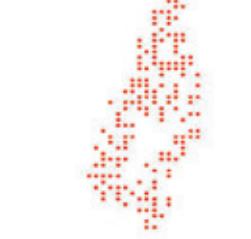
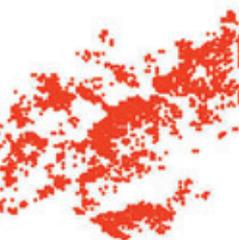
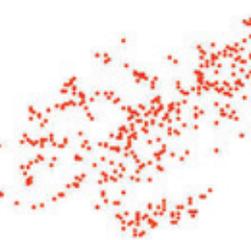
décomposition du rectangle primaire en quatre sous-quadrants. Cette décomposition est répétée de façon récursive sur chacun des sous-quadrants comportant des placettes, jusqu'à ce qu'un critère soit satisfait pour tous les quadrants. Pour notre étude, nous avons fixé ce critère de décomposition des quadrants à un effectif minimal de placettes (*figure 1*). Par exemple, un quadrant est découpé si le nombre de placettes qu'il contient dépasse cinquante. Cette façon de procéder ne nécessite pas de calculer les distances entre les placettes et peut donc s'appliquer facilement à de très grands réseaux. Elle convient surtout pour des réseaux compacts, sans quoi les strates peuvent comporter un nombre très variable de placettes (*cf.* l'exemple du Pilat) ;

3.2 par une partition obtenue par troncature d'un arbre de classification construit d'après la matrice des distances entre les placettes. Cette façon de procéder convient pour des réseaux de n'importe quelle forme, même s'ils sont très lacunaires, mais à condition que le nombre de placettes ne soit pas trop élevé, les distances devant être mémorisées ;

3.3 par une partition obtenue directement en minimisant l'inertie intra-strate dans l'espace géographique (massif étudié), c'est-à-dire en formant des strates les plus compactes possibles. Les distances calculées n'étant pas mémorisées, cette façon de procéder peut s'appliquer à n'importe quelle configuration et est donc la plus générale.

À faisabilité égale, le premier critère à considérer pour choisir une stratification est celui de la précision obtenue pour un site donné et une année donnée. Cette précision ne peut évidemment être calculée que lorsqu'on dispose déjà de mesures d'abrouissement. À précision égale, il est préférable que la stratification permette de garantir un échantillonnage spatialement plus représentatif que l'échantillonnage aléatoire simple du réseau, lequel a tendance à produire des densités variables de placettes dans la zone d'étude (Aubry, 2000 ; Thompson, 2012).

Figure 1 Répartition des placettes de relevés de pression sur la flore sur six territoires de l'OGFH avant et après réduction de l'effort d'échantillonnage.

Territoires / Surfaces échantillonnées	Plans d'échantillonnage	
	Avant optimisation	Après optimisation
Haut Forez (42) / 1 000 ha 	220 placettes 	110 placettes (- 50 %) 
Cimeteret (73) / 1 000 ha 	210 placettes 	105 placettes (- 50 %) 
Chartreuse (38) / 1 000 ha 	200 placettes 	100 placettes (- 50 %) 
Semnoz (74) / 5 000 ha 	250 placettes 	160 placettes (- 40 %) 
Vercors (26) / 5 000 ha 	350 placettes 	120 placettes (- 60 %) 
Pilat (42) / 10 000 ha 	1 800 placettes 	400 placettes (-80 %) 

Enfin, il n'existait pas toujours d'autocorrélation spatiale positive entre placettes voisines, et lorsqu'elle existait, cette structure spatiale n'était pas nécessairement stable dans le temps ; de sorte que l'approche 2.2 n'était pas toujours fondée.

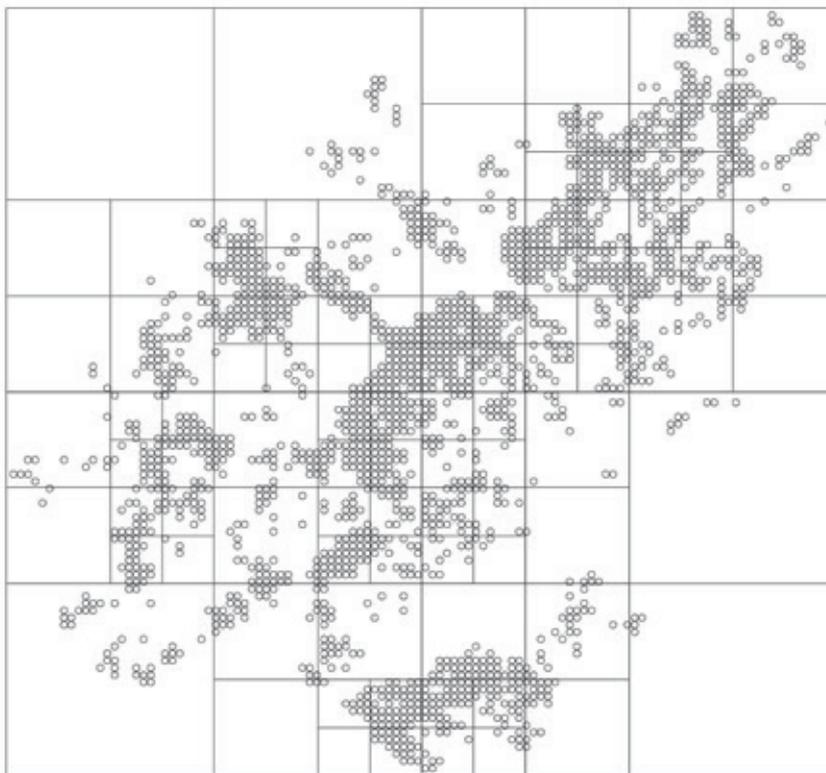
L'approche 3 a finalement été retenue, en utilisant des *PR-quadtrees* (figure 2). Par la suite, afin de pouvoir alléger d'emblée le plan d'échantillonnage d'un nouveau site (c'est-à-dire sans disposer de données d'abroussement) et d'effectuer le traitement correspondant en routine, une procédure automatique a été proposée, basée sur l'approche 3.3.

Zoom sur un massif test : le suivi de la pression des chevreuils sur la flore du Pilat

Suite au constat de déséquilibre entre la population de chevreuils et la sapinière du Pilat, le Parc naturel régional (PNR), en partenariat avec la FDC de la Loire, l'ONF, le CRPF et la DDT de la Loire, ont intégré l'OGFH pour mettre en place un suivi fin de la relation ongulés-forêt du massif.

En 2006, une prospection des peuplements de sapins pectinés du massif a été réalisée pour mesurer la pression des chevreuils sur cette essence, à partir de 1 800 placettes réparties selon une grille régulière, à raison d'une placette tous les 200 mètres. C'est sur la base des données recueillies cette année-là que le plan d'échantillonnage a été optimisé.

Figure 2 Représentation du PR-quadtrees obtenu sur le massif du Pilat.



Les strates (groupes de placettes) ont été définies à l'aide d'un *PR-quadtrees* (approche 3.1). 95 strates ont ainsi été créées avec un nombre de placettes compris entre 2 et 49 (figure 2). Dans chaque strate, un échantillon aléatoire a été tiré, avec une taille proportionnelle au nombre total de placettes (on parle d'allocation proportionnelle).

À partir des données d'abroussement, nous avons produit une courbe donnant la précision relative obtenue (coefficient de variation calculé par rapport à l'indice d'abroussement moyen) en fonction de la taille de l'échantillon. Nous avons ensuite fixé un seuil de précision relative, ce qui a permis de déterminer la taille d'échantillon correspondante.

▼ Une vue de la sapinière du Pilat qui a servi de massif-test pour optimiser le suivi de la pression du chevreuil sur la flore.



© T. Chevrier/ONCFS

Chaque année depuis 2006, grâce à cette démarche de réduction de l'effort d'échantillonnage initial (réduction de 80 %), la consommation des chevreuils sur les peuplements de sapins pectinés est systématiquement relevée sur un réseau de 400 placettes (*figure 1*) par les personnels de la DDT, du PNR, de l'ONF, du CRPF et de l'ONCFS. Ces mesures de consommation et d'abrutissement sont ensuite intégrées dans un tableau de bord (<http://www.oncfs.gouv.fr/Tableaux-de-bord-OGFH-download531>) destiné à apporter aux gestionnaires des informations précises sur l'évolution de la pression du chevreuil sur la forêt du Pilat. C'est à partir de ces informations, croisées avec celles recueillies sur les animaux (indice kilométrique voiture et masse corporelle des jeunes), que sont fixées les attributions des plans de chasse.

Application au massif de Moulière

Dans le cadre de l'initiative SylvaFaune déployée sur le massif de Moulière dans la Vienne (*encadré 4*), les différents acteurs souhaitaient mesurer la pression des cervidés sur la forêt (cerfs et chevreuils).

Le projet SylvaFaune, porté par l'ensemble des gestionnaires (ONF, CRPF et FDC) et soutenu techniquement par l'ONCFS, en particulier son service départemental, consiste à mettre en place des ICE pour suivre les relations entre les populations de cerfs et chevreuils et la forêt de production, avec une priorité envers l'espèce cerf. Pour ce faire, les indicateurs retenus sont l'indice nocturne pour le suivi d'abondance de la population de cerfs, la longueur de la patte arrière des faons de cerfs et des chevillards comme indice de performance des individus, et l'indice de consommation pour mesurer l'évolution de la pression des animaux sur la forêt.

À la demande des gestionnaires qui souhaitaient prioritairement optimiser leur investissement sur le suivi de l'indice de consommation, nous avons proposé la démarche ci-après.

La première étape consistait à définir précisément l'enveloppe géographique des peuplements forestiers à étudier pour appliquer une grille régulière d'un point tous les 4 hectares, soit potentiellement 1 071 placettes. À noter que l'hypothèse sur laquelle s'appuie notre démarche est de considérer que la distribution des animaux est homogène sur l'ensemble des peuplements forestiers sélectionnés.

À partir de cet effectif initial de placettes, la stratification spatiale a permis, en fonction du scénario choisi, la création de 47 à 51 strates différentes avec, pour chacune d'elles, un nombre de placettes compris entre 14 et 31. Trois scénarios ont alors été proposés, en accord avec les disponibilités

en personnel des gestionnaires, soit un nombre de placettes définitif (n) de 400, 450 et 500.

Un tirage au sort aléatoire a ensuite été réalisé selon une allocation proportionnelle, avec une fraction d'échantillonnage comprise entre :

- 35 et 40 % pour $n = 400$ placettes avec 47 strates (*figure 3*) ;
- 40 et 44,5 % pour $n = 450$ placettes avec 47 strates ;
- 43,75 et 50 % pour $n = 500$ placettes avec 51 strates.

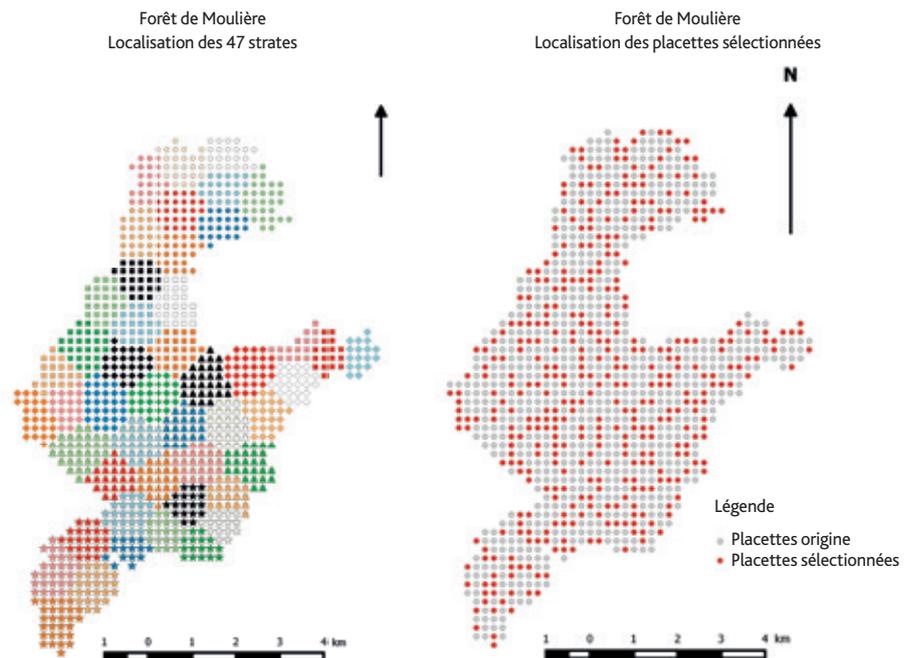
Finalement, la proposition de retenir le scénario de 400 placettes a été validée par les partenaires du projet SylvaFaune. Grâce à l'utilisation d'un Système d'information géographique (SIG), les références géographiques de chaque placette ont été transférées dans un GPS permettant aux opérateurs de se positionner sur le terrain. C'est donc à partir de ce plan d'échantillonnage que les relevés de terrain sont désormais réalisés (*figure 3*).

Synthèse : quelles informations doit-on recueillir pour réaliser un plan d'échantillonnage optimisé ?

- La première étape consiste à définir avec précision l'enveloppe géographique à partir de laquelle les ICE abondance et performance des ongulés seront mis en place. On s'appuiera sur des informations portant sur les populations de grand gibier, en particulier leur domaine vital et les espèces concernées (notion d'unité de population : ensemble d'individus d'une même espèce socialement en contact au cours du cycle biologique annuel, exploitant un même espace géographique et présentant, par catégorie de classe d'âge et de sexe, des paramètres démographiques proches).

- Des informations sur le milieu à échantillonner devront être collectées (types de peuplements forestiers, essences, modes de sylviculture appliqués), puis saisies dans

Figure 3 Répartition (à gauche) des strates de placettes dans la forêt de Moulière selon la méthode d'optimisation du plan d'échantillonnage (approche 3.3) et (à droite) des placettes sélectionnées au sein de ces strates après validation par le projet SylvaFaune.



► Encadré 4 • Le massif de Moulière

Situé à 15 km au nord-est de Poitiers, le massif de Moulière est le plus grand espace forestier du département de la Vienne. Il s'étend sur 16 communes, pour une surface d'environ 30 000 hectares dont 9 500 hectares de forêts. Le massif forestier est constitué à 45 % par la forêt domaniale de Moulière et à 55 % par des forêts privées – avec 1 515 propriétaires possédant en moyenne 0,68 hectare chacun.

Les peuplements forestiers sont composés d'essences de feuillus et de résineux (pins maritime et laricio pour 40 %, futaie de chêne sessile pour 43 %, mélange de conifères et de feuillus divers pour 5 %, milieux ouverts et landes à bruyère pour 12 %). La production forestière fournit du bois de qualité qui approvisionne la filière bois régionale.

un SIG. Les sources disponibles pour ce type de données sont : des documents de gestion (plan d'aménagement, plan simple de gestion...), des jeux de données téléchargeables en libre accès (par exemple Corine land Cover) ou la base de données de l'IFN-IGN (Institut de l'information géographique et forestière : <http://inventaire-forestier.ign.fr>).

- Une analyse spatiale croisée entre les données « milieu » et « population d'ongulés » permettra ensuite de définir le territoire d'étude sur lequel reposera le plan d'échantillonnage des ICE pression sur la flore. Un premier réseau de placettes devra être proposé selon une grille régulière, avec un maillage inter-placettes de 200 mètres (des fonctions sont disponibles dans les logiciels SIG pour réaliser ce travail).

- Par ailleurs, il est nécessaire que tous les partenaires du projet fixent, en fonction de leurs moyens, un nombre maximal de journées agents pouvant être affectées aux relevés de terrain. Il est important de souligner que le nombre de placettes pouvant être relevées par jour diffère selon le milieu. Par exemple, une personne peut assurer quotidiennement le suivi de 30 à 50 placettes dans un massif forestier de plaine bien desservi en pistes et layons forestiers, alors qu'en montagne le nombre de placettes suivies par jour pour une personne est de l'ordre de 10 à 20.

- Dès que toutes les données nécessaires seront rassemblées, l'étape finale consistera à réaliser la réduction du plan d'échantillonnage, en intégrant le nombre minimal de placettes par strate (fixé arbitrairement à 5) et l'effectif maximal de placettes pouvant être suivies annuellement à l'échelle du massif. Une proposition de plan d'échantillonnage respectant les points ci-dessus pourra alors être établie.

Des perspectives

Grâce à ces travaux, il est désormais possible de proposer aux gestionnaires une approche permettant de développer l'utilisation du concept des ICE sur le terrain, aux échelles opérationnelles de gestion des populations d'ongulés.

La démarche de réduction du plan d'échantillonnage proposée ici peut être affinée, si des données recueillies sur la population animale permettent de définir des sous-unités caractérisées par des fonctionnements démographiques ou spatiaux différents. Pour les mettre en évidence, on pourra s'appuyer sur les autres indicateurs disponibles, comme par exemple les données géolocalisées de biométrie des animaux (masse corporelle ou mesure squelettique) ou d'abondance (localisation des groupes d'animaux observés lors des comptages). La stratification spatiale pourra



▲ *Abrouissement sur sapin.*

alors être engagée sur l'ensemble du massif au travers d'un premier filtre qui mettrait en évidence l'existence de sous-unités populationnelles.

Une autre approche consisterait à construire la stratification à partir d'informations portant sur les peuplements forestiers (prise en compte des essences ou du stade sylvicole) ou tout autre variable stratifiante. Enfin, il serait également possible de croiser à la fois les données sur la population animale et la forêt pour stratifier spatialement l'enveloppe géographique à étudier.

Remerciements

Nous tenons à remercier les très nombreux participants aux suivis par ICE des différents sites de l'Observatoire grande faune et habitats (OGFH), ainsi que l'ensemble des partenaires de l'OGFH pour leur collaboration active et leur indéfectible soutien au fil des années. ●

Si cette approche vous intéresse, vous pouvez prendre contact avec l'équipe « Démographie et gestion des populations d'ongulés » de l'Unité Cervidés-Sanglier de l'ONCFS :
cneracs@oncfs.gouv.fr ou
maryline.pellerin@oncfs.gouv.fr

Bibliographie

- ▶ Aubry, P. 2000. Le traitement des variables régionalisées en écologie : apports de la géomatique et de la géostatistique. Thèse Doct., Univ. Claude Bernard, Lyon 1. 480 p.
- ▶ Aubry, P., 2006. Réduction de l'effort d'échantillonnage pour la mesure de l'abrouissement. ONCFS, rapport interne : 109 p.
- ▶ Boscardin, Y. & Morellet, N. 2007. L'indice de consommation : outil de suivi des populations de chevreuils à partir de l'examen de la flore lignifiée. *Rendez-vous techniques de l'ONF* n° 16 : 5-12.
- ▶ Bro, E., Aubry, P., Pindon, G. & Godard, A. 2011. Comment optimiser les suivis de la faune sauvage ? Un exemple avec le faisan commun. *Faune sauvage* n° 290 : 12-17.
- ▶ Chevrier, T., Saïd, S., Widmer, O., Hamard, J.-P., Saint-Andrieux, C. & Gaillard, J.-M. 2012. The oak browsing index correlates linearly with roe deer density: a new indicator for deer management? *European Journal of Wildlife Research* 58(1): 17-22.
- ▶ Chevrier, T., Saïd, S., Morellet, N., Boscardin, Y., Saint-Andrieux, C., Guibert, B. & Michallet, J. 2015. Fiche ICE n° 13 : Indice de consommation (IC). *Fiches techniques ONCFS*. http://www.oncfs.gouv.fr/download.php?file_url=IMG/pdf/ICE_fiche_technique_n13_IC_2015_vf.pdf
- ▶ Michallet, J., Pellerin, M., Garel, M., Chevrier, T., Saïd, S., Baubet, E., Saint-Andrieux, C., Hars, J., Rossi, S., Maillard, D. & Klein, F. 2015. Vers une nouvelle gestion du grand gibier : les indicateurs de changement écologique. *Brochure technique ONCFS*. 66 p. http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/pdf/Brochure_ICE_BD.pdf
- ▶ 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(4): 1243-1252.
- ▶ Morellet, N. 2008. La gestion des grands herbivores par les indicateurs de changement écologique. *Faune sauvage* n°282: 9-18.
- ▶ Saïd, S., Saint-Andrieux, C., Chevrier, T., Hamard, J.-P., Pellerin, M. & Michallet, J. 2015. Fiche ICE n° 14 : Indice d'abrouissement du chêne (IA). *Fiches techniques ONCFS*. http://www.oncfs.gouv.fr/download.php?file_url=IMG/pdf/ICE_fiche_technique_n14_IA_2015_vf.pdf
- ▶ Saint-Andrieux, C. 2004. Dégâts forestiers et grand gibier : technique de relevé en montagne. *Faune sauvage* n° 262, supplément. 4 p.
- ▶ Thompson, S.K. 2002. Sampling. Second Edition. Wiley, New York, USA, 367 p.