

LES DISPOSITIFS DE TYPE ENCLOS-EXCLOS : DES OUTILS AU SERVICE DE LA GESTION ET DE LA RECHERCHE

ANDERS MÅRELL – PHILIPPE BALLON – JEAN-PIERRE HAMARD – VINCENT BOULANGER

En milieu forestier, les changements temporels de la flore et la régénération des peuplements sont souvent lents et progressifs. En conséquence, les variations observées à des pas de temps courts peuvent être le reflet de phénomènes aléatoires, imputables à des variations climatiques ou à des micro-perturbations (Maarel, 1988). La mise en évidence de ces changements nécessite des suivis à long terme. De nombreux facteurs autres que les ongulés sauvages peuvent également influencer sur la végétation et sur le renouvellement des peuplements, tels que le changement climatique et la gestion forestière. Lors d'une expérience scientifique, il est possible de mettre en place une méthode permettant d'étudier le rôle de différents facteurs. Il s'agit de contrôler l'un d'entre eux (dont on peut faire varier le niveau) tout en fixant les autres. Le facteur qui nous intéresse, la pression d'herbivorie (consommation de la flore par les ongulés sauvages), peut être scindé facilement en deux modalités. En grillageant un périmètre donné, les animaux n'ont plus accès à la flore — l'enclos, ainsi défini, correspond donc à une pression d'herbivorie nulle. Par opposition, à l'extérieur du grillage (l'exclos) les animaux conservent un accès total à la flore.

DIFFÉRENTS TYPES D'ENCLOS ET LEURS USAGES EN FRANCE

Présent depuis 1283 dans la langue française à l'écrit, le terme enclos désigne de manière très générale un espace entouré d'une clôture. Jusqu'à la Révolution française, les *garennas*, *réserves* (forestes) ou *breuils* étaient des espaces clos par des palissades de branches, à l'intérieur desquels étaient maintenues de fortes populations de gibier pour l'exercice de la chasse. Parallèlement, avec l'importance du cheptel d'animaux domestiques présent en forêt, le pacage était canalisé voire interdit par l'installation de pâlis ou treillages autour des parcelles à régénérer. Tour à tour, l'enclos pouvait donc servir à maintenir de fortes populations de gibier ou, au contraire, à empêcher la fréquentation par la faune domestique de certaines zones fragiles. De nos jours, la concentration d'ongulés au sein d'enclos de chasse demeure une pratique usuelle bien que l'implantation d'enclos soit principalement réservée à la protection des régénérations forestières contre des dommages.

Avec le fort accroissement des populations d'ongulés sauvages, tant en Europe qu'en Amérique du Nord, les enclos deviennent des outils potentiels pour évaluer l'impact de ces populations sur le milieu forestier en comparant les évolutions de végétation avec et sans herbivores (Danell *et al.*, 2006 ; Rooney, 2009). En France, à la suite de la mise en œuvre du plan de chasse et au constat d'une augmentation de la pression des herbivores sauvages sur le milieu forestier, l'installation de dispositifs reposant sur un couple d'enclos-exclos a été développée par l'Office

national des forêts (ONF) dès la fin des années 1970. Ces dispositifs, dénommés également enclos-témoins, sont constitués d'une zone protégée de la dent des animaux par une clôture hermétique (généralement de 25 m x 25 m) et d'une surface équivalente accessible aux animaux dite zone témoin. En 1989, une circulaire conjointe des ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, relative à la mise en œuvre du plan de chasse et à la caractérisation des équilibres sylvo-cynégétiques a encouragé la mise en place de ces dispositifs pour établir des constats contradictoires de l'impact du grand gibier sur les régénérations. Ainsi, de nombreux enclos-exclos ont été mis en place dans la plupart des grands massifs forestiers abritant des populations de cervidés conséquentes (Picard *et al.*, 1988). Ces dispositifs avaient un but essentiellement démonstratif ; de ce fait, peu de résultats scientifiques ont pu être publiés. Un petit nombre de ces dispositifs sont encore existants (forêts domaniales d'Arc-en-Barrois, du Donon, de la Petite-Pierre et de Tronçais).

En forêt privée, une stratégie équivalente a été développée conduisant à la mise en place de nombreux dispositifs (cf. encadré, p. 146).

Des enclos dits de recherche ont été installés ultérieurement pour répondre à des questions précises comme l'évaluation de l'impact des populations de cervidés sur la régénération naturelle du Sapin pectiné (Picard *et al.*, 1994). D'autres dispositifs plus spécifiques ont permis d'élargir les champs d'investigation en testant, par exemple, l'effet de pratiques sylvicoles sur la sensibilité des régénérations à la consommation des cervidés (Pellerin *et al.*, 2010) ou d'étudier l'impact relatif du Cerf par rapport à celui du Chevreuil sur la régénération du Sapin (Maillard, 1989). Dans ce dernier cas, le dispositif expérimental repose sur la mise en place de trois entités concentriques. Un enclos classique occupe son centre. Une deuxième enceinte, constituée d'une clôture électrique, joue le rôle d'un enclos sélectif interdisant la pénétration du Cerf tout en demeurant perméable au Chevreuil. Enfin, en périphérie, la zone témoin reste totalement accessible aux ongulés. Plus récemment, le réseau national de suivi des écosystèmes forestiers (RENECOFOR) créé en 1992 (Archaux *et al.*, 2009a) permet d'apporter, entre autres, des réponses quant à l'influence des cervidés sur la diversité floristique.

Les prix de revient d'installation des enclos varient de 7 à 15 €/m (ONF, communication personnelle). Ces coûts au mètre restent à moduler en fonction de diverses considérations :

- le type de clôture (qualité du grillage, hauteur de protection, ancrage au sol...) ;
- les contraintes naturelles (relief, fossés, nature du sol...) ;
- les caractéristiques et le nombre d'ouvertures (portes de services, vidange des produits d'exploitation...) ;
- le ratio entre la longueur de clôture et la surface à protéger.

ENSEIGNEMENTS RÉSULTANT DU SUIVI DE DEUX DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Suivi de la régénération forestière en forêt domaniale de Tronçais (Allier)

Afin de sensibiliser les protecteurs de la nature et les gestionnaires de la faune (chasseurs, administration) aux effets de l'abrutissement des régénérations naturelles de Chêne sessile, l'ONF a implanté 11 couples d'enclos-exclos à la fin des années 1980. Ces dispositifs avaient pour vocation un caractère démonstratif dont la finalité consistait à révéler une situation de déséquilibre entre les cervidés et la sylviculture. Ils ont été installés sur des régénérations vulnérables à la consommation des semis et des fourrés de Chêne. Les dimensions des enclos et des exclos avaient été fixées respectivement à 25 m x 25 m (625 m²). La clôture de l'enclos était assurée par un grillage à mailles soudées de 2 m de hauteur. Enfin, la distance séparant l'enclos de

l'exclos d'un même couple couvrait une cinquantaine de mètres au maximum. Afin d'éviter toutes controverses, l'emplacement de l'enclos par rapport à celui de l'exclos avait fait l'objet d'un tirage aléatoire en présence des agents de l'ONF, de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage et de la Fédération départementale des chasseurs de l'Allier.

Les suivis initiaux ont été relativement succincts puisqu'ils se sont limités à un descriptif global des dispositifs lors de l'installation et à un second relevé l'année suivante (description de la végétation, notation des dégâts sur la régénération).

Avec le recul d'une quinzaine d'années, il est apparu intéressant d'évaluer les capacités de résilience du Chêne sessile à l'égard de l'abroustissement (Hamard, 2008). Le caractère expérimental de ce nouveau suivi réalisé au cours de l'hiver 2005-2006 a orienté les observations sur l'évaluation :

- des caractéristiques dendrométriques et architecturales du Chêne ;
- de la distribution spatiale et de la densité de la régénération du Chêne ;
- de l'abondance d'essences secondaires.

Parmi les principaux résultats, la hauteur des tiges dominantes se révèle systématiquement plus faible pour les tiges de Chêne restées accessibles aux cervidés. Cette différence entre enclos et exclos, probable conséquence de l'abroustissement, se traduit par une perte équivalente à 4 années de croissance pour les classes de fertilité considérées. L'abroustissement n'a pas induit le développement de fourches. Dans les exclos, la branchaison du Chêne (branchettes, branches, grosses branches) s'avère plus abondante que celle observée en enclos. Toutefois, ce sont les ramifications mortes qui ont été déterminantes pour établir cette discrimination d'où semble-t-il la possibilité pour les tiges consommées de restaurer progressivement leur architecture par un élagage naturel. Il n'y a pas eu, par rapport aux enclos, d'effets notoires de l'abroustissement dans les exclos pour ce qui concerne la densité et la distribution spatiale des Chênes dominants. Ces résultats tendent à corroborer les capacités de résilience du Chêne sessile à l'égard de l'abroustissement dès lors que la pression de consommation se résorbe.

Dans un contexte de forte pression d'abroustissement sur les régénérations naturelles de Chêne, l'installation en 1989 de dispositifs d'enclos-exclos en forêt domaniale de Tronçais constituait un référentiel d'un grand intérêt de par son ancienneté. Son réemploi 15 années plus tard a permis, toutefois, de cerner les limites de dispositifs conçus initialement dans un but démonstratif. Si l'installation des enclos-exclos avait fait à l'origine l'objet d'un cadrage par un protocole rigoureux, leur maintenance a été relâchée à mesure que les problèmes d'équilibre forêt-gibier s'estompaient. Disparition partielle des clôtures, impossibilité de retrouver le positionnement des exclos, voire traitement sylvicole différent entre enclos et exclos expliquent pour l'essentiel les difficultés rencontrées sur le terrain. L'absence de données centralisées et surtout la destruction d'archives jugées prématurément obsolètes ont enfin limité la valorisation potentielle de cette source d'information. De fait, sur 11 couples d'enclos-exclos, seuls 4 ont pu être à nouveau étudiés en 2005.

Suivi de la flore au sein du réseau RENECOFOR

Le réseau RENECOFOR (Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers) a été créé dans un contexte marqué par le dépérissement des forêts. Il s'appuie sur 102 placettes d'observation réparties sur l'ensemble du territoire national. Initialement, il s'agissait d'étudier le rôle que jouent le climat, les dépôts atmosphériques, les interventions sylvicoles et les conditions stationnelles dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers. Quantifier les effets des

ongulés sauvages ne faisait pas partie des objectifs initiaux et les clôtures ont été mises en place afin de protéger les matériels de mesure contre le vandalisme (Ulrich, 1995).

Une placette d'observation est constituée de deux zones : l'enclos central d'une surface de 0,5 ha et une zone périphérique de 30 mètres de large (Archaux *et al.*, 2009a). Le suivi floristique est réalisé sur 8 sous-placettes (4 à l'intérieur et 4 à l'extérieur) d'une surface individuelle de 100 m² (50 m de long sur 2 m de large). Des relevés ont été réalisés en 1995 (2 ou 3 ans après l'installation des clôtures), en 2000 et en 2005 sur l'ensemble du réseau. Les observations sont menées dans la plupart des cas par 2 botanistes expérimentés au cours de 2 passages distincts (printemps et été) pour détecter le plus grand nombre d'espèces. Les relevés sont exhaustifs en distinguant 5 strates (muscinale, herbacée, ligneuse basse, ligneuse haute et arborescente). Pour chaque espèce et par strate, le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement selon l'échelle de Braun-Blanquet. Les relevés floristiques sont soumis à une procédure d'assurance et de contrôle de qualité basée sur l'étalonnage entre observateurs et la vérification des observations (Archaux *et al.*, 2009b).

Les principaux résultats, après dix ans de suivi, montrent que la flore herbacée est plus riche à l'extérieur des clôtures alors que la richesse en arbustes est plus grande à l'intérieur des enclos (Boulangier, 2010). Les arbustes semblent donc tirer profit de l'absence des cervidés. Par exemple, le développement important de la ronce dans les enclos semble probablement due à son absence de consommation par les cervidés. Son couvert important limite la lumière au sol et par là-même, la diversité de la strate herbacée. Ces résultats, significatifs à l'échelle de l'ensemble du réseau, ne reflètent pas forcément les observations locales. Ils sont toutefois de grande valeur scientifique car validés sur un vaste ensemble de situations représentatif de la variabilité des milieux.

Les principaux avantages du réseau RENECOFOR résident dans la connaissance précise de la gestion sylvicole et la rigueur de gestion des données. En effet, la durabilité de ce réseau a été prévue dès sa conception, pour un minimum de 30 années. La maîtrise de la gestion sylvicole a été garantie par l'installation des placettes dans des forêts exclusivement domaniales ou communales. La gestion des données (traçabilité et archivage) a été assurée par la création d'une cellule de coordination. Un autre avantage du réseau RENECOFOR provient de la disponibilité d'une grande diversité de données environnementales (variables explicatives potentielles) à l'échelle de chaque placette. De plus, le programme de suivi dispose d'une procédure d'assurance et de contrôle de qualité. Le grand nombre de placettes (102) confère au réseau une bonne représentativité des forêts métropolitaines de production et des contraintes environnementales auxquelles elles sont soumises. En contrepartie, ce réseau n'a pas vocation à livrer des conclusions à des échelles locales (massif forestier) ni régionales (département ou région).

Dans le cadre de l'étude des effets des animaux sauvages sur la végétation forestière, le manque d'informations sur la pression d'herbivorie constitue l'écueil majeur de ce réseau. La comparaison se fait entre des relevés en enclos (pression d'herbivorie nulle) et en exclos pour lesquels le niveau de fréquentation par les ongulés demeure inconnu. En outre, des chablis ont pu détruire partiellement les clôtures, dont la réparation n'a été ni systématique ni immédiate, induisant un risque non maîtrisé d'intrusion d'animaux dans les enclos. Enfin, le protocole d'étude a été calibré pour déceler des changements de composition de la flore sur de longs pas de temps ; il est en conséquence moins adapté pour étudier les effets d'ongulés sauvages sur la végétation à court et moyen terme. L'absence d'état initial de la consommation par les herbivores laisse peser une incertitude quant à l'origine des différences de recouvrement de certaines espèces végétales (ronce) constatées lors du relevé de 1995. On s'attend par exemple à ce que l'incidence des cervidés soit visible en premier lieu sur le recouvrement et la hauteur de la végétation avant que ces effets n'affectent l'apparition ou la disparition d'espèces à l'échelle locale. Pour cette raison,



Photo 1
Enclos installé par l'INRA en forêt domaniale d'Arc-en-Barrois (Haute-Marne).
Colonisation de l'enclos par le Lierre (*Hedera helix* L.)

Photo Vincent BOULANGER

Photo 2
Placette CHS 57a du réseau RENECOFOR en forêt d'Amélecourt (Moselle).
Floraison et recouvrement plus importants de l'Anémone des bois (*Anemone nemorosa* L.) à l'intérieur de l'enclos

Photo Vincent BOULANGER



Photo 3
Enclos installé en forêt domaniale de Bercé (Sarthe).
Croissance en hauteur et densité des chênes plus importantes à l'intérieur de l'enclos

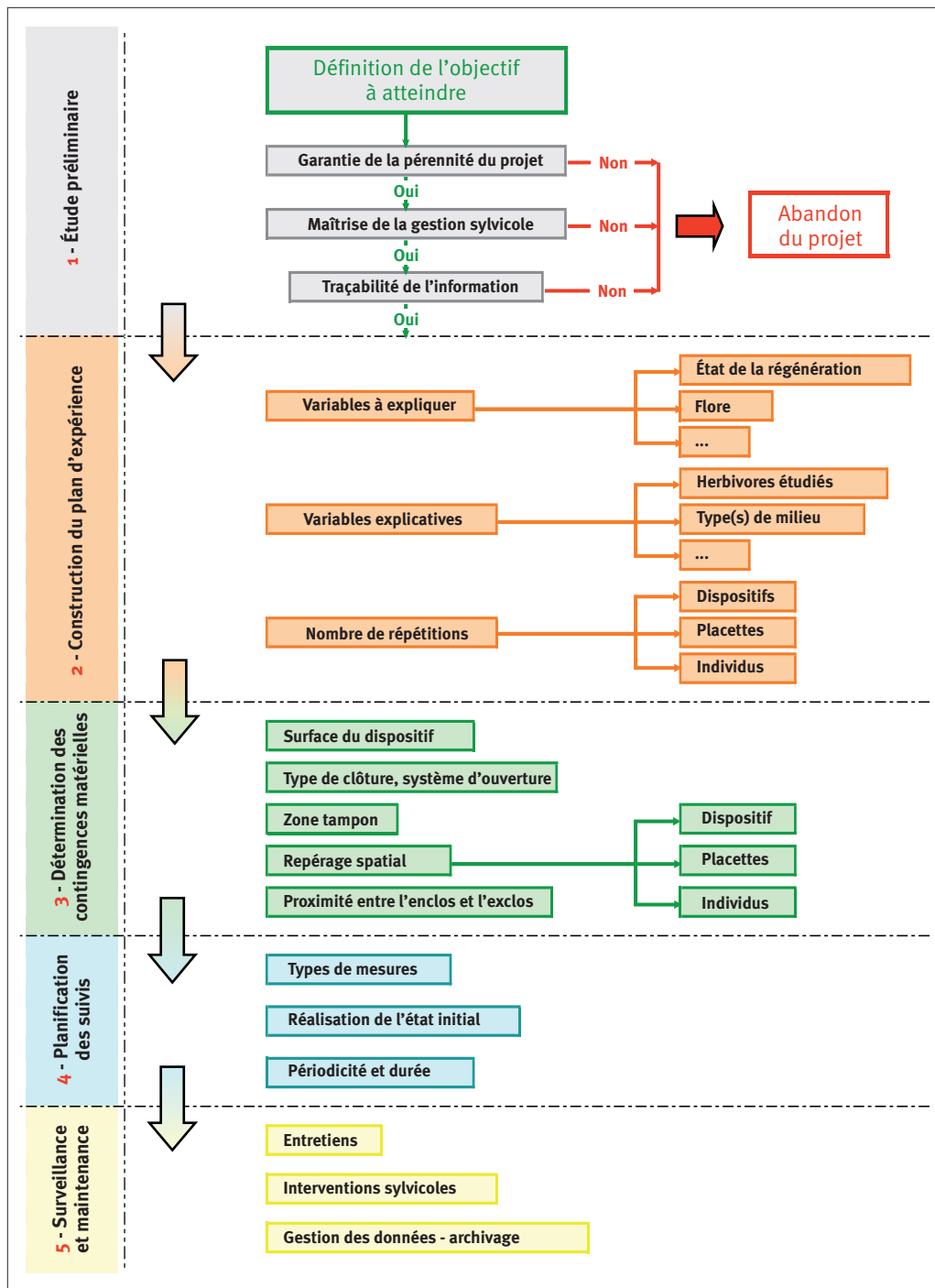
Photo Philippe BALLON

Photo 4 Enclos de protection installé sur une régénération naturelle (massif du Donon - Vosges du Nord, Bas-Rhin). Apparition de feuillus divers à l'intérieur de l'enclos

Photo Jean-Pierre HAMARD



FIGURE 1 RÉFÉRENTIEL DES PHASES NÉCESSAIRES AU CADRAGE DE L'IMPLANTATION ET DE LA VALORISATION DES DISPOSITIFS DE TYPE ENCLOS-EXCLOS



nous préconisons l'utilisation de mesures quantitatives et objectives de la végétation (effectifs, hauteurs) en lieu et place de mesures basées sur des coefficients d'abondance-dominance, réputées sensibles à un effet opérateur et insuffisamment précises pour l'étude des phénomènes fins liés à l'herbivorie. La définition de la zone d'exclos en périphérie de l'enclos pose le problème d'un emboîtement spatial des deux unités. Les bandes de relevé sont donc plus proches les unes des autres dans l'enclos que dans l'exclos ; de ce fait, la variabilité spatiale de la zone exclos est susceptible d'être artificiellement supérieure à celle de la zone enclos.

RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DES DISPOSITIFS DE TYPE ENCLOS-EXCLOS

Le schéma de la figure 1 (p. 144) synthétise les points qui doivent être vérifiés avant la mise en place d'un dispositif de type enclos-exclos. Il dresse, par ailleurs, la chronologie des étapes à valider pour mener le projet à son terme.

Définition des objectifs

Le premier élément à définir précisément concerne l'objectif du dispositif. Par exemple, s'agit-il d'évaluer l'impact des cervidés sur les régénérations forestières ou d'apprécier l'effet de la pression d'herbivorie sur la dynamique de la flore ? À ce stade et en fonction de la durée envisagée du projet, il convient de s'assurer impérativement des possibilités :

- de garantir l'intégrité et l'entretien des installations,
- de maîtriser la gestion sylvicole au niveau de l'emprise du dispositif,
- et de collecter et de gérer les informations recueillies.

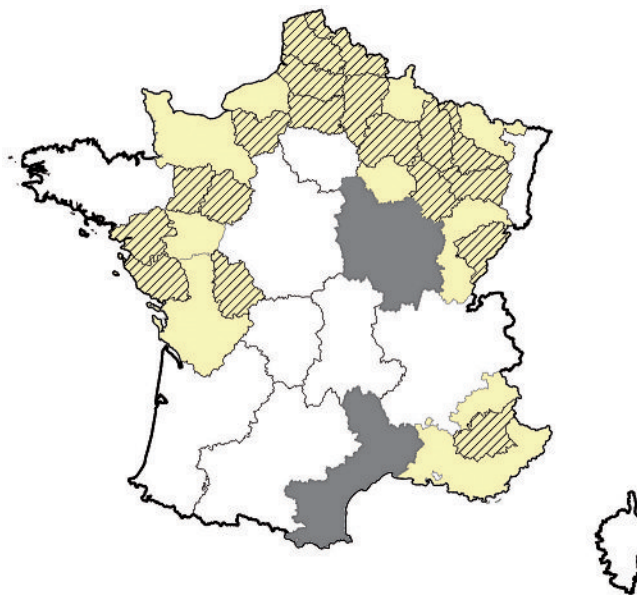
En l'absence de garanties matérielles et financières nécessaires à la gouvernance du projet, il est préférable de surseoir à des investissements insuffisants pour pallier d'inévitables déconvenues.

Plan d'expérience





La seconde phase concerne la construction du plan d'expérience d'après l'objectif fixé (Dagnélie, 2003). Les variables à expliquer dépendent des hypothèses formulées (par exemple, l'abroustissement induit une perte de la croissance en hauteur des régénérations de Chêne). Elles pourront donc porter soit sur le niveau de la régénération (densité et distribution spatiale des semis), soit sur la croissance et la qualité sylvicole des tiges (hauteur totale, dominance apicale, fourchaison...) ou sur la flore (nombre d'espèces présentes, effectifs des espèces...). Les variables explicatives sont, quant à elles, à l'origine des effets observés — ce sera notamment le cas des espèces animales étudiées.

Les contingences matérielles concernent l'ampleur du dispositif et la nature des clôtures à installer. Le dispositif type est constitué d'un enclos et d'un exclos (de surface et de forme identiques) situé à proximité de ce dernier ; une cinquantaine de mètres correspond à la distance généralement retenue. La plupart des enclos actuels couvrent une surface de 625 m² (25 m x 25 m). Rappelons que cette surface initialement retenue ne résulte pas de considérations scientifiques mais plutôt d'un compromis entre une taille susceptible d'autoriser un nombre *a priori* suffisant de relevés et des contraintes matérielles liées à la longueur des rouleaux de grillage (multiple de 50 m). Cela étant, dans un objectif de suivi des régénérations forestières, la taille du dispositif dépend du mode de régénération et plus précisément du nombre d'individus à mesurer (semis, gaules, perches...) pour étudier les hypothèses posées. En plantation, la taille de l'enclos doit

L'équipe FONA (forêts, ongulés sauvages, activités humaines) d'Irstea (groupement de Nogent-sur-Vernisson) s'interroge actuellement sur l'importance des dispositifs de type enclos-exclos installés par des gestionnaires et aux possibilités d'utiliser ces dispositifs à des fins scientifiques. Une première enquête a été envoyée en 2009 auprès des centres régionaux de la propriété forestière (CRPF) pour inventorier les dispositifs existants. Les résultats de cette enquête montrent une grande disparité d'objectifs et de tailles des dispositifs entre les régions et au sein des régions.



Enquête auprès des CRPF

-  Régions qui n'ont pas répondu à l'enquête
-  Régions qui ont signalé l'absence de dispositifs enclos-exclos
-  Régions qui ont signalé la présence de dispositifs enclos-exclos dans un ou plusieurs départements
-  Départements avec dispositifs enclos-exclos

Dans le même esprit, nous envisageons une deuxième enquête auprès de l'ONF. D'ores et déjà, nous sommes preneurs de toute information nouvelle sur l'existence des dispositifs de type enclos-exclos et nous nous adressons aux gestionnaires des forêts publiques et privées ayant installé des enclos ou en grillagé des zones de faible taille en milieu forestier afin qu'ils nous transmettent des informations sommaires quant à leur existence. Nous sommes en particulier intéressés par des enclos associés à des exclos sur lesquels des mesures ont été faites avant ou peu de temps après l'installation et ceux où l'évolution de la flore (plantes ligneuses, semi-ligneuses ou herbacées) a été suivie dans le temps.

Si vous avez de telles informations à fournir, veuillez contacter M. Anders Mårell (anders.marell@irstea.fr).

permettre de recruter un nombre minimal d'une trentaine de tiges par modalité étudiée. En phase d'acquisition d'une régénération naturelle, l'implantation d'un minimum de 25 placettes de rayon 1,4 m constitue la référence à privilégier (Hamard et Ballon, 2011).

Dans le cas de l'étude des communautés végétales, la surface d'un enclos peut couvrir jusqu'à 5 000 m². D'une manière générale, il est capital de repérer une zone homogène pour planter l'enclos et son exclos associé. Ce choix doit porter tant sur l'homogénéité des conditions stationnelles que sur celle de la structure du peuplement présent. Au sein de l'aire ainsi délimitée, le positionnement relatif de l'enclos par rapport à l'exclos s'obtient par un tirage aléatoire. Un nombre de trois dispositifs de type enclos-exclos constitue le minimum de répétitions à respecter pour estimer la variabilité des effets étudiés.

Le type de clôture s'avère primordial puisqu'il détermine les espèces animales que l'on souhaite exclure (Cerf, Chevreuil, Sanglier, Lagomorphes, Rongeurs...). L'implantation de l'enceinte s'accompagne de la pose d'un système de communication *ad hoc* (porte, saut-de-loup, échelle...) afin d'assurer le contrôle et l'entretien des dispositifs, la réalisation des mesures mais également la vidange de produits d'exploitation. Enfin, l'aménagement d'une zone tampon en périphérie de l'enclos doit permettre de réduire les effets induits par le grillage (brise-vent, accumulation...) et de limiter le piétinement des opérateurs en facilitant l'accès aux entités à mesurer ; une largeur de 2 m constitue un accommodement pragmatique.

Relevés, suivis et maintenance

Le géoréférencement de l'enclos-exclos mais également le repérage précis et durable des objets sur lesquels porteront les observations (placettes, semis, plants...) garantissent la fiabilité des mesures répétées.

Une programmation des suivis est à envisager dès la conception du projet (réalisation de l'état initial, périodicité des observations, type de mesures...).

Afin de ne pas marginaliser le traitement de l'enclos-exclos par rapport à celui appliqué au peuplement adjacent, la réalisation des travaux, des dégagements ou des éclaircies sera conduite de manière indifférenciée, sous réserve des contraintes précisées par le protocole expérimental.

Il convient de garder à l'esprit que les réponses attendues de ces suivis s'échelonnent sur des périodes longues couvrant au minimum une dizaine d'années ; les modes d'acquisition des données, leur format et leur stockage constituent de fait des risques d'achoppement à ne pas sous-estimer.

Voir encadré, p. 146.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les enclos-exclos se révèlent être un moyen, en apparence simple, pour évaluer l'incidence de la pression d'herbivorie que les ongulés sauvages exercent sur l'écosystème forestier. Une définition précise des objectifs à atteindre conditionne l'ampleur du projet mais également son succès. Sous réserve d'une planification et d'une mise en œuvre rigoureuses, les enclos-exclos constituent donc une alternative aux études dispendieuses et contraignantes réalisées à partir d'animaux élevés en captivité. Contrairement à ces dernières, ils ne permettent cependant pas de contrôler le gradient d'herbivorie. L'absence de consommation (enclos) s'oppose à un niveau de

consommation (exclos) souvent mal connu et sujet à des fluctuations difficilement interprétables dans un système ouvert et sur un long pas de temps. Ces dispositifs apportent, par ailleurs, des réponses locales. Une généralisation de leurs enseignements à l'échelle d'un massif ou d'une région forestière nécessite donc d'envisager leur réplication raisonnée dans l'espace. Au cas spécifique de l'absence ou de la disparition des jeunes semis dans les régénérations naturelles, les enclos-exclos restent, toutefois, l'approche à privilégier pour fournir des résultats que les méthodes d'évaluations des dégâts ne sont pas toujours à même de produire. L'exemple le plus flagrant concerne l'abroustissement du Sapin pectiné au stade de sa germination ; passé quelques jours, la plantule consommée disparaît inéluctablement interdisant toute quantification ultérieure des dégâts.

À l'étranger, les dispositifs de type enclos-exclos ont été utilisés depuis plus de 7 décennies pour estimer l'impact d'ongulés sauvages sur le milieu forestier (Cornett *et al.*, 2000). Aux États-Unis, les premiers dispositifs de type enclos-exclos ont été installés entre les années 1940 et 1950 suite à l'inquiétude des gestionnaires vis-à-vis de l'augmentation des populations de cervidés (Côté *et al.*, 2004). Au travers d'une revue bibliographique basée sur 126 articles scientifiques (84 en Amérique du Nord, 35 en Europe, 6 en Nouvelle-Zélande et 1 au Japon), nous avons montré que ces dispositifs étaient très disparates en termes de taille (de 1 m² jusqu'à plusieurs centaines d'hectares) et de nombre de répétitions (Mårell et Baltzinger, 2010). Remarquons que, si la plupart de ces investigations ont été conçues pour observer les effets de l'herbivorie sur la végétation, une dynamique s'amorce depuis quelques années vers la prise en compte d'autres groupes taxinomiques et l'étude de processus écologiques sous un angle mécaniste (Bergström et Edenius, 2003).

Anders MÅRELL – Philippe BALLON – Jean-Pierre HAMARD
UR EFNO Écosystèmes forestiers
Irstea
Domaine des Barres
F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON
(anders.marell@irstea.fr) (philippe.ballon@irstea.fr)
(jean-pierre.hamard@irstea.fr)

Vincent BOULANGER
Département Recherche et Développement
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
Boulevard de Constance
F-77300 FONTAINEBLEAU
(vincent.boulanger@onf.fr)

BIBLIOGRAPHIE

- ARCHAUX (F.), BOULANGER (V.), CAMARET (S.), CORCKET (E.), DUPOUEY (J.-L.), FORGEARD (F.), HEUZÉ (P.), LEBRET-GALLET (M.), MARELL (A.), PAYET (K.), ULRICH (E.), BEHR (P.), BOURJOT (L.), BRÊTHES (A.), CHEVALIER (R.), DOBREMEZ (J.-F.), DUMAS (Y.), DUMÉ (G.), FORÊT (M.), KIEFFER (C.), MIRLYAZ (W.), PICARD (J.-F.), RICHARD (F.), SAVOIE (J.-M.), SEYTRE (L.), TIMBAL (J.), TOUFFET (J.), TRIESCH (S.). — RENECOFOR. Dix ans de suivi de la végétation forestière : aspects méthodologiques et évolution temporelle de la flore (1994/1995-2005). — Fontainebleau : Office national des forêts, 2009a. — 456 p.
- ARCHAUX (F.), CAMARET (S.), DUPOUEY (J.-L.), ULRICH (E.), CORCKET (E.), BOURJOT (L.), BRÊTHES (A.), CHEVALIER (R.), DOBREMEZ (J.-F.), DUMAS (Y.), DUMÉ (G.), FORÊT (M.), FORGEARD (F.), GALLET (M.-L.), PICARD (J.-F.), RICHARD (F.), SAVOIE (J.-M.), SEYTRE (L.), TIMBAL (J.), TOUFFET (J.). — Can we reliably estimate species richness with large plots? An assessment through calibration training. — *Plant Ecology*, vol. 203, 2009b, pp. 303-315.
- BERGSTRÖM (R.), EDENIUS (L.). — From twigs to landscapes - methods for studying ecological effects of forest ungulates. — *Journal for Nature Conservation*, vol. 10, 2003, pp. 203-211.
- BOULANGER (V.). — Pression d'herbivorie et dynamique des communautés végétales : influence à court et moyen termes des populations de cervidés sur la diversité des communautés végétales en forêt. — Université de Nancy, 2010. — 315 p. (Doctorat spécialité Biologie végétale et forestière de l'École doctorale RP2E).
- CORNETT (M.W.), FRELICH (L.E.), PUETTMANN (K.J.), REICH (P.B.). — Conservation implications of browsing by *Odocoileus virginianus* in remnant upland *Thuja occidentalis* forests. — *Biological Conservation*, vol. 93, 2000, pp. 359-369.
- CÔTÉ (S.D.), ROONEY (T.P.), TREMBLAY (J.-P.), DUSSAULT (C.), WALLER (D.M.). — Ecological impacts of deer overabundance. — *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 35, 2004, pp. 113-147.
- DAGNÉLIE (P.). — Principes d'expérimentation : planification des expériences et analyse de leurs résultats. — Gembloux : Presses agronomiques, 2003. — 397 p.
- DANELL (K.), DUNCAN (P.), BERGSTRÖM (R.), PASTOR (J.). — Large herbivore ecology, ecosystem dynamics and conservation. — Cambridge : Cambridge University Press, 2006. — 506 p.
- DOBREMEZ (J.-F.), CAMARET (S.), BOURJOT (L.), ULRICH (E.), BRÊTHES (A.), COQUILLARD (P.), DUMÉ (G.), DUPOUEY (J.-L.), FORGÉARD (F.), GAUBERVILLE (C.), GUEUGNOT (J.), PICARD (J.-F.), SAVOIE (J.-M.), SCHMITT (A.), TIMBAL (J.), TOUFFET (J.), TREMOLIÈRES (M.). — RENECOFOR - Inventaire et interprétation de la composition floristique de 101 peuplements du réseau (Campagne 1994/95). — Office national des forêts, Département des recherches techniques, 1997. — 513 p.
- HAMARD (J.-P.). — Impact des abrutissements de cervidés sur les régénérations naturelles de chênes : Développement d'un outil de diagnostic et d'aide à la gestion sylvicole de ces peuplements. — Mémoire pour l'obtention du Diplôme de l'École Pratique des Hautes Études - Section des Sciences de la Vie et de la Terre, 2008. — 112 p.
- HAMARD (J.-P.), BALLON (P.). — Dégâts de cervidés en forêt : de nouvelles méthodes de diagnostic au service des gestionnaires. — *Forêt-entreprise*, vol. 197, 2011, pp. 60-64.
- MAILLARD (D.). — Impact des cervidés sur la régénération naturelle du Sapin pectiné (*Abies alba*) dans les Vosges du Nord. Bilan d'une première année d'expérimentation. — *Bulletin mensuel de l'Office national de la chasse*, vol. 141, 1989, pp. 14-17.
- MAAREL (E.). — Vegetation dynamics: patterns in time and space. — *Plant Ecology*, vol. 77, 1988, pp. 7-19.
- MARELL (A.), BALTZINGER (C.). — Revue historique de l'utilisation des dispositifs enclos-exclos en milieu forestier. Poster, colloque Écologie 2010, Montpellier 2-4 septembre 2010.
- PELLERIN (M.), SAID (S.), RICHARD (E.), HAMANN (J.-L.), DUBOIS-COLI (C.), HUM (P.). — Impact of deer on temperate forest vegetation and woody debris as protection of forest regeneration against browsing. — *Forest Ecology and Management*, vol. 260, 2010, pp. 429-437.
- PICARD (J.-F.), BALLON (P.), HUBERT (L.). — L'impact du gibier sur la végétation : évaluation à l'aide d'enclos témoins. — *Arborescences*, vol. 15, 1988, pp. 8-12.
- PICARD (J.-F.), BALLON (P.), COLIN (G.), FROCHOT (H.). — Incidence des populations de cervidés sur la régénération du Sapin dans les Vosges. — *Revue forestière française*, vol. XLVI, n° 2, 1994, pp. 137-151.
- ROONEY (T.P.). — High white-tailed deer densities benefit graminoids and contribute to biotic homogenization of forest ground-layer vegetation. — *Plant Ecology*, vol. 202, 2009, pp. 103-111.
- ULRICH (E.). — Le Réseau RENECOFOR : objectifs et réalisation. — *Revue forestière française*, vol. XLVII, n° 2, 1995, pp. 107-124.

LES DISPOSITIFS DE TYPE ENCLOS-EXCLOS : DES OUTILS AU SERVICE DE LA GESTION ET DE LA RECHERCHE (Résumé)

Suite aux fortes augmentations des populations d'ongulés sauvages, l'équilibre forêt-grands herbivores est devenu un enjeu majeur de la gestion durable des forêts. Intuitivement, les forestiers ont illustré les effets des herbivores en installant des placettes clôturées, suggérant indirectement une comparaison entre une végétation en présence et en l'absence d'herbivores. De nouveaux projets d'implantation de placettes clôturées se profilent, notamment dans des massifs où la pression des cervidés est jugée préoccupante. Cet article propose un rappel sur la notion d'enclos (placettes clôturées) ainsi qu'une présentation des applications potentielles comme dispositif de recherche et outil pour les gestionnaires. Afin de tirer le meilleur de ces installations, nous présentons des recommandations essentielles lors de la mise en place et pendant la durée des mesures, garantant d'un suivi rigoureux et pertinent.

ENCLOSURES/EXCLOSURES – TOOLS FOR FOREST MANAGEMENT AND RESEARCH (Abstract)

The balance between wild ungulates and the forest they inhabit has become a major issue for sustainable forest management as a result of recent increases in animal populations. Intuitively, forest managers have resorted to the use of fenced plots (exclosures) indirectly suggesting a comparison between vegetation subjected to herbivory and vegetation that is not. Numerous plans to set up fenced plots are in the pipeline, particularly in forested areas where deer densities are a cause of concern. This article discusses the concept of using fenced plots to study ungulate impacts. We present possible applications for research and management. In order to make the best use of these experimental facilities, we make some recommendations on how to set up and operate these monitoring systems so that they yield precise and relevant results.
