

INFLUENCE DE LA DISPONIBILITÉ ALIMENTAIRE ET DU CLIMAT SUR L'ABROUTISSEMENT : UTILISATION DE LA MÉTHODE ALDOUS DANS LA RÉSERVE NATIONALE DE CHASSE ET DE FAUNE SAUVAGE DE LA PETITE PIERRE

APOLLINE RIETSCH^a – SONIA SAÏD^a

Depuis plusieurs décennies dans l'hémisphère Nord et plus particulièrement en France, en réponse à l'augmentation des surfaces forestières, la raréfaction des prédateurs naturels, la diminution du nombre de chasseurs ou encore la gestion davantage conservatrice de la faune sauvage, les populations d'ongulés sauvages n'ont cessé de croître et de coloniser de nouveaux territoires (Côté *et al.*, 2004 ; Beguin *et al.*, 2016). Cette expansion géographique couplée à l'accroissement démographique des populations aboutit aujourd'hui à la superposition de plusieurs espèces d'ongulés sauvages sur un même territoire, allant parfois jusqu'à six espèces d'ongulés (Saint-Andrieux & Barboiron, 2012). Or, de par leur présence et leurs différents comportements, les ongulés sauvages exercent nécessairement une pression sur l'environnement, qui peut conduire à l'émergence d'enjeux environnementaux, économiques et sociétaux. D'après Mârell *et al.* (2015), cette pression sur l'environnement se traduit par une modification de ce dernier ou effet, qui est ensuite qualifié d'impact lorsqu'il désigne une « *altération significative du milieu par rapport à un objectif pré-défini par des acteurs* ».

En contexte sylvicole plus particulièrement, les impacts des ongulés font souvent référence à leurs comportements et marques d'alimentation (frottis, écorçage, abroustissement et vermellis), qui peuvent affecter et compromettre certains stades de la production sylvicole. Le terme de « *dégât forestier* » est alors employé et désigne l'ensemble des « *atteintes portées aux arbres forestiers de production (essence objectif) avec une intensité et/ou une répétition entraînant un préjudice économique* » (Brossier & Pallu, 2016). La prise en compte de la faune sauvage et de ses potentiels impacts sur les peuplements forestiers fait aujourd'hui partie de la réflexion sylvicole et correspond plus généralement à la thématique de l'équilibre ongulés-forêt, ou « *sylo-cynégétique* », défini dans l'article L.425-4 du Code de l'environnement comme le fait de « *rendre compatible, d'une part, la présence durable d'une faune sauvage riche et variée et, d'autre part, la pérennité et la rentabilité économique des activités agricoles et sylvicoles* ».

Parmi les dégâts forestiers, l'abroustissement est considéré comme la troisième menace pesant sur les peuplements forestiers, derrière les insectes et les événements climatiques extrêmes (Schuck & Köhl, 2009). Il s'agit de la consommation de matériel végétal (bourgeon, feuille, tige, aiguille) par les ongulés, qui peut être observée toute l'année avec une concentration du phénomène lors

^a Office français de la biodiversité, Direction Recherche et Appui scientifique, F-01330 Birieux, France

du débourrement de la végétation au printemps (photo 1, ci-dessous). L'abrouissement peut avoir plusieurs conséquences au niveau du plant abrouiti (retard et défauts de croissance, affaiblissement voire mortalité du plant) mais également au niveau de l'ensemble du peuplement forestier. Ainsi, en présence d'un abrouissement important et répété, des difficultés de régénération naturelle ou de réussite des plantations peuvent apparaître et compromettre le renouvellement forestier.



Photo 1 Observation d'un sapin (*Abies alba*) abrouiti dans la réserve de La Petite Pierre

Photo © Apolline Rietsch

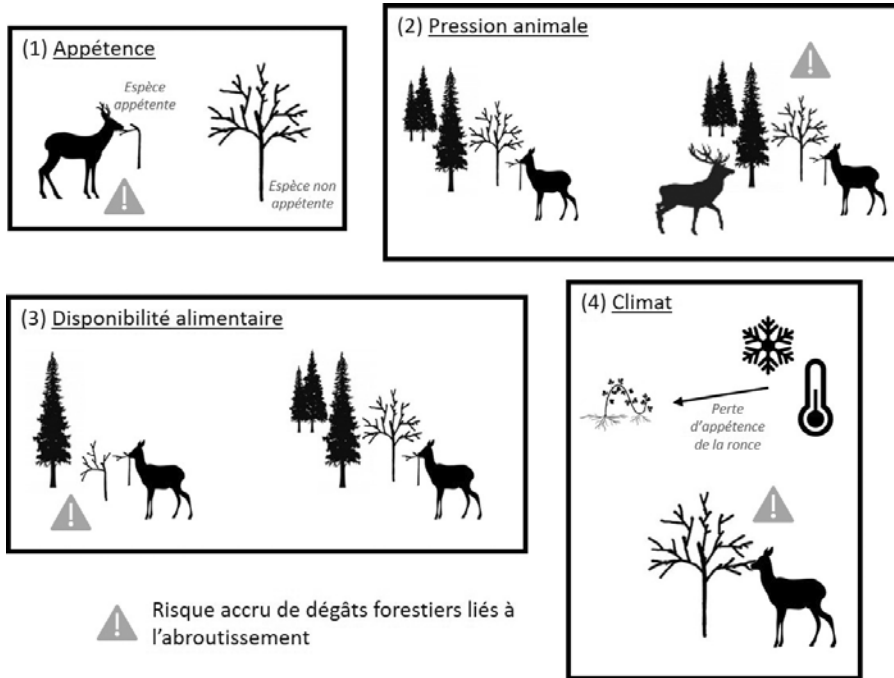
Aujourd'hui, les difficultés de renouvellement causées par l'abrouissement des ongulés font partie des principales problématiques auxquelles sont confrontés les gestionnaires. Afin de mieux comprendre ce phénomène et afin d'identifier des possibles leviers d'action, nous nous sommes intéressés à l'impact des ongulés sauvages sur le renouvellement forestier à travers l'étude de l'abrouissement (Rietsch, 2021). L'objectif de notre travail est de répondre à plusieurs questions :

- De quoi dépend l'abrouissement sur un massif forestier ?
- Comment évoluent les dynamiques d'abrouissement des espèces végétales ?
- Et comment le gestionnaire forestier peut-il utiliser ces connaissances pour établir ou rétablir un équilibre ongulés-forêt ?

Pour répondre à ces interrogations, nous avons pris en compte les facteurs qui, d'après Maizeret *et al.* (1991), Reimoser & Gossow (1996), Beguin *et al.* (2016), sont le plus impliqués dans

l'abroustissement : l'**appétence** des espèces végétales, la **pression animale**, la **disponibilité alimentaire** et le **climat** (figure 1, ci-dessous).

FIGURE 1 SCHÉMA RÉCAPITULATIF DES FACTEURS SUPPOSÉS EXPLICATIFS DE L'ABROUSTISSEMENT



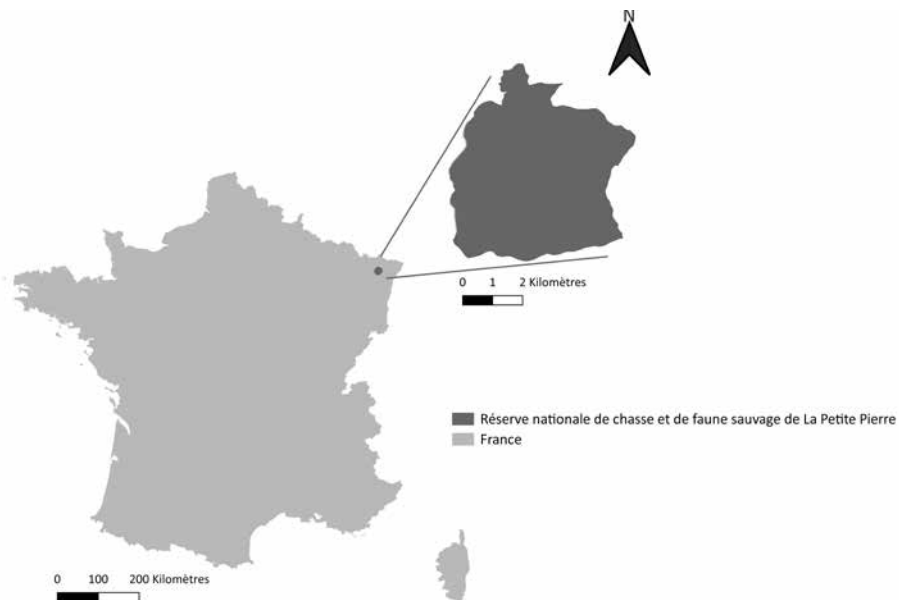
L'appétence d'une espèce végétale correspond à « l'attrait » qu'elle exerce vis-à-vis des ongulés et est déterminée par plusieurs paramètres physicochimiques conditionnant les choix alimentaires des animaux (composés secondaires, éléments minéraux, digestibilité, etc.) (Maizeret *et al.*, 1991). Une espèce appétente est donc une espèce préférentiellement consommée qui peut alors présenter davantage de dégâts d'abroustissement. Dans un contexte de forte densité d'ongulés sauvages, il est attendu que la pression d'abroustissement soit plus importante et que les dégâts d'abroustissement le soient également. Dans une situation de faibles ressources alimentaires pour les ongulés, nous pouvons aussi supposer que les ressources présentes soient fortement consommées et que les dégâts d'abroustissement soient plus conséquents (Reimoser & Gossow, 1996). Enfin, dans un contexte de changement climatique, il devient de plus en plus nécessaire de prendre en compte les variations climatiques dans la résistance et l'adaptabilité des forêts françaises. Or, quelques études ont souligné un possible effet des « hivers rudes et rigoureux » sur la digestibilité de la Ronce (*Rubus fruticosus*), principale espèce du régime alimentaire hivernal des cervidés (Maizeret *et al.*, 1991 ; Storms, 2008). En effet, lors d'épisodes de gel, la digestibilité de la ronce diminuerait et elle deviendrait moins appétente pour les cervidés, qui consommeraient alors d'autres espèces d'ordinaire moins abrousties. Un effet similaire des épisodes de sécheresse sur la digestibilité de la ronce peut également être attendu.

Notre étude s'appuie sur une méthode de relevés d'abroustissement et de recouvrement des espèces végétales sous forme de classes : la méthode Aldous (Aldous, 1944 ; Gaudry *et al.* 2022), appliquée dans la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage (RNCFS) de La Petite Pierre (LPP, Alsace) depuis 2006.

SITE D'ÉTUDE ET MÉTHODE ALDOUS

Située dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord (figure 2, ci-dessous), la RNCFS de La Petite Pierre est un massif forestier de 2 727 ha caractérisé par des conditions climatiques et pédologiques contraignantes. Les sols sont issus de roches gréseuses. Ils correspondent à des sols chimiquement pauvres, à dominante sableuse et à faible ressource en eau, expliquant une diversité végétale en nombre et types d'espèces assez faible. Le climat est de type continental, marqué par des étés doux et des hivers rudes avec des gelées précoces et tardives fréquentes ainsi que des possibilités de forte sécheresse estivale (données issues de Météo France). La gestion du massif forestier est tournée vers une production ligneuse en futaie régulière avec deux essences objectif majeures : le Hêtre (*Fagus sylvatica*) et le Sapin (*Abies alba*).

FIGURE 2 LOCALISATION DE LA RÉSERVE DE LA PETITE PIERRE EN FRANCE



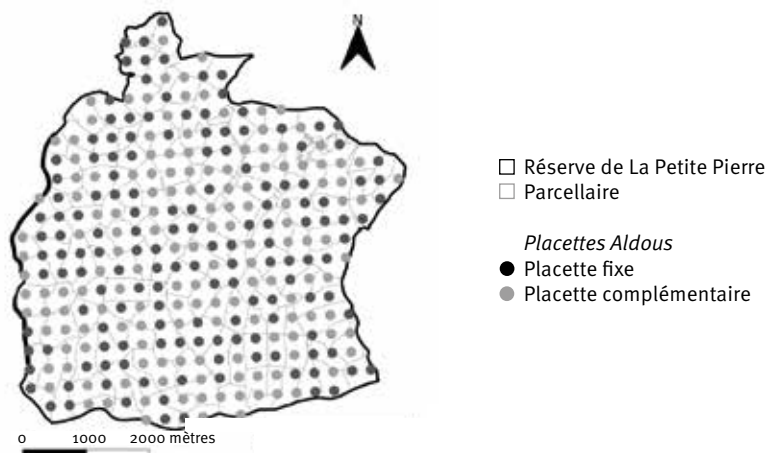
Créée en 1952 en tant que réserve domaniale ministérielle, la RNCFS de La Petite Pierre se démarque également par la présence d'une faune sauvage abondante, dont trois espèces d'ongulés sauvages : le cerf (*Cervus elaphus*), le chevreuil (*Capreolus capreolus*) et le sanglier (*Sus scrofa*). Cette richesse faunistique explique le statut de la réserve, cette dernière ayant évolué au fil des années pour devenir un territoire national d'étude et d'expérimentation sur les espèces et habitats de faune sauvage. Plusieurs suivis sont mis en place, notamment sur la gestion des ongulés à travers les Indicateurs de changement écologique (ICE) et sur le développement d'outils de suivi de l'impact des ongulés sur le renouvellement forestier. Le cerf et le chevreuil font l'objet d'un suivi régulier à travers la réalisation d'indicateurs d'abondance et de pression sur la flore, ainsi qu'à travers des méthodes de capture-marquage-recapture pour le cerf. Ces deux espèces de cervidés se caractérisent par des régimes alimentaires assez semblables en saison hivernale, principalement composés de ronces et de résineux, mais qui diffèrent le reste de l'année. Le cerf se démarque notamment par la consommation de végétation herbacée, contrairement au chevreuil dont la principale ressource alimentaire reste la ronce (Saïd *et al.*, 2012).

La méthode Aldous appliquée à La Petite Pierre est une version modifiée et simplifiée de la méthode Aldous originelle (Aldous, 1944). Il s'agit de relevés d'abroussement et de recouvrement des espèces ligneuses et semi-ligneuses à l'aide de classes, sur des placettes de 40 m² (figure 3, ci-dessous). Les classes de recouvrement et d'abroussement sont estimées en pourcentage de recouvrement. La méthode s'appuie sur un échantillonnage systématique du territoire (tous les 300 mètres) afin d'avoir un échantillon le plus représentatif de la variabilité de la végétation et de son utilisation

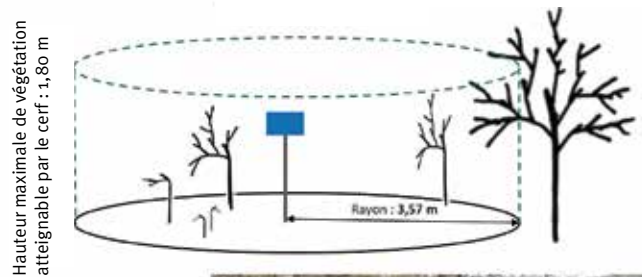
FIGURE 3

SCHÉMA EXPLICATIF DE LA MÉTHODE ALDOUS APPLIQUÉE DANS LA RÉSERVE DE LA PETITE PIERRE

1. Définition d'un échantillonnage systématique



2. Relevés Aldous annuels sur des placettes de 40 m²



Classes	R*	A*
< 1 %	1	O
1 – 5 %	2	A
5 – 20 %	3	B
20 – 50 %	4	C
50 – 75 %	5	D
> 75 %	6	E



* R recouvrement, A abroussement

par les cervidés. Les relevés s’effectuent chaque année entre mars et avril, avant le débourrement de la végétation, afin de faciliter l’identification de l’abroustissement de l’année passée uniquement. Sur la RNCFS de La Petite Pierre, l’abroustissement relevé correspond donc à un abroustissement du chevreuil ou du cerf, cervidés présents sur la réserve, pendant la saison hivernale de l’année. Deux cents relevés ont été effectués chaque année depuis 2006 et jusqu’en 2021 (années 2012 et 2020 non relevées), en s’appuyant sur un réseau de 150 placettes fixes et 50 placettes aléatoires variant d’année en année. Les placettes sont géolocalisées et identifiées matériellement sur le terrain par un piquet bleu.

TABEAU I **Variables Aldous utilisées**

Variable	Signification	Formule
D_i	Taux de recouvrement moyen d’une espèce i (%)	$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n}$
Q_i	Représentativité d’une espèce i dans la végétation ligneuse et semi-ligneuse de sous-bois (%)	$Q_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^e D_i}$
B_i	Taux d’abroustissement moyen d’une espèce i (%)	$B_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \times d_{ij}}{\sum_{j=1}^n d_{ij}}$
A_i	Représentativité d’une espèce i dans le régime alimentaire hivernal des cervidés (%)	$B_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \times d_{ij}}{\sum_{j=1}^n d_{ij}}$

Avec i l’espèce végétale, e le nombre total d’espèces végétales inventoriées, j la placette Aldous, n le nombre total de placettes Aldous inventoriées, a_{ij} et d_{ij} respectivement la classe d’abroustissement et la classe de recouvrement de l’espèce i sur la placette j .

TABEAU II **Autres variables utilisées, issues des données de Météo France et des données d’abondance des cervidés**

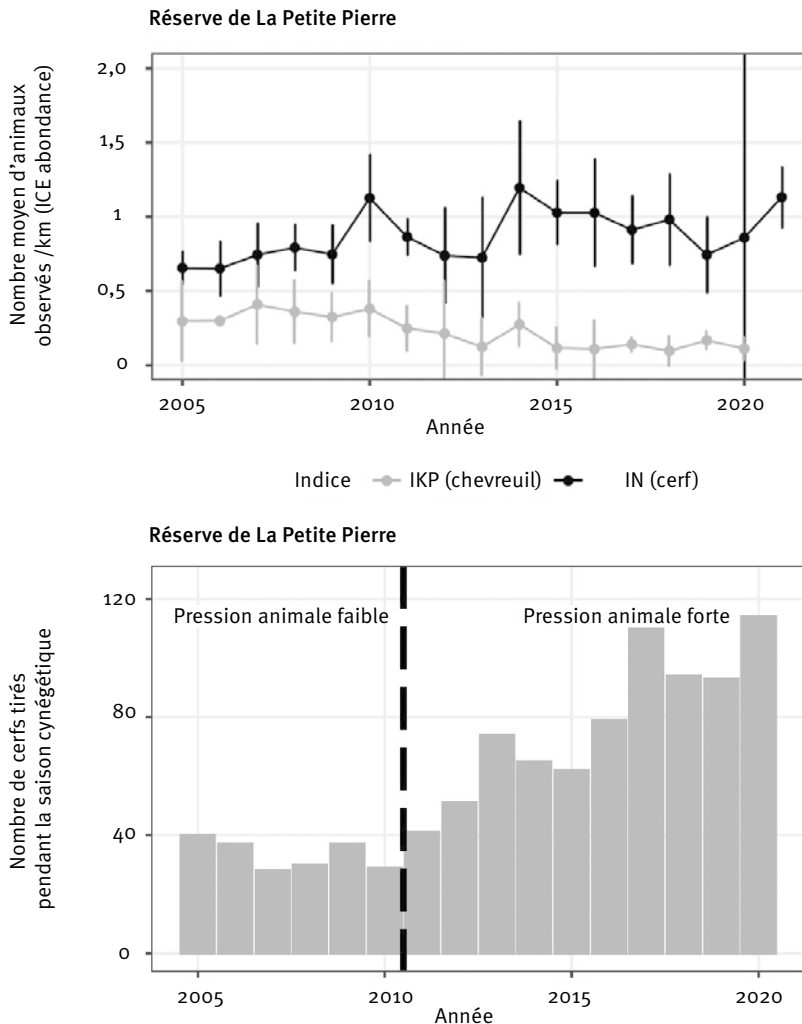
Variable	Signification	Formule
$fgel_{mars}$	Fréquence des gelées du mois de mars	$fgel_{mars} = \frac{n_{gel\ mars}}{n_{mars}}$
$T_{été}$	Température moyenne estivale (°C)	$T_{été} = \frac{\sum_k^{n_{juin, juillet, août}} T_k}{n_{juin, juillet, août}}$
pression2	Variable qualitative à deux modalités illustrant la densité de cervidés (« pression forte » ou « pression faible »)	Seuils définis graphiquement à l’aide des variations de l’Indice nocturne (IN, nombre de cerfs observés/kilomètre), de l’indice kilométrique pédestre (IKP, nombre de chevreuils observés/kilomètre) et des prélèvements cynégétiques (figure 4, p. 573)

Avec $n_{gel\ mars}$ le nombre de jours de gel du mois de mars (jour de gel lorsque la température moyenne journalière est inférieure à 0 °C), n_{mars} le nombre de jours du mois de mars, $n_{juin, juillet, août}$ le nombre de jours des mois de juin, juillet, août précédant les relevés Aldous de l’année (saison estivale), T_k la température moyenne journalière du jour k (°C).

Les données récoltées sur le terrain (abroustissement et recouvrement) ont été traitées et agrégées en variables illustratives des dynamiques de recouvrement et d'abroustissement des espèces végétales présentes (tableau I, p. 572). Dans ce travail, nous nous sommes notamment basés sur le taux d'abroustissement moyen d'une espèce (B_i). Il s'agit de la pression de consommation exercée par les cervidés sur l'espèce i et ce, indépendamment de son recouvrement végétal. Des données de température et de précipitations journalières de Météo France ainsi que les relevés d'indice kilométrique pédestre (IKP, nombre de chevreuils observés/kilomètre), d'indice nocturne (IN, nombre de cerf observés/kilomètre) et de prélèvements cynégétiques ont également été utilisés (tableau II, p. 572).

FIGURE 4 DÉFINITION DES SEUILS DE PRESSION ANIMALE (faible ou forte) À L'AIDE DES VARIATIONS DE L'INDICE NOCTURNE (IN, nombre de cerfs observés/kilomètre) ET DE L'INDICE KILOMÉTRIQUE PÉDESTRE (IKP, nombre de chevreuils observés/kilomètre) (en haut) AINSI QUE DES VARIATIONS DES PRÉLÈVEMENTS CYNÉGÉTIQUES DE CERF (en bas) SUR LA RÉSERVE DE LA PETITE PIERRE

ICE : indicateur de changement écologique.



Les analyses ont été réalisées avec les packages *AICcmodavg* et *nlme* de R (version 4.0.3). Les modèles linéaires mixtes ont été utilisés en prenant en compte des effets fixes (les conditions météorologiques, la densité des ongulés, la disponibilité alimentaire et l’abroustissement des ongulés) et des effets aléatoires (année), dont les propriétés ne peuvent être généralisées (Stefaniak, 2018). L’effet « année » synthétise l’ensemble des approximations et conditions non mesurables et non expliquées par les autres variables. La sélection des modèles s’est basée sur le critère d’information d’Akaïke (AIC) et sur le principe de parcimonie. Le modèle initial complet testé comprenait l’ensemble des variables supposées explicatives du taux d’abroustissement moyen d’une espèce *i* (figure 1, p. 569 ; tableau I, p. 572 ; tableau II, p. 572) :

$$B_i \sim \text{fgel}_{\text{mars}} + T_{\text{été}} + \text{pression2} + B_{\text{autres espèces}} + Q_{\text{autres espèces}} + D_{\text{autres espèces}}$$

avec *B* le taux d’abroustissement moyen (%), *fgel_{mars}* la fréquence de gel au mois de mars, *T_{été}* la température moyenne estivale (°C), *Q* la représentativité dans la végétation ligneuse et semi-ligneuse de sous-bois (%) et *D* le taux de recouvrement moyen (%).

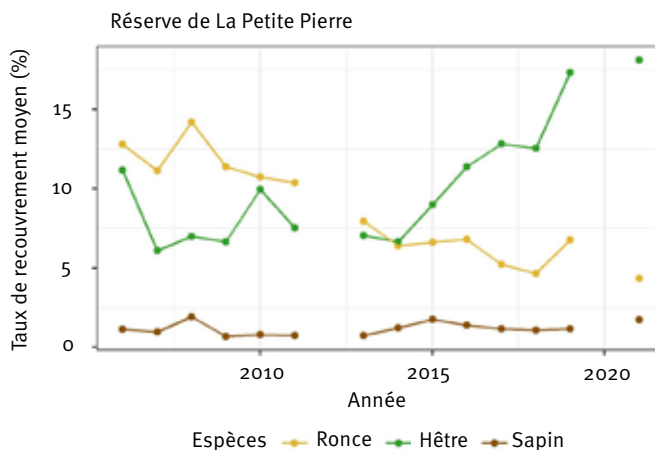
CARACTÉRISATION DE LA DISPONIBILITÉ VÉGÉTALE À LA PETITE PIERRE

Trente-huit espèces ligneuses et semi-ligneuses ont été observées à La Petite Pierre avec une moyenne de 3 ± 2 espèces/placette de 40 m². Le recouvrement moyen de la strate ligneuse et semi-ligneuse accessible pour les ongulés est de 37 ± 5 %. Dans cette strate, les espèces les plus représentatives sont le Hêtre et la Ronce (regroupant l’ensemble des espèces, des sous-espèces du genre *Rubus* et le framboisier *Rubus ideaus*), avec des recouvrements moyens respectifs de 10 ± 4 % et 9 ± 3 %. Viennent ensuite l’Épicéa (*Picea abies*), le Sapin et la Myrtille (*Vaccinium myrtillus*), ne représentant chacun qu’un recouvrement moyen inférieur à 5 %. Cette faible diversité floristique reflète les conditions pédoclimatiques peu propices au développement d’une flore variée.

Depuis 2006 et suite à une fermeture progressive des milieux post-tempête de 1999, le Hêtre n’a cessé de croître engendrant une compétition avec les autres espèces végétales, dont la Ronce,

FIGURE 5

ÉVOLUTION DU TAUX DE RECouvreMENT MOYEN DE LA RONCE (ESPÈCES DU GENRE *RUBUS*), DU HÊTRE (*FAGUS SYLVATICA*) ET DU SAPIN (*ABIES ALBA*) SUR LA RÉSERVE DE LA PETITE PIERRE DE 2006 À 2021



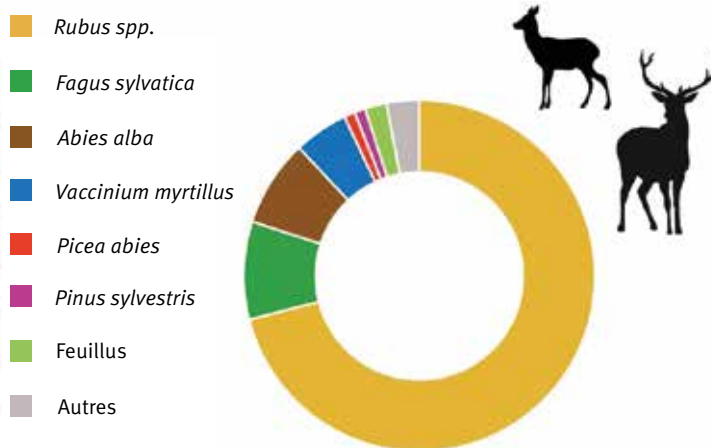
espèce de milieux ouverts et principale espèce du régime alimentaire hivernal des cervidés. Entre 2006 et 2021, le taux de recouvrement moyen du Hêtre passe de 11 % à 18 % tandis que le taux de recouvrement moyen de la Ronce diminue fortement, passant de 13 % à 4 % (figure 5, p. 574).

CARACTÉRISATION DE L'ALIMENTATION DES CERVIDÉS À LA PETITE PIERRE

Parmi les 38 espèces ligneuses et semi-ligneuses relevées, la Ronce, le Sapin et la Myrtille sont les espèces les plus abruties avec des taux d'abrutissement moyens respectifs de 56 %, 39 % et 38 %. Ce sont des espèces fortement consommées quel que soit leur recouvrement, ce qui traduit leur appétence élevée vis-à-vis des cervidés. Les espèces avec les taux d'abrutissement moyens les plus faibles sont les espèces les moins appétentes et correspondent aux espèces peu consommées par les cervidés, telles que l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), l'Épicéa et le Hêtre (taux d'abrutissement moyen respectif de 2 %, 3 % et 4 %).

Ces résultats sont cohérents avec le régime alimentaire hivernal du cerf et du chevreuil estimé à l'aide des relevés Aldous mais également des analyses de panses (Storms, 2008), qui confirme la place prédominante de la Ronce dans l'alimentation des cervidés (figure 6, ci-dessous).

FIGURE 6 ESTIMATION DU RÉGIME ALIMENTAIRE HIVERNAL DU CERF ET DU CHEVREUIL SUR LA RÉSERVE DE LA PETITE PIERRE À L'AIDE DES RELEVÉS ALDOUS 2006-2021



Cependant, contrairement à l'attendu, le Hêtre apparaît dans l'alimentation des cervidés (environ 9 % des espèces consommées). Or, il s'agit d'une espèce *a priori* non appétente et d'ordinaire peu consommée, avec un taux d'abrutissement moyen de 4 %. Ce résultat peut suggérer un potentiel déséquilibre entre les ressources végétales présentes et les populations de cervidés à La Petite Pierre. Du fait d'un contexte végétal pauvre et peu diversifié et d'une diminution importante du recouvrement de la ronce, les cervidés sont contraints de consommer d'autres espèces végétales généralement évitées telles que le Hêtre, d'où son apparition dans l'alimentation. Cette situation peut alors favoriser l'apparition de dégâts dus à l'abrutissement.

MODÉLISATION DE L'INTENSITÉ D'ABROUTISSEMENT DES DEUX ESSENCES OBJECTIF SAPIN ET HÊTRE ET DE LA RONCE

Afin de prendre en compte la pression d'abrouissement sur le renouvellement forestier, le taux d'abrouissement moyen des deux essences objectif de la réserve de La Petite Pierre a été modélisé. La Ronce a également été étudiée en tant que principale ressource alimentaire des cervidés sur la réserve et en tant que végétation accompagnatrice de sous-bois.

Les résultats sont présentés dans le tableau III (p. 577). Le meilleur modèle expliquant le taux d'abrouissement moyen du Sapin révèle un effet positif du taux d'abrouissement moyen de la Ronce et un effet négatif de leur représentativité dans la végétation de sous-bois. Celui expliquant le taux d'abrouissement moyen du Hêtre intègre un effet négatif de la place de la Ronce dans l'alimentation hivernale des cervidés et un effet positif de la fréquence des gelées du mois de mars. Enfin, le meilleur modèle expliquant le taux d'abrouissement moyen de la Ronce comprend un effet négatif de la température moyenne estivale et un effet positif de l'abondance des cervidés. Ces résultats sont synthétisés sur la figure 7 (ci-dessous).

FIGURE 7 SCHÉMA SYNTHÉTIQUE DES RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DU TAUX D'ABROUTISSEMENT MOYEN DU SAPIN (*ABIES ALBA*), DU HÊTRE (*FAGUS SYLVATICA*) ET DE LA RONCE (ESPÈCES DU GENRE *RUBUS*)

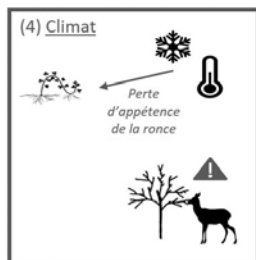
B : taux d'abrouissement moyen (%), Q : représentativité dans la végétation ligneuse et semi-ligneuse de sous-bois (%), $fgel_{mars}$: fréquence des gelées du mois de mars, A : représentativité dans le régime alimentaire hivernal des cervidés (%), $T_{été}$: température moyenne estivale (°C), pression2|forte variable qualitative caractérisant la densité animale (deux modalités : « pression faible » et « pression forte »).



$$B_{\text{sapin}} = 21,50 + 0,77 \times B_{\text{Ronce}} - 0,82 \times Q_{\text{Ronce}}$$



$$B_{\text{hêtre}} = 14,14 + 18,80 \times fgel_{\text{mars}} - 0,17 \times A_{\text{Ronce}}$$



$$B_{\text{Ronce}} = 379,42 - 17,49 \times T_{\text{été}} + 16,18 \times \text{pression2|Forte}$$



Dépendance des dynamiques des essences objectif aux espèces du genre *Rubus*
→ Levier d'action

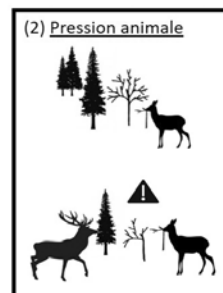


TABLEAU III Sélection des meilleurs modèles du taux d'abrouissement moyen du Sapin (*Abies alba*), du Hêtre (*Fagus sylvatica*) et de la Ronce (espèces du genre *Rubus*)

Espèce végétale		Modèle	AIC	Δ AIC	Nombre de variables
Essence objectif	Sapin <i>Abies alba</i>	$B_{\text{sapin}} \sim B_{\text{Ronce}} + Q$	102,27	0,00	2
		$B_{\text{sapin}} \sim B_{\text{Ronce}}$	106,35	4,09	1
	Hêtre <i>Fagus sylvatica</i>	$B_{\text{hêtre}} \sim \text{fgel}_{\text{mars}} + A_{\text{Ronce}}$	71,53	0,00	2
		$B_{\text{hêtre}} \sim A_{\text{Ronce}}$	77,14	5,61	1
Végétation accompagnatrice	Ronce Espèces du genre <i>Rubus</i>	$B_{\text{Ronce}} \sim T_{\text{été}} + \text{pression}_2$	108,71	0,00	2
		$B_{\text{Ronce}} \sim T_{\text{été}}$	110,95	2,24	1

Le modèle retenu pour le taux d'abrouissement moyen du Sapin permet de mettre en avant le rôle non négligeable de la disponibilité des ressources alimentaires pour les cervidés, représentées ici par les ronces (Q_{Ronce}). Une faible présence de ronces se traduit par un plus fort abrouissement du Sapin. L'effet positif du taux d'abrouissement moyen de la Ronce (B_{Ronce}) peut traduire une accentuation de la pression d'abrouissement sur l'ensemble de la flore forestière. Si la Ronce est fortement consommée, les cervidés exercent une pression de consommation importante et donc logiquement, les sapins sont aussi fortement abrouitis.

Le modèle retenu pour le taux d'abrouissement moyen du Hêtre confirme lui aussi le rôle central de la Ronce dans la dynamique d'abrouissement. Lorsque ces derniers occupent une place moins importante dans l'alimentation des cervidés (A_{Ronce}), le Hêtre est davantage abrouiti. Par ailleurs, le modèle met en évidence un effet intéressant et préoccupant : l'effet des conditions climatiques sur l'abrouissement du Hêtre ($\text{fgel}_{\text{mars}}$). Plus la fréquence des gelées du mois de mars augmente et plus le taux d'abrouissement moyen du Hêtre augmente également. Ce résultat est important à prendre en compte et peut être interprété comme un effet indirect des gelées printanières sur l'appétence de la Ronce. En effet, les gelées printanières pourraient provoquer une baisse de la digestibilité de la Ronce *via* des processus biochimiques, ce qui la rendrait moins appétente pour les cervidés. Par conséquent, les animaux consommeraient alors d'autres espèces végétales d'ordinaire moins abrouities, comme ici le Hêtre, espèce *a priori* non appétente mais qui reste une ressource végétale abondante sur la réserve de La Petite Pierre.

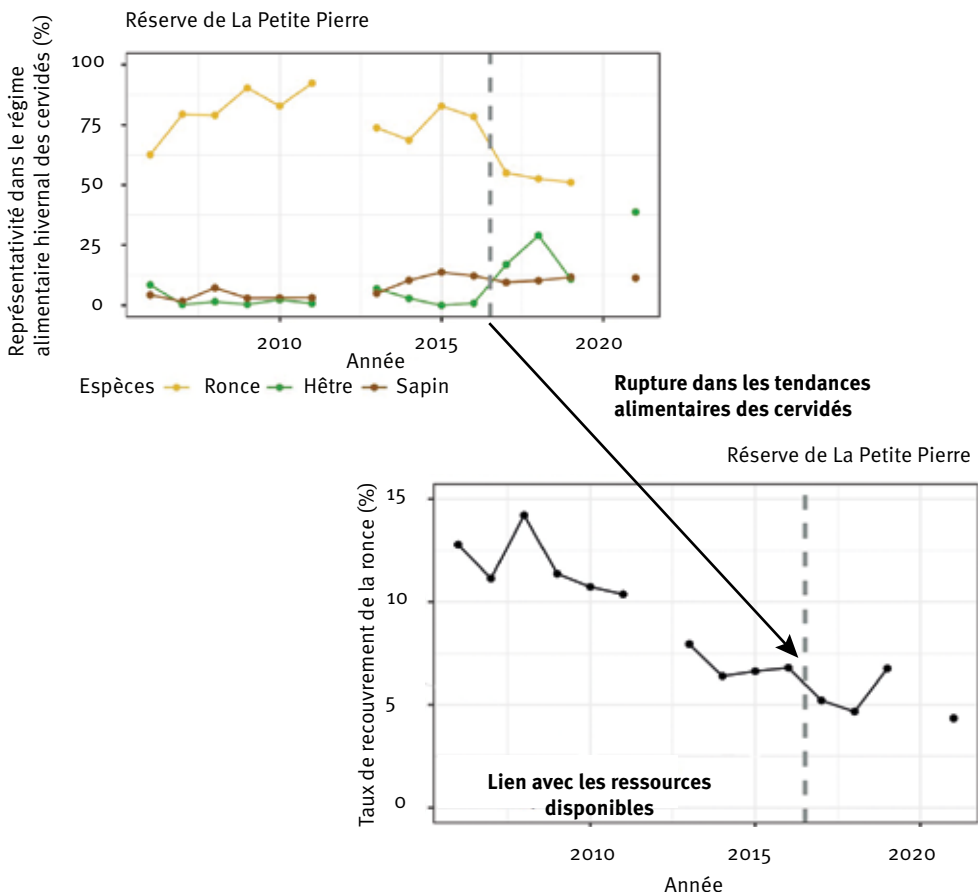
Enfin, les deux modèles montrent une forte dépendance des dynamiques d'abrouissement des essences objectif de La Petite Pierre aux espèces du genre *Rubus*, ce qui amène à la modélisation de leur taux d'abrouissement moyen. Le modèle retenu montre un effet négatif de la température moyenne estivale ($T_{\text{été}}$) et un effet positif de la densité animale (pression_2). Plus la température moyenne estivale augmente et moins la ronce est abrouitie. Ce résultat confirme l'effet significatif des conditions climatiques de sécheresse sur l'appétence de la ronce et donc sur son intensité d'abrouissement. Une augmentation de la température moyenne estivale peut traduire une augmentation de la fréquence ou de l'intensité des épisodes de sécheresse, qui auraient pour effet direct un assèchement de la Ronce et donc une perte d'appétence. Par ailleurs, l'effet positif de la densité animale sur l'abrouissement de la Ronce renforce le rôle non négligeable des cervidés dans les dynamiques d'abrouissement. Une hausse de la densité animale se traduit par une accentuation de la pression de consommation sur les ronces qui restent la principale ressource alimentaire des cervidés à La Petite Pierre.

SYNTHÈSE ET APPLICATION PRATIQUE : VERS UN POSSIBLE SEUIL DE GESTION ?

Les résultats de nos travaux ont montré que la disponibilité en ronce apparaît comme l'un des facteurs déterminants dans l'abrutissement des essences forestières objectif de La Petite Pierre. En outre, la Ronce, principale ressource alimentaire des cervidés sur la réserve, n'a cessé de se raréfier du fait de la fermeture des milieux, passant d'un recouvrement moyen en 2006 de 13 % à 4 % en 2021. Face à ces constats, il semble alors indispensable de prendre davantage en compte cette ressource et de la favoriser afin de limiter des potentiels dégâts d'abrutissement sur d'autres espèces ligneuses.

Un seuil de 5 % de recouvrement moyen des ronces peut être proposé en étudiant l'évolution temporelle du recouvrement moyen des ronces, du Hêtre et du Sapin ainsi que leur place dans le régime alimentaire des cervidés (figure 8, ci-dessous).

FIGURE 8 IDENTIFICATION D'UN SEUIL DE GESTION. ÉVOLUTION DE LA REPRÉSENTATIVITÉ DE LA RONCE (ESPÈCES DU GENRE *RUBUS*), DU HÊTRE (*FAGUS SYLVATICA*) ET DU SAPIN (*ABIES ALBA*) DANS LE RÉGIME ALIMENTAIRE HIVERNAL DES CERVIDÉS À LA PETITE PIERRE ET COMPARAISON À L'ÉVOLUTION DU RECOUVREMENT MOYEN DE LA RONCE



En effet, nous constatons une rupture des tendances alimentaires à partir de 2017 : la place du Hêtre dans l'alimentation hivernale des cervidés augmente significativement tandis que celle des ronces diminue fortement. Or, cette rupture des tendances peut être mise en parallèle avec l'évolution du recouvrement moyen de ces espèces, qui montre une diminution constante et régulière du recouvrement moyen des ronces atteignant une valeur seuil de 5 % en 2017.

Le recouvrement des ronces pourrait donc être utilisé comme potentiel indice de la disponibilité alimentaire pour les cervidés et constituer un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires forestiers. Par exemple à La Petite Pierre, un seuil minimum de 5 % de couvert de ronces, réparti de façon homogène sur la réserve, pourrait être conseillé afin de réduire les dégâts d'abrutissement sur les essences objectif. En comparaison, le guide de l'équilibre sylvo-cynégétique de Brossier & Pallu (2016) conseille la mise en place de zones ouvertes sur 2 à 4 % de la surface forestière afin de favoriser les ressources alimentaires pour les ongulés sauvages et donc limiter les dégâts d'abrutissement.

PRÉCONISATIONS DE GESTION SUR LA RÉSERVE DE LA PETITE PIERRE

Sur la RNCFS de La Petite Pierre, le levier d'action identifié dans la gestion des ongulés et de leur impact sur le renouvellement forestier est donc la disponibilité en ronces, principale ressource alimentaire des cervidés. Afin de favoriser un recouvrement des ronces sur au-moins 5 % de la réserve, soit environ 140 ha, plusieurs aménagements sylvicoles peuvent être proposés. Il s'agit majoritairement de créer des zones d'alimentation pour les animaux (zones de gagnage), que ce soit *via* l'ouverture ou l'éclaircie des peuplements ou *via* l'entretien des cloisonnements et pistes forestières (Brossier & Pallu, 2016 ; Saïd *et al.*, 2022). L'objectif reste toujours d'amener de la lumière au sol afin de favoriser la végétation de sous-bois. D'autres aménagements plus dédiés à la faune sauvage peuvent également être mis en place, tels que des prairies semées ou des pré-bois (petites zones de gagnage créées dans des peuplements fermés) (Saïd *et al.*, 2022).

La prise en compte de la faune sauvage peut aussi s'effectuer dans la réflexion des itinéraires et choix sylvicoles afin d'adapter la gestion sylvicole à la présence des ongulés. Par exemple, les modalités de plantation peuvent être adaptées en diversifiant les essences plantées ou en privilégiant des essences moins appétentes. Planter dans le recru plutôt qu'en terrain dégagé ou encore mettre en place des cloisonnements dans les plantations sont également des pistes à envisager afin de limiter au maximum l'apparition de dégâts d'abrutissement (Brossier & Pallu, 2016).

L'ensemble de ces actions doit nécessairement s'accompagner d'une réflexion et d'une concertation entre les différents acteurs concernés par les problématiques de l'équilibre ongulés-forêt. Il est ainsi indispensable de bien identifier les enjeux du territoire et de définir en conséquence des objectifs clairs et partagés de gestion. Enfin, cette gestion sylvicole en faveur de la faune sauvage doit également s'accompagner d'un autre levier d'action, indissociable de la gestion des ongulés : la régulation des populations par la chasse. Ces deux leviers d'actions, la chasse et l'aménagement sylvicole, sont à utiliser conjointement dans un objectif de gestion raisonnée de la faune sauvage.

CONCLUSION

En conclusion, il a été mis en évidence le rôle central de la disponibilité en ronces dans les dynamiques d'abrutissement des essences forestières objectif de La Petite Pierre. Végétation accompagnatrice de sous-bois, les semi-ligneux du genre *Rubus* sont souvent écartés de la gestion sylvicole car considérés comme des espèces envahissantes et compétitrices vis-à-vis des plants et semis forestiers (Frochot *et al.*, 2002). Or, en hiver, ils représentent également la principale

ressource alimentaire des cervidés et constituent donc, pour cette raison, un levier d'action simple et efficace pour les gestionnaires forestiers. Face à ce constat, il est alors intéressant de se pencher sur les modalités d'application pratique à la gestion sylvo-cynégétique.

L'originalité de cette étude est de proposer un seuil de gestion qui pourrait servir d'outil d'aide à la décision pour les gestionnaires forestiers. En effet, le recouvrement des ronces sur un massif forestier illustre les ressources alimentaires disponibles pour les cervidés et constitue un indice facilement appréciable sur le terrain. Dans la RNCFS de La Petite Pierre, la mise en place de zones de gagnage sur au moins 5 % de la surface apparaît comme une première mesure phare en vue de rétablir l'équilibre ongulés-forêt. Il serait intéressant et nécessaire de réitérer cette étude sur d'autres territoires afin de pouvoir comparer les résultats obtenus et de mieux appréhender l'influence de la disponibilité alimentaire sur l'abrutissement des ongulés.

Face aux problématiques de renouvellement forestier aujourd'hui observées en France et dans un contexte de changement climatique, la prise en compte des ongulés sauvages dans la gestion sylvo-cicole devient indispensable. L'un des défis actuels est ainsi de développer des indices ou méthodes de suivi de l'équilibre ongulés-forêt, simples et faciles à mettre en œuvre, afin d'anticiper et de mieux appréhender des situations de déséquilibre. En France, les indicateurs de changement écologiques (ICE) ont été élaborés afin de suivre l'évolution démographique des populations d'ongulés sauvages, notamment à travers le suivi de la pression d'abrutissement sur la flore lignifiée (Indice d'abrutissement et Indice de consommation) (Michallet *et al.*, 2015). Cependant, ces indicateurs n'ont pas vocation à caractériser spécifiquement la pression d'abrutissement exercée sur le renouvellement forestier. Grâce à une notation plus fine de l'abrutissement sous forme de classes, la méthode Aldous utilisée dans cette étude propose des résultats encourageants et pourrait constituer un nouvel indicateur de l'impact des ongulés sur le renouvellement forestier.

Apolline RIETSCH – Sonia SAÏD
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ
Direction Recherche et Appui scientifique
« Montfort »
F-01330 Birieux
(apolline.rietsch@gmail.com)
(sonia.said@ofb.gouv.fr)

Remerciements

Ce travail a été subventionné par l'Office français de la biodiversité (OFB) dans le cadre de la convention cadre Office national des forêts - OFB et la convention particulière de la RNCFS de La Petite Pierre. Nous remercions François Lebourgeois et Catherine Collet pour leurs conseils pertinents dans ce travail ainsi que l'ensemble des stagiaires, vacataires et bénévoles qui ont permis la récolte des données Aldous sur la réserve de La Petite Pierre. Nos remerciements vont aussi aux bénévoles, à l'équipe de l'Office national des forêts et de l'Office français de la biodiversité de La Petite Pierre et plus particulièrement à Vivien Siat et Maryline Pellerin, qui permettent la récolte des données d'abondance des cervidés.

NDLR : Cet article est issu du travail réalisé par Apolline Rietsch lors de son stage d'ingénieur Agro-ParisTech spécialité Gestion des milieux naturels. Il a été récompensé par un prix des mémoires de fin d'études décerné par la Fondation Xavier Bernard et l'Académie d'Agriculture de France.

RÉFÉRENCES

- Aldous, S.E. (1944). A deer browse survey method. *Journal of Mammalogy*, 25, 130-136.
- Beguín, J., Tremblay, J.-P., Thiffault, N., Pothier, D., & Côté, S.D. (2016). Management of forest regeneration in boreal and temperate deer-forest systems : Challenges, guidelines, and research gaps. *Ecosphere*, 7(10). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1488>
- Brossier, P., & Pallu, J. (2016). *Le Guide pratique de l'équilibre Forêt-Gibier. Comment établir ou rétablir un équilibre Forêt-Gibier ?* Fédération des Chasseurs des Côtes d'Armor.
- Côté, S.D., Rooney, T.P., Tremblay, J.-P., Dussault, C., & Waller, D.M. (2004). Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35, 113-147.
- Frochot, H., Gama, A., Nouveau, M., Wehrlen, L., & Armand, G. (2002). La Gestion de la végétation accompagnatrice : État et perspective. *Revue forestière française*, LIV(6), 505-520. <https://doi.org/10.4267/2042/4939>
- Gaudry, W., Gaillard, J.M., Saïd S., Mårell, A., Baltzinger, C., Agnès Rocquencourt, A., & Bonenfant, C. (2022). Population density and plant availability interplay to shape browsing intensity by roe deer in a deciduous forest. *Forest Ecology and Management*, 515, 120-153. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120153>
- Maizeret, C., Bidet, F., Boutin, J.-M., & Carlino, J.-P. (1991). Influence de la composition chimique des végétaux sur les choix alimentaires des chevreuils. *Revue d'écologie - La terre et la vie*, 46, 39-52.
- Mårell, A., Baltzinger, C., Hamard, J.-P., & Saïd, S. (2015). Que peut nous dire la flore sur la pression exercée par les ongulés sauvages et leurs effets ? In : *Vers une nouvelle gestion du grand gibier : les Indicateurs de changement écologique*. Colloque ICE 2015, Chambord.
- Michallet, J., Pellerin, M., Garel, M., Chevrier, T., Baubet, E., Saint-Andrieux, C., Saïd, S., Hars, J., Rossi, S., Maillard, D., & Klein, F. (2015). *Vers une nouvelle gestion du grand gibier : Les indicateurs de changement écologique*. Office national de la chasse et de la faune sauvage.
- Reimoser, F., & Gossow, H. (1996). Impact of ungulates on forest vegetation and its dependance on the silvicultural system. *Forest Ecology and Management*, 88, 107-119.
- Rietsch, A. (2021). *Impact des ongulés sur le renouvellement forestier et application à la gestion sylvicole. Utilisation de méthode Aldous dans la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage de La Petite Pierre*. Nancy : AgroParisTech (Mémoire de stage de troisième année ingénieur, dominante Gestion des milieux naturels).
- Saïd, S., Laurent, L., & Cuiller, B. (2022). *À la recherche de l'équilibre sylvo-cynégétique dans un territoire d'étude privilégié, la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage de La Petite Pierre*. La recherche de l'équilibre sylvo-cynégétique dans la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage de La Petite Pierre. Brochure Connaître Pour Agir, Office français de la biodiversité.
- Saïd, S., Richard, E., Storms, D., & Hamann, J.-L. (2012). La Connaissance du régime alimentaire du cerf et du chevreuil, une clé pour gérer la relation forêt-cervidés. *Faune sauvage*, 295, 8-12.
- Saint-Andrieux, C., & Barboiron, A. (2012). Faune sauvage. Progression des grands ongulés en France : Bilan et conséquences. *Faune sauvage, bulletin technique & juridique de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage*, 294, 10-17.
- Schuck, A., & Köhl, M. (2009). Means of combating forest dieback—EU support for maintaining forest health and vitality. *iForest - Biogeosciences and Forestry*.
- Stefaniak, N. (2018). *Formation SFP 2018 : Les modèles linéaires mixtes*. [http://regnault.perso.math.cnrs.fr/R_tuto/Intro_modeles_lineaires_mixtes.html#2_le_mod%C3%A8le_lin%C3%A9aire_mixte_\(mlm\)](http://regnault.perso.math.cnrs.fr/R_tuto/Intro_modeles_lineaires_mixtes.html#2_le_mod%C3%A8le_lin%C3%A9aire_mixte_(mlm))
- Storms, D. (2008). *Utilisation, sélection et partage des ressources par le cerf et le chevreuil*. AgroParisTech (Thèse).

INFLUENCE DE LA DISPONIBILITÉ ALIMENTAIRE ET DU CLIMAT SUR L'ABROUTISSEMENT : UTILISATION DE LA MÉTHODE ALDOUS DANS LA RÉSERVE NATIONALE DE CHASSE ET DE FAUNE SAUVAGE DE LA PETITE PIERRE (Résumé)

L'abroustissement est le principal enjeu lié à la présence d'ongulés sauvages en contexte sylvicole, qui peut dans certains cas compromettre l'ensemble du renouvellement forestier. Par conséquent, la recherche d'indices ou de méthodes permettant de mieux appréhender cet enjeu dans la réflexion de l'équilibre ongulés-forêt est devenue aujourd'hui une problématique majeure et très demandée par les gestionnaires. Cette étude s'appuie sur des relevés d'abroustissement et de recouvrement des espèces végétales selon la méthode Aldous sur la réserve de La Petite Pierre (Alsace, France) et vise à modéliser la pression d'abroustissement exercée par les ongulés sur les principales espèces végétales du territoire. Les résultats obtenus mettent en avant l'effet de la disponibilité alimentaire, du gel et de la température estivale sur l'intensité d'abroustissement des espèces ligneuses. Sur la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage de La Petite Pierre, ils permettent d'identifier un seuil de recouvrement des ronces nécessaire, en-dessous duquel des dégâts d'abroustissement conséquents peuvent apparaître.

INFLUENCE OF FOOD AVAILABILITY AND CLIMATE ON WILDLIFE BROWSING: APPLICATION OF THE ALDOUS METHOD IN THE NATIONAL HUNTING AND WILDLIFE RESERVE OF LA PETITE PIERRE (Abstract)

Wildlife grazing is the main stake linked to the presence of wild ungulates in the forestry context, and can sometimes compromise the whole forest renewal process. Searching for indices or methods for better grasping this issue within the ungulate-forest balance has turned into a major issue for managers. The present study relies on wildlife browsing and floristic surveys in La Petite Pierre reserve (Alsace, France), following the Aldous method. It is aimed at modelling ungulate browsing pressure on the main plant species of the territory. The results highlight the effects of food availability, frost and summer temperature on the intensity of ligneous species browsing. They lead to the identification of a threshold of bramble cover below which substantial browsing damage can occur in the national hunting and wildlife reserve of La Petite Pierre.

Citation de l'article :

Rietsch, A., & Saïd, S. (2021). Influence de la disponibilité alimentaire et du climat sur l'abroustissement : utilisation de la méthode Aldous dans la réserve nationale de chasse et de faune sauvage de La Petite Pierre. *Revue forestière française*, 73(5), 567-582. <https://doi.org/10.20870/revforfr.2021.7108>



Licence Creative Commons

Attribution + Pas de Modification + Pas d'Utilisation Commerciale (BY ND NC)