

Les Indicateurs de Changement Ecologique.

Depuis des années, la gestion de l'équilibre agro-sylvo-cynégétique, c'est-à-dire la situation rendant « compatibles, 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 »¹, est basée sur des mesures d'effectifs et de densité. Au moyen de comptages au sol ou aériens, les gestionnaires tentent d'estimer un niveau de population, puis de le mettre en regards des objectifs établis sur le territoire (nombre de réalisations voulues, état de la régénération,...) afin de prendre des décisions de gestion adéquates.

Or la pertinence de ces seuls moyens de comptages est mise en doute (Morellet et al., 2007). En effet, ces moyens, souvent coûteux et lourds à mettre en place sur de grandes surfaces, ont également le désavantage de manquer de précision et de justesse (voir figure 1). De plus, ils ne sont généralement que peu répétés, ce qui peut accentuer leur imprécision et donc affaiblir leur pertinence statistique. On peut citer pour exemple le comptage lors du brame du cerf, utilisé jusqu'à récemment par de nombreux gestionnaires. Il a été prouvé qu'il n'était que très peu représentatif du réel effectif et peu corrélé avec les autres paramètres de la dynamique de population (Hamann et al., 2013). En effet, les cerfs comptés n'appartiennent pas forcément au territoire (les mâles parcourent de grandes distances lors de la période de reproduction) et les biches sont les vraies moteurs de la dynamique de population de cerfs). De plus, seuls les cerfs bramant sont comptés, ce qui ne permet pas d'évaluer l'effectif de la population car le sexe-ratio est généralement inconnu. Finalement, les résultats évolueront avec le brame qui n'est pas le même au cours du temps et seront donc très variables. De plus, la gestion basée simplement sur une estimation de la densité ou un niveau de population estimé peut amener, dans certains cas, à de mauvaises prises de décisions en raison du manque d'informations contenues dans les données de base. Par exemple, une baisse dans le niveau de population estimé (c'est-à-dire du niveau de comptages réalisés) peut aussi bien traduire une baisse de la population (et donc conduire à une décision de réduction du prélèvement) qu'une saturation du milieu telle que le taux de reproduction de l'espèce en souffre (donc nécessitant une augmentation des prélèvements).

On entrevoit ici la complexité dans la recherche d'une situation où tous les objectifs des gestionnaires sont remplis, qui met en jeu la vision d'une population dans un milieu par des acteurs ayant des volontés particulières. La capacité du milieu à accueillir une population (en lui apportant des ressources alimentaires suffisantes par exemple) est aussi importante à prendre en compte que le niveau de cette population. Or ni l'une ni l'autre ne sont des données aisément accessible.

C'est pourquoi, depuis plusieurs années, sont développés de nouveaux indicateurs, les indicateurs de changements écologiques (ICE), se proposant de regrouper « tout paramètre sensible aux changements relatifs d'effectifs (c'est-à-dire aux changements d'effectifs de la population pour une qualité d'habitat donnée) » (Morellet, 2008). On ne s'intéresse donc pas uniquement à des niveaux de population ou à des qualités d'habitats mais bien aussi à la relation entre ces deux composantes. Ces indicateurs, démontrés scientifiquement, peuvent servir de base aux gestionnaires dans une gestion adaptative des territoires et il est intéressant de comprendre dans quel sens. Les ICE ont été beaucoup développés pour les espèces comme le chevreuil, le cerf ou encore le mouflon,

¹ Définition de l'Article L425-4 du Code de l'Environnement.

cependant à l'heure actuelle, ils sont mal adaptés aux caractéristiques du sanglier (habitudes de vie, dynamique de population) et il s'agit donc de trouver d'autres méthodes de suivi pour cette espèce.

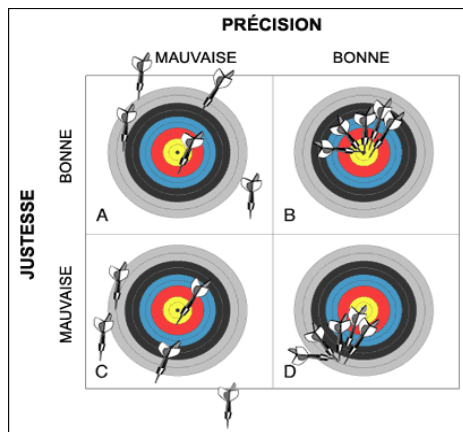


Figure 1. Illustration de la précision et de la justesse en tant que concepts indépendants. Chaque colonne (A-C et B-D) a la même précision, la précision de A-C étant petite et celle de B-D grande. Chaque rangée (A-B et C-D) a la même justesse, la justesse de A-B étant grande et celle de C-D petite. Dans la case A, la position moyenne des fléchettes peut paraître au-dessus de la cible, légèrement décalée vers la droite : cela est dû à l'orientation des fléchettes ; en réalité, la position moyenne se trouve au centre même de la cible.

Source : <http://www.yorku.ca>

Les ICE reposent sur la base du concept de densité-dépendance qui peut être illustré par le modèle logistique généralisé décrit par les 3 courbes ci-dessous (issues de Morellet, 2008) :

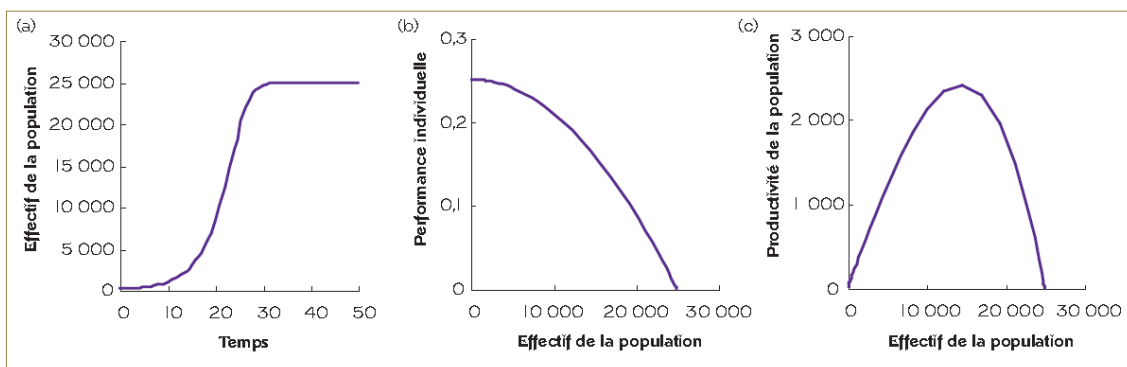


Figure 2 : Croissance théorique d'une population suivant un modèle logistique généralisé
 (avec un nombre initial d'animaux de 100, un taux de croissance de 25 %, une capacité d'accueil de 25 000)
 a) Croissance de la population au cours du temps, b) Variation de la performance individuelle en fonction de l'effectif de la population et c) Accroissement de la population en fonction de l'effectif de la population.

L'interprétation biologique de ces courbes est importante et il faut bien les mettre en relation avec l'environnement de la population. On peut voir ainsi sur la courbe (a) que l'effectif de la population après un temps où il reste faible, connaît une rapide augmentation dû à l'abondance d'espace et de ressources disponibles par individu avant de se stabiliser à un palier qui correspond à l'effectif maximum que le milieu peut accueillir. A mesure de cette augmentation d'effectif, on voit sur (b) que la performance individuelle diminue. En effet, il y a plus d'individus pour un même niveau de ressource et d'espace, donc l'état des animaux se dégrade. La courbe de productivité quant à elle (courbe (c)), nous montre que lorsque que les ressources disponibles dans l'environnement sont encore importantes, la population accroît sa productivité. Puis quand elles commencent à devenir limitantes, celle-ci décline. Le maximum de productivité intervient à différents niveaux d'effectifs en fonction des espèces.

Les ICE, en se basant sur ce modèle, proposent de s'affranchir des niveaux d'effectifs pour se concentrer sur des tendances. Ainsi, le gestionnaire récolte des données sur 3 dimensions :

- L'évolution de l'abondance : quelle est la tendance d'évolution de l'effectif de la population de grands herbivores?
- La condition : quelles sont les caractéristiques physiques et biologiques des individus ?
- La pression sur l'environnement : de quelle manière les animaux impactent-ils le milieu ?

C'est un jeu complet d'au moins trois indicateurs représentatifs des trois catégories précédentes qui permettra une bonne évaluation de la situation sur le territoire (tableau récapitulatif des ICE présentés ci-dessous en annexe 1). Avoir uniquement des données d'abondance n'est pas efficace comme évoqué plus haut, mais il est important de connaître la tendance d'évolution de l'effectif. Si l'on suit seulement la performance des animaux alors on peut se demander si un « mauvais état » biologique est dû à une densité trop importante ou à des conditions environnementales particulières. Finalement, suivre simplement l'impact des populations sur le milieu ne permettrait pas de déterminer si ce sont les ressources alimentaires du milieu ou la population qui évoluent (une augmentation de la consommation peut-être due à une baisse du niveau de ressource alimentaire à population stable ou à des ressources alimentaires stables mais une population en augmentation).

Le suivi de l'évolution de l'abondance :

Etant la dimension la plus suivie historiquement sur les territoires, de nombreux outils peuvent être utilisés pour tenter de déterminer les variations d'abondance. Afin de valider ces indicateurs, l'approche par **capture-marquage-recapture** est souvent employée. Son principe est que la proportion d'animaux marqués au sein de l'ensemble de la population, et celle d'un échantillon aléatoire de celle-ci, sont identiques. On a donc :

$$N = M (n+1) / (m+1)$$

Avec M = effectif marqué vivant dans la population d'effectif total inconnu N.

m = nombre d'individus marqués observés lors d'un contrôle de n individus.

En suivant l'évolution de certaines catégories (les jeunes par exemple), on peut également évaluer d'autres paramètres tels que le taux de reproduction ou le taux de survie. Pour le marquage ou la capture, différentes méthodes peuvent être employées comme l'utilisation de pièges photo, le suivi de la population par détermination ADN (en test sur la forêt de Chambord) ou encore l'analyse acoustique des vocalisations du chevreuil. Cependant, quelle que soit la méthode, la procédure de CMR est lourde à mettre en place car elle nécessite qu'au moins 50% de la population soit marquée et elle doit de plus être correctement corrigée pour prendre en compte des paramètres comme la mortalité par exemple (Gaillard et al., 1986).

En termes d'ICE (qui sont des indicateurs validés scientifiquement), l'indice le plus couramment utilisé est l'**Indice Kilométrique² pédestre** (Ballon, 1999 et Vincent et al., 1991) (dans plus de 46% des départements en 2005³). Cet indicateur, particulièrement efficace de jour pour le chevreuil, consiste à effectuer plusieurs fois un parcours défini, dans les mêmes conditions (même heure de la journée, mêmes règles d'observations). Le respect du protocole de l'indice, établi par le Groupe Chevreuil 1991 permet un suivi statistiquement robuste des variations d'abondance de la

² IK

³ selon Morellet, 2008

population de chevreuils. De plus, par cette rigueur, les observateurs pourront réduire au maximum l'erreur d'estimation⁴. Toutefois, l'indice kilométrique, bien que performant si bien mené, doit être également calibré pour obtenir des résultats statistiques satisfaisants (Vincent et al, 1991).

Plusieurs modalités de réalisation sont possibles. Ainsi, il a été développé l'**IK voiture**, moins coûteux et plus facile à mettre en place (Van Laere et al., 2008). Il a l'avantage de nécessiter moins de parcours, ceux-ci étant plus longs. Cependant, il est requis d'avoir des chemins carrossables à disposition et il faut être attentif car la nécessité de suivre la route peut amener à effectuer des parcours ne passant pas à proximité de tous les types de peuplements, ce qui faussera les résultats.

L'IK pédestre et l'IK voiture ont été validés pour le chevreuil (Vincent et al., 1991 et Van Laere et al., 2008). En ce qui concerne le cerf, de nombreux gestionnaires utilisent déjà l'**Indice Nocturne (IN)**, qui se base sur le même principe que l'IK voiture mais se déroule de nuit (les animaux sont repérés aux phares). Il a été démontré que l'IN est un bon indicateur pour le suivi d'un effectif de cerfs et il est donc considéré comme un ICE. Cependant, il possède des limites entraînant à dire qu'il ne permet pas de détecter les faibles variations d'effectifs (Hamann et al., 2011).

Un dernier ICE utilisé pour évaluer les variations d'abondance dans les populations de chevreuils est le suivi de la **taille des cohortes** lors de la phase hivernale (Vincent et al., 1995) ainsi que leur sex-ratio. Il a en effet été démontré qu'une augmentation de la densité de population entraîne une augmentation des effectifs moyens des cohortes et une baisse de l'observation de femelles adultes seules pendant cette période.

Les caractéristiques des individus :

Les caractéristiques des individus sont intimement liées à la dynamique des populations et aux ressources disponibles dans l'habitat. On doit ainsi obtenir des informations sur la relation entre la population et son environnement. Les indicateurs relatifs à cette dimension sont le plus souvent des éléments biométriques, significatifs de la croissance ou du taux de reproduction de la population.

De manière générale, le suivi de la condition physique des jeunes donne une bonne indication sur l'état de la relation population/environnement, ainsi que sur la dynamique de la population en fonction des conditions climatiques (Toïgo et al., 2006). En effet, la phase juvénile du chevreuil (jusqu'à un an après la naissance) détermine grandement « le devenir et les caractéristiques d'un individu » (Delorme et al., 2007). Ainsi, chez le chevreuil, le **suivi de la masse corporelle des chevillards** (ou encore le rapport masse corporelle chevillard/masse corporelle de la mère) est un indicateur pertinent de l'état biologique et physique de la population. Cependant, il est important d'appliquer le même protocole à chaque mesure (poids vide ou plein, même procédure d'éviscération, prise en compte de la période de l'année, du sexe du chevillard,...).

D'autres indicateurs existent et peuvent compléter les informations pour le chevreuil, tels que la **mesure de la longueur de patte arrière** (Toïgo et al., 2006), la longueur **de la mâchoire inférieure** (Hewison et al., 1996) ou de la croissance des bois chez les jeunes, indicateurs de la croissance des individus (Delorme, 2007). De plus, il s'agit d'indicateurs parfois facilement applicables sur le terrain à travers les prélèvements liés à la chasse (pour la mesure de la patte, seul un guyapon est nécessaire). Au Royaume-Uni ainsi qu'en Suisse, la performance est beaucoup suivie par le **suivi de la reproduction des femelles** (surtout chez les cerfs). On peut avoir accès à cette

⁴ Voir la fiche technique du Groupe Chevreuil 1991 pour un protocole détaillé.

information en étudiant l'appareil génital des femelles prélevées et en comptant le nombre de fœtus ou corps jaunes qu'il contient (Boutin et al., 1987).

Cependant, à l'instar des indicateurs de variation d'abondance, tous ceux utilisés sur les territoires pour caractériser les animaux ne sont pas validés scientifiquement. C'est le cas par exemple de l'**indicateur « biches suitées »**, consistant à compter le nombre de faons par biches afin d'en déduire le taux de reproduction. Il a été démontré que cet indicateur n'est « pas une méthode fiable pour estimer le recrutement annuel » (Hamann et al., 2006 ou Bonenfant et al, 2005). Des indicateurs peuvent aussi servir à affiner l'étude de la dynamique des populations comme l'analyse acoustique sur le brame du cerf, par exemple, qui peut apporter des informations sur son âge ou encore son poids (Sèbe, 2012).

La pression sur l'environnement :

Comme évoqué précédemment, la relation que les populations de grand gibier entretiennent avec leur environnement est très importante. Celui-ci leur fournit non seulement un habitat, mais aussi des ressources alimentaires indispensables à leur bon développement. Les ICE se proposent donc d'évaluer la consommation de ces ressources.

Les indicateurs utilisés à l'heure actuelle sont l'**indice de consommation** (IC) et l'**indice d'abrouissement** (IA) qui sont des ICE, puisque validés scientifiquement (Morellet et al., 2001, et Chevrier et al., 2006).

Le principe de mise en œuvre de l'IC est le suivant. A partir d'un réseau de placettes aléatoirement placées selon un échantillonnage aléatoire systématique, des relevés réguliers sont effectués (chaque année, avant le débourrement de la végétation, afin de prendre en compte toutes les marques de consommation de l'année). L'IC ne considère que les marques de consommation sur les espèces ligneuses ou semi-ligneuses (abrouissement et/ou écorçage). On obtient ainsi, sur l'ensemble du massif np (nombre de placettes où au moins une espèce ligneuse ou semi-ligneuse est présente) et nc (nombre de placettes où au moins une trace de consommation a été relevée). L'IC se calcule ensuite par la formule suivante :

$$IC = (nc + 1) / (np + 2)$$

L'IC utilise au moins 150 placettes par massif et plus pour de grands massifs (Boscardin, 2005). Mais la surface de celles-ci étant réduite (1m²), un observateur peut relever un nombre important de placettes dans la journée. Les strates sont analysés jusqu'à 1,20m ou 1,80m de hauteur (en fonction de la présence ou non de cerfs sur le territoire).

Une autre variante possible de ces indices de pression sur le milieu est l'**Indice d'abrouissement** (IA) qui ne relève que les marques d'abrouissement, pratiqué à fins de consommation par les cervidés. Les placettes ont une surface nettement plus importantes que pour l'indice de consommation (voir figure 2) mais seuls les semis d'une espèce cible (par exemple le chêne commun ou le sapin pectiné) sont observés.

L'indice d'abrouissement a été validé comme ICE pour le chêne commun⁵ car fortement corrélé aux autres indicateurs d'évolution des populations comme l'IK et le poids des chevillards

⁵ Pédonculé et sessile.

(Chevrier et al., 2006). La différence principale entre l'IA et l'IC vient du fait que l'IA ne s'intéresse qu'aux parcelles en régénération dont les semis sont accessibles aux animaux ainsi qu'aux bourgeons apicaux. L'IC quant à lui, prend en compte l'ensemble des espèces ligneuses et semi-ligneuses des placettes (et n'importe quelle partie de celles-ci).

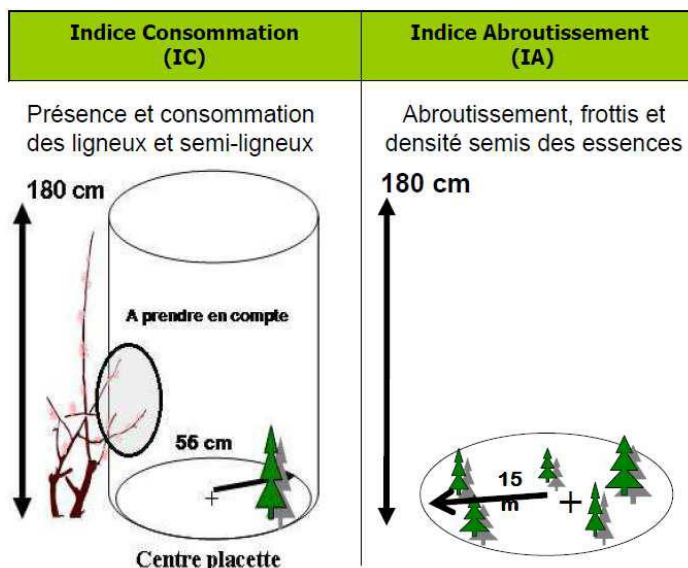


Figure 2 : Comparaison des protocoles d'indice de consommation et d'abrouissement
 Source : ONCFS, 2014

Pour conclure, les ICE représentent le changement de paradigme de suivi des populations de cervidés. Pendant plusieurs dizaines d'année, les gestionnaires ont voulu prédire des densités ou des niveaux de population, les ICE, validés scientifiquement, appellent à se diriger vers une gestion adaptative du territoire. Ainsi, après s'être fixé des objectifs à atteindre, les acteurs vont suivre les réactions de la population mais aussi du milieu et de la relation population/milieu par le biais des ICE. Certaines choses sont avant cela importantes à préciser. Tout d'abord, les ICE doivent être considérés sur des tendances temporelles. En effet, les résultats issus d'un massif ne sont pas comparables avec un autre massif, qui possède une valeur ressource (de refuge ou alimentaires), des objectifs de gestion et des populations d'animaux différents. Ainsi, plus les données seront nombreuses et suivies dans le temps, plus le suivi de la population et de sa relation avec le milieu sera affiné. En agrégeant les résultats des différents ICE du territoire, les gestionnaires ont l'opportunité d'obtenir un tableau de bord reflétant les conséquences des décisions de gestion prises pour atteindre des objectifs fixés. Ce document ressource, utile à tous les acteurs du territoire, peut constituer une base de discussion pour la gestion d'un équilibre agro-sylvo-cynégétique (voir exemple de tableau de bord et son interprétation en annexe 2).

Cependant, les acteurs ne doivent pas s'attendre à ce que les ICE indiquent un objectif chiffré de population optimal pour le territoire. En effet, celui-ci dépend des objectifs fixés localement. A partir d'un tableau de bord d'ICE, les gestionnaires d'un massif peuvent prendre des décisions totalement différentes si leur priorité est la production forestière, la production cynégétique ou tout autres objectifs liés au milieu forestier. Ils doivent donc être considérés comme des outils de décision pour le gestionnaire et non pas comme des solutions miracles. A partir de ceux-ci, une gestion

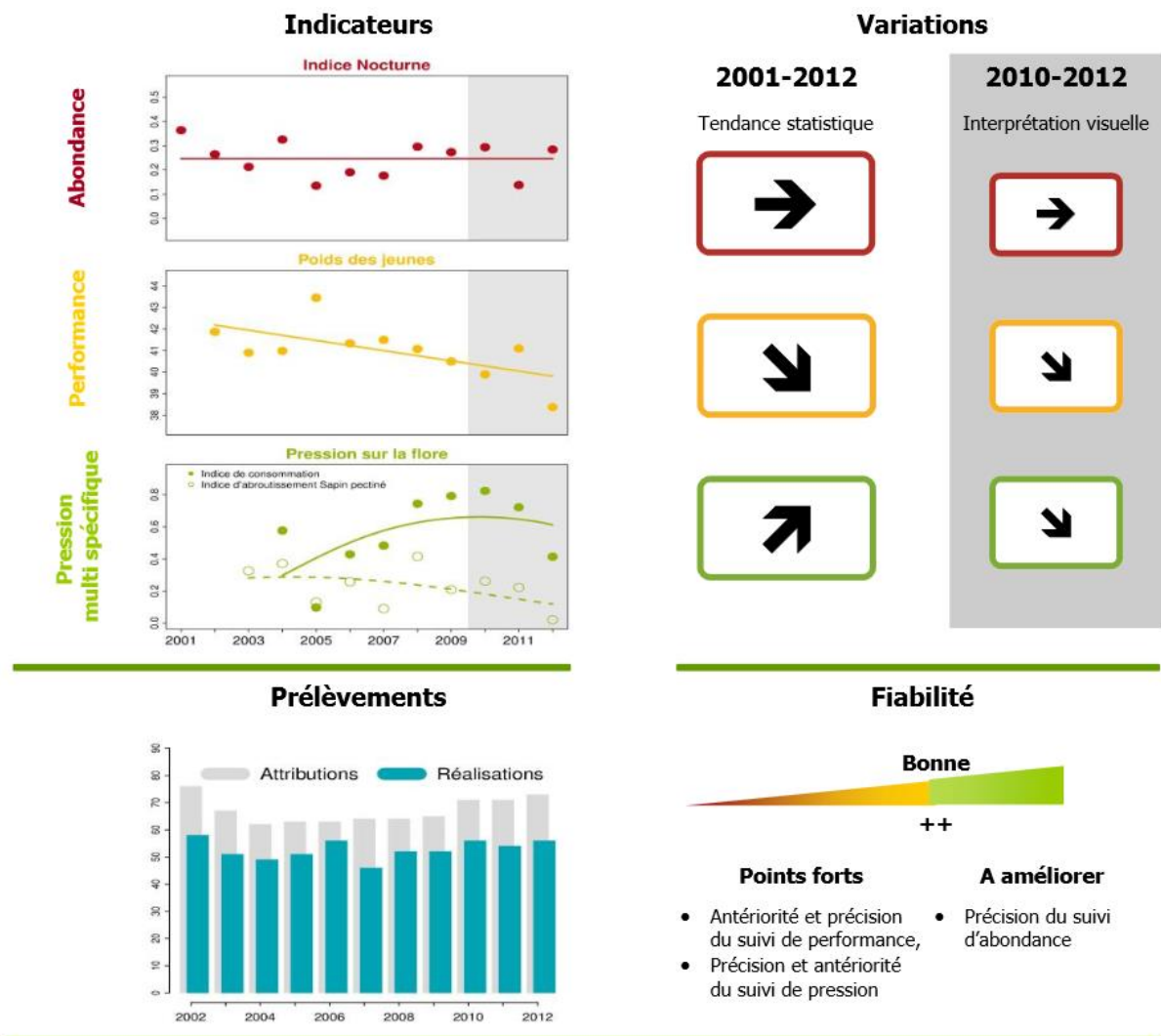
adaptative par essai-erreur, modifiant la gestion forestière ou le niveau de prélèvement (qui doivent tous deux être parfaitement connus), peut amener à tendre vers un point d'équilibre défini par les gestionnaires.

Enfin, il est nécessaire une fois de plus de rappeler que l'efficacité et la fiabilité des différents ICE dépend fortement du respect d'un protocole précis. On peut voir sur le terrain qu'il arrive souvent que ce point-là soit difficile à respecter. En effet, pour diverses raisons (taille du massif, moyens mis à disposition,...), on peut retrouver des protocoles « adaptés » ou de forts biais observateurs dans la collecte des données. Il est donc nécessaire d'entourer la mise en place de ces indicateurs d'une pédagogie conséquente et de réfléchir peut-être à des protocoles simplifiés, plus applicables sur le terrain. De plus, il peut être utile à l'avenir de développer ces indicateurs sur d'autres espèces comme les ongulés de montagnes (certains existent déjà) ou le sanglier. Le cerf quant à lui nécessite peut-être également une validation scientifique de nouveaux indicateurs. Il ne faut également pas perdre de vue que ces indicateurs ne permettent pas de mesurer les impacts sur la gestion forestière future (et ce n'est pas leur objectif). Des paramètres importants, comme l'influence de la répétitivité d'année en année des dommages, ne sont pas pris en compte ou le fait que toute consommation n'est pas obligatoirement un dégât, aussi d'autres systèmes doivent être développés dans ce but. C'est le cas du système d'enclos-exclos (qui permet d'observer l'impact de l'herbivorie sur l'organisation, l'abondance et la composition des strates forestières) ou des protocoles dégâts (qui permettent d'évaluer le coût des dégâts pour le sylviculteur) dont il sera question dans un travail ultérieur.

Annexe 1 :**Tableau récapitulatif des ICE existants.**

	Article de validation.	Espèce ciblée	Caractéristiques techniques de mise en place
<u>L'évolution de l'abondance :</u>			
Indice Kilométrique pédestre	Vincent et al., 1991	Chevreuril	8h dans l'année par circuit (4 répétitions et environ 2h par circuit). Plus le temps de formation (au minimum une 1/2h par an)
Indice Kilométrique voiture	Van Laere et al., 2008	Chevreuril	12h par an et par circuit (6 répétitions et 2h par circuit). Moins de circuits sont nécessaires.
Indice Nocturne	Hamann et al., 2011	Cerf	Mêmes caractéristiques que pour l'IK voiture.
Taille des cohortes	Vincent et al., 1995	Chevreuril	Observation par circuit (relativement semblable à l'IK pédestre).
<u>Les caractéristiques des individus :</u>			
Masse corporelle des jeunes	Gaillard et al., 1996	Chevreuril, cerf	10 min/animal. Echantillon d'au moins 30 individus. Nécessite des personnes ayant des compétences en vidage et pesée (respect du protocole).
Mesure de la patte postérieure des jeunes	Toïgo et al., 2006	Chevreuril	10 min/animal. Echantillon d'au moins 30 individus. Nécessite un instrument de mesure approprié.
Mesure de la mâchoire inférieure	Hewison et al., 1996	Chevreuril	Même caractéristiques que la mesure de la patte postérieure.
Taux de reproduction	Boutin et al., 1987	Chevreuril, cerf	Nécessite des personnes qualifiées. Temps par animal indéterminé. Echantillon d'au moins 30 individus
<u>La pression sur l'environnement :</u>			
Indice de consommation	Morellet et al., 2001	Cervidés	40-50 placettes par jour. Echantillon d'au moins 150 placettes à observer chaque année. Formation à faire.
Indice d'abroustissement	Chevrier et al., 2006	Cervidés	Placettes plus grandes que pour l'IC mais en moins grand nombre. Ciblage des observations sur une essence objectif.

Annexe 2 :



Exemple de tableau de bord des ICE issu du « Tableau de bord Ongulés-environnement 2001-2012 » (Chevrier et al (2), 2013) de l'Observatoire grande faune et habitats. Résultats pour le cerf sur le massif de la Chartreuse en Isère.

On peut voir dans ce document que les variations des ICE (l'indice nocturne, le poids des jeunes et la pression sur la flore évaluée via l'IA sur le sapin pectiné et l'IC) ont été suivies sur plus de 10 ans, ce qui permet d'avoir des tendances à long termes. Même si l'abondance de cerf est stable sur la période 2001-2012, on a pu observer une augmentation de l'IN entre 2005 et 2010. De plus, on a pu observer également une dégradation de la condition physique des jeunes (diminution du poids) au cours des 12 dernières années, ainsi qu'une diminution de la pression sur l'ensemble de la végétation et notamment sur le sapin pectiné lors des 3 dernières années. Cependant sur l'ensemble de la période, la pression sur l'ensemble de la végétation s'est quand même accentuée.

La situation semble donc se dégrader. En effet, la baisse de la condition physique des jeunes ainsi que l'augmentation de la pression peut indiquer une tendance au déséquilibre.

ABREVIATIONS

IK : Indice Kilométrique.

IN : Indice Nocturne.

IPF : Indice de Pression Floristique.

IC : Indice de consommation.

ICE : Indicateurs de changement écologique.

IA : Indice d'abrouissement.

BIBLIOGRAPHIE

BALLON, P. (1999). Indicateurs de la relation population – environnement pour le suivi des populations de chevreuils en milieu forestier de plaine. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, **244**, 22-29.

BONENFANT, C., GAILLARD, J.-M., KLEIN, F., & HAMANN, J.L. (2005) Can we use the young : female ratio to infer ungulate population dynamics? An empirical test using red deer *Cervus elaphus* as a model. *Journal of Applied Ecology*, **42**, 361-370.

BOSCARDIN, Y. (2005), Fiche cynégétique : L'indice de consommation, *Forêts de France*, **484**, 31-32.

BOUTIN, J.M., GAILLARD, J.-M., DELORME, D., & VAN LAERE, G. (1987) Suivi de l'évolution de la fécondité chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*) par l'observation des groupes familiaux. *Gibier Faune Sauvage*, **4**, 255-265.

CHEVRIER, T., SAID, S., TOIGO, C., HAMARD, J.-P., KLEIN, F., SAINT-ANDRIEUX, C., CHOPARD, B. (2006) L'indice d'abrouissement : un nouvel indicateur de la relation « forêt-gibier » ? *Faune Sauvage*, **271**, 23-27.

CHEVRIER, T., GAREL, M., PELLERIN, M., MICHALLET, J. (2013). Tableau de bord « Ongulés-environnement ».

DELORME, D. (2003). Gestion moderne du Chevreuil : de la validation à l'application des bioindicateurs. *Forêt wallonne*, **63**, 39-44

DELORME D., VAN LAERE G., GAILLARD JM., KLEIN F. (2007), La phase juvénile chez le chevreuil, un élément déterminant pour orienter la gestion de l'espèce, *Faune sauvage*, **275**, 15-22

DELORME D. (2007), La longueur de la patte arrière : un indicateur fiable du suivi des populations de chevreuils en forêt. *Supplément Faune Sauvage*, **275**.

GAILLARD, J.-M., BOISAUBERT, B., BOUTIN, J.-M., and CLOBERT, J. (1986). L'estimation d'effectifs à partir de capture-marquage-recapture: application au chevreuil *Capreolus capreolus*. *Gibier faune sauvage*, **3** : 143-158.

Gaillard, J.-M. DELORME, D. BOUTIN, J.M. VAN LAERE, G., BOISAUBERT, R. (1996). Body mass of roe deer fawns during winter in 2 contrasting populations. *Journal of Wildlife Management*, **60**: 29-36.

HAMANN JL., BONENFANT C., KLEIN F., HOLVECK H., GAILLARD JM. (2006), Les biches suitées : un indicateur pour la gestion des populations de Cerf ? *Faune Sauvage*, **272**, 16-21

HAMANN JL., BONENFANT C., MICHALLET J., GAREL M., KLEIN F., HOLVECK H. (2011), L'indice nocturne : un indicateur des variations d'abondance des populations de cerfs, *Faune Sauvage*, **292**, 17-22

- HAMANN, J.L., DOUHARD, M., BONENFANT, C., MORTZ, P., MICHALLET J., GAREL M., KLEIN, F. (2013). De l'utilité des comptages au brame pour la gestion des populations de cerfs. *Faune sauvage*, **299**, 4-8.
- HEWISON, A. J. M., VINCENT, J. P., BIDEAU, E., ANGIBAUT, J. M., PUTMAN, R. J. (1996) Variation in cohort mandible size as an index of roe deer (*Capreolus capreolus*) densities and population trends. *Journal of Zoology*, **239** : 573-581.
- MORELLET, N., GAILLARD, J-M., HEWISON, A. J. M., BALLON, P., BOSCARDIN, Y., DUNCAN, P., KLEIN, F., MAILLARD, D. (2007) Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores. *Journal of Applied Ecology*, **44**, 634-643.
- MORELLET, N. (2008) La gestion des grands herbivores par les indicateurs de changement écologique. *Faune Sauvage*, **282**, 9-18.
- MORELLET, N., CHAMPELY, S., GAILLARD, J.-M., BALLON, P., & BOSCARDIN, Y. (2001) The browsing index: new tool uses browsing pressure to monitor deer populations. *Wildlife Society Bulletin*, **29**, 1243-1252.
- SEBE, F. (2012), La bioacoustique : un outil d'avenir pour le suivi et la gestion des espèces animales. *Faune Sauvage*, **295**, 4-7
- TOIGO, C., GAILLARD, J.-M., VAN LAERE, G., HEWISON, A. J. M. and MORELLET, N. (2006). How does environmental variation influence body mass, body size, and body condition? Roe deer as a case study. *Ecography* **29**: 301-308.
- VAN LAERE, G., MICHALLET, J., GAILLARD, J-M., KLEIN, F. (2008). Une nouvelle méthode pour le suivi du chevreuil à grande échelle : l'IK voiture. *Faune Sauvage*, **282**, 19-25.
- VINCENT, J. P., GAILLARD, J. M., AND BIDEAU, E. (1991). Kilometric Index As Biological Indicator for Monitoring Forest Roe Deer Populations. *Acta Theriologica*, **36**, 315-328
- VINCENT, J. P., BIDEAU, E., HEWISON, A. J. M., ANGIBAUT, J. M. (1995) The influence of increasing density on body weight, kid production, home range and winter grouping in roe deer (*Cupreolus capreolus*). *Journal of Zoology*, **236** : 371-382.