

## Une nouvelle méthode

# pour le suivi du chevreuil à grande échelle : l'IK voiture



B. Hamann

*Le suivi des variations de l'abondance est un élément clé pour la gestion des populations de chevreuils et l'indice kilométrique pédestre est à ce jour le meilleur outil pour suivre ces variations. Toutefois, pour un suivi sur de très grandes surfaces, la mise en oeuvre de cette méthode peut être très lourde. L'utilisation de la voiture pour alléger ce protocole va permettre la mise en place, aux échelles opérationnelles de la gestion, d'un véritable outil de suivi des populations.*

**Guy Van Laere<sup>1</sup>,  
Jacques Michallet<sup>1</sup>,  
Jean-Michel Gaillard<sup>2</sup>,  
François Klein<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ONCFS, CNERA Cervidés-Sanglier – Bar-le-Duc.

<sup>2</sup> CNRS, Laboratoire de Biométrie et de Biologie évolutive, UMR 5558 – Lyon.

### Pourquoi un indice kilométrique voiture ?

Le suivi des populations de chevreuils est maintenant fondé sur la mesure des changements au cours du temps d'indicateurs de changement écologique (ICE). Cette démarche s'appuie sur le suivi de paramètres dont les variations reflètent celles de

l'équilibre population-milieu. Elle repose sur la connaissance de trois composantes : la tendance des effectifs, la performance de la population et ses relations avec l'habitat. Cette nouvelle approche a été mise en place voici un peu plus de 10 ans. Elle tend aujourd'hui à remplacer les méthodes traditionnelles de suivi, qui sont le plus souvent dérivées de comptages et qui n'impliquent que des observations directes (Morellet *et al.*, 2007 – voir l'article consacré à ce sujet dans le présent numéro).

### L'IK pédestre est souvent mal adapté à la prospection des grandes superficies

Testés au départ sur des territoires d'étude de surface restreinte, les ICE

ont rapidement démontré leur intérêt par rapport aux classiques dénombrements par comptage (Van Laere, 1999). Néanmoins, la difficulté à mettre en oeuvre de tels suivis à l'échelle de la gestion opérationnelle (unités de gestion, massifs forestiers...) est un frein à l'emploi des ICE dans la pratique. Ces difficultés de mise en place ont été souvent mises en avant pour expliquer le fait de ne pas utiliser ou d'arrêter les suivis par l'Indice kilométrique pédestre ou IK (Vincent *et al.*, 1991), l'un des plus anciens ICE proposés pour le suivi des populations de chevreuils.

Le protocole d'application de l'IK prévoit en effet la mise en place d'un circuit de 6 km pour 200 ha, chaque circuit étant parcouru à la même époque (de janvier

à avril) au moins deux fois (Groupe Chevreuil, 1991) – quoique dans la pratique 3 ou 4 répétitions soient le plus souvent effectuées. Ces dispositions alourdissent très vite la mise en place et la gestion du dispositif lorsqu'il faut l'étendre sur des superficies importantes (plusieurs milliers d'hectares). Par exemple, la mise en place de l'IK par la Fédération départementale des chasseurs (FDC) de la Charente – département particulièrement boisé – nécessite la réalisation de 800 circuits environ, répétés 4 fois chaque année (Werno & Cheminade, 1998). Compte tenu de ces difficultés, certaines FDC ont choisi d'adapter ce protocole à des parcours automobiles, afin de faciliter la généralisation du suivi sur de grandes surfaces.

### L'utilisation de l'automobile n'est pas une nouveauté en soi, c'est le couplage avec l'IK qui l'est

Des expérimentations sur différents territoires d'études avaient déjà été réalisées pour tester des circuits voiture de jour ou de nuit (Cemagref, 1984 et 1985) ; mais à l'époque, le but recherché était l'estimation de l'effectif ou au moins d'un effectif minimal. Les tests réalisés au cours des années 1970-1980 sur les territoires de Chizé (79) et de Trois-Fontaines (52) ont montré, par comparaison avec les effectifs estimés par capture-marquage-recapture (CMR), que ces techniques étaient peu fiables et inadaptées à la problématique de gestion des populations.

La démarche abordée ici est tout autre puisqu'il s'agit de l'adaptation d'un protocole testé et validé, l'Indice kilométrique, à l'utilisation d'un moyen de déplacement nouveau, la voiture.

Cette adaptation, si logique soit-elle, nécessite une validation dans les mêmes conditions que le protocole original, afin de vérifier si cet IK voiture est aussi performant que l'IK pédestre pour détecter des changements d'abondance dans des populations de chevreuils.

### Des tests réalisés sur un site de référence : Chizé

C'est sur les territoires de Dourdan (78), de Trois-Fontaines (52) et de Chizé (79) que les premiers tests concernant l'IK

pédestre ont été mis en place dans les années 1980 par l'INRA, l'ONCFS et le CEMAGREF (Vincent *et al.*, 1991).

La Réserve biologique intégrale de Chizé (ex-Réserve nationale de chasse et de faune sauvage) est un territoire de référence pour l'étude de la dynamique et la mise au point d'outils de gestion et de suivi des populations de chevreuils. Elle s'étend sur une surface de 2 600 ha clôturés. Entièrement boisée, elle comprend trois types de peuplements : une chênaie-charmaie (*Quercus sp.* – *Carpinus betulus*) sur 1 046 ha, une chênaie avec taillis d'érable champêtre (*Acer campestre*) et d'érable de Montpellier (*A. monspessulanum*) sur 758 ha, et une futaie de hêtre (*Fagus sylvatica*) sur 815 ha. Il s'agit donc d'un milieu relativement fermé, avec très peu de visibilité à l'intérieur des peuplements.

Cette réserve est cogérée par l'Office national des forêts (ONF) et l'ONCFS. Bien qu'elle soit de taille relativement restreinte, elle est parcourue par un réseau routier important (56 km) et ceinturée par un chemin carrossable (25 km). Cette configuration des lieux constitue un avantage évident pour la mise en place de circuits voiture.

Depuis 1963, l'ONCFS gère la population de chevreuils par des captures aux filets (Van Laere & Boutin, 1990). Cette population fait l'objet d'un suivi intensif : environ 60 % des adultes ont été individualisés par des colliers à plaques, ce qui permet de réaliser chaque année une évaluation précise de l'effectif adulte par CMR (Gaillard *et al.*, 2003) – cette méthode étant la référence pour l'évaluation et la validation des différents outils de suivi et de gestion des populations de chevreuils.

### Les deux types d'indices kilométriques en pratique

#### L'IK pédestre

Le protocole appliqué depuis 1981 est celui décrit dans la fiche technique du Groupe Chevreuil (1991).

Douze circuits dont la longueur varie de 5,8 à 6,8 km (carte 1) sont parcourus 4 fois (deux matins et deux soirs) en mars de chaque année, dans les deux heures qui suivent le lever du jour et dans les 2 heures qui précèdent la tombée de la nuit.

Les observateurs sont toujours seuls. Ce sont, soit des professionnels de l'ONCFS



D. Delorme/ONCFS

L'IK voiture a été testé à Chizé, où la population de 60 % des adultes y sont individualisés par des

– agents techniques ou techniciens –, soit des stagiaires formés à cette pratique. Tous les contacts visuels avec des chevreuils sont pris en compte (animaux différents ou non). Les contacts auditifs qui peuvent être reportés sur les fiches de terrain ne sont jamais intégrés aux calculs.

#### L'IK automobile

Deux circuits de 27,2 et 27,3 km ont été tracés dans les parties Nord et Sud de la réserve (carte 2). Ces deux circuits sont parcourus 6 fois (trois matins et trois soirs) au cours du mois de mars, aux mêmes horaires que les IK pédestres.

Le type de véhicule utilisé est toujours le même, avec deux personnes à bord, un chauffeur et un passager avant. Si un troisième passager est présent à l'arrière, ses observations éventuelles ne sont jamais prises en compte. Le chauffeur observe sur sa gauche, le passager observe sur sa droite et note les observations. Les animaux sont repérés à l'œil nu, les jumelles ne sont utilisées que pour éventuellement identifier les animaux. Le véhicule circule à la vitesse de 10 à 15 km/h, tous feux



on de chevreuils est suivie de très près : environ colliers à plaques.

éteints. La mise en place du protocole sur une voie publique est possible, l'utilisation des feux de signalisation n'étant pas contre-indiquée. En règle générale cependant, la longueur des circuits doit permettre leur réalisation en moins de deux heures trente et les horaires doivent être définis de façon à ne pas avoir besoin des feux de croisement.

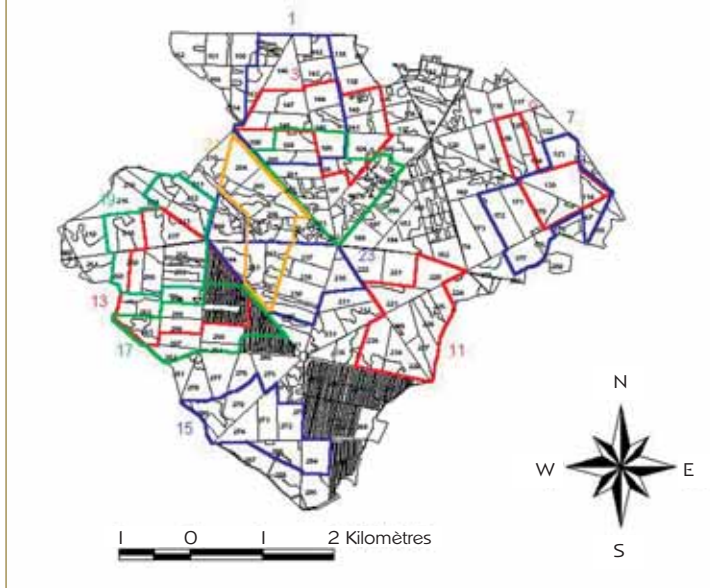
Ce protocole a été simplifié le plus possible, de façon à pouvoir le mettre en place partout sans véhicule particulier et avec le minimum de personnel. Les observateurs sont les mêmes que pour les IK pédestres.

Les circuits pédestres et automobiles étant réalisés à la même période (1<sup>er</sup> au 31 mars), un calendrier précis des passages doit être établi chaque année, afin que les observateurs ne se gênent pas entre eux.

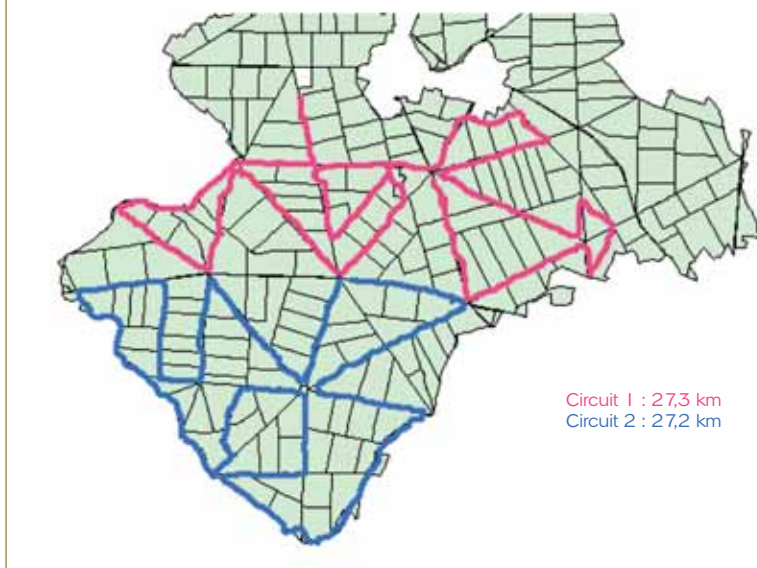
### Analyses comparatives

Nous avons analysé les deux méthodes ci-avant de façon comparative, en faisant référence aux données acquises grâce

Carte 1 – Répartition des 12 circuits d'IK pédestre sur la Réserve de Chizé



Carte 2 – Répartition des 2 circuits d'IK voiture sur la Réserve de Chizé



à la méthode de capture-marquage-recapture (CMR). Les analyses ont utilisé les modèles de régression linéaire.

### L'IK pédestre

Le protocole est appliqué sur notre territoire depuis 1981. Seuls les résultats des années 2001 à 2007 sont présentés ici pour coïncider avec l'application du protocole IK voiture qui a débuté en 2001.

Les 12 circuits sont parcourus quatre fois et pour chacune de ces 4 séries, on fait la moyenne des 12 circuits. On calcule ensuite la moyenne des quatre répétitions. C'est cette dernière valeur qui est présentée dans la colonne IK du **tableau 1**, avec les limites supérieures et inférieures de l'intervalle de confiance à 95 %. T est une mesure statistique (test de Student) qui est liée au nombre de

répétitions de la série et qui est donnée par une table de référence. E est l'erreur-type de la moyenne et ces deux valeurs T et E permettent de calculer les limites supérieures et inférieures.

#### L'IK voiture

Le calcul est effectué exactement de la même façon que pour l'IK pédestre, mais la série ne comprend que 2 circuits et elle est répétée 6 fois (tableau 2).

#### La méthode de Capture-marquage-recapture (CMR)

L'effectif des chevreuils de plus d'un an présents en mars est calculé chaque année à partir des données issues des animaux capturés aux filets.

Chaque campagne de capture comprend 12 à 13 journées réparties entre janvier et février, au cours desquelles plus de la moitié du territoire est prospecté. Le nombre d'animaux adultes capturés varie de 150 à 241 par an et l'effectif marqué représente environ 60 % des individus de plus d'un an. La proportion d'animaux marqués et recapturés permet d'estimer l'effectif des chevreuils de plus d'un an avec un intervalle de confiance à 95 % (tableau 3).

Le coefficient de corrélation entre les données obtenues par l'IK voiture et par la méthode CMR est très proche du coef-

**Tableau 1 – Résultats pour l'Indice kilométrique pédestre**

Années	IK	Limite sup.	Limite inf.	répétitions	T	E
2001	0,480	0,631	0,329	4	3,18	0,048
2002	0,650	0,804	0,496	4	3,18	0,048
2003	0,956	1,133	0,779	4	3,18	0,056
2004	1,240	1,789	0,690	4	3,18	0,173
2005	1,635	2,298	0,972	4	3,18	0,208
2006	1,128	1,486	0,769	4	3,18	0,113
2007	0,552	0,828	0,275	4	3,18	0,087

**Tableau 2 – Résultats pour l'Indice kilométrique voiture**

Années	IKV	Limite sup.	Limite inf.	répétitions	T	E
2001	0,232	0,306	0,159	6	2,57	0,029
2002	0,361	0,483	0,238	6	2,57	0,048
2003	0,593	0,885	0,302	6	2,57	0,113
2004	0,721	1,020	0,423	6	2,57	0,116
2005	1,113	1,258	0,968	6	2,57	0,056
2006	0,847	1,066	0,628	6	2,57	0,085
2007	0,364	0,432	0,296	6	2,57	0,026

ficient de corrélation entre l'IK pédestre et la méthode CMR. Le coefficient de corrélation entre l'IK voiture et l'IK pédestre est très élevé (figures 1 et 2).

Afin de tester s'il était possible d'alléger le protocole, une deuxième analyse a été effectuée avec seulement 4 séries de données, comme c'est le cas pour



D. Delorme/ONCFS

Comme l'IK pédestre, l'IK voiture s'effectue en mars. Les circuits doivent pouvoir être parcourus en moins de 2 h 30 et dans des plages horaires ne nécessitant pas d'allumer les feux de croisement.

l'IK pédestre. Les séries 2 et 4 ont donc été supprimées. Nous obtenons alors le **tableau 4**.

Le coefficient de corrélation avec la méthode CMR reste toujours très élevé et il n'y a pratiquement pas de différence avec les résultats issus du protocole initial comportant 6 séries. La corrélation entre l'IK voiture réalisé à partir de 4 séries et l'IK pédestre reste très forte. Les intervalles de confiance des deux méthodes sont sensiblement du même ordre : 0,318 en moyenne pour l'IK voiture contre 0,333 en moyenne pour l'IK pédestre (**figures 3a et 3b**).

Pour la dernière année, les résultats des deux méthodes (IK pédestre et IK voiture) indiquent une chute des effectifs alors que l'estimation CMR reste stable. Il faut rappeler à ce propos que l'estimation par CMR, telle qu'elle est mise en œuvre ici, ne rend compte que de l'effectif des animaux de plus d'un an, alors que les indices kilométriques reflètent les variations de l'effectif total. Dans notre cas, les performances de la population sont fortement limitées par les ressources qui ont diminué lors des dernières années de sécheresse (Van Laere *et al.*, 2006). Il est donc tout à fait possible que la stagnation de l'effectif des individus de plus d'un an mise en évidence par la méthode CMR corresponde en réalité à une diminution de l'effectif total. Ce sont en effet les paramètres de recrutement, reproduction et survie juvénile qui sont les plus sensibles à la limitation des ressources (Gaillard *et al.*, 1998 et 2000). Par ailleurs, la répartition des contacts entre les séances du matin et du soir est sensiblement équivalente sur l'ensemble des données recueillies entre 2001 et 2007 (604 contacts le matin et 661 le soir relevés entre 2001 et 2006). Les contacts se répartissent sur toute la durée du circuit, avec une intensité plus forte dans les 90 minutes situées de part et d'autre de l'heure médiane de la sortie. La première et la dernière demi-heure sont généralement moins riches en contacts (**figures 4 et 5**).

### Interprétation des résultats

Pour le massif étudié ici, le suivi par l'IK voiture donne un résultat aussi fiable que par l'IK pédestre, avec un investissement humain trois fois moins important. En effet, les 12 circuits répétés 4 fois par une personne qui sont nécessaires

**Tableau 3 – Suivi de l'effectif de chevreuils adultes par CMR**

Années	N min.	N	N max.
2001	259	303	366
2002	258	309	383
2003	313	373	460
2004	372	433	521
2005	379	450	553
2006	361	420	508
2007	306	387	505

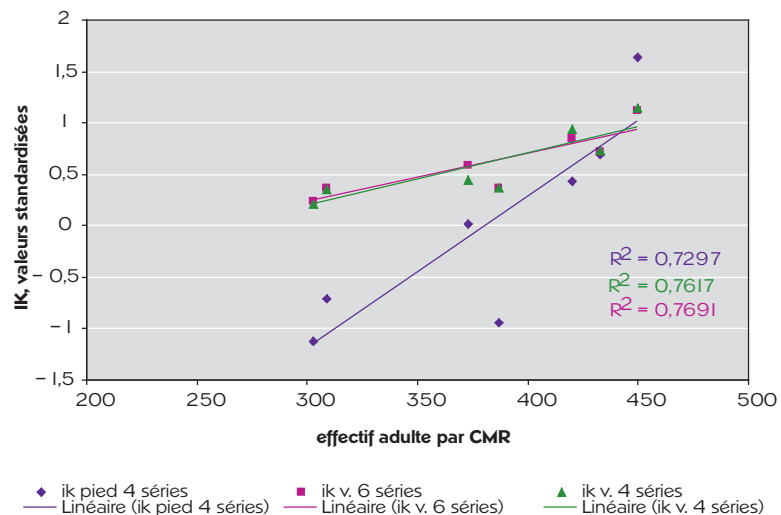
N = effectif des animaux de plus d'un an

N min. = estimation minimale

N max. = estimation maximale

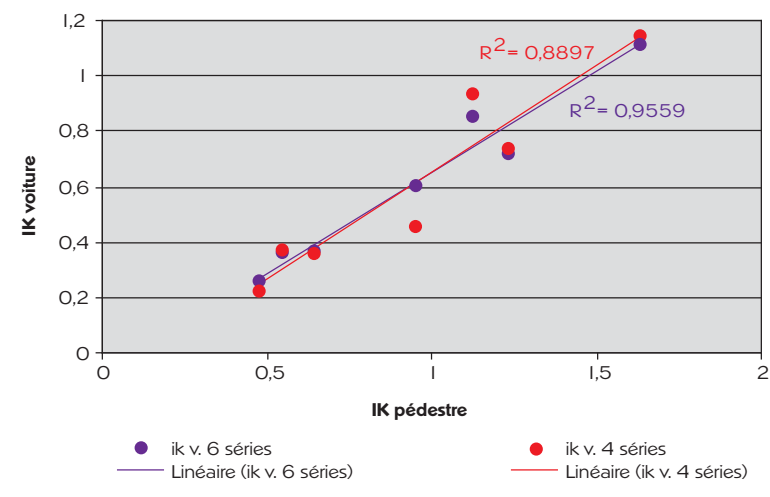
**Figure 1 – Relation entre les méthodes de type IK (IK pédestre et IK voiture) et l'estimation de l'effectif de chevreuils adultes par la méthode de type CMR**

La relation a été établie sur le site de Chizé par un suivi sur 7 ans



**Figure 2 – Relation entre l'IK voiture et l'IK pédestre**

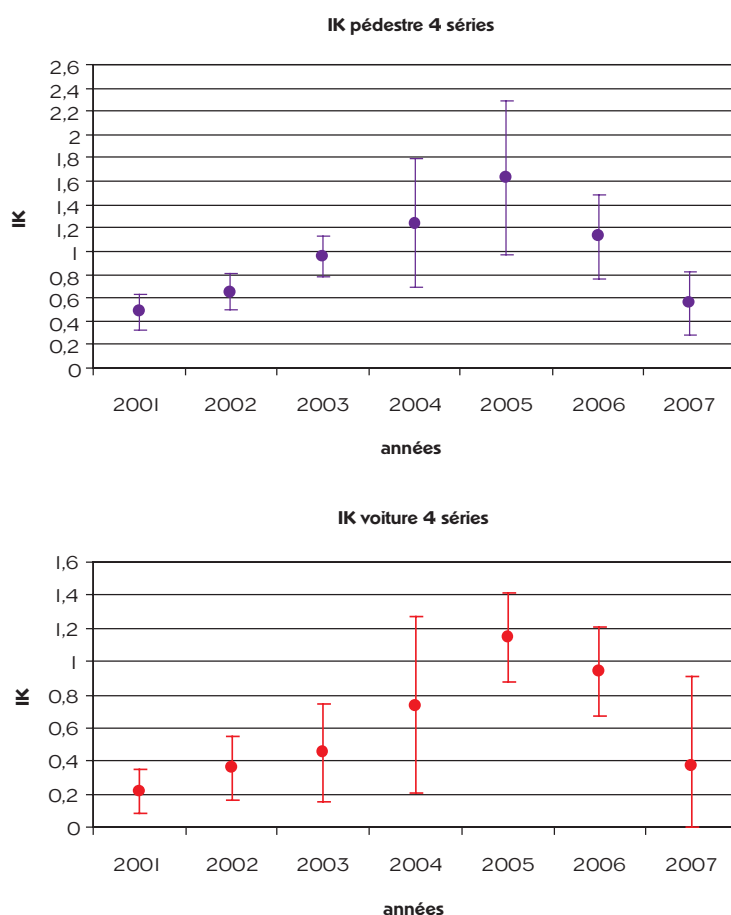
La relation a été établie sur le site de Chizé par un suivi sur 7 ans



**Tableau 4 – Résultats pour l'Indice kilométrique automobile sur 4 séries**

Années	IKV	Limite sup.	Limite inf.	séries	T	E
2001	0,216	0,349	0,082	4	3,18	0,042
2002	0,358	0,549	0,166	4	3,18	0,060
2003	0,450	0,746	0,153	4	3,18	0,093
2004	0,733	1,265	0,201	4	3,18	0,167
2005	1,142	1,410	0,874	4	3,18	0,084
2006	0,936	1,204	0,667	4	3,18	0,084
2007	0,367	0,905	- 0,171	4	3,18	0,169

**Figures 3a et 3b – Variations annuelles de l'IK pédestre et de l'IK voiture obtenues par le suivi sur 7 ans à Chizé**



au calcul annuel de l'IK pédestre correspondent à un total de 48 sorties, tandis que les 2 circuits répétés 4 fois par deux personnes qui sont nécessaires pour le calcul de l'IK voiture ne correspondent qu'à un total de 16 sorties.

La méthode de l'IK voiture pourrait donc fournir un bon outil de suivi des populations de chevreuils pour la gestion aux échelles opérationnelles (unités de

gestion, massifs forestiers, unité biogéographique...). Les résultats obtenus sur notre site, forêt caducifoliée de plaine de type plutôt fermé et à visibilité réduite, permettent de penser que la méthode est généralisable à la plupart des types d'habitats fréquentés par le chevreuil, sous réserve de l'existence d'un réseau carrossable suffisamment important.



B. Hamann

**En forêt, il faut parfois un œil bien exercé pour re visibilité est réduite...**

La validité de la méthode est bien sûr subordonnée au respect strict du protocole tel qu'il a été décrit pour l'IK pédestre, en particulier pour l'époque et les heures de réalisation.

La longueur des circuits doit permettre de couvrir toute la période d'activité des animaux, à l'aube comme au crépuscule, soit 25 à 35 km pour une vitesse moyenne de 10 à 15 km/heure.

**Un outil de gestion fiable...**

Tel qu'il a été mis en place sur notre territoire, l'Indice kilométrique voiture constitue un ICE fiable pour le suivi des variations d'effectifs d'une population de chevreuils.

Avec sa relative simplicité et ses modestes exigences en termes de logistique, cette méthode offre un outil potentiel de suivi des populations de chevreuils sur de grands territoires. En complément des autres ICE validés (masse corporelle des chevillards, indice de consommation...), l'IK voiture facilitera les prises de décision par les responsables de territoires dans le cadre d'une gestion visant à répondre à un objectif précis.

**Remerciements**

Les auteurs tiennent à remercier tous les observateurs qui ont participé aux relevés



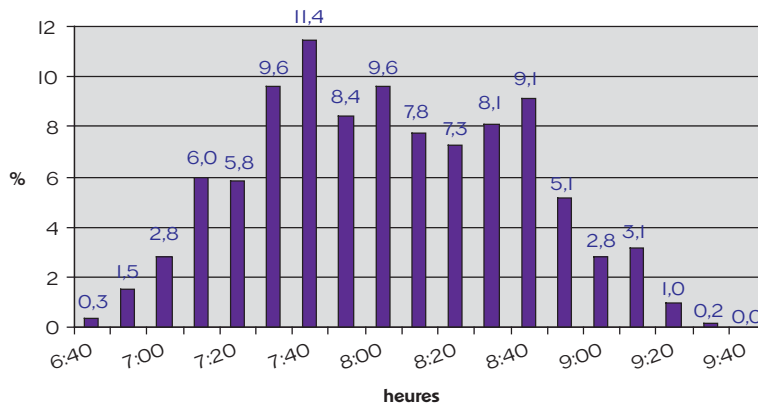
ur repérer les animaux, d'autant plus lorsque la

et en particulier le Service départemental des Deux-Sèvres de l'ONCFS, qui a assuré une grande partie des circuits pédestres et automobiles.

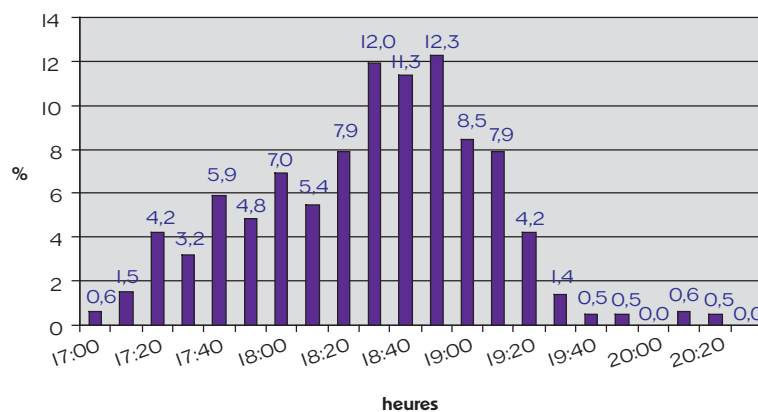
## Bibliographie

- Gaillard, J.-M., Festa-Bianchet, M. & Yoccoz, N.G. 1998. Population dynamics of large herbivores : variable recruitment with constant adult survival. *Trends in Ecology and Evolution* 13 : 58-63 ; 170.
- Gaillard, J.-M., Festa-Bianchet, M., Yoccoz, N.G., Loison, A. & Toigo, C. 2000. Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31 : 367-393.
- Gaillard, J.-M., Duncan, P., Delorme, D., Van Laere, G., Pettorelli, N., Maillard, D. & Renaud, G. 2003. Effects of Hurricane Lothar on the population dynamics of European roe deer. *Journ. Wildl. Manag.* 67 : 767-773.
- Groupe Chevreuil. 1991. Méthodes de suivi des populations de chevreuils en forêts de plaine : Exemple : l'Indice kilométrique (IK). *Bull. Mens. ONC* 157, *Fiche Tech.*
- 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. *Journ. Appl. Ecol.* 44 : 634-643.

**Figure 4 – Distribution des contacts par tranche horaire de 10 min pour les 36 séances d'IK voiture effectuées le matin à Chizé, de 2001 à 2006**



**Figure 5 – Distribution des contacts par tranche horaire de 10 min pour les 36 séances d'IK voiture effectuées le soir à Chizé, de 2001 à 2006**



- Van Laere, G. & Boutin, J.-M. 1990. Capture de chevreuils (*Capreolus capreolus*) aux filets. 26 années de suivi dans la Réserve Nationale de Chasse de Chizé (79). *Bull. Mens. ONC* 143 : 29-33.
- Van Laere, G., Maillard, D., Boutin, J.-M. & Delorme, D. 1999. Le suivi des populations de chevreuils : des méthodes traditionnelles d'estimation aux indicateurs biologiques. Actes du colloque « suivi des populations de chevreuils », Lyon, 26-27 nov. 1998. *Bull. Mens. ONC* 244 : 46-53.
- Van Laere, G., Toigo, C., Gaillard, J.-M. & Renaud, G. 2006. Les effets de la canicule de l'été 2003 sur la population de

- chevreuils de la Réserve Nationale de Chasse et de Faune sauvage de Chizé. *Faune Sauvage* 273 : 15-19.
- Vincent, J.-P., Gaillard, J.-M. & Bideau, E. 1991. Kilometric Index as a biological indicator for monitoring forest roe deer populations. *Acta Theriologica* 36 : 315-328.
- Werno, J. & Cheminade, D. 1998. Le suivi des populations de chevreuils par l'indice kilométrique : évaluation de la méthode et perspectives au niveau départemental. Actes du colloque « suivi des populations de chevreuils », Lyon, 26-27 nov. 1998. *Bull. Mens. ONC* 244 : 93-97. ■