

**SUIVI ÉCOLOGIQUE DE LA GRANDE FAUNE AU CAMEROUN
ET MISE EN PLACE D'UN PROTOCOLE DE RECENSEMENT :
LE COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE**

1^{er} février – 18 avril 2007



© Charles Dugas

- TITRE :** SUIVI ÉCOLOGIQUE DE LA GRANDE FAUNE AU CAMEROUN ET MISE EN PLACE D'UN PROTOCOLE DE RECENSEMENT : LE COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE – FÉVRIER-AVRIL 2007
- AUTEURS :** Marie-Prune HENRION en collaboration avec Maryline PELLERIN, Philippe CHARDONNET, Hubert BOULET et Hervé FRITZ
- ORGANISME AUTEUR :** Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (IGF)
- PUBLICATION :** Août 2007, Paris
- FINANCEMENT :**
- Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (IGF)
 - Sociétés de chasse du Cameroun
- AU PROFIT DE :**
- Cameroun
 - Zones de chasse
- NATURE DE L'ÉTUDE :** Stage de troisième année au Centre International d'Études Supérieures en Sciences Agronomiques SupAgro de Montpellier (option stage long, 22 janvier - 30 juin 2007)
Enseignant tuteur responsable : François BOCQUIER
- PAYS CONCERNÉ :** Cameroun
- MOTS-CLÉS :** Cameroun – Sociétés de chasse – Zones de chasse - Projet « Conservation de la grande faune du Cameroun » - Comptage en action de chasse

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	4
REMERCIEMENTS.....	6
1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE	7
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	8
2.1. Zone d'étude	8
2.2. Méthode de suivi de la faune : le comptage en action de chasse.....	8
2.2.1. Description de la méthode	8
2.2.2. Collecte des données.....	9
2.3. Méthodes d'analyse des données	10
2.3.1. Méthode 1 : le « line transect » et « distance sampling »	10
2.3.2. Méthode 2 : l'Indice kilométrique.....	10
2.3.3. Méthode 3 : le « strip transect »	11
3. RÉSULTATS	12
3.1. Estimation de densités par la méthode du « line transect »	12
3.1.1. Résultats obtenus pour l'ensemble des espèces	12
3.1.2. Résultats obtenus pour une espèce très répandue : l'ourébi	12
3.1.3. Résultats obtenus pour une espèce peu répandue : le buffle.....	13
3.1.4. Résultats obtenus pour les 8 espèces cynégétiques les plus répandues	14
3.1.5. Résultats obtenus pour chaque espèce sur l'ensemble des zones	15
3.1.6. Résultats obtenus pour le cobe de Buffon	15
3.2. Un autre outil permettant de suivre des tendances évolutives : l'Indice Kilométrique	16
3.2.1. Calcul synthétique d'Indice Kilométrique	16
3.2.2. Facteurs de variabilité de l'IK.....	17
3.2.2.1. Variabilité intra transect	17
3.2.2.2. Variabilité inter transects	17
3.2.2.3. Variabilité inter zones	18
3.2.2.4. Variabilité au cours de la journée.....	19
3.2.2.5. Variabilité temporelle.....	21
3.2.3. Résultats obtenus par espèce	23
3.2.3.1. Les grands herbivores.....	23
3.2.3.2. Les petites et moyennes espèces	24
3.3. Estimation de densités par la méthode du « strip transect »	26
4. DISCUSSION.....	27
4.1. Variabilité temporelle.....	27
4.2. Variabilité du biotope.....	27
4.2.1. Le climat	27
4.2.2. Le couvert végétal.....	28
4.3. Variabilité dans la précision des mesures.....	28
4.4. Variabilité dans l'échantillonnage.....	28
4.5. Variabilité dans la distribution des animaux	29
4.6. Vers une nouvelle méthode de comptage pour les espèces à faible taux de rencontre.....	29
4.7. Recommandations pour le comptage en action de chasse au Cameroun.....	31
BIBLIOGRAPHIE	32
ANNEXES.....	33
1. CARTE DU CAMEROUN	34
2. CALCUL DU TAUX D'ÉCHANTILLONNAGE	35
3. EXEMPLE DE BASE DE DONNEES COLLECTEE EN COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE	36
4. NOMBRE D'OBSERVATIONS, TAUX DE RENCONTRE (/100 KM) ET TAILLE DE GROUPES PAR ZONE ET PAR ESPÈCE.....	37
5. COURBES DE PROBABILITÉ DE DÉTECTION OBTENUES AVEC LE LOGICIEL DISTANCE	39
6. INDICES KILOMÉTRIQUES (/100 KM) DE RENCONTRE ET D'ABONDANCE POUR CHAQUE ESPÈCE	40
7. EXEMPLE DE CALCUL DU COEFFICIENT DE VARIATION INTRA TRANSECT SUR LA PISTE 13a DE LA ZONE C.....	40
8. EXEMPLE DE CALCUL DES INDICES KILOMÉTRIQUES DE RENCONTRE (/100 KM) DE LA ZONE B	40
9. CALCUL DE L'INDICE KILOMÉTRIQUE DE RENCONTRE (/100 KM) PAR ZONE POUR LE COBE DE BUFFON	41
10. RÉSULTATS OBTENUS AVEC DISTANCE POUR CHAQUE ESPÈCE DANS CHAQUE ZONE.....	41

RÉSUMÉ

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'initiatives visant à conserver la grande faune du Cameroun et assurer sa valorisation durable par le tourisme de chasse. Le projet, dans lequel s'inscrit cette étude, est sous l'égide de la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF) et quatre sociétés de chasse du Cameroun (Faro Koti Manga, Faro Safari Club, Faro West, et Royaume Sauvage). Il vise à mettre au point un protocole de suivi écologique adapté aux zones de chasse du Cameroun, le **comptage en action de chasse**, et à former des agents locaux pour mettre en œuvre ce suivi écologique. En construisant des outils simples et peu coûteux de gestion durable de la grande faune, cette étude permet aux sociétés de safari de contribuer à la mise en place d'un programme de suivi de l'exploitation de la faune.

Au cours de cette mission dans 4 zones de chasse du Nord du Cameroun, nous avons parcouru 6200 kilomètres de pistes, en 175 transects. 1608 observations ont été effectuées, pour un total de 4250 animaux, auxquelles s'ajoutent 3847 observations de cobes de Buffon. Cette importante abondance du Cobe de Buffon a donc justifié un traitement à part lors de l'analyse des données. Les espèces recensées sont le bubale major, le buffle de savane, le céphalophe à flanc roux, le céphalophe de Grimm, le cobe de Buffon, le cobe defassa, le cobe des roseaux, l'éland de Derby, le guib harnaché, l'hippopotame rouan, l'ourébi, et le phacochère.

Lors de l'analyse des données issues des comptages en action de chasse, on a utilisé trois méthodes différentes. On a tout d'abord appliqué la **méthode du « line transect »**, à l'aide du logiciel Distance, afin d'évaluer les densités de populations animales. Cependant, celle-ci s'est avérée peu fiable pour traiter les données collectées, notamment en raison du faible nombre d'observations d'animaux pour certaines espèces, et du nombre conséquent de pistes parcourues sans effectuer d'observation. En revanche, la méthode du « line transect » permet de déterminer une distance effective de détection (« Effective Strip Width », ESW) qui peut s'avérer utile si l'on a recours à d'autres méthodes d'analyse.

Dans un deuxième temps, on s'est attaché à l'étude d'un autre outil permettant de suivre les tendances évolutives de populations animales : l'**indice kilométrique**, en distinguant indice kilométrique d'abondance (IKA = nombre d'individus / nombre de kilomètres parcourus) et de rencontre (IKR = nombre d'observations / nombre de kilomètres parcourus). On a alors étudié les sources de variabilité de cet indicateur telles que l'heure d'échantillonnage, le choix des pistes à parcourir ou encore le moment de la saison au cours duquel on collecte les données. L'étude de ces différents facteurs a permis de déterminer des conditions favorables à l'application de cet outil et les échelles temporelles et spatiales à utiliser.

Enfin, une troisième méthode a été employée pour analyser les données récoltées lors des comptages en action de chasse : la **méthode du « strip transect »** (échantillonnage par transects en bande) qui permet d'estimer des densités en s'affranchissant du choix d'un modèle de probabilité de détection contrairement à la méthode du « line transect ». Pour les calculs, la distance effective de détection (ESW), obtenue à partir du logiciel Distance, a été utilisée comme largeur de bande d'échantillonnage.

Pour les trois méthodes d'analyse (« line transect », indice kilométrique et « strip transect »), les résultats obtenus par espèce sont détaillés, ce qui permet de s'intéresser à des notions

importantes en terme de modes de vie des espèces animales telles que la taille moyenne des groupes ou les fréquences d'observation en fonction de la zone d'étude.

L'ensemble de ces méthodes permet d'établir des recommandations sur le protocole à utiliser en fonction du nombre d'observations effectuées par espèce mais aussi de la distribution géographique de ces observations. On procède alors à une sélection de l'outil de mesure en fonction des critères de la base de données obtenue : le « line transect » sera utile pour des espèces avec un fort taux d'observations et une répartition géographique homogène ; le « strip transect » peut être appliqué indépendamment de la distribution des observations ; l'indice kilométrique (d'abondance ou de rencontre) permet de traiter le cas des espèces que l'on rencontre peu fréquemment ; et enfin l'indice kilométrique de traces est adapté aux espèces pour lesquelles les observations visuelles sont rares, telles que l'éland de Derby.

REMERCIEMENTS

Nous tenons particulièrement à remercier :

Les sociétés de chasse, Faro Koti Manga, Faro Safari Club, Faro West, et Royaume Sauvage, qui ont permis la réalisation de l'étude ;

Les guides de chasse : Guy BETAÏLLE, Patrick DAHLAN, Charles DUGAS, Jean-Paul GOUIX, Malo GUEGUEN, Pierre GUERRINI, et Frank VANNIER pour m'avoir accueillie pendant la mission et pour leur disponibilité ;

Les pisteurs : Antoine, Simon, Abanda, Mussa, Younoussa, Gadal, Denis, Bouba, Amadjoda, Oumarou, Dinkao, Caïgama, Etienne, Soulet, Koulagna, Yaouba, Janvier, Jean... pour leur contribution au comptage ;

Les clients chasseurs, qui nous ont permis d'effectuer le suivi depuis leur véhicule pendant leur chasse ;

La Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune et toute son équipe pour la préparation et le travail à Paris : Philippe CHARDONNET (directeur), Hubert BOULET (directeur adjoint), André LAMBERT et Odile CAILLOT (secrétaires), et Maryline PELLERIN (docteur en écologie).

Hervé FRITZ (chercheur CNRS, Lyon) et François BOCQUIER (professeur SupAgro, Montpellier), pour nous avoir encadré dans la rédaction de ce rapport.

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'utilisation durable des ressources faunistiques d'une région contribue à son développement ainsi qu'à sa sauvegarde. Contrairement aux idées reçues, la chasse sportive est un moyen efficace de sauvegarde, de régulation et de suivi des animaux. En effet, dans certains pays, les concessions de chasse représentent les dernières réserves de faune sauvage, les parcs nationaux et réserves naturelles ayant été fortement appauvris par un braconnage intensif. Dans les Zones d'Intérêt Cynégétique du Cameroun, les sociétés de chasse assurent la valorisation durable de la faune via un tourisme cynégétique réfléchi. Pour cela, des informations précises et régulières sur la densité de population de la faune sont essentielles pour une gestion efficace. Or, à ce jour, les effectifs et la répartition des différentes espèces de faune sauvage restent mal connus, et très peu de données scientifiques sont disponibles pour les opérateurs cynégétiques. De même, les activités humaines pratiquées dans la région et qui entrent en conflit avec la conservation de la faune sont aussi mal connues puisque leur rythme et leur intensité n'ont pas encore fait l'objet d'études systématiques.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'initiatives visant à conserver la grande faune du Cameroun et assurer sa valorisation durable par le tourisme de chasse. Le projet, dans lequel s'inscrit cette étude, est sous l'égide de la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF), quatre sociétés de chasse du Cameroun (Faro Koti Manga, Faro Safari Club, Faro West, et Royaume Sauvage) et les acteurs locaux.

Le principal objectif de ce travail, outre l'estimation d'abondance des populations, est d'adapter une méthode de dénombrement à l'action de chasse, moins coûteuse et plus simple d'utilisation pour les gestionnaires que les méthodes classiques de comptage. La diversité des paysages, la superficie des concessions de chasse visitées et les moyens disponibles ont privilégié la mise en place d'un protocole de dénombrement dérivé de la méthode du comptage en « line transect » (échantillonnage par transects en lignes, Eberhardt, 1978 ; Buckland *et al.*, 1993) : **le comptage en action de chasse**. Durant ce séjour, une autre étude a été menée en parallèle pour valider la méthode de comptage en action de chasse utilisée (Pellerin *et al.*, 2007).

L'objectif de la campagne 2007 est d'appliquer, pour la première fois au Cameroun, le comptage en action de chasse, et surtout de déterminer les limites des outils de mesure utilisés. Après avoir effectué le comptage en action de chasse sur le terrain, on a utilisé trois méthodes différentes pour analyser les données récoltées : la méthode du « line transect » mais aussi celle du « strip transect » (échantillonnage par transects en bandes, Buckland *et al.*, 1993), ainsi que la notion d'indice kilométrique (IK). Dans cette étude, l'ensemble des espèces cynégétiques est pris en compte, avec cependant un traitement à part pour le cobe de Buffon en raison de son importante abondance. On s'intéresse alors non seulement aux résultats obtenus mais également aux sources de variabilité des indicateurs utilisés afin de confirmer (ou d'infirmer) la performance de ceux-ci.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Zone d'étude

Les zones échantillonnées sont des zones de chasse du Nord du Cameroun. Elles se situent plus précisément entre la réserve du Faro et le Parc National de la Bénoué, au sud de Garoua et au Nord de N'Gaoundéré. (Annexe 1). L'étude a concerné un ensemble de zones de chasse sur une superficie totale de 412 000 ha.

Le climat ici est de type soudanien, caractérisé par une saison de pluies qui dure 6 mois (Aubreville, 1950).

La végétation qui caractérise cette région comprend :

- de la savane sèche herbeuse à *Andropogon sp*, *Hyparrhenia sp* ;
- de la savane arbustive et arborée à *Isoberlinia doka*, *Terminalia macroptera*, etc ;
- de la savane boisée à *Combretum glutinosum* ; (Letouzey, 1968) ;
- des plaines herbeuses;
- des plateaux latéritiques.

On constate aussi en moindre proportion des bambouseraies et des formations forestières de type forêts claires ou mosaïques de forêts.

Cette diversité de biotopes se traduit par une grande diversité faunistique. On trouve aussi bien de grands herbivores, espèces emblématiques telles que l'éland de Derby, que de plus petites espèces comme les céphalophes.

2.2. Méthode de suivi de la faune : le comptage en action de chasse

2.2.1. Description de la méthode

La méthode de comptage en action de chasse, utilisée pour le suivi de la faune sur le terrain, est une variante du comptage en « line-transect », et repose sur le recensement d'animaux, seuls ou en groupe, à partir de lignes d'observation (transects) formant un réseau permettant de couvrir toute la zone échantillonnée.

A titre de rappel, la méthode du « line transect » repose sur 4 hypothèses :

- les animaux sont distribués de façon aléatoire autour de l'axe de déplacement ;
- tous les animaux situés sur l'axe (ou à sa verticale) sont détectés ;
- les animaux sont détectés à leur position initiale (c'est-à-dire sans déplacement antérieur, en réponse à l'arrivée de l'observateur) ;
- la distance des animaux à l'axe d'observation est mesurée avec précision.

Lors du comptage en action de chasse, les comptages sont effectués depuis les véhicules des chasseurs **pendant les actions de chasse par les guides eux-mêmes** (ou des pisteurs), et non avec un véhicule réquisitionné pour l'ensemble de la période du comptage. Le comptage en action de chasse ne nécessite donc pas la présence d'experts extérieurs pour effectuer les comptages. Outre les avantages logistiques (utilisation des véhicules disponibles, des équipes, économie du carburant), l'intérêt d'effectuer ces comptages en action de chasse, pour les chasseurs, est qu'il n'est pas utile de suspendre l'activité cynégétique pendant les comptages.

Remarque : lorsque l'équipe de chasse quitte le véhicule pour pister un gibier, les observations effectuées à pied ne sont pas intégrées dans la collecte des données. En effet, elles ne rentrent pas en ligne de compte dans les analyses car n'interviennent pas dans le protocole de type « line transect » routier.

2.2.2. Collecte des données

La mission s'est déroulée en saison sèche (du 1^{er} février au 18 avril 2007), période pendant laquelle les conditions climatiques sont favorables à une meilleure observation de la faune et donc à l'activité cynégétique. Quatre concessions de chasse, que nous appellerons A, B, C et D, appartenant à des opérateurs différents ont été visitées, à raison de 15 jours par zone environ (deux à quatre semaines).

L'effort total a été de 6200 km de piste au cours de 70 jours de chasse (Annexe 2). L'ensemble des espèces chassables ont été relevées, les 12 principales étant :

- le bubale major (*Alcephalus buselaphus major*) ;
- le buffle de savane (*Syncerus caffer brachyceros*) ;
- le céphalophe à flanc roux (*Cephalophus rufilatus*) ;
- le céphalophe de Grimm (*Cephalophus grimmia*) ;
- le cobe de Buffon (*Kobus kob kob*) ;
- le cobe defassa (*Kobus defassa*) ;
- le cobe des roseaux (*Redunca redunca*) ;
- l'éland de Derby (*Taurotragus derbianus gigas*) ;
- le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) ;
- l'hippotrague rouan (*Hippotragus equinus*) ;
- l'ourébi (*Ourebia ourebi*) ;
- le phacochère (*Phacochoerus africanus*).

On a répertorié au total 1600 observations (Annexe 4), sans compter les cobes (à noter que l'on compte une observation lorsque l'on rencontre un individu solitaire ou un groupe d'individus). Soulignons cependant que le cobe de Buffon est l'espèce la plus abondante sur l'ensemble des zones avec 3847 observations. En raison de ce fort taux d'observations, nous avons choisi de traiter cette espèce à part.

A chaque sortie, le tracé des pistes empruntées était sauvegardé sur le GPS (« Global Positioning System ») et à chaque rencontre avec un individu ou un groupe d'individus, les données suivantes étaient relevées (Annexe 3) :

- le point GPS de l'observation ;
- l'heure de rencontre ;
- l'espèce ;
- le nombre d'individus dans le groupe et sa structure démographique ;
- la distance perpendiculaire à la piste (au télémètre quand la végétation et le temps le permettait, sinon en l'estimant) ;
- l'activité des individus ;
- le type d'habitat en distinguant milieu fermé et milieu ouvert.

2.3. Méthodes d'analyse des données

Un travail important de « découpage » des zones en transects a été mené ainsi que le report sur des cartes des observations effectuées en comptage en action de chasse. Dans un premier temps, on a donc pu visualiser l'ensemble des observations sur les cartes et avoir une première idée de la répartition géographique de celles-ci. **Trois méthodes ont ensuite été utilisées afin d'analyser les données récoltées sur le terrain par la méthode de comptage en action de chasse.**

2.3.1. Méthode 1 : le « line transect » et « distance sampling »

On a utilisé la méthode du « line transect » avec la théorie « Distance Sampling » (Buckland *et al.*, 1993), sous le logiciel Distance 5.0 (Thomas *et al.*, 2005), pour estimer les densités des espèces rencontrées dans la zone d'étude à partir des données relevées lors du suivi sur le terrain (comptage en action de chasse). La méthode du « line transect » s'affranchit de la détermination a priori de la distance de visibilité et de l'hypothèse de travail qui veut que tous les animaux de part et d'autre de la piste sont vus et comptés. L'estimateur de densité est donc plus robuste (Gaillard *et al.*, 1993) car seuls les animaux positionnés sur le transect doivent avoir une probabilité de détection égale à 1 (Buckland *et al.*, 1993).

Une première approche a été faite sur l'ensemble de la zone et sans distinction entre les espèces. On a ensuite stratifié ces analyses en calculant des estimations par espèce et par concession.

L'utilisation du logiciel Distance 5.0 nécessite la création d'une base de données « texte » dans laquelle on ne peut stratifier les observations qu'en fonction de la région d'étude. Ainsi plusieurs « projets Distance » ont été lancés successivement en considérant tout d'abord un regroupement de toutes les espèces puis chaque espèce séparément par la suite. Pour chaque projet, l'analyse statistique donne lieu à l'établissement d'une courbe de détection en fonction de la distance des individus à la piste (Annexe 3). Quatre modèles sont testés par le logiciel pour dessiner cette courbe :

- « Negative exponential » (Exponentielle Négative) ;
- « Hazard Rate » (Taux de Hasard) ;
- « Half-Normal » (Semi-Normale) ;
- « Uniform » (Uniforme).

Le modèle le plus performant est choisi en minimisant l'AIC (« Akaike Information Criterion » ; Akaike, 1973), qui est un critère de décision. Après sélection d'un de ces modèles, une estimation de la densité d'individus est calculée avec un indice de confiance de 95% de part et d'autre de la piste. Enfin, une distance efficace de détection (ESW= « Effective Strip Width ») est donnée par le logiciel. On s'intéressera ici non seulement aux résultats donnés par le logiciel Distance mais également à la précision de ceux-ci en évaluant notamment les coefficients de variation des valeurs données.

2.3.2. Méthode 2 : l'Indice kilométrique

On s'est ensuite orienté vers une analyse plus précise des taux de rencontre, ou indices kilométriques. On distingue 2 types d'indices kilométriques :

- l'indice kilométrique de rencontre (IKR) qui est le rapport entre le nombre d'observations visuelles effectuées et le nombre de kilomètres parcourus ;
- l'indice kilométrique d'abondance (IKA) qui est le rapport entre le nombre d'individus observés et le nombre de kilomètres parcourus.

Bien que l'IKA et l'IKR ne renseignent pas directement sur les effectifs de l'espèce pour la zone à l'étude, ils peuvent se révéler être des outils de gestion des populations efficaces à condition de respecter un protocole strict. Ce sont des indices des tendances évolutives des effectifs de populations.

Afin de déterminer les conditions d'application de ceux-ci, on s'est intéressé à l'ensemble des facteurs de variation de ces indicateurs, notamment la superficie de la zone d'étude, l'heure de passage, etc. Le biais lié à la prospection de zones spécifiques lors de la recherche d'un animal précis en action de chasse n'a pas été évalué cette année car il avait fait l'objet d'une longue analyse au cours de la campagne précédente. De plus, la majorité des observations ont été faites alors que l'équipe de chasse recherchait l'éland de Derby, espèce pour laquelle le faible nombre de données aurait conduit à des résultats peu cohérents.

2.3.3. Méthode 3 : le « strip transect »

La méthode du « strip transect » consiste à dénombrer les observations effectuées à l'intérieur d'une bande (« strip ») de longueur L et de largeur $2w$ (Buckland *et al.*, 1993). Il est ensuite admis que tous les objets sont détectés jusqu'à une distance w de chaque côté de l'axe, ce qui correspond à un recensement complet de la bande d'étude. Dans le cadre de cette méthode, les distances à la piste ne sont pas mesurées et les observations au-delà de la distance w sont ignorées. On estime ensuite la densité d'individus par la formule :

$$D = n / 2wL$$

où n est la quantité d'objets que l'on a compté.

Après le traitement de données avec le logiciel Distance, on a utilisé comme largeur de bande la distance efficace de détection, soit l'ESW. Ainsi, la largeur de la bande prospectée varie en fonction de l'espèce recherchée mais également de la zone d'étude. Cependant, pour obtenir un nombre suffisant d'observations permettant de minimiser le coefficient de variation de l'ESW, nous avons estimé w pour l'ensemble des zones d'étude (« pool » des observations sur l'ensemble de la région).

Enfin, on a comparé les densités obtenues par la méthode du « strip transect » à celles obtenues par la méthode du « line transect ». Si les estimateurs de densité obtenus grâce au logiciel Distance sont plus robustes car ils tiennent compte d'une probabilité de détection (égale à 1 à une distance nulle de la piste), le « strip transect » permet de s'affranchir de problèmes rencontrés avec le logiciel Distance (coefficients de variation des estimations de densité élevés à cause du faible nombre d'observations, non prise en compte des transects sans observation dans l'effort total d'échantillonnage, etc...).

3. RÉSULTATS

3.1. Estimation de densités par la méthode du « line transect »

3.1.1. Résultats obtenus pour l'ensemble des espèces

On a effectué une première évaluation de densité en regroupant toute les zones puis une autre en différenciant les zones de chasse (A, B, C ou D). Les résultats sont reportés dans le Tableau 1 :

Tableau 1 : Densités (D), distances de détection (ESW) et tailles de groupe (CS) obtenues par la méthode du « line transect » avec le logiciel Distance sur l'ensemble des espèces.

Total espèces	ESW (m)	Densité (ind/km ²)	D CV	Nombre d'observations	CS	Effort (km)	Modèle retenu
Toutes zones	66.14	2.18	4%	1599	2.6	4020.82	Taux de hasard
Zone A	72.46	1.81	10%	445	2.5	1272.50	Taux de hasard
Zone B	73.77	2.21	13%	231	4.1	599.28	Taux de hasard
Zone C	55.24	2.56	7%	502	2.7	1084.65	Taux de hasard
Zone D	71.40	2.26	8%	421	1.8	1064.40	Taux de hasard

Le coefficient de variation de la densité (D CV) est de 4% lorsque l'on considère l'ensemble des zones de chasse. On peut donc retenir cette valeur de densité totale, soit 2,18 individus/km², bien que celle-ci soit difficilement exploitable car elle ne tient pas compte de la répartition des différentes espèces. En revanche, elle peut renseigner sur le « taux d'occupation » de l'espace et sur une éventuelle surpopulation par rapport aux ressources du milieu.

Les distances efficaces de détection (ESW) donnent des indications sur la phénologie des habitats considérés et sur la prédominance de milieux ouverts/fermés. Cependant, la diversité des habitats est telle au sein de chaque zone qu'une étude plus précise est indispensable.

La colonne « Effort (km) » donne le nombre de kilomètres parcourus par zone dans le cadre de l'étude. On remarque que l'effort total n'est pas égal à celui qui a été mentionné précédemment (6 200 km). En effet, le logiciel Distance prend comme base de données l'ensemble des observations effectuées et non l'ensemble des transects parcourus. Ainsi, pour chaque piste parcourue au cours de laquelle aucun individu n'a été détecté, la longueur de la piste n'est pas prise en compte dans l'effort total. **Au cours de la collecte de données, de nombreux transects ont été parcourus sans effectuer d'observation (1 transect sur 3 en moyenne). Or, si ces kilomètres parcourus ne sont pas pris en compte dans l'analyse de données, cela engendre une surestimation des densités par rapport à la réalité.**

3.1.2. Résultats obtenus pour une espèce très répandue : l'ourébi

En analysant les résultats obtenus pour la population d'ourébis, on cherche à déterminer les sources d'erreurs ou d'inexactitudes commises lors du traitement de données. Les résultats obtenus sur l'ensemble des concessions puis le détail par zone (A, B, C et D) sont reportés dans le Tableau 2 :

Tableau 2 : Densités (D), distances de détection (ESW) et tailles de groupe (CS) obtenues par la méthode du « line transect » avec le logiciel Distance pour l'ourébi.

Ourébi	ESW (m)	Densité (ind/km ²)	D CV	Nombre d'observations	CS	Effort (km)	Modèle retenu
Toutes zones	51.25	3.60	6%	413	1.5	1697.15	Taux de hasard
Zone A	52.28	3.71	12%	138	1.7	586.34	Taux de hasard
Zone B	95.00	1.07	16%	27	1.5	197.31	Uniforme
Zone C	47.54	4.49	15%	172	1.5	602.86	Taux de hasard
Zone D	53.17	3.08	12%	76	1.4	310.64	Taux de hasard

A nouveau, on constate une grande différence entre les efforts retenus pour cette espèce et ceux reportés dans le tableau précédent. La densité globale de 3,6 individus/km² est exploitable car le coefficient de variation associé est de 6%. Les effectifs de population au sein de chaque zone sont associés à des nombres d'observations moins importants mais à des coefficients de variation qui restent faibles (entre 12 et 16%). On pourra donc retenir les densités d'ourébis obtenues pour chaque zone.

En revanche, le manque d'observations pour la zone B conduit à une valeur anormalement élevée pour la distance effective de détection (ESW) d'un si petit animal. Le coefficient de variation de l'ESW est de 0, car le modèle uniforme a été retenu. La distance de visibilité optimale correspond alors à la distance maximale de vision. De plus, si l'on étudie ce « classement » dans les résultats obtenus pour l'ensemble des espèces observées, la zone B possède une ESW sensiblement égale aux autres (73 m). **Il est donc difficile de tirer des conclusions relatives aux types d'habitat et au caractère ouvert ou fermé des milieux considérés car les résultats obtenus pour les différentes analyses sous Distance ne coïncident pas.**

3.1.3. Résultats obtenus pour une espèce peu répandue : le buffle

L'étude de ces résultats a pour objectif de déterminer la fiabilité du traitement statistique dans le cas d'une espèce pour laquelle on a un nombre d'observations très faible. On a choisi le buffle car le taux d'observation total est de 26 et des observations ont été effectuées sur plusieurs zones, comme on le voit dans le Tableau 3 :

Tableau 3 : Densités (D), distances de détection (ESW) et tailles de groupe (CS) obtenues par la méthode du « line transect » avec le logiciel Distance pour le buffle.

Buffle	ESW (m)	Densité (ind/km ²)	D CV	Nombre d'observations	CS	Effort (km)	Modèle retenu
Toutes zones	90.04	4.23	42%	26	13.3	145.87	Exponentielle négative
Zone A	400.00	1.41	51%	5	13.4	59.39	Uniforme
Zone B	150.00	23.08	56%	3	26.3	11.41	Uniforme
Zone C	100.00	14.41	8%	3	16.3	17.00	Uniforme
Zone D	160.00	8.18	48%	15	10.1	58.07	Uniforme

Ici, les coefficients de variation de la densité sont très élevés (plus de 45% sauf pour la zone C) et on constate que le modèle retenu le plus fréquemment est le modèle « uniforme ». Le logiciel Distance considère donc, aux vues du faible nombre d'observations à des distances variables, que la probabilité de détection d'un individu est indépendante de la distance de cet

individu à la piste. La courbe de détection obtenue est alors une droite parallèle à l'axe des abscisses et dont l'ordonnée est 1 (Annexe 5).

Par contre, pour la zone C on obtient un coefficient de variation de la densité de 8% pour seulement 3 observations. Alors que pour la zone B, pour un même nombre d'observations et un effort à peu près égal le coefficient de variation de la densité est de 56%. Ceci est dû au fait que les 3 observations dans la zone C étaient similaires.

Enfin, l'effort kilométrique donné pour chaque concession est à nouveau une sous-estimation de l'effort réel, et ce uniquement car le nombre d'observations est plus faible.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, comme pour l'éland de Derby (17 observations sur l'ensemble des zones), l'analyse des données avec Distance s'avère peu pertinente. **En effet, l'utilisation du logiciel Distance 5.0 implique de disposer d'observations suffisamment importantes pour que les données traitées soient robustes. Or, à part en traitant un regroupement d'espèces sur l'ensemble des zones considérées, on ne dispose pas d'un taux de rencontre satisfaisant pour l'éland et pour le buffle, et l'on enregistre donc un fort coefficient de variation dans les estimations de densités**

3.1.4. Résultats obtenus pour les 8 espèces cynégétiques les plus répandues

Comme nous venons de démontrer qu'il n'est pas pertinent de prendre en compte les espèces qui n'ont pas été observées suffisamment de fois, il s'agit maintenant d'obtenir des résultats par la méthode du « Distance Sampling » en considérant seulement les espèces les plus répandues. L'ourébi, le céphalophe de Grimm, le céphalophe à flanc roux, le guib harnaché, le phacochère, le cobe des roseaux, le bubale et l'hippotrague ont été observés entre 92 et 414 fois sur l'ensemble des zones de chasse. On a regroupé ces 8 espèces et obtenu les résultats sur Distance suivant (Tableau 4) :

Tableau 4 : Densités (D), distances de détection (ESW) et tailles de groupe (CS) obtenues par la méthode du « line transect » avec le logiciel Distance pour les 8 espèces les plus répandues.

8 espèces	ESW (m)	Densité (ind/km²)	D CV	Nombre d'observations	CS	Effort (km)	Modèle retenu
Toutes zones	64.68	5.29	4%	1506	2.1	3715.14	Taux de hasard
Zone A	70.60	4.86	9%	417	2.2	1073.18	Taux de hasard
Zone B	71.41	4.78	12%	221	2.7	590.73	Taux de hasard
Zone C	54.68	6.22	6%	475	1.7	1026.81	Taux de hasard
Zone D	69.53	5.26	8%	393	2.3	1024.43	Taux de hasard

On observe que ces résultats sont différents de ceux obtenus lorsque l'on considère également le buffle, l'éland et le cobe defassa (cf. Tableau 1).

On constate que la densité augmente de 3 individus par kilomètre carré alors que l'on considère 9 espèces en moins. Pourtant, la taille du groupe, donnée par le « Cluster Size » (CS), reste sensiblement égale. L'effort diminue de 300 kilomètres, ce qui est négligeable par rapport à l'effort total, et le nombre d'observation diminue aussi de seulement 93. Cette augmentation de densité pourrait s'expliquer par la diminution de 2 mètres de la distance de visibilité. En effet, cette diminution correspond à une diminution de 16 km² de la surface pour un nombre d'observations pratiquement égal.

Afin d'obtenir des estimations plus justes avec le logiciel Distance, à l'avenir nous ne traiterons que les 8 espèces les plus répandues. Nous allons maintenant étudier les résultats du logiciel Distance pour chacune de ces 8 espèces dans l'ensemble des zones.

3.1.5. Résultats obtenus pour chaque espèce sur l'ensemble des zones

De même que pour l'analyse distinguant les zones, on a effectué une première évaluation de densité en distinguant les 8 espèces cynégétiques les plus observées dans les zones d'études. Ces résultats sont reportés dans le Tableau 5 :

Tableau 5 : Densités (D), distances de détection (ESW) et tailles de groupe (CS) obtenues par la méthode du « line transect » avec le logiciel Distance par espèce pour l'ensemble des zones.

Espèces	ESW (m)	Densité (ind/km ²)	D CV	Nombre d'observations	CS	Effort (km)	Modèle retenu
Bubale	96.32	4.97	13%	199	4.1	858.50	Taux de hasard
Céphalophe à flanc roux	51.12	2.38	10%	159	1.1	695.93	Taux de hasard
Céphalophe de Grimm	49.48	2.16	8%	201	1.1	998.60	Taux de hasard
Cobe des roseaux	61.04	2.39	11%	92	1.5	470.64	Uniforme
Guib harnache	61.45	2.21	15%	191	1.3	889.86	Taux de hasard
Hippotrague	101.93	3.17	14%	152	4.7	919.88	Taux de hasard
Ourébi	51.25	3.60	6%	413	1.5	1697.16	Taux de hasard
Phacochère	81.38	2.82	15%	99	2.8	615.19	Taux de hasard

Remarque : nos résultats semblent également cohérents pour les espèces avec une trentaine d'observations seulement. Cette condition est vérifiée pour la plupart des espèces dans chaque zone. Le nombre d'espèces dont le taux de rencontre est supérieur à 27 est respectivement de 6, 6, 7 et 8 pour les zone A, B, C et D. Plus le temps de séjour dans la zone a été long, et plus on obtient un nombre d'observations qui justifie un traitement par zone. Les résultats obtenus pour chaque zone et pour les espèces dont le taux de rencontre est supérieur à 27 sont reportés dans un tableau en Annexe 10. On obtient des coefficients de variation de l'ESW et de la densité raisonnables, respectivement entre 0 et 20% et entre 8 et 33%. Ces résultats doivent cependant être étudiés au cas par cas, en particulier lorsque le modèle retenu est uniforme et que les coefficients de variation sont nuls ou supérieurs à 30%. On notera que le problème de la non prise en compte des transects sans observation, et donc de la surestimation des densités, reste entier.

3.1.6. Résultats obtenus pour le cobe de Buffon

Puisque dans la plupart des zones on observait en moyenne une centaine de fois des groupes de cobes par jour, on étudiera seulement les données de 2 journées choisies de manière aléatoire, pour chaque zone. La densité obtenue sur ces deux jours nous donnera une idée de l'abondance de cobes de Buffon dans les zones de chasse. Pour la zone B où la densité de population de cobes de Buffon ne différait pas des autres espèces, les données ont été étudiées sur toute la durée du séjour dans cette zone. Ces résultats sont synthétisés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Densités (D), distances de détection (ESW) et tailles de groupe (CS) obtenues par la méthode du « line transect » avec le logiciel Distance pour le cobe de Buffon.

Cobe de Buffon	ESW (m)	Densité (ind/km ²)	D CV	Nombre d'observations	CS	Effort (km)	Modèle retenu
Zone A	62.83	32.20	24%	168	4.1	169.20	Taux de hasard
Zone B	82.60	5.20	22%	46	3.4	195.10	Taux de hasard
Zone C	54.45	32.60	19%	193	2.6	139.58	Taux de hasard
Zone D	58.67	31.70	15%	196	3.2	154.35	Taux de hasard

On observe que le coefficient de variation des différentes densités est plus élevé que pour les autres espèces. Ceci est sans doute dû au fait que l'étude est effectuée sur 2 jours. **Dans les zones A, C et D, les densités de cobe sont très importantes. Ainsi on observe en moyenne 32 individus par km².** La taille des groupes est en moyenne de 3,3 individus.

Par « Distance Sampling », on a analysé les données obtenues par la méthode du « line transect ». Ce logiciel Distance n'est pas adapté pour le traitement des espèces à taux de rencontre trop faibles : on ne prendra donc pas en compte le buffle, l'éland de Derby et le cobe defassa dans cette analyse.

On estime donc des densités par zone pour l'ensemble des espèces et des densités sur l'ensemble des zones pour chacune des 8 espèces les plus répandues, ainsi que pour le cobe de Buffon. On obtient une densité de presque 5 individus par km² pour le bubale, 3,6 pour l'ourébi et autour de 2 pour le reste des espèces. On calcule des densités de plus de 30 cobes de Buffon par km² pour chacune des zones. Pour les espèces dont le nombre d'observations est supérieur à 27, on étudie au cas par cas les densités calculées par zone et par espèce, en prenant soin de déterminer quels sont les résultats qui ne sont pas cohérents.

Dans tous les cas, le traitement par Distance est problématique car les transects sur lesquels aucune observation n'a été faite ne sont pas pris en compte. L'effort est donc sous-estimé, et la densité surestimée.

3.2. Un autre outil permettant de suivre des tendances évolutives : l'Indice Kilométrique

3.2.1. Calcul synthétique d'Indice Kilométrique

On a choisi de se focaliser sur l'étude de l'indice kilométrique de rencontre, et non d'abondance, en raison du faible nombre d'observations effectuées. En effet, en ce qui concerne les « petites espèces » évoluant seules, en couple ou en petits groupes, ces deux indices sont relativement équivalents. En revanche, pour des espèces telles que le buffle ou l'éland de Derby, la probabilité de rencontre de troupeaux de grande taille biaise la petite quantité du nombre d'observations.

On peut citer à titre d'exemple l'éland de Derby pour lequel 17 observations ont été effectuées sur l'ensemble des zones étudiées pour un total de 501 individus. Si l'on calcule l'IK d'abondance, on obtient 8 individus/100 km parcourus. En revanche, l'IK rencontre est de 0,27 individu ou troupeau/100 km parcourus, ce qui est vraisemblablement plus « révélateur » du nombre d'observations effectuées pour plus de 6000 kilomètres de piste.

Dans le tableau en Annexe 6 sont reportés les indices kilométriques pour chaque espèce, par nombre d'observations (IK rencontre) et par nombre d'individus (IK abondance).

Dans la partie suivante, nous nous interrogerons sur les variations des indices kilométriques sur un même transect, entre les transects, en fonction de l'heure d'échantillonnage, entre les zones et en fonction de la période d'observation.

3.2.2. Facteurs de variabilité de l'IK

3.2.2.1. Variabilité intra transect

La plupart des transects étant parcourus plusieurs fois, on a pu calculer un indice kilométrique de rencontre à chaque passage. Afin d'obtenir des résultats cohérents, on s'est attaché à le faire pour les transects répétés au minimum 3 fois et sur lesquels le nombre d'observations total est supérieur ou égal à 5 (ce qui permet de s'affranchir des IK nuls sur plusieurs répétitions). Par la suite, on calcule le coefficient de variation (CV) de l'IK au cours des répétitions d'un même transect.

Les variations enregistrées pour chaque espèce ne sont pas très significatives car on se retrouve dans le cas où le nombre d'observations est égal à 0 ou à 1. Ceci implique des coefficients de variation très élevés car le nombre de zéros est conséquent. On a donc choisi de s'intéresser aux variations de l'IK rencontre du total des espèces. Un exemple est donné pour le calcul de ces variations sur la piste 13a de la zone C (Annexe 7).

Le coefficient de variation entre répétitions d'un même transect pour la zone C est élevé : en moyenne 55%. Le transect C1 possède le coefficient de variation le plus faible : 13,86%. Les autres coefficients de variation varient entre 24 et 85%. Ces variations de l'indice kilométrique de rencontre sur un même transect peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs : le climat, l'heure de passage sur la piste, la vitesse de la voiture, la concentration de l'observateur...

Ainsi, l'importance des variations entre les IK des répétitions d'un même transect signifie qu'il n'est pas cohérent de calculer des IK sur des transects individuels. Il est plus intéressant de raisonner par regroupement de transects, donc par zone. Il est nécessaire de mesurer la variabilité au sein d'un réseau de pistes pour confirmer cette hypothèse.

3.2.2.2. Variabilité inter transects

Le réseau de pistes de chaque zone ayant été divisé en transects, on a calculé un indice kilométrique par transect parcouru dans chaque zone, en tenant compte des répétitions. On s'est attaché à le faire par espèce et par zone. Un exemple est donné par le calcul des indices kilométriques de rencontre de la zone B (Annexe 8).

Par la suite, on calcule le coefficient de variation de l'IK entre chaque transect au sein d'une même zone et la moyenne de ce CV dans l'ensemble des zones pour chaque espèce. Une synthèse est présentée dans le tableau ci-dessous (Tableau 7) :

Tableau 7 : Coefficient de variation inter transect par espèce et par zone.

Espèces	Zones de chasse			
	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
Bubale	206%	198%	344%	259%
Buffle	543%	350%	480%	274%
Céphalophe à flanc roux	494%	176%	222%	482%
Céphalophe de Grimm	181%	196%	166%	181%
Cobe defassa	612%	0%	458%	640%
Cobe des roseaux	334%	322%	280%	207%
Éland de Derby	508%	382%	648%	389%
Guib harnaché	173%	203%	168%	464%
Hippotrague	162%	159%	242%	167%
Ourébi	154%	174%	159%	248%
Phacochère	296%	225%	445%	221%
Total	119%	85%	103%	110%

Les coefficients de variation entre transects obtenus sont très élevés. Ils sont compris entre 85 et 119% pour les 4 zones, ce qui signifie que les IK par espèce varient entre les transects. La zone la plus homogène dans la répartition des animaux est la zone C.

De plus, on se retrouve dans la même situation que pour l'étude de la variabilité intra transect car l'absence d'observation de certaines espèces sur des transects implique des coefficients de variation très élevés. Ainsi, la dispersion est plus élevée pour les espèces pour lesquelles on a le moins d'observations : l'éland de Derby avec 17 observations au total et un coefficient de variation en moyenne de 482%, le cobe defassa avec 11 observations pour un coefficient moyen de 427% et le buffle avec 26 observations pour un CV moyen de 412%.

Ces remarques tendent à justifier l'étude d'un indice kilométrique par piste. En effet, compte tenu de l'hétérogénéité des zones d'étude, il serait sans doute plus convaincant de s'appuyer sur un indicateur par piste. Cependant, comme on a vu dans la partie sur la variabilité intra-transect, l'IK obtenu par piste est lui-même très variable en fonction notamment de l'heure de passage et n'est donc pas un outil de mesure précis. Dans le but de « lisser » la variabilité observée, **on choisit donc de travailler à une échelle supérieure, en utilisant comme unité minimale d'étude la concession. Nous allons maintenant vérifier s'il est possible d'utiliser dans certains cas le regroupement des zones de chasse.**

3.2.2.3. Variabilité inter zones

Il s'agit maintenant d'évaluer la différence entre les IK des zones, pour déterminer s'il est possible de regrouper les zones entre elles sans risquer de biaiser les résultats. En effet, pour certaines espèces dont le nombre d'observations a été faible, il serait intéressant de regrouper les observations effectuées sur l'ensemble des zones pendant ces trois mois.

On calcule les IK rencontre (IKR) par zone puis le coefficient de variation entre ces IK (Tableau 8) :

Tableau 8 : Calcul du coefficient de variation inter zones à partir des IKR de chaque zone.

Zones	Km parcourus	IKR (nb obs/100 km)	Coefficient variation inter zones
Toutes zones	6199.76	25.94	13%
Zone A	1766.28	25.19	
Zone B	936.69	24.77	
Zone C	1835	27.58	
Zone D	2236.30	19.01	

Les indices kilométriques entre les zones varient très peu. **De plus, le coefficient de variation entre les zones est faible : 13%**. On constate par ailleurs que l'indice kilométrique total de rencontre est de 26 groupes d'animaux observés tous les 100 kilomètres.

Ce faible taux de variation pourrait être dû au fait que les types d'espèces et leur proportion respective dans chaque zone ne sont pas pris en compte. Pourtant, même si on calcule un indice kilométrique en distinguant le petit et le gros gibier, les coefficients de variation entre les zones sont respectivement de 21 et 26%.

Il est surprenant que l'ensemble des zones soit aussi homogène. On aurait pu s'attendre à ce que le changement de zone ou un facteur temps (avancement de la saison, changement de la phénologie de l'habitat à l'approche de la saison des pluies, etc.) soit à l'origine d'une plus grande variation entre les zones.

3.2.2.4. Variabilité au cours de la journée

Nous avons émis l'hypothèse que l'IK par piste pouvait dépendre en partie de l'heure de passage dans la partie « Variabilité intra transect ». Afin de tester cette hypothèse, nous avons relevé sur place l'heure de la journée à laquelle nous parcourions les pistes et également l'heure de chaque observation. Pour faciliter le traitement des données, la journée a été divisée arbitrairement en 8 parties (Giboin& Julliand, 2006) :

- avant le lever du soleil : AM nuit ;
- de 6h à 8h : AM1 ;
- de 8h à 10h : AM2 ;
- de 10h à 12h : AM3 ;
- de 12h à 14h : PM1 ;
- de 14h à 16h : PM2 ;
- après le coucher du soleil : PM nuit.

En considérant seulement les données sur la zone A, nous avons calculé un indice kilométrique par heure. Il convient ici de distinguer les observations des « grands herbivores » (élands de Derby, hippotrague rouan, buffle et bubale).

Sur la Figure 1, on constate que les six petites espèces sont rencontrées principalement l'après-midi. L'ourébi est observé majoritairement entre 14 et 16 heures. Cette différence matin/après-midi peut s'expliquer par le fait que, sur cette zone, la journée se divisait en deux parties. Le matin était consacré plutôt aux « espèces emblématiques », comme l'éland et le buffle, alors que l'après-midi nous recherchions en générale des petites espèces.

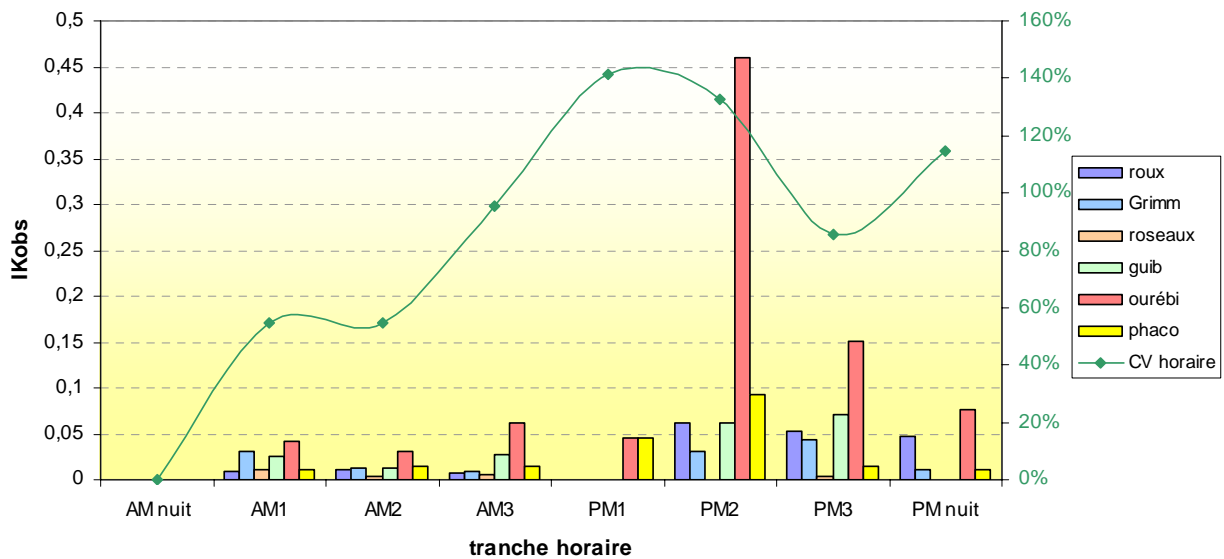


Figure 1 : Probabilité de rencontre de petit gibier sur la zone A en fonction de l'heure de la journée.

Certains résultats sont inexploitable à cause au faible nombre d'observations. C'est le cas du cobe de roseaux. Il faut cependant noter que les IK sont faibles ou nuls entre 12 et 14 heures, le matin, et le soir car ce sont des périodes de la journée pendant laquelle il y avait peu de sorties sur le terrain.

Lorsque l'on s'intéresse à l'évolution du taux de rencontre pour toutes les espèces, on constate encore cette distinction d'heures : matin/après-midi. Ainsi, le graphique d'évolution de l'IK rencontre total espèces (Figure 2) présente un pic d'observations entre 14h et 16h puis entre 16h et 18h. Les indices kilométriques étant plus élevés pour le petit gibier que pour le gros, les indices totaux suivent naturellement la même tendance. **Les IK « grands herbivores » ont, eux, plutôt tendance à atteindre leur maximum aux heures fraîches de la matinée et de la fin d'après-midi.**

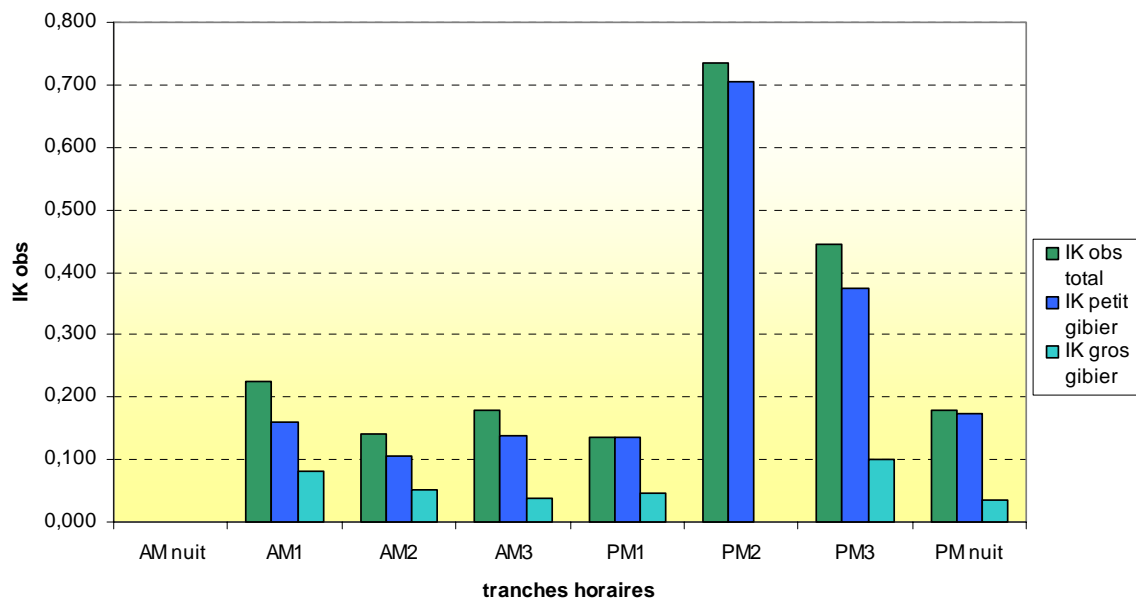


Figure 2 : Probabilité de rencontre toutes espèces confondues sur la zone A, en fonction de l'heure de la journée.

3.2.2.5. Variabilité temporelle

On a d'abord calculé un indice kilométrique journalier en fonction du nombre d'observations et de kilomètres parcourus par jour. La dispersion de cet indice journalier est représentée dans le graphique suivant (Figure 3) :

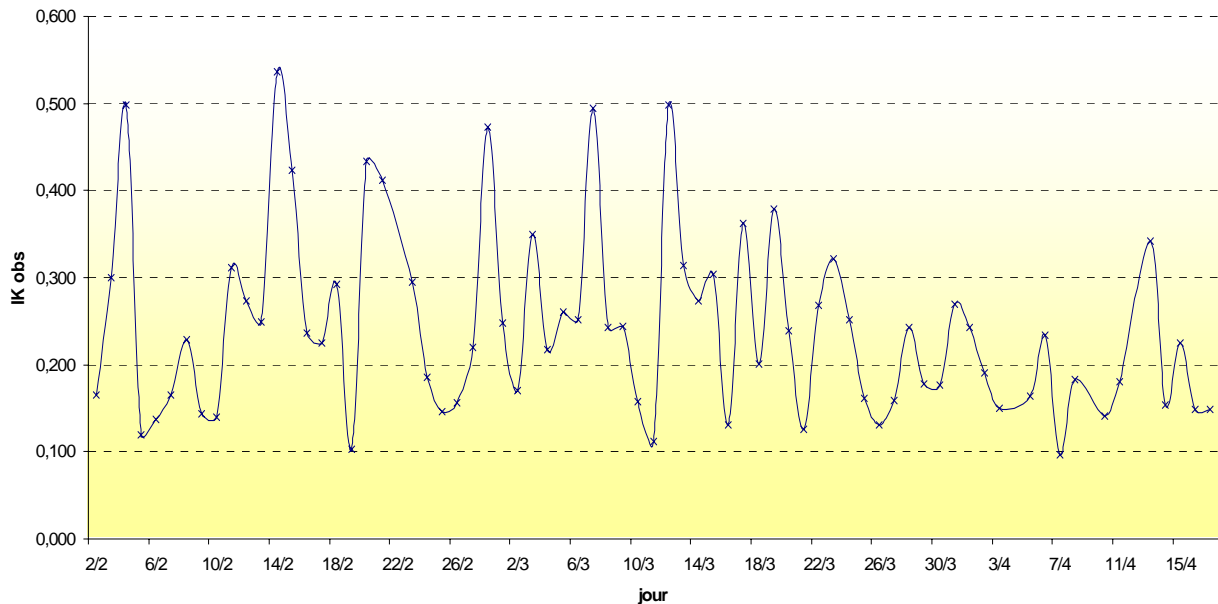


Figure 3 : Variation journalière du taux de rencontre (IKR).

On constate que l'indice kilométrique de rencontre oscille dans un intervalle fixe, de 10 à 50 groupes d'animaux rencontrés tous les 100 kilomètres. On note cependant que les variations de l'IK diminuent à partir du 18 mars : elles sont comprises entre 10 et 30 groupes d'animaux rencontrés tous les 100 kilomètres. Le coefficient de variation des IK journaliers sur l'ensemble des zones est de 43%.

Cet indice journalier s'est avéré peu pertinent car le pas de temps considéré revêtait peu d'intérêt. Il a cependant été utilisé pour calculer un coefficient de variation intra-semaine dont on étudie la variabilité au cours de la saison. **On a donc choisi la semaine comme unité de temps.** L'étude a été faite par espèce et par zone, mais par souci de lisibilité on représente ici les résultats par semaine (la semaine « C7 » est la septième semaine de la campagne de terrain, sur la zone C), toutes espèces confondues (Figure 4).

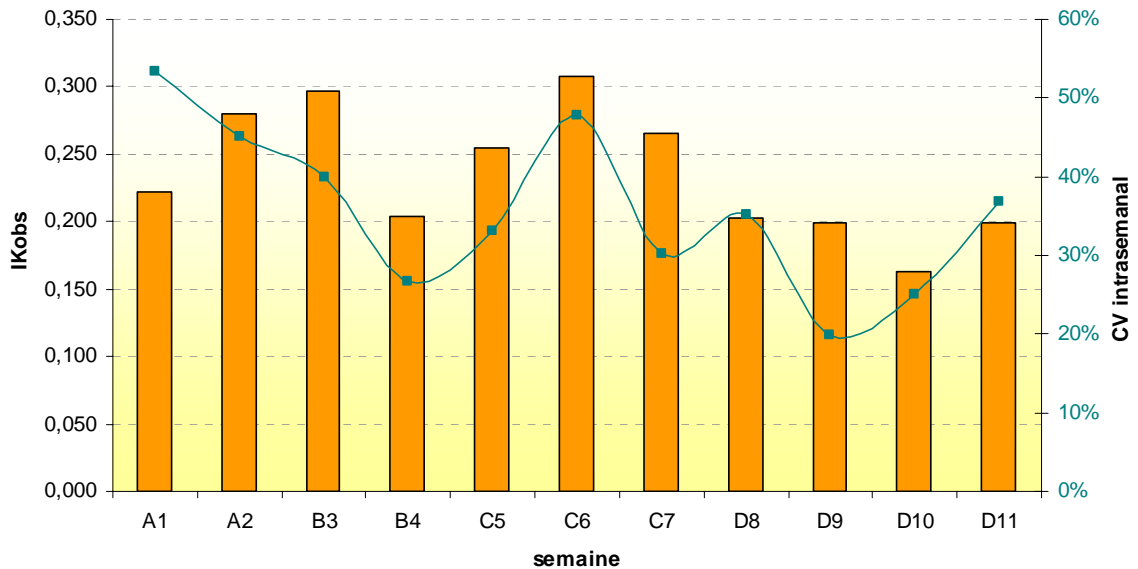


Figure 4 : Variation du taux de rencontre par semaine.

Encore une fois, l'indice kilométrique est stable : il est en moyenne de 23 groupes observés/100km, et son coefficient de variation est de 19%. On observe une nette diminution à partir de la semaine D8, qui correspond à fin mars. Cependant, on ne peut pas déterminer la part d'évolution due au changement de zone et celle qui est due au changement climatique. Toutefois, on peut souligner que la fin du mois de mars ainsi que le mois d'avril correspondent à une période de fortes chaleurs pendant laquelle les animaux cherchent l'ombre, et sont donc moins visibles.

En étudiant le coefficient de variation intra-semaine, on obtient une estimation de la robustesse de l'IK par semaine. En effet, plus le CV est faible, moins les variations de l'indice kilométrique pendant la semaine sont grandes. Ainsi, pendant la première semaine passée sur la zone A, l'IK a beaucoup varié de jour en jour, probablement à cause des hausses brutales de température enregistrées cette semaine-là. On ne peut donc pas s'appuyer sur la valeur de l'IK de la première semaine en zone A car elle n'est pas assez robuste.

Le CV intra-semaine, compris entre 19 et 53%, permet de s'affranchir du passage d'une concession à l'autre et permet d'évaluer la dispersion des valeurs de l'IK au cours de pas de temps similaires. **Il semble que la dispersion de l'IK soit constante au cours de la saison de chasse, mise à part une légère baisse à partir de la fin du mois de mars.** Cette baisse pourrait s'expliquer en partie par le sillonnage intensif des mêmes « pistes à élands » lors du séjour sur la zone D. Cela a pour effet de diminuer la variabilité intra-semaine.

3.2.3. Résultats obtenus par espèce

3.2.3.1. Les grands herbivores

Tableau 9 : Les indices kilométriques (nb obs/100 km), leur minimum et maximum et la taille moyenne des groupes de grands herbivores sur l'ensemble des zones.

Espèces	Bubale	Buffle	Éland de Derby	Hippotrague
Taux de rencontre	3.23	0.42	0.27	2.45
Minimum	1.74	0.16	0.05	1.58
Maximum	3.62	0.67	0.53	4.27
Taille moyenne groupe	4.1	13.3	31.2	4.6

Remarque : Ces résultats par zone, ainsi que le nombre d'observations pour chaque espèce, sont reportés en Annexe 4.

- **Bubale**

Le taux de rencontre pour un bubale est de 3,40 groupes pour 100 kilomètres parcourus dans la zone A, 2,88 groupes dans la zone B, 1,74 groupes pour la zone C et 3,62 groupes pour la zone D. La taille moyenne du troupeau est de 4,1 individus. Sur l'ensemble des 4 zones, l'IK rencontre est de 3,23 groupes ou solitaires pour 100 kilomètres de pistes. Il faut donc parcourir 31, 2 kilomètres pour voir un groupe de bubales.

- **Buffle**

Le taux de rencontre est de 0,28 groupe pour 100 kilomètres parcourus dans la zone A, 0,32 groupe pour la zone B, 0,16 pour la zone C et 0,67 pour la zone D. La taille moyenne des groupes est de 13,3 individus. Il faut cependant noter qu'à cause de la proportion de solitaires rencontrés, la taille moyenne n'est pas une estimation exacte de la taille des troupeaux. Le taux de rencontre sur l'ensemble de la zone est de 0,42 groupe ou solitaire pour 100 kilomètres de pistes. Il faut donc parcourir 238 kilomètres pour voir un troupeau de buffles.

- **Éland de Derby**

L'IK rencontre est de 0,34 groupe pour 100 kilomètres parcourus dans la zone A, 0,53 groupe pour la zone B, 0,05 pour la zone C (une observation) et 0,22 pour la zone D. La taille moyenne des groupes rencontrés est de 31,2 individus. Le taux de rencontre sur l'ensemble de la zone est de 0,27 groupe ou solitaire pour 100 kilomètres parcourus. Il faut donc parcourir 370 kilomètres pour voir un groupe d'élands de Derby ou un solitaire.

Cependant, notons que l'éland de Derby est un animal difficile à approcher, et que le manque d'observation de cet animal n'est pas forcément un reflet de la faible densité d'élands dans les zones recensées. En effet, les nombreuses traces observées sur les pistes ainsi que lors du pistage à pied témoignent du manque de cohérence des résultats de densité pour cette espèce.

- **Hippotrague Rouan**

Le taux de rencontre est de 2,49 groupes pour 100 km parcourus dans la zone A, 1,58 pour la zone C et 1,74 pour la zone D. La zone B possède quant à elle un IK rencontre de 4,27 groupes pour 100 kilomètres parcourus. La taille moyenne des groupes est de 4,6 individus.

Le taux de rencontre total est de 2,45 groupes ou solitaires pour 100 kilomètres parcourus. Il faut donc parcourir 40 kilomètres pour voir un groupe ou un seul hippotrague.

3.2.3.2. Les petites et moyennes espèces

Tableau 10 : Les indices kilométriques (nb obs/100 km), leur minimum et maximum et la taille moyenne des groupes de petits et moyens herbivores sur l'ensemble des zones.

Espèces	Céphalophe à flanc roux	Céphalophe de Grimm	Cobe defassa	Cobe des roseaux	Guib harnaché	Ourébi	Phacochère
Taux de rencontre	2.60	3.27	0.18	1.48	3.10	6.68	1.58
Minimum	1.92	1.97	0.00	0.57	2.19	2.88	0.87
Maximum	3.74	4.36	0.44	2.40	3.32	9.43	2.24
Taille moyenne groupe	1.1	1.1	2.7	1.5	1.5	1.5	2.8

Remarque : Ces résultats par zone, ainsi que le nombre d'observations pour chaque espèce, sont reportés en Annexe 4.

- Céphalophe

Dans la zone A le taux de rencontre du céphalophe à flanc roux est de 2,26 groupes pour 100 kilomètres. Le céphalophe de Grimm possède un IK rencontre de 2,38. Dans la zone B, le taux de rencontre est de 3,74 pour le céphalophe à flanc roux, et de 3,95 pour le céphalophe de Grimm. Le taux de rencontre du roux est de 2,34 dans la zone C et de 4,36 pour le Grimm. Dans la zone D, le taux de rencontre est de 1,92 pour le céphalophe à flanc roux et 1,97 pour le céphalophe de Grimm. La taille moyenne des groupes rencontrés pour les deux céphalophes est de 1,1. En effet, les céphalophes ont été observés seuls la plupart du temps. Sur l'ensemble des 4 zones, le taux de rencontre est plus important pour le céphalophe de Grimm, avec 3,27, que pour le céphalophe à flanc roux, qui possède un IK rencontre de 2,60. Il faut donc parcourir 38,5 kilomètres pour voir un céphalophe à flanc roux et seulement 30,3 kilomètres pour voir un céphalophe de Grimm.

- Cobe defassa

Les indices kilométriques de rencontre de cobe defassa varient énormément entre les zones. Le faible nombre d'observations rend la plupart des IK inexploitable. Dans la zone A, l'IK rencontre est de 0,11 groupe ou individu pour 100 kilomètres (2 observations) et il est de 0,04 pour la zone D (une observation). Dans la zone B nous n'avons pas rencontré de cobe defassa. La zone C possède un IK rencontre de 0,44 groupe ou individu pour 100 kilomètres de pistes. La taille moyenne des troupeaux est de 2,7 individus. Le taux de rencontre total est de 0,18 groupe ou individu pour 100 kilomètres parcourus. Il faut donc parcourir 555 kilomètres pour voir un groupe ou un solitaire de cobes defassa.

- Cobe des roseaux

Le taux de rencontre est compris entre 0,57 et 1,43, sauf pour la zone C où l'IK rencontre est de 2,40. La taille moyenne des groupes rencontrés est de 1,5 individus car cette espèce est rencontrée en couple ou seul. L'IK rencontre pour l'ensemble des zones est de 1,5 groupes ou

solitaires pour 100 km. Il faut donc parcourir 66,7 kilomètres pour observer un cobe des roseaux.

- Guib harnaché

L'IK rencontre est compris entre 2,19 et 3,32 groupes ou individus pour 100 kilomètres parcourus. La taille moyenne des groupes est de 1,5. Le taux de rencontre sur l'ensemble des zones est de 3,10 groupes ou solitaires pour 100 kilomètres parcourus. Il faut donc parcourir 33,3 kilomètres pour voir un guib harnaché.

- Ourébi

Le taux de rencontre est de 7,81 groupes pour 100 kilomètres parcourus dans la zone A et 9,43 individus pour la zone C. L'IK rencontre est de 2,88 groupes dans la zone B, et 3,40 groupes pour la zone D. La taille moyenne des groupes est de 1,5. L'IK rencontre total est de 6,68 groupes ou solitaires pour 100 kilomètres parcourus. Il faut donc parcourir 15 kilomètres pour voir un groupe d'ourébis ou un ourébi.

- Phacochère

Le taux de rencontre est compris entre 0,87 et 2,24. L'IK rencontre total est de 1,58 groupes pour 100 kilomètres parcourus. Il faut donc parcourir 66,7 kilomètres pour voir un groupe de phacochères ou un solitaire, exactement comme pour le cobe des roseaux. La taille moyenne des groupes rencontrés est de 2,8 individus.

- Cobe de Buffon

Pour le calcul des IK rencontre nous nous basons sur les données de l'ensemble des séjours sur chaque zone. Notons que sur la zone D, les cobes de Buffon n'ont été recensés que pendant la moitié du séjour. Un tableau synthétique est en Annexe 9 de ce rapport. On obtient un IK rencontre de 4,90 groupes ou individus pour 100 km de pistes parcourus dans la zone B. On obtient dans la zone A un IK rencontre de 50,78, et on observe 92,48 et 88,62 groupes ou individus pour 100 kilomètres de pistes parcourus respectivement sur les zones C et D. Ces IK sont plus de 10 fois l'IK de l'ourébi, espèce la plus abondante après le cobe de Buffon. On notera par ailleurs que l'IK de la zone A est plus faible que celui des zones C et D, alors que le calcul par Distance donnait des densités sensiblement égales entre les 3 zones.

Nous avons vérifié s'il est possible d'utiliser l'indice kilométrique comme indicateur de l'abondance pour notre comptage. L'étude de la variabilité spatiale a démontré qu'il est nécessaire de se situer non pas à l'échelle du transect mais à celui de la zone. On peut aussi éventuellement regrouper les zones d'étude, car celles-ci sont homogènes entre elles.

L'IK varie au cours de la journée, mais pour la plupart des espèces il est plus important l'après-midi. Le pas de temps utilisé pour l'étude est donc la semaine, et non la journée.

Enfin, au cours de la saison de chasse, il semblerait que la période de fin mars à mi avril présente une moindre dispersion de l'indice kilométrique.

En utilisant cette méthode, on obtient des taux de rencontre de l'ordre de 3,23 groupes ou solitaires bubales pour 100 kilomètres de piste et 6,68 groupes ou solitaires ourébis pour 100 kilomètres parcourus. Pour le cobe de Buffon, les taux de rencontre pour trois zones sont compris entre 50,78 et 92,48 groupes ou solitaires pour 100 kilomètres parcourus.

3.3. Estimation de densités par la méthode du « strip transect »

Après le traitement de données avec le logiciel Distance, on a utilisé comme largeur de bande la distance efficace de détection, soit l'ESW. Pour obtenir un nombre suffisant d'observations permettant de minimiser le coefficient de variation de l'ESW, cette estimation de w est la même pour l'ensemble des espèces de chaque zone d'étude (« pool » des observations sur l'ensemble de la zone).

On s'attache d'abord à étudier les densités par zone en comptabilisant toutes les espèces :

Tableau 11 : Estimation de densité par la méthode du « strip transect », toutes espèces confondues.

Zones	Distance efficace w (m)	Longueur L (km)	Nombre d'individus	Densité (ind/km ²)	D Distance (ind/km ²)	D LCL	D UCL
Toutes zones	66.14	6 774	4251	4.7	2.2	2.3	2.9
Zone A	72.46	1 766	1103	4.3	1.8	2.0	2.4
Zone B	73.77	937	958	6.9	2.2	1.5	2.2
Zone C	55.24	1 835	974	4.8	2.6	1.7	2.8
Zone D	71.40	2 236	1216	3.8	2.3	1.9	2.6

Puis on étudie les densités en ne considérant que les 8 espèces cynégétiques les plus répandues. En effet, comme nous l'avons constaté dans la partie « 3.1.4. Résultats obtenus pour les 8 espèces cynégétiques les plus répandues », les résultats obtenus avec le logiciel Distance (« D Distance (ind/km²) » dans le tableau) sont plus cohérents si l'on considère seulement ces 8 espèces :

Tableau 12 : Estimation de densité par la méthode du « strip transect » pour les 8 espèces les plus abondantes.

Zones	Distance efficace w (m)	Longueur L (km)	Nombre d'individus	Densité (ind/km ²)	D Distance (ind/km ²)	D LCL	D UCL
Toutes zones	64.68	6 774	3234	3.7	5.3	4.5	6.1
Zone A	70.60	1 766	922	3.7	4.9	4.9	5.8
Zone B	71.41	937	582	4.4	4.8	4.1	5.8
Zone C	54.68	1 835	838	4.2	6.2	3.8	6.1
Zone D	69.53	2 236	892	2.9	5.3	5.5	7.0

Dans le cas où l'on considère seulement les 8 espèces, on observe que les résultats de densités obtenus par la méthode du « strip transect » et ceux obtenus par la méthode « Distance Sampling » varient moins qu'en considérant toutes les espèces. La densité obtenue par « strip transect » est comprise entre les deux bornes de l'intervalle de confiance IC95 calculé par le logiciel Distance (D LCL et D UCL), sauf pour les zone A et D et pour l'ensemble des zones (« Toutes zones ». Aucune densité obtenue par la méthode du « strip transect » n'est comprise dans l'intervalle de confiance Distance pour le cas où toutes les espèces sont considérées.

En ne considérant que l'ensemble des 8 espèces les plus répandues, on obtient des estimations de densités par zone par la méthode du « strip transect » qui sont proches de celles calculées avec le logiciel Distance. Cependant, si l'on distingue les espèces, les densités obtenues par « strip transect » et par « Distance Sampling » diffèrent d'un facteur 10. On note que la méthode du « strip transect » ne permet pas de s'affranchir du logiciel Distance, qui calcule l'ESW. Or les résultats calculés par le logiciel ne sont pas cohérents pour les espèces à faible taux de rencontre.

4. DISCUSSION

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet global qui vise à l'élaboration d'une méthode de suivi de la faune. Il s'agit de voir dans quelles mesures l'action de chasse et le monitoring sont compatibles. Pour cela il faut identifier les sources de variabilité de la méthode, afin de mieux percevoir ses limites.

4.1. Variabilité temporelle

La première source de variabilité est temporelle. Les estimations de densité peuvent varier entre chaque mois. Par exemple, le mois d'avril est caractérisé par de fortes chaleurs et un changement de la phénologie de l'habitat à l'approche de la saison des pluies. Ceci peut être à l'origine de la baisse du nombre d'observations constatée sur la Figure 4 : « Variation du taux de rencontre par semaine » pendant les trois dernières semaines de campagne de terrain. Il faut donc déterminer une période optimale pour effectuer la campagne de terrain et établir un calendrier fixe de passage dans les zones.

Des arguments tels que le fait que le couvert végétal est moins important, que la température est plus faible, et que les animaux n'ont pas encore été dérangés par les activités cynégétiques nous font pencher vers une période d'étude correspondant au début de la saison de chasse. Cependant on a démontré que les taux de rencontre varient très peu entre chaque semaine. Le facteur temps semble négligeable.

Tout de même, en étudiant les variations de l'IK journalier au cours de chaque semaine, on constate que les résultats obtenus en deuxième partie de la campagne de terrain sont plus homogènes. **Cet argument nous fait pencher vers une période d'étude de fin mars à mi avril, mais ceci reste à confirmer car c'est aussi une période à plus faible taux de rencontre.**

Par ailleurs le comptage doit s'effectuer sur plusieurs semaines, afin d'augmenter le taux d'échantillonnage, assez faible cette année. Comme cela a été démontré dans la partie « Résultats obtenus pour chacune des 8 espèces dans chaque zone », **trois semaines sur une zone permet d'avoir un nombre d'observations minimum de l'ordre de n=30 pour la plupart des espèces cynégétiques, à l'exception du buffle et de l'éland.**

Enfin, le nombre d'animaux vus est plus important dans l'après-midi, à partir de 14 heures, que le matin, en particulier pour les petites espèces. Les grands herbivores sont d'avantage observés aux heures fraîches du matin et de l'après-midi. Le recensement devrait donc avoir lieu l'après-midi plutôt que le matin.

4.2. Variabilité du biotope

4.2.1. Le climat

Il pourrait être intéressant de comparer les indices kilométriques en fonction des conditions climatiques de la journée. **En effet, l'ensoleillement, la température et la présence d'Harmattan (vent de sable provenant du Tchad) influent de manière conséquente sur la visibilité et l'évolution de la faune.** Par exemple, les journées du 24 au 27 février ainsi que le 2 mars étaient caractérisées par un fort vent d'Harmattan. Or, sur le graphique « Variation

journalière du taux de rencontre », on peut voir que ces journées correspondent à des taux de rencontre minimums. Ces informations climatiques pourraient être collectées lors des prochains comptages.

4.2.2. Le couvert végétal

Il serait aussi nécessaire de pondérer les résultats obtenus à l'aide d'une carte de végétation (Gaidet *et al.*, 2003), car le couvert végétal influe sur la distance optimale de visibilité ainsi que sur le nombre d'observations, et donc sur la densité. Sur le terrain, la mosaïque de végétation, qui changeait plusieurs fois sur un même transect, rendait toute collecte de données sur le couvert végétal fastidieuse. Nous avons seulement pu noter l'aspect ouvert ou fermé de la végétation. A l'avenir, une carte de végétation pourrait être réalisée en faisant un découpage à l'aide de photographies par satellite.

4.3. Variabilité dans la précision des mesures

Il faut souligner que la collecte de données sur la végétation n'était pas la seule difficulté pendant la prise de données. **L'estimation de la distance à la piste de l'animal, ainsi que celle du nombre d'individus par groupe posaient parfois problème.** Le temps limité d'observation, la non-utilisation d'un télémètre et la spécificité de la végétation étaient à l'origine de ces difficultés. Anderson *et al.* (1979) propose une série de consignes pour effectuer le comptage de manière précise sur le terrain mais les contraintes de la collecte de données en action de chasse empêchent cependant une plus grande précision. On pourrait néanmoins former les observateurs afin de minimiser ces biais.

4.4. Variabilité dans l'échantillonnage

L'indice kilométrique varie beaucoup entre chaque répétition d'un même transect. Le coefficient de variation élevé pourrait s'expliquer par le climat, l'heure de passage sur la piste, la vitesse du véhicule ou encore la concentration de l'observateur.

Par ailleurs, les transects n'ont pas été répétés le même nombre de fois au sein d'une zone. Par exemple, les routes d'accès au camp ont été sillonnées de nombreuses fois. Ceci peut introduire un biais, tout comme le fait de commencer toujours au camp. Il aurait fallu ajuster le nombre de répétitions de transects en fonction de la visibilité et de la densité d'animaux, mais les contraintes de la méthode en action de chasse ne le permettent pas. Cependant, l'indice kilométrique permet de s'affranchir des répétitions inégales de piste. Par contre, pour que l'analyse par IK soit possible, il faut sillonner les mêmes transects d'année en année.

De manière plus générale, il faudrait évaluer l'impact de l'organisation de la chasse, comme l'ont fait Giboin & Julliard (2006). Cette organisation influe potentiellement sur l'échantillonnage, et donc sur le comptage. Par exemple, pendant les deux dernières semaines passées sur la zone D, le chasseur espérait prélever un éland de Derby en priorité, et nous nous sommes donc dirigés principalement dans la région à élans. On a constaté que le taux d'échantillonnage pour cette zone était faible par rapport aux autres zones, alors que la durée de séjour avait été la plus longue.

4.5. Variabilité dans la distribution des animaux

Le taux de rencontre varie de manière importante entre les différents transects des zones. **La répartition des animaux est donc hétérogène.** Il existe donc des transects sur lesquels aucune observation n'a été effectuée, alors que d'autres transects concentrent une grande partie des observations. **Or, nous avons vu que Distance ne prend pas en compte les transects sans observation, ce qui peut engendrer une augmentation artificielle de la densité.** Pour pallier cette source de variabilité, il serait intéressant de réviser le découpage en transects afin que ceux-ci soient plus longs (d'après nos données, au moins une observation a été effectuée sur les transects de plus de 3,5 km en moyenne). Ainsi, il y aurait des observations sur la plupart des transects.

L'agrégation des animaux dans la zone peut varier en fonction de la présence d'habitats favorables telles que les salines et les points d'eau. Mais selon les guides de chasse, compte tenu de la présence de nombreux points d'eau, il n'y a pas de forte agrégation d'animaux à ces endroits. On peut cependant noter que l'absence de la rivière Faro dans la zone B, contrairement aux trois autres zones, pourrait expliquer la population nettement moins abondante de cobes de Buffon dans la zone. En effet, le cobe de Buffon aime vivre près des rivières, dans les grandes plaines herbeuses. (Fiorenza, 1972)

Dans le rapport du Jane Goodall Institute sur le recensement et la distribution des populations d'éléphants de la réserve de Mengamé au Cameroun (Halford *et al.*, 2003a), l'analyse spatiale assistée d'un Système d'Information Géographique des distances entre les zones d'études et le village le plus proche a permis de réaliser des tests de corrélation et des régressions linéaires afin d'évaluer la force d'association des deux variables. La même méthode permettrait d'étudier l'impact des salines et des points d'eau sur les IK.

Il faut aussi noter que la chasse effectuée à proximité des routes est une source de variation par rapport aux hypothèses de base de cette méthode. En effet, la distribution de la faune est alors en défaveur du réseau de pistes sur une zone de chasse, et les animaux ont d'avantage tendance à s'enfuir au bruit du moteur de la voiture.

4.6. Vers une nouvelle méthode de comptage pour les espèces à faible taux de rencontre

Il semblerait que la méthode de comptage en action de chasse ne soit pas adaptée aux espèces dont la distribution spatiale est très hétérogène. En effet, Burnham *et al.* (1980) propose un minimum de 40 observations par estimation de densité et le faible taux de rencontre de certaines espèces conduit à des résultats peu cohérents, en particulier avec le logiciel Distance. Or, comme nous l'avons remarqué précédemment, le nombre d'observations ne reflète pas forcément la densité réelle pour certaines espèces difficilement approchables, comme l'éland et le buffle. Par exemple, l'éland de Derby est très difficile à approcher, car son ouïe et son odorat sont très développés, et il peut apercevoir l'homme à plus de 700 mètres. Cet animal peut marcher pendant des heures, même en mangeant, et ses heures de repos ou d'activité ne sont pas régulières : il est très difficile à rencontrer (Fiorenza, 1972). De plus, selon les témoignages des guides de chasse, les périodes « d'affluence » des éléphants diffèrent en fonction des zones. Certains évoquent les fortes densités d'éléphants de Derby au mois de mai, d'autres parlent du nombre important d'observations du début de la saison de chasse pendant lequel les troupeaux ne sont pas encore dérangés.

Plusieurs personnes présentes sur le terrain au Cameroun ont proposé de prendre en compte les traces de ces espèces lors du comptage. C'est ce qui a été fait par exemple par Halford *et al.* (2003b) lors d'un recensement par « line transect » de la population de gorilles et de chimpanzés dans la réserve de Mengamé au Cameroun. Un IK trace pourrait être calculé à partir de résultats obtenus lors de quelques sorties sur le terrain au cours de la saison de chasse. On peut cependant difficilement extrapoler cet IK trace à l'ensemble de la zone car la fréquence de passage des animaux sur les pistes introduit un biais.

Il serait peut-être intéressant d'inclure les observations effectuées lors des pistages pour ces espèces à faible taux de rencontre. Cependant cela risque d'introduire de nouveaux biais puisque, lors du pistage à pied, la vitesse de déplacement et le bruit à l'approche ne sont évidemment pas les mêmes qu'en voiture. Il s'agirait alors plutôt de réaliser un comptage par identification de troupeaux.

Par conséquent, on peut distinguer **plusieurs démarches différentes** (mais complémentaires) pour mettre en place le protocole de suivi de la faune recherché (le **comptage en action de chasse**), en fonction de différents critères tels que le nombre d'observations, l'homogénéité de la répartition géographique des observations effectuées, etc... (Tableau 13) :

Tableau 13 : Méthodes de comptage de la faune.

Nb d'obs	Caractéristiques des observations	Méthode de comptage	Résultats
> 40	Répartition spatiale des observations = homogène (pas ou peu de transects sans observation)	« Line transect »	Estimations des densités de populations par espèce (en fonction de la probabilité de détection de celles-ci) et des distances efficaces de détection (ESW)
> 30	Possibilité d'estimer une distance maximale de détection (sur le terrain par l'observateur ou donnée par le logiciel Distance si le coefficient de variation associé est faible)	« Strip transect »	Estimations des densités de populations par espèce (en considérant que la totalité des animaux sont détectés)
< 30	Espèces rencontrées peu fréquemment, et indépendamment de l'homogénéité de la répartition des observations	Indice Kilométrique de Rencontre ou d'Abondance	Calcul d'indices des tendances évolutives des populations animales considérées
< 30	Espèces rares (densités associées très faibles ou détection difficile) pour lesquelles on observe des traces	Indice Kilométrique de Traces	Calcul d'indices des tendances évolutives des populations animales considérées

Enfin, pour les espèces que l'on rencontre rarement, on peut également effectuer un comptage à des points fixes tels que les points d'eau, les salines, etc... (valables pour les espèces très inféodées à un type de milieu).

4.7. Recommandations pour le comptage en action de chasse au Cameroun

- Une courte formation des observateurs à la prise de données pourrait limiter la variabilité dans la précision des mesures.
- La période de fin mars à mi avril semble indiquée pour effectuer le comptage, mais ceci reste à confirmer. Le comptage doit être répété pendant la même période chaque année pour chaque zone.
- Le comptage doit s'effectuer sur un minimum de trois semaines par zone.
- Des informations climatiques doivent être collectées chaque jour, telles que la présence ou non d'Harmattan, la pluviosité et le changement de température.
- Dans la mesure du possible, des informations sur le couvert végétal sont nécessaires, en distinguant les différents types de milieux ouverts et fermés.
- Il est recommandé de noter les coordonnées GPS des salines, et éventuellement des points d'eau, afin de déterminer l'influence de l'attractivité du milieu.
- Lors de la phase de traitement des données, les zones doivent être découpées de préférence en transects de plus de 3 kilomètres, afin de minimiser le nombre de transects sans aucune observation. En effet, ces derniers ne sont pas pris en compte par le logiciel Distance et c'est une source d'erreur.
- Il serait intéressant de coupler un comptage en action de chasse avec d'autres comptages tels que les comptages fixes à des points d'eau, des plaines ou des salines pour les buffles et les éléphants de Derby. Les traces ou les comptages lors du pistage pourraient aussi être pris en compte.

BIBLIOGRAPHIE

- AKAIKE H., 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In International Symposium of Information Theory (eds B.N. Petran & F. Csàaki), pp. 267-281, Akadèmia Kiadi, Budapest. Hungary.
- ANDERSON D.R., LAAKE J.L., CRAIN B.R. & BURNHAM K.P., 1979. Guidelines for line transect sampling of biological populations. *Journal of Wildlife Management* 43:70-78.
- APFC & IGF, 2005. Suivi écologique de la grande faune dans les zones de chasse. 2005 : mise au point d'une méthode en action de chasse. APFC, Bangui & IGF, Paris.
- AUBREVILLE A., 1950. Flore forestière soudano-guinéenne en AOF - Cameroun - AEF. Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris.
- BUCKLAND S.T., ANDERSON D.R., BURNHAM K.P. & LAAKE J.L., 1993. Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations, first edition. Chapman and Hall, London.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R. & LAAKE J.L., 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife monographs* 72:1-202.
- EBERHARDT L.L., 1978. Transect method for population studies. *Journal of Wildlife Management* 42:1-31.
- FIORINZA P., 1972. Encyclopédie des animaux de grande chasse en Afrique. Edition Larousse.
- GAIDET N., FRITZ H. & NYAHUMA C., 2003. A participatory counting method to monitor populations of large mammals in non-protected areas: a case study of bicycle counts in the Zambezi Valley, Zimbabwe. *Biodiversity and Conservation* 12:1571-1585.
- GAILLARD J.M., BOUTIN J.M. & VAN LAERE G., 1993. Dénombrer les populations de Chevreuils par l'utilisation du Line Transect. Etude de faisabilité. *Revue d'Ecologie (Terre & Vie)* 48:73-85.
- GIBOIN V. & JULLIAND S., 2006. Suivi écologique de la grande faune en République Centrafricaine et mise en place d'un protocole de recensement. IGF/APFC.
- HALFORD T., EKODECK H., SOCK B., DAME M. & AUZEL P., 2003a. Recensement et distribution des populations d'éléphants (*Loxodotes africana cyclotis*) dans la réserve de Mengamé, province du Sud, Cameroun. Rapport technique n°3- MINEF/ The Jane Goodall Institute/ IRAD.
- HALFORD T., EKODECK H., SOCK B., DAME M. & AUZEL P., 2003b. Statut des populations de gorilles (*Gorilla gorilla gorilla* Savage & Wyman 1847) et de chimpanzés (*Pan troglodytes troglodytes* Blumenbach 1779) dans le Sanctuaire à gorilles de Mengamé, province du Sud, Cameroun : densité, distribution, pressions et conservations. Rapport au projet « Sanctuaire à Gorilles de Mengamé »- MINEF/ The Jane Goodall Institute/ IRAD.
- LETOUZEY R., 1968. Étude phytogéographique du Cameroun. Éditions Paul Lechevalier, Paris, 511 p.
- PELLERIN M., CHARDONNET P., BOULET H. & FRITZ H., 2007. Validation de la méthode de comptage en action de chasse. IGF/APFC.
- THOMAS L., LAAKE J.L. STRINDBERG S., MARQUES F.F.C., BUCKLAND S.T., BORCHERS D.L., ANDERSON D.R., BURNHAM K.P., HEDLEY S.L., POLLARD J.H., BISHOP J.R.B. & MARQUES T.A., 2005. Distance 5.0. Release 1. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.

ANNEXES



1. CARTE DU CAMEROUN



2. CALCUL DU TAUX D'ÉCHANTILLONNAGE

En multipliant le nombre de kilomètres parcourus sur une zone (en omettant les répétitions de pistes) par le double de la distance efficace de détection (ESW), on calcule une aire d'échantillonnage par zone. Après étude des variations des ESW entre zones et entre espèces, on choisit une distance efficace moyenne par zone. Puis, en comparant la surface calculée à la surface de chaque zone, on obtient une estimation du taux d'échantillonnage. Ces résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Zones	ESW (toutes espèces)	Longueur (km)	Surface échantillonnée (km²)	Taux d'échantillonnage
Toutes zones	66.14	990.57	131.03	3.06%
Zone A	72.46	312.11	45.23	2.51%
Zone B	73.77	204.77	30.21	5.04%
Zone C	55.24	237.60	26.25	3.75%
Zone D	71.40	191.66	27.37	2.32%

Plus le taux d'échantillonnage est élevé, plus les résultats associés seront fiables. On constate que le taux d'échantillonnage est le plus faible pour les zones aux superficies les plus grandes. Il faut souligner que les durées de séjour dans chaque zone ont varié. Les zones rangées par ordre du plus court au plus long séjour sont B, A, C puis D. Cependant si le taux d'échantillonnage est faible sur la zone D, cela peut s'expliquer par le fait que nous avons sillonné pendant 15 jours la même partie de zone car le chasseur souhaitait prélever un éland.

3. EXEMPLE DE BASE DE DONNEES COLLECTEE EN COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE

Concession	Date	N° Piste	Sens	Longueur Piste (km)	Nb GPS	Heure	Tranche horaire	Espèce	Nb total	Nombre			Angle	GPS		Activité	Habitat
										MA	FA	JU		N/S	E/O		
A	02/02/2007	FW39a	N-S	6,95 216	6:47	AM1	bubale	4	4	x	x	138	90 N8.06269	E13.29053	running	fermé	
A	02/02/2007	FW39a	N-S	6,95 221	7:13	AM1	hippotrague	1	1			40	270 N8.06726	E13.32798	dérangé	fermé	
A	02/02/2007	FW39b	N-S	32 224	7:50	AM1	roux	1	1			25	90 N8.08770	E13.36668	dérangé	fermé	
A	02/02/2007	FW39b	N-S	32 225	8:03	AM2	hippotrague	2	1	1		45	90 N8.08742	E13.38518	dérangé	ouvert	
A	02/02/2007	FW41	N-S	7,22 230	10:00	AM3	ourebi	1				60	90 N8.03210	E13.35202		ouvert	
A	02/02/2007	FW41	N-S	7,22 231	10:00	AM3	hippotrague	4	2	2		100	90 N8.03240	E13.34935		ouvert	
A	02/02/2007	FW42	E-O	7,04 233	10:34	AM3	ourebi	1				40	90 N7.99935	E13.28179		fermé	
A	02/02/2007	FW19	S-N	2,55 241	10:54	AM3	ourebi	1				300	90 N7.98493	E13.23184		fermé	
A	02/02/2007	FW19	S-N	2,55 247	10:58	AM3	girafe	5				10	270 N7.99440	E13.23014		ouvert	
A	02/02/2007	FW21	S-N	4,2 250	11:03	AM3	ourebi	2	1			50	90 N8.00708	E13.23045	resting	fermé	
A	02/02/2007	FW44	S-N	0,46 254	15:26	PM2	roux	1				20	90 N7.97409	E13.22783		fermé	
A	02/02/2007	FW19	S-N	2,55 259	15:33	PM2	girafe	5				45	90 N7.98913	E13.23098		ouvert	
A	02/02/2007	FW24	S-N	2,51 266	16:00	PM3	ourebi	1				35	90 N8.03624	E13.21139		ouvert	
A	02/02/2007	FW26	S-N	3,94 268	16:08	PM3	bubale	9	1	x	2	50	90 N8.05341	E13.21342		fermé	
A	02/02/2007	FW27	O-E	2,06 275	16:28	PM3	phacochere	2				45	90 N8.07564	E13.21113		ouvert	
A	02/02/2007	FW35b	O-E	4,33 278	16:44	PM3	hippotrague	1				40	90 N8.06410	E13.24088		ouvert	
A	02/02/2007	FW35b	O-E	4,33 281	16:52	PM3	ourebi	2				35	90 N8.05659	E13.25108		ouvert	
A	02/02/2007	FW35a	O-E	4,39 284	17:10	PM3	hippotrague	1	1			46	90 N8.05748	E13.28177		ouvert	
A	02/02/2007	FW25	E-O	9,66 293	17:37	PM3	ourebi	1				50	90 N8.02727	E13.27118		ouvert	
A	02/02/2007	FW25	E-O	9,66 296	17:49	PM3	ourebi	1				60	90 N8.03408	E13.24959		ouvert	
A	02/02/2007	FW25	E-O	9,66 297	18:00	PMnuit	roux	1				110	90 N8.04608	E13.23066		ouvert	
A	02/02/2007	FW25	E-O	9,66 299	18:08	PMnuit	ourebi	2	1	1		30	90 N8.04233	E13.21513		ouvert	

4. NOMBRE D'OBSERVATIONS, TAUX DE RENCONTRE (/100 KM) ET TAILLE DE GROUPES PAR ZONE ET PAR ESPÈCE

- Zone A

Date	Km/jour	Espèces											Total espèces
		Bubale	Buffle	Roux	Grimm	Defassa	Roseaux	Éland	Guib	Hippotrague	Ourébi	Phaco	
02-févr	132.86	2		3						5	9	1	20
03-févr	136.41	17	1		2		1	2		3	12	1	39
04-févr	98.30	7		6	5		3		9	2	12	3	47
05-févr	159.70	6	1				1		4	2	5		19
06-févr	130.76	1	1	2			1		2	2	6	2	17
07-févr	72.63	5		1	2				1	2	1		12
08-févr	113.47	0		4	1		2		2	7	6	3	25
09-févr	188.78	6			1	1			2	4	7	5	26
10-févr	164.29	3	1		2			1	1		9	6	23
11-févr	115.46	4		7	5				4	2	10	2	34
12-févr	124.15	2		1	4				4	4	17	2	34
13-févr	96.55	1		3	6		1		5	3	4	1	23
14-févr	135.94	4		8	7	1	1	2	12	4	29	1	71
15-févr	96.98	2	1	5	7			1	8	4	11	2	41
Nb total d'obs / espèce		60	5	40	42	2	10	6	54	44	138	29	430
IK rencontre total		3.40	0.28	2.26	2.38	0.11	0.57	0.34	3.06	2.49	7.81	1.64	24.34
Taille moyenne des groupes		4.0	13.4	1.1	1.1	5.5	1.8	10.3	1.3	1.0	1.7	1.3	3.8

- Zone B

Date	Km/jour	Espèces											Total espèces
		Bubale	Buffle	Roux	Grimm	Roseaux	Éland	Guib	Hippotrague	Ourébi	Phaco		
16-févr	33.78	1		1	1			1	1	1	2	1	8
17-févr	71.22	3			2			1	2	5	1	2	16
18-févr	122.96	3		6	7	2		3	9	4	4	2	36
19-févr	58.18			1	1	1		1	1	1	1		6
20-févr	76.17	4	1	6	4	2	1	6	3	2	4	4	33
21-févr	75.18	3		3	6		1	2	6	5	5	4	30
23-févr	95.05	6		5	3		1	5	3	4	4	1	28
24-févr	113.26	3		4	3		1	3	2	2	2	2	20
25-févr	61.32				1				3	2	2	2	8
26-févr	102.27	3		3	3			1	2	2	2	2	16
27-févr	127.30	1	2	6	6	1		4	5	2	2	1	28
Nb total d'obs / espèce		27	3	35	37	6	5	28	40	27	21		229
IK rencontre total		2.88	0.32	3.74	3.95	0.64	0.53	2.99	4.27	2.88	2.24		24.45
Taille moyenne des groupes		4.8	26.3	1.1	1.0	1.3	57.4	1.3	6.0	1.5	2.6		10.3

• Zone C

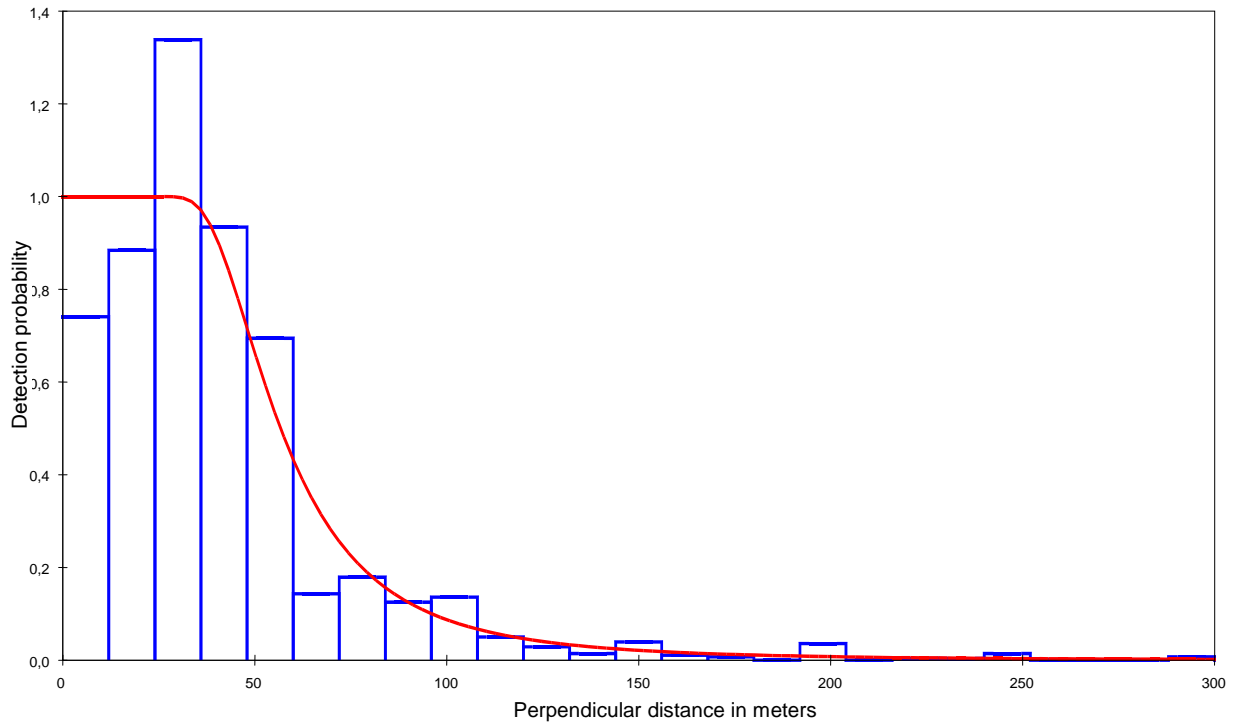
Date	Km/jour	Espèces											Total espèces
		Bubale	Buffle	Roux	Grimm	Defassa	Roseaux	Éland	Guib	Hippotrague	Ourébi	Phaco	
28-févr	31.68			3	3		3		2		3		14
01-mars	68.54			1	1				2		9	2	16
02-mars	123.19	1	1	3	3		1		4		5		20
03-mars	80.16			3	9		1				11	2	28
04-mars	87.53			2	3				2		3	2	16
05-mars	53.75			2	3				3		5		13
06-mars	127.28	3		1	5		4	1	1	2	15		32
07-mars	115.23	3		7	6	2	3		11	2	21	1	56
08-mars	82.50			2	1		1		3	2	11		20
09-mars	106.33	2		2	2		1		4	1	11	3	26
10-mars	82.58	2					1		3	1	5		12
11-mars	80.04						1		1		7		9
12-mars	98.27	4		2	12	1	8		5	1	16		49
13-mars	9.57								3				3
14-mars	84.13			3	4	1	4		1	2	8		23
15-mars	131.72	4	1	1	6		4		3	2	16		37
16-mars	106.76	1			3	1	2		1	3	2	1	14
17-mars	55.12			6	4				6		3	1	20
18-mars	89.47	2		2	3	1	3		1		3	1	16
19-mars	108.38	6	1	3	6		5		3	1	14	1	40
20-mars	112.77	4			6	2	2		2	4	4	2	26
Nb total d'obs / espèce		32	3	43	80	8	44	1	61	29	173	16	490
IK rencontre total		1.74	0.16	2.34	4.36	0.44	2.40	0.05	3.32	1.58	9.43	0.87	26.70
Taille moyenne des groupes		2.8	16.3	1.0	1.0	1.5	2.3	30.0	2.0	4.3	1.5	2.9	6.0

• Zone D

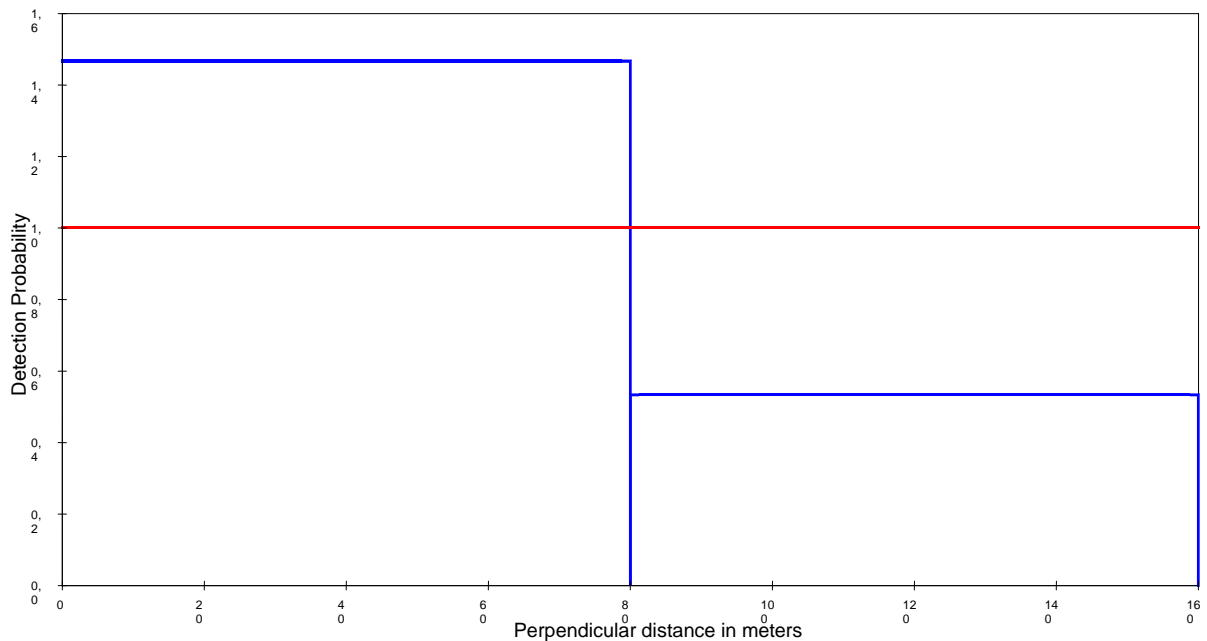
Date	Km/ jour	Espèces											Total espèces
		Bubale	Buffle	Roux	Grimm	Defassa	Roseaux	Éland	Guib	Hippotrague	Ourébi	Phaco	
21-mars	79.80	3	2	1					1		2	1	10
22-mars	93.16	2		3	1		4		2	4	7	1	24
23-mars	83.98	5	1	3	2		3		2	4	6	1	27
24-mars	71.53	2		2			1		2	4	6	1	18
25-mars	68.04				1				6	3	1		11
26-mars	98.92	3	1	3	1		1		1		2		12
27-mars	81.88	4		1					2	3	1	2	13
28-mars	61.81	5		3			2		1		1	3	15
29-mars	106.98	2	2	1	1		3		1	2	5	2	19
30-mars	130.30	5	2		1		3	1	1	4	4	2	23
31-mars	70.50	4		1	1		2		3	3	4	1	19
01-avr	41.14	1		4					2		2		9
02-avr	115.37	3	3	2	3		1	1	1	1	2	5	22
03-avr	73.11	3		1	2				2		1	2	11
05-avr	91.33	4		1		1	2		2		3	2	15
06-avr	94.10	5			2		3	2	3	2	3	1	21
07-avr	134.22	3		2	1				1	2	3	1	13
08-avr	120.32	7	1	2	4		1			1	3	2	21
10-avr	77.99	1		1	2				3		3	1	11
11-avr	88.67	4		1	3				2	2	2		14
13-avr	78.97			7	6		5		4		5		27
14-avr	110.54	6	1	1	5		1		1	1		1	17
15-avr	88.87	2	1	1	3				3	2	7	1	20
16-avr	87.70	3		2	4				3	1			13
17-avr	87.08	4	1		1			1			3	2	12
Nb total d'obs / espèce		81	15	43	44	1	32	5	49	39	76	32	417
IK rencontre total		3.62	0.67	1.92	1.97	0.04	1.43	0.22	2.19	1.74	3.40	1.43	18.65
Taille moyenne des groupes		4.3	10.1	1.2	1.2	1.0	1.4	30.2	1.2	3.6	1.4	2.8	5.3

5. COURBES DE PROBABILITÉ DE DÉTECTION OBTENUES AVEC LE LOGICIEL DISTANCE

- **Modèle « Taux de hasard » pour les 8 espèces les plus répandues sur l'ensemble des zones (1506 observations)**



- **Modèle « Uniforme » pour le buffle dans la zone D (15 observations)**



6. INDICES KILOMÉTRIQUES (/100 KM) DE RENCONTRE ET D'ABONDANCE POUR CHAQUE ESPÈCE

Espèces	Bubale	Buffle	Éland	Hippotrague	Roux	Grimm	Defassa	Roseaux	Guib	Ourébi	Phaco
Nb d'obs	200	26	17	152	161	203	11	92	192	414	98
IK rencontre	3.23	0.42	0.27	2.45	2.60	3.27	0.18	1.48	3.10	6.68	1.58
Nb d'ind	810	347	530	702	174	219	30	140	288	630	271
IK abondance	13.07	5.60	8.55	11.32	2.81	3.53	0.48	2.26	4.65	10.16	4.37

7. EXEMPLE DE CALCUL DU COEFFICIENT DE VARIATION INTRA TRANSECT SUR LA PISTE 13a DE LA ZONE C

N° piste	Longueur (km)	Tranche horaire	Date	Nb total d'observations	IK rencontre (/100 km) par réplikat	CV entre réplikats	
C13a	3.51	AM3	05/03/2007	1	28.49	41.70%	
			08/03/2007	2	56.98		
		PM1	01/03/2007	3	85.47		
			PM3	07/03/2007	4		13.96
				12/03/2007	4		13.96
		PMnuit	15/03/2007	2	56.98		
			04/03/2007	1	28.49		
			07/03/2007	3	85.47		
			15/03/2007	3	85.47		

8. EXEMPLE DE CALCUL DES INDICES KILOMÉTRIQUES DE RENCONTRE (/100 KM) DE LA ZONE B

	IK rencontre Hippotrague	IK rencontre Ourébi	IK rencontre Bubale	IK rencontre Toutes espèces
B1	0.0	3.0	0.0	6.0
B11	0.0	4.2	0.0	16.7
B12	6.1	0.0	12.1	42.4
B13	0.2	0.7	1.5	7.6
B14a	6.4	0.0	0.0	27.8
B14b	3.2	0.0	6.5	22.6
B15	4.0	5.3	0.0	14.6
B16	0.0	0.0	0.0	41.5
B17	0.0	19.3	0.0	38.6
B19	10.6	0.0	10.6	21.2
B2	2.4	1.9	1.9	11.2

9. CALCUL DE L'INDICE KILOMÉTRIQUE DE RENCONTRE (/100 KM) PAR ZONE POUR LE COBE DE BUFFON

Zone	Nombre d'observations	Kilomètres parcourus	IK rencontre
A	897	1766.28	50.78
B	46	936.69	4.90
C	1697	1835.00	92.48
D	1207	1361.94	88.62

10. RÉSULTATS OBTENUS AVEC DISTANCE POUR CHAQUE ESPÈCE DANS CHAQUE ZONE

Nom	ESW (m)	ESW CV	Densité (ind/km ²)	D CV	Nb d'obs	CS	Effort (km)	Modèle retenu
Zone A / Bubale	117.68	15%	3.89	25%	60	4.0	284.52	Taux de hasard
Zone A / Ourébi	52.28	7%	3.71	12%	138	1.7	586.34	Taux de hasard
Zone A / Hippotrague	159.79	17%	1.27	26%	44	4.4	381.37	Taux de hasard
Zone A / Roux	49.37	17%	2.09	27%	40	1.1	202.81	Taux de hasard
Zone A / Grimm	60.00	0%	1.48	17%	42	1.1	253.95	Uniforme
Zone A / Guib	65.71	15%	2.43	19%	54	1.3	239.71	Taux de hasard
Zone A / Phacochère	68.10	20%	3.15	32%	29	2.8	203.76	Taux de hasard
Zone B / Bubale	142.17	10%	2.08	33%	27	4.8	151.60	Uniforme
Zone B / Roux	55.00	0%	1.74	20%	34	1.1	188.30	Uniforme
Zone B / Grimm	55.69	18%	1.40	24%	36	1.0	227.20	Taux de hasard
Zone B / Hippotrague	90.99	18%	5.81	32%	40	6.5	208.40	Taux de hasard
Zone B / Guib	57.35	13%	1.86	18%	28	1.3	169.30	Taux de hasard
Zone C / Bubale	100.00	0%	0.03	24%	31	2.8	142.17	Uniforme
Zone C / Grimm	50.00	0%	0.03	9%	80	1.0	326.50	Uniforme
Zone C / Roux	46.34	11%	0.03	18%	43	1.1	155.94	Taux de hasard
Zone C / Roseaux	63.16	12%	0.03	18%	44	1.6	202.98	Taux de hasard
Zone C / Guib	59.00	7%	0.02	17%	60	1.2	265.18	Taux de hasard
Zone C / Hippotrague	59.00	7%	0.02	17%	60	1.2	265.18	Taux de hasard
Zone C / Ourébi	47.54	5%	0.05	9%	172	1.5	602.86	Taux de hasard
Zone D / Bubale	84.20	9%	8.25	19%	81	4.4	280.22	Taux de hasard
Zone D / Roux	42.78	6%	3.62	17%	42	1.2	148.93	Uniforme
Zone D / Grimm	49.61	12%	2.71	16%	43	1.2	190.94	Taux de hasard
Zone D / Roseaux	37.19	20%	4.50	24%	32	1.4	148.83	Exponentielle négative
Zone D / Guib	62.38	10%	2.15	18%	49	1.2	215.72	Taux de hasard
Zone D / Hippotrague	110.12	14%	3.64	27%	38	3.6	174.43	Taux de hasard
Zone D / Ourébi	53.17	8%	3.08	12%	76	1.4	310.64	Taux de hasard
Zone D / Phacochère	84.16	16%	3.92	24%	32	2.8	155.25	Uniforme