



**COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE :
SUIVI DE LA GRANDE FAUNE DANS LES ZONES DE CHASSE
DE LA RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE**

2 février – 19 avril 2007



© Maryline PELLERIN / IGF





**COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE :
SUIVI DE LA GRANDE FAUNE DANS LES ZONES DE CHASSE
DE LA RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE**

2 février – 19 avril 2007



- TITRE :** COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE : SUIVI DE LA GRANDE FAUNE DANS LES ZONES DE CHASSE DE LA RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE – FÉVRIER-AVRIL 2007
- AUTEURS :** Christophe WARNIER en collaboration avec Maryline PELLERIN, Philippe CHARDONNET, Hubert BOULET et Hervé FRITZ
- ORGANISME AUTEUR :** Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (IGF)
- PUBLICATION :** Juillet 2007, Paris
- FINANCEMENT :**
- Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM)
 - Association pour la Protection de la Faune de Centrafrique (APFC)
 - Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (IGF)
- sous la tutelle du Ministère des Eaux, Forêts, Chasse et Pêche, chargé de l'Environnement (MEFCPE)
- AU PROFIT DE :**
- République Centrafricaine
 - APFC
 - Zones Cynégétiques Villageoises (ZCV)
- NATURE DE L'ÉTUDE :** Stage de troisième année à l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement AgroParisTech (option stage long, 15 janvier - 30 juin 2007)
Enseignant tuteur responsable : Carmen BESSA GOMEZ
- PAYS CONCERNÉ :** République Centrafricaine
- MOTS-CLÉS :** République Centrafricaine – APFC – FFEM – MEFCPE – Projet « Conservation de la grande faune emblématique des Zones Cynégétiques Villageoises (ZCV) du nord de la République Centrafricaine » - Comptage en action de chasse

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	5
REMERCIEMENTS	7
1. INTRODUCTION : CONTEXTE ET OBJECTIF	8
1.1. Intérêt de l'étude.....	8
1.2. Objectifs de l'étude	8
1.3. Zone d'étude.....	9
2. MÉTHODOLOGIE	11
2.1. Organisation de l'étude	11
2.2. Méthode de suivi de la faune : le comptage en action de chasse.....	11
2.2.1. Description de la méthode.....	11
2.2.2. Collecte des données	12
2.3. Méthodes d'analyse des données	12
2.3.1. Méthode 1 : le « line transect » et « distance sampling »	13
2.3.2. Méthode 2 : l'Indice kilométrique	13
2.3.3. Méthode 3 : le « strip transect ».....	14
3. RÉSULTATS.....	15
3.1. Estimation de densités par la méthode du « line transect »	15
3.1.1. Résultats obtenus pour l'ensemble des espèces.....	15
3.1.2. Résultats obtenus pour une espèce très répandue : le phacochère	16
3.1.3. Résultats obtenus pour une espèce peu répandue : l'hippopotame rouan	16
3.2. Un autre outil permettant de suivre des tendances évolutives : l'Indice Kilométrique	17
3.2.1. Calcul synthétique d'Indice Kilométrique.....	17
3.2.2. Facteurs de variabilité de l'IK	18
3.2.2.1. Variabilité intra transect.....	18
3.2.2.2. Variabilité inter transects	19
3.2.2.3. Variabilité de l'IK en fonction de l'heure de passage	20
3.2.2.4. Variabilité inter zones	22
3.2.2.5. Variabilité temporelle	23
3.2.3. Résultats obtenus par espèce.....	24
3.3. Estimation de densités par la méthode du « strip transect »	26
4. DISCUSSION	28
4.1. Limites de la méthode du « line transect » pour les estimations de densité	28
4.2. Intérêt de l'indice kilométrique	28
4.3. Démarche à suivre	30
4.4. Recommandations	31
BIBLIOGRAPHIE.....	32
ANNEXES	33
1. TAUX D'ECHANTILLONNAGE DES ZONES PROSPECTEES	34
2. EXEMPLE DE BASE DE DONNEES COLLECTEE	35
3. MODELE DE PROBABILITE DE DETECTION OBTENU SOUS DISTANCE POUR L'ENSEMBLE DES ESPECES (TOUTES ZONES CONFONDUES)	36
4. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES IK RENCONTRE ET IK ABONDANCE OBTENUS PAR ESPECE.....	37
5. REPRESENTATION DU TAUX DE RENCONTRE EXPRIME EN NOMBRE DE KILOMETRES A PARCOURIR POUR EFFECTUER UNE OBSERVATION.....	38

RÉSUMÉ

La présente étude a été réalisée dans le cadre d'un ensemble d'initiatives visant à conserver la grande faune de la République Centrafricaine et assurer sa valorisation durable par le tourisme de chasse. Le projet, dans lequel s'inscrit cette étude, est intitulé « Conservation de la grande faune emblématique des Zones Cynégétiques Villageoises (ZCV) du Nord de la République Centrafricaine ». Ce projet, placé sous l'égide de l'Association pour la Protection de la Faune de Centrafrique (APFC) et de la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF), est subventionné par le Fonds Français de l'Environnement Mondial (FFEM). A la suite de deux missions effectuées par l'IGF en 2005 et 2006, c'est la **méthode du comptage en action de chasse** (dérivée de l'échantillonnage par transects en ligne, le « line transect ») qui a été choisie comme méthode de suivi de la faune sur le terrain.

Au cours de cette mission, 5 zones de chasse du Nord de la République Centrafricaine ont été visitées entre le 2 février et le 19 avril, soit en saison sèche. Un total de 5 076 km a été parcouru en comptage en action de chasse. 784 observations des espèces animales retenues ont été effectuées pour un total de 2 233 individus.

Lors de l'analyse des données issues des comptages en action de chasse, trois méthodes différentes ont été utilisées. 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 et du nombre conséquent de pistes parcourues sans effectuer d'observation. En revanche, la méthode du « line transect » permet de déterminer une largeur de bande efficace 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 ($IKA = \text{nombre d'individus} / \text{nombre de kilomètres parcourus}$) et de rencontre ($IKR = \text{nombre d'observations} / \text{nombre de kilomètres parcourus}$). 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 où sont collectées 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 largeur de bande efficace 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 la taille moyenne des groupes ou aux 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'observation 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.

REMERCIEMENTS

Aux sociétés de chasse qui m'ont accueilli (ordre alphabétique) :

- Centrafrique Safari
- Chasse Vision Safari
- N'Goumbiri Safari
- Idongo Safari
- Safaria.

A l'Association pour la Protection de la Faune de Centrafrique (APFC) et au Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) qui ont permis la réalisation de l'étude.

A la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF) et à tous ses membres pour la préparation et la rédaction du rapport à Paris :

Philippe CHARDONNET (directeur), Hubert BOULET (directeur adjoint), Andrée LAMBERT et Odile CAILLOT (secrétaires), Maryline PELLERIN (docteur en écologie).

Aux guides de chasse et au personnel des camps (ordre alphabétique) :

Marcel ATANGA, Daniel BREYTON (†), Stéphane CORDESSE, Mike CURRIE, Raymond FECOMME, Thierry FECOMME, Michel FUSY, Samedi GASTON, Michel GREGOIRE, François GUILLET, Matthieu LABOUREUR, Christophe LEMEE, Christophe MORIO, ainsi qu'aux apprentis guides et à tous les pisteurs.

Aux clients chasseurs qui m'ont accueilli dans leur équipe de chasse et ont souvent participé de façon active aux relevés de terrain.

Aux chercheurs de l'AgroParisTech et du CNRS :

Carmen BESSA GOMES, enseignant chercheur en Ecologie des Populations et Communautés (Institut National Agronomique Paris-Grignon),
Hervé FRITZ, chercheur au CNRS, Laboratoire de Biométrie et Biologie évolutive (Université Claude Bernard, Lyon 1).

Et à tous les autres...

1. INTRODUCTION : CONTEXTE ET OBJECTIF

1.1. Intérêt de l'étude

En République Centrafricaine, l'activité cynégétique sportive est une source de revenus conséquente pour le gouvernement. Contrairement aux idées reçues, la chasse sportive se révèle être un moyen efficace de sauvegarde, de régulation et de suivi des animaux. Ainsi, les sociétés de chasse sportive ont un rôle non négligeable dans la préservation de la faune en RCA. En effet, les zones de chasse représentent les dernières réserves de faune sauvage, les parcs nationaux ayant été fortement appauvris par un braconnage intensif.

Il est donc normal que les sociétés de chasse locales cherchent à pérenniser leur activité en contrôlant et en protégeant leur gibier. Comme il leur est difficile de suivre des animaux sur des espaces atteignant plusieurs milliers de km², l'Association pour la Protection de la Faune Centrafricaine (APFC) s'est rapprochée de la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (IGF) pour mettre au point une méthode adaptée de suivi de la grande faune : le **comptage en action de chasse**.

Le projet de l'APFC et de l'IGF intitulé « Conservation de la grande faune emblématique des Zones Cynégétiques Villageoises (ZCV) du Nord de la République Centrafricaine » subventionné par le Fonds Français de l'Environnement Mondial (FFEM), dans lequel s'inscrit cette étude, vise à mettre au point un protocole de suivi écologique adapté aux Zones Cynégétiques Villageoises et aux secteurs de chasse amodiés du nord centrafricain. La présente étude fait suite à deux campagnes réalisées en 2005 et 2006 (Drunet, 2005 ; Giboin & Julliand, 2006) qui ont permis de donner des premiers indices de suivi, en se focalisant essentiellement sur l'éland de Derby (*Taurotragus derbianus gigas*).

1.2. Objectifs de l'étude

Le principal objectif de ce travail, outre l'estimation d'abondance des populations, est de mettre au point une méthode de dénombrement en 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 cette méthode (Pellerin, 2007).

Lors de la campagne 2007, l'objectif est de poursuivre les travaux effectués les années précédentes, à savoir le comptage en action de chasse, mais 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 » celle du « strip transect » (échantillonnage par transects en bandes, Buckland *et al.*, 1993), et les indices kilométriques (IK). Si les études précédentes se concentraient essentiellement sur quatre espèces de grands herbivores, l'ensemble des espèces cynégétiques est ici pris en compte. 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 pertinence ou performance ? de ceux-ci.

monticola), etc.). D'autres espèces, comme le buffle (*Syncerus caffer brachyceros*), que l'on qualifie d'ubiquistes, se retrouvent dans ces deux types d'habitat.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. Organisation de l'étude

Douze semaines passées dans des zones de chasse du centre et du nord de la République Centrafricaine ont permis de récolter des données de recensement. La mission s'est déroulée en saison sèche (février à avril), période pendant laquelle les conditions climatiques sont favorables à une meilleure observation de la faune et à l'activité cynégétique. Cinq concessions de chasse appartenant à des opérateurs différents ont été visitées, à raison de 15 jours par zone environ (1 à 4 semaines) (Tableau 1).

Tableau 1 : Présentation des zones de chasse.

Nom de la concession	Opérateurs	Superficie (km²)
Secteur 27 (Youhamba)	Safaria - Jean-Louis Laborde	~3 000
Bohou Kpata (Ngoumbiri)	Ngoumbiri Safari - Christophe Lemée	453
Idongo (Bangoran)	Idongo Safari - Mathieu Laboureur	2 272
Secteur 20 (Ngafounga)	Centrafrique Safari - Michel Fusy	1 995
Secteur 73 (Ngassa)	Chasse Vision Safari - Thierry et Raymond Fecomme	1 510

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 s. Outre les avantages logistiques (utilisation des véhicules disponibles, des équipes, économie du carburant), l'intérêt 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 collectées. 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

Le travail de collecte de données a été réalisé **en action de chasse**, c'est-à-dire au cours des safaris de chasse organisés par les différents opérateurs. L'effort total de collecte a consisté à parcourir **5 076 km de piste** au cours de 65 jours de chasse (Annexe 1). L'ensemble des espèces chassables a été relevé, les 9 principales étant :

- le bubale de Lelwel (*Alcephalus busephalus lelwel*) ;
- le buffle de savane (*Syncerus caffer brachyceros*) ;
- l'hippotrague rouan (*Hippotragus equinus*) ;
- l'éland de Derby (*Taurotragus derbianus gigas*) ;
- le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*) ;
- le céphalophe à flancs roux (*Cephalophus rufilatus*) ;
- le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) ;
- l'ourébi (*Ourebia ourebi*) ;
- le phacochère (*Phacochoerus africanus*).

On a répertorié au total **784 observations** (à noter que l'on compte une observation lorsque l'on rencontre un individu solitaire ou un groupe d'individus). Le nombre total d'**individus rencontrés est de 2 233**.

A chaque sortie, le tracé des pistes empruntées était sauvegardé sur un GPS. A chaque rencontre avec un individu ou un groupe d'individus, les données suivantes étaient relevées (Annexe 2) :

- 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 4 milieux fermés et 2 milieux ouverts :
 - o Fermé 1 : savane arborée ;
 - o Fermé 2 : savane arbustive ;
 - o Fermé 3 : galerie forestière ;
 - o Fermé 4 : bamboueraie ;
 - o Ouvert 1 : plaine ;
 - o Ouvert 2 : plateau latéritique.

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 soient 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. 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 sur la zone d'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 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 qui tiennent compte d'une probabilité de détection (égale à 1 à une distance nulle de la piste) sont plus robustes, 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

De même que pour l'analyse distinguant les espèces, on a effectué une première évaluation de densité en regroupant toutes les zones puis une autre en différenciant les zones d'étude. Les résultats sont reportés dans le tableau suivant (Tableau 2) :

Tableau 2 : Résultats de la méthode du « line transect » pour l'ensemble des espèces.

Total espèces	Nombre d'observations	Effort (km)	Modèle retenu	ESW (m)	Densité (ind/km ²)	CV Densité
Toutes zones	784	2267,7	Taux de hasard	78,3	4,22	6,4%
Zone A	354	993,7	Taux de hasard	74,1	4,84	9,1%
Zone B	56	156,0	Exponentielle Négative	43,4	4,89	23,3%
Zone C	120	307,4	Taux de hasard	74,5	6,42	19,3%
Zone D	108	359,5	Taux de hasard	73,3	2,72	20,7%
Zone E	146	451,1	Taux de hasard	102,1	3,23	14,1%

Le coefficient de variation de la densité est de 6,4% lorsque l'on considère l'ensemble de la zone d'étude. On peut donc retenir cette valeur de densité totale, soit 4,22 individus/km², bien que celle-ci soit difficilement exploitable car elle ne tient pas compte de la répartition inter spécifique. 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 largeurs de bande 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'il convient de s'attacher avec plus de précision à ces différences.

On peut s'intéresser plus particulièrement à la colonne « Effort (km) » qui 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 (5 076 km), différence que l'on retrouve pour chaque zone. **Le logiciel Distance prend en effet comme base de données l'ensemble des « observations » effectuées et non l'ensemble des transects parcourus.** Ainsi, pour chaque piste parcourue sur laquelle aucun individu n'a été détecté, la longueur de la piste n'est pas prise en compte dans l'effort total. Cette remarque revêtirait peu d'importance dans le cadre d'un comptage en zone très giboyeuse ou avec une visibilité très élevée mais elle pose un véritable problème pour l'étude considérée. Au cours de la collecte de données, de nombreux transects ont été parcourus sans effectuer d'observation (plus d'1 transect sur 2 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.

Un problème important se pose lors de l'utilisation de la méthode du line transect : il n'est pas possible d'intégrer à la base de données les transects parcourus sans effectuer

d'observation. Ce biais engendre une sous-estimation de la distance parcourue et donc une surestimation des densités de populations animales.

3.1.2. Résultats obtenus pour une espèce très répandue : le phacochère

En analysant les résultats obtenus pour la population de phacochères, 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 sont reportés dans le tableau suivant (Tableau 3) :

Tableau 3 : Résultats de la méthode du "line transect" pour la population de phacochères.

Phacochère	Nombre d'observations	Effort (km)	Modèle retenu	ESW (m)	Densité (ind/km²)	CV Densité
Toutes zones	124	706,7	Taux de hasard	77,9	3,13	16,5%
Zone A	42	223,7	Exponentielle Négative	42,0	8,04	24,1%
Zone B	15	59,4	Uniforme	90,0	3,18	29,8%
Zone C	19	66,1	Exponentielle Négative	50,1	11,99	34,7%
Zone D	20	135,7	Semi Normale	182,9	1,06	33,1%
Zone E	28	221,8	Exponentielle Négative	93,5	1,72	32,1%

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 3,13 individus/km² est exploitable car le coefficient de variation associé est assez faible (16,5%). En revanche, dès que l'on s'intéresse aux effectifs de population au sein de chaque zone, on constate que le nombre d'observations est trop faible, et par conséquent le coefficient de variation trop élevé (entre 24 et 35%).

Enfin, le faible nombre d'observations conduit à des valeurs peu cohérentes pour la largeur de bande efficace de détection (ESW). Ainsi, on remarque que cette largeur est maximale dans la zone D (182,9 m) et minimale pour la zone A (42,0 m). Or, si l'on étudie ce « classement » dans les résultats obtenus pour l'ensemble des espèces observées, la zone E possède une ESW bien supérieure aux autres (102,1 m) et l'ESW minimale est atteinte en zone B (43,4 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.

Le faible nombre d'observations engendre de forts coefficients de variation inter zones de l'ESW. Les estimations des largeurs de bande efficaces de détection par zone sont donc à utiliser avec précaution.

3.1.3. Résultats obtenus pour une espèce peu répandue : l'hippotrague rouan

L'étude de ces résultats a pour objectif de déterminer le caractère valable ou non du traitement statistique dans le cas d'une espèce pour laquelle on a un nombre d'observations très faible.

On a choisi l'hippotrague rouan car, bien que le taux de rencontre ait été faible, des observations ont été effectuées sur plusieurs zones, comme on le voit dans le tableau suivant (Tableau 4) :

Tableau 4 : Résultats de la méthode du "line transect" pour la population d'hippotragues rouans.

Hippotrague	Nombre d'observations	Effort (km)	Modèle retenu	ESW (m)	Densité (ind/km ²)	CV Densité
Toutes zones	27	161,2	Uniforme	147,9	3,58	39,5%
Zone A	9	60,9	Uniforme	190,0	1,77	63,1%
Zone C	13	59,3	Exponentielle Négative	85,3	14,02	67,0%
Zone D	5	41,0	Uniforme	230,0	1,06	41,7%

Ici, les coefficients de variation de la densité sont très élevés (supérieurs à 40%) et on constate que le modèle retenu le plus fréquemment est le modèle « uniforme ». Le logiciel Distance considère donc, au vu 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.

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

Ainsi, dans le cadre de cette étude, l'analyse des données avec le logiciel Distance et la méthode « Distance Sampling » s'avère peu pertinente. En effet, comme il avait été remarqué lors de l'étude réalisée en 2005, l'utilisation du logiciel Distance 5.0 implique de disposer de nombres d'observations suffisamment importants pour que les données traitées soient robustes ($n > 60$, Buckland *et al.*, 1993). Or, à part en traitant un « pool » d'espèces sur l'ensemble des zones considérées, **on ne dispose pas d'un nombre d'observations satisfaisant et l'on enregistre donc un fort coefficient de variation dans les estimations de densités.**

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, pour 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 (Annexe 4).

On peut citer à titre d'exemple l'éland de Derby pour lequel 7 observations ont été effectuées sur l'ensemble des zones étudiées pour un total de 41 individus. Si l'on calcule l'IK d'abondance, on obtient une valeur proche de 1 individu/100 km parcourus. En revanche, l'IK

rencontre est de 0,15 individu ou troupeau/100 km parcourus, ce qui est vraisemblablement plus « révélateur » du nombre d'observations effectuées pour plus de 5 000 kilomètres de piste.

Dans le Tableau 5, on donne les valeurs des indices kilométriques calculés sur l'ensemble de la zone d'étude. Ceux-ci sont donnés en nombre d'observations ou d'individus par kilomètre parcouru.

Tableau 5 : Indices Kilométriques obtenus par espèce pour l'ensemble des zones.

Espèce	Nombre de rencontres	IK rencontre (observations/100 km)	Nombre d'individus	IK abondance (individus/100km)
Bubale	107	2,1	486	9,6
Buffle	61	1,2	716	14,1
Hippotrague	26	0,5	136	2,7
Éland	7	0,1	41	0,8
Céphalophe de Grimm	103	2,0	109	2,1
Céphalophe à flancs roux	140	2,8	145	2,9
Guib harnaché	75	1,5	100	2,0
Ourébi	108	2,1	185	3,6
Phacochère	124	2,4	314	6,2

On remarque, comme il a été mentionné précédemment, que les valeurs de ces IK sont similaires pour les « petites espèces » (à l'exception du phacochère qui vit en groupes de plusieurs individus). En revanche, ils peuvent augmenter d'un facteur 10 pour les « grandes espèces » comme le buffle ou l'hippotrague espèces chez qui l'on rencontre des troupeaux de plusieurs dizaines d'individus.

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. 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 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 « blanc ou noir » 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 40 de la zone A (Tableau 6) :

Tableau 6 : Variation de l'IK rencontre sur les répétitions du transect 40 de la zone A.

Date	Nombre total de rencontres	IK rencontre (observations/km)	CV associé
10/02/07	0	0,00	96,8%
16/02/07	6	0,68	
18/02/07	2	0,23	
20/02/07	2	0,23	
21/02/07	0	0,00	
23/02/07	1	0,11	
27/02/07	4	0,45	
28/02/07	1	0,11	

Ce coefficient de variation est de l'ordre de 80% pour l'ensemble des transects étudiés. Ainsi, et c'est assez intuitif, l'indice kilométrique de rencontre varie considérablement d'un passage à l'autre. Cette variation peut s'expliquer par de nombreux facteurs : l'heure de passage, les conditions météorologiques, la vitesse du véhicule de chasse ou encore la concentration de l'observateur. **Ce résultat invite donc à ne pas s'attarder sur des indices kilométriques par transect mais à considérer une concession comme un ensemble.** Cependant, il convient de mesurer la variabilité entre les pistes pour confirmer cette hypothèse.

3.2.2.2. Variabilité inter transects

Pour une zone donnée, on calcule des IK rencontre par espèce et par transect, en tenant compte du nombre de répétitions. Ensuite, on évalue la dispersion de ces IK en utilisant le coefficient de variation (CV) inter transects. Une synthèse des résultats obtenus est reportée dans le tableau ci-dessous (Tableau 7) :

Tableau 7 : Coefficients de variation des IK par espèce entre les transects de la zone A.

Espèce	IK rencontre moyen (observations/100 km)	CV inter transects
Bubale	2,78	182,9%
Buffle	1,62	274,1%
Hippotrague	0,45	708,6%
Éland	0,25	571,5%
Céphalophe de Grimm	2,83	237,5%
Céphalophe à flancs roux	2,93	205,2%
Guib harnaché	0,91	363,2%
Ourébi	3,13	527,2%
Phacochère	2,02	216,2%
Total espèces	17,89	189,3%

Les coefficients de variations obtenus sont très élevés (supérieurs à 180%), ce qui signifie que les IK par espèce sont très différents en fonction du transect considéré. Cependant, on rencontre le même problème que celui vu dans la partie 2.2.a) « *La variabilité intra-transect* » : le faible nombre d'observations conduit à de nombreux « zéros » qui biaisent la variabilité étudiée. Ainsi, on peut remarquer que les coefficients de variation les plus élevés sont atteints pour les espèces où le nombre d'observations est le plus faible : l'éland de Derby

avec 5 observations au total sur la zone A (pour un CV de 571%) et l'hippopotame rouan avec un total de 9 observations (pour un CV de 709%).

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, en tenant compte des différences observées précédemment. 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 ne se révèle 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 et dans certains cas le regroupement des zones de chasse.**

3.2.2.3. Variabilité de l'IK en fonction de l'heure de passage

Lors de la collecte de données, l'heure de la journée à laquelle chaque piste était parcourue a été notée ainsi que l'heure de chaque observation. Pour faciliter l'analyse des données, la journée a été divisée en 8 périodes, d'après le découpage utilisé lors de la campagne 2006 (Giboin et Julliard, 2006). Les différentes périodes sont :

- 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 ;
- De 16h à 18h : PM3 ;
- Après le coucher du soleil : PM nuit.

Au sein de la zone pour laquelle on a le plus d'observations (car le temps de séjour sur cette zone a été plus long), on calcule un indice kilométrique de rencontre en fonction de l'heure. Il convient ici de distinguer les observations des « grands herbivores » (éland de Derby, hippopotame rouan, buffle et bubale) (Figure 2) que l'on peut mettre en parallèle avec les résultats obtenus en 2006 (Figure 3), et les observations des « petites espèces ».

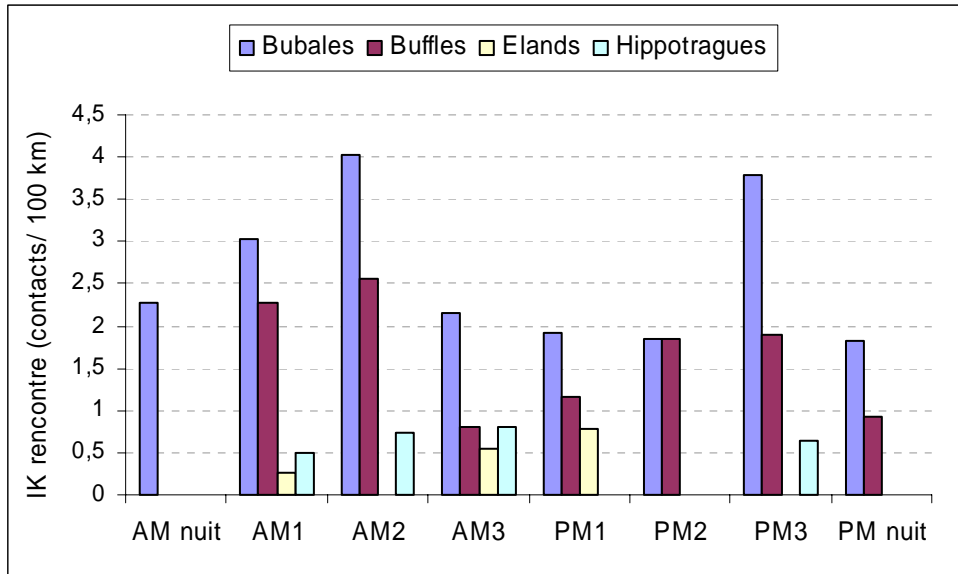


Figure 2 : Indices Kilométriques de rencontre 2007 (4 espèces zone A).

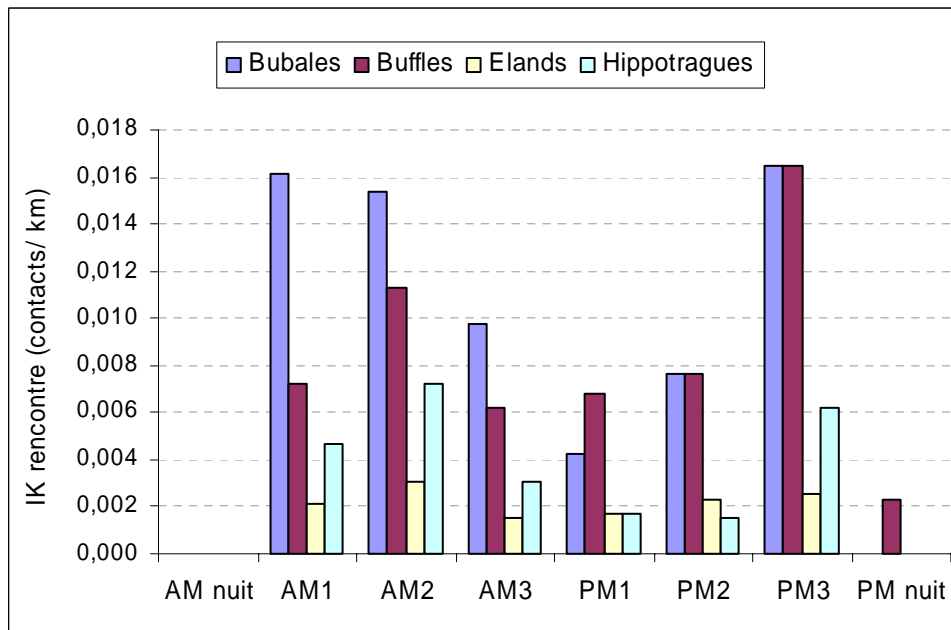


Figure 3 : Indices Kilométriques de rencontre 2006 (4 espèces toutes zones).

En ce qui concerne ces 4 espèces emblématiques, on constate que l'évolution de la fréquence de rencontre au cours de la journée est similaire entre les 2 campagnes de mesure. En effet, les indices kilométriques de rencontre sont plus faibles aux heures chaudes (entre AM3 et PM2) et atteignent leur maximum aux heures fraîches de la matinée et de la fin d'après-midi. Il est à noter que cette évolution est encore plus visible chez les buffles et les bubales pour lesquels le nombre d'observations est supérieur à 30.

Attention cependant à la comparaison quantitative des 2 graphiques précédents car celui effectué pour la campagne 2007 ne concerne qu'une zone de chasse alors que celui datant de 2006 tient compte de l'ensemble des zones prospectées.

Lorsque l'on s'intéresse à l'évolution du taux de rencontre pour toutes les espèces, on ne constate pas cette distinction « heures chaudes/heures fraîches ». Ainsi, le graphique d'évolution de l'IK rencontre total espèces (Figure 4) présente une constance relative au cours de la journée, excepté un pic d'observations entre 8h et 10h. Ce pic d'observations peut s'expliquer par le fait que la tranche horaire AM2 correspond aux heures d'arrivée sur les « zones cibles » que l'on suppose être plus giboyeuses.

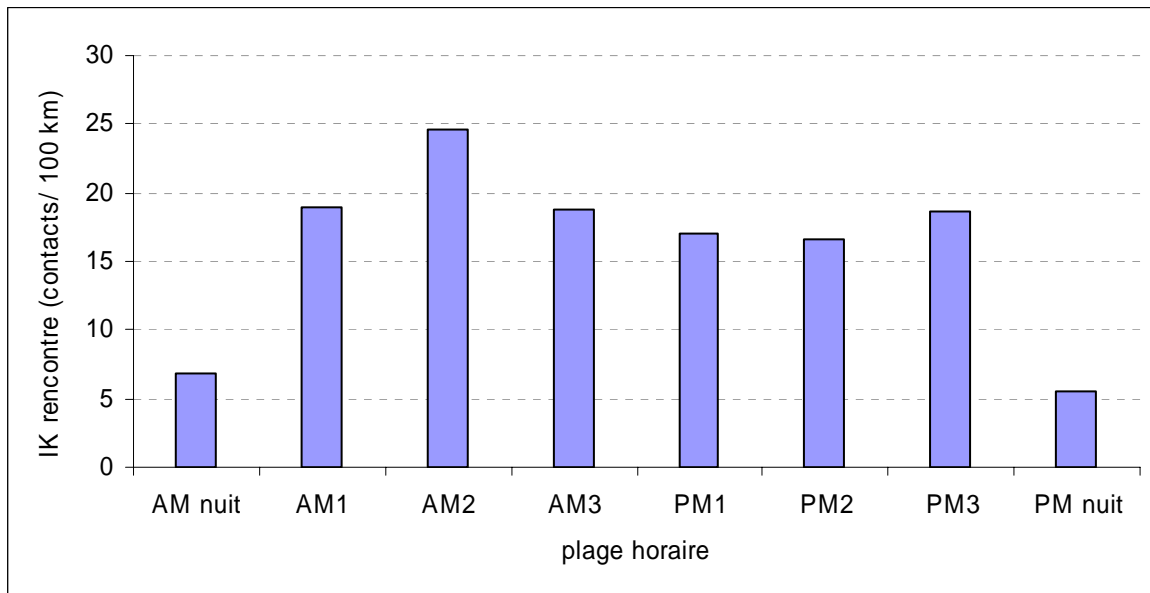


Figure 4 : Probabilité de rencontre pour le total espèces (zone A).

3.2.2.4. Variabilité inter zones

Entre les zones de chasse, les indices kilométriques sont très variables, que l'on s'intéresse à un regroupement des espèces ou à chacune d'entre elles. Cependant, compte tenu de la courte durée des séjours dans chaque concession, il est difficile d'évaluer si les différences observées sont dues au changement de zone, à un facteur temps (avancement de la saison, changement de la phénologie de l'habitat à l'approche de la saison des pluies, etc.) ou encore à d'autres facteurs tels que les pressions anthropiques subies par la faune. A ce titre, on peut noter l'importance des zones parcourues pendant une longue période de temps (3 à 4 semaines). Elles permettent en effet d'estimer la part de variabilité due à l'évolution dans le temps et celle qui est dépendante du changement de zones.

En fonction de l'espèce considérée, le coefficient de variation de l'IK rencontre entre les zones évolue entre 34 et 100%. On peut donc noter que les zones sont significativement différentes lorsque l'on utilise le taux de rencontre comme outil de comparaison. Aussi, on détermine aisément des zones plus propices à l'observation de telle ou telle espèce.

Cependant, même si l'étude par espèce peut être menée sur l'ensemble des zones, il sera important par la suite de les distinguer car l'application de mesures de conservation se fera pour chaque concession.

3.2.2.5. Variabilité temporelle

On a tout d'abord calculé un indice kilométrique journalier en évaluant le nombre de kilomètres parcourus au cours de chaque sortie en chasse. Cet indice journalier ne s'est pas avéré suffisamment pertinent car le pas de temps considéré revêtait peu d'intérêt. Il a cependant été utilisé pour calculer un coefficient de variation intra-semaine (rapport entre l'écart type des IK journaliers et leur moyenne). Celui-ci évalue la dispersion des valeurs de l'IK par jour au cours d'une semaine. On étudie alors l'évolution de celui-ci au cours de la saison. Une étude a été menée par espèce mais on a choisi de faire figurer les données pour le total espèces. Sur le graphique ci-dessous (Figure 5), l'histogramme représente les valeurs prises par l'IK de rencontre hebdomadaire, et la courbe l'évolution du coefficient de variation de l'IK journalier au cours de la semaine :

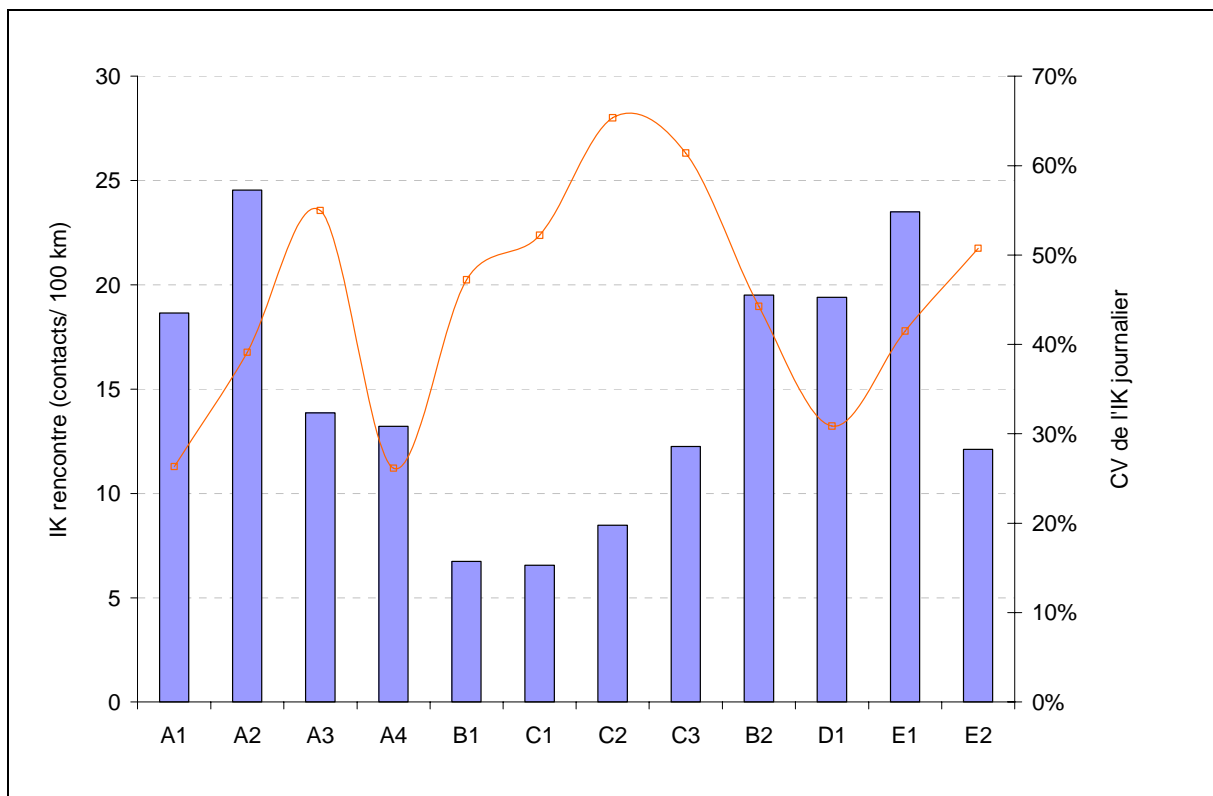


Figure 5 : Indice Kilométrique de rencontre par semaine (lettre= zone, chiffre= indice de la semaine).

A première vue, on remarque que l'évolution de l'IK total n'est pas linéaire au cours de la saison. Cependant, il est à nouveau difficile de déterminer la part d'évolution due au changement de zone d'étude et celle qui est due à l'avancement dans le temps. Pour ce faire, on peut s'intéresser d'avantage à la courbe représentant l'évolution du coefficient de variation intra-semaine. Celui-ci, compris entre 25 et 65%, 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. La tendance générale de cette évolution est une augmentation, bien que le CV prenne des valeurs inférieures à 50% au cours des 3 dernières semaines. Alors que ce CV permet de s'affranchir de la distinction entre zone, ce postulat n'est pas tout à fait exact car on constate que le CV est d'autant plus élevé que l'IK total est faible. En effet, lorsque l'on s'intéresse à un pool de toutes les espèces, les différences de taux de rencontre entre les jours

sont lissées mais celles-ci le sont moins quand le taux de rencontre journalier est très faible (inférieur à 10 observations en moyenne par jour, ce qui correspond aux IK inférieurs à 0,1).

Si la tendance générale est difficile à dégager, on peut remarquer que le CV étudié augmente au cours des semaines dans chaque zone d'étude. Ainsi, il passe dans la zone A de 26 à 55% (avant de chuter la 4^e semaine), dans la zone C de 52 à 62% et dans la zone E de 41 à 51%. Il semble donc que **la dispersion de l'IK de rencontre augmente au cours de la saison de chasse (de janvier à avril)**.

3.2.3. Résultats obtenus par espèce

Le tableau suivant (Tableau 8) présente un récapitulatif du nombre d'observations effectuées par espèce, des IK de rencontre obtenus et des tailles moyennes de groupes estimées. Ce récapitulatif concerne l'ensemble de la période d'étude. Il n'y a donc pas de résultats par zones de chasse. Il est important de noter également que lors du calcul de la taille moyenne des groupes, on n'a pas tenu compte de la distinction entre individus solitaires et troupeaux.

Tableau 8 : Récapitulatif des résultats obtenus par espèce sur l'ensemble des zones.

Espèce	Nombre d'observations	IK rencontre (observations/100 km)	[IK min - IK max]	Taille moyenne groupe	CV taille groupe
Bubale	107	2,11	[0,53 - 2,78]	4,54	8%
Buffle	61	1,2	[0,28 - 2,07]	11,74	22%
Hippotrague	26	0,51	[0 - 0,93]	5,22	16%
Éland	7	0,14	[0 - 0,25]	5,86	54%
Céphalophe de Grimm	103	2,03	[1,08 - 2,98]	1,11	3%
Céphalophe à flancs roux	140	2,76	[1,29 - 5,03]	1,04	2%
Guib harnaché	75	1,48	[0,91 - 2,97]	1,3	4%
Ourébi	108	2,13	[0,72 - 3,14]	1,72	5%
Phacochère	124	2,44	[2,12 - 4,01]	2,53	6%

- Bubale

Le taux de rencontre pour un bubale ou un groupe de bubales est estimé à 2,5 individus ou troupeaux pour 100 km parcourus dans les zones A et E, 1,6 dans les zones C et D et 0,5 dans la zone B. C'est l'espèce classée « grand gibier » (bubale, buffle, hippotrague, éland) qui est la plus représentée. La taille moyenne des groupes varie de 4 à 5 individus entre les zones. Si cette taille « moyenne » est peu variable, les troupeaux observés atteignent tout de même 20 individus.

Si l'on regroupe l'ensemble des concessions, l'IK rencontre obtenu est de 2,1 observations pour 100 km parcourus. Il faut donc parcourir en moyenne 48 km pour rencontrer un individu ou un groupe de bubales (Annexe 5).

- Buffle

L'indice kilométrique de rencontre du buffle est de 1,6 observations pour un effort de 100 km dans les zones A et B, 2 dans la zone E et moins de 0,5 pour les zones C et D. Le nombre total d'observations de buffle au cours des 3 mois de terrain est de 61.

En s'intéressant au regroupement des zones, on obtient une estimation de l'IK rencontre égale à 1,2 individus ou groupes par centaine de kilomètres parcourus. La distance moyenne à parcourir pour observer des buffles est de 83 km (Annexe 5).

Dans le cas du buffle, la taille moyenne des groupes est très variable entre les différentes zones. On passe en effet de 3 individus par groupe en moyenne pour la zone E (entre 1 et 15 individus) à 30 pour la zone C (entre 2 et 90 individus). Il faut cependant prendre ces chiffres avec précaution car ils sont dépendants de la proportion d'individus solitaires par rapport au nombre de troupeaux dans les observations effectuées. Ainsi, une taille moyenne de 3 individus ne signifie pas que les groupes sont formés d'environ 3 buffles, mais que la proportion de solitaires rencontrés était importante.

- Hippotrague rouan

Le taux de rencontre de l'hippotrague rouan est compris entre 0,5 et 1 observation pour 100 km parcourus dans les zones A, C et D, avec une valeur maximale atteinte pour la zone C. Pour les 2 autres zones, on n'a enregistré aucune observation avec cette espèce.

La taille moyenne des groupes observés est de 5 individus quelle que soit la zone considérée (minimum=1 et maximum=13).

En considérant l'ensemble des zones, et en tenant compte des zones parcourues sans aucune observation, il faut parcourir 195 km pour observer un hippotrague rouan (Annexe 5).

- Éland de Derby

Le nombre d'observations total est extrêmement faible : 7 en 3 mois de terrain. Il n'est donc pas possible d'estimer des taux de rencontre par concession. Pour l'ensemble de la zone d'étude, l'IK rencontre est de 0,14. Il faut donc parcourir 725 km pour observer un éland ou un troupeau (Annexe 5). Ce résultat est à prendre avec précaution car le faible nombre d'observations visuelles d'éland de Derby n'est pas synonyme d'une absence de celui-ci dans la plupart des zones. En effet, les observations « indirectes » (traces, crottes) étaient très fréquentes sur l'ensemble des zones et renseignent donc sur la présence d'élands. Cependant, ces animaux craintifs vivent éloignés des pistes, ce que l'on a pu vérifier lors des observations directes après pistage (à pied). De plus, l'acuité de leurs sens tels que la vue, l'ouïe ou l'odorat permet à ces animaux de fuir avant que l'observation n'ait eu lieu. Leur méfiance et la difficulté à les observer leur ont d'ailleurs valu le nom d'« antilope fantôme ». Le début de la collecte de données a eu lieu un mois après le lancement de la saison de chasse et, si l'on en croit les témoignages des guides de chasse sur le terrain, les observations visuelles sont bien plus nombreuses en début de saison quand les animaux n'ont pas été « dérangés ».

- Céphalophes

Les céphalophes (de Grimm et à flancs roux) sont certainement les espèces les plus représentées, avec une prépondérance des « flancs roux » dans la zone d'étude. Les IK rencontre pour le céphalophe de Grimm varient entre 1 et 1,8 pour 100 km de piste parcourus dans les zones B, C et E. Cet indice atteint respectivement 2,2 et 3 pour les zones A et D. Pour le céphalophe à flancs roux, le taux de rencontre est supérieur à 3 individus pour 100 km dans 3 des zones prospectées (A, B et D).

Sur l'ensemble du territoire d'étude, il faut parcourir en moyenne 49 km pour rencontrer un céphalophe de Grimm et 36 pour rencontrer un céphalophe à flancs roux (Annexe 5).

Il est important de noter que les observations de céphalophes sont à 95% des observations d'individus solitaires. Ainsi, indices kilométriques de rencontre et d'abondance sont ici quasiment équivalents. Si l'on rassemble les deux espèces de céphalophes sur l'ensemble de la zone d'étude, on estime à 21 le nombre de km à parcourir pour effectuer une observation (Annexe 5).

- Guib harnaché

Le taux de rencontre pour le guib harnaché est de 0,9 à 3 observations pour 100 km parcourus. Le maximum est atteint pour la zone E qui est vraisemblablement la plus riche en guibs. La taille moyenne des groupes observés est de 1,3 (minimum=1, maximum=2). On observe donc la plupart du temps des individus solitaires et des couples d'individus occasionnellement accompagnés d'un jeune.

Le nombre de kilomètres à parcourir pour rencontrer un guib solitaire ou en couple est de 68 (Annexe 5).

- Ourébi

La fréquence de rencontre des ourébis varie considérablement d'une concession à une autre. En effet, l'IK rencontre est de 0,8 observation pour 100 km parcourus dans les zones B et C tandis que ce chiffre s'élève à plus de 3 observations dans les zones A et E. Pour la zone D, on dénombre 1,8 observations pour 100 km de piste. Le nombre moyen d'individus observés par rencontre est de 1,7. L'ourébi évolue donc le plus souvent par couple et occasionnellement seul.

Si l'on considère le regroupement des zones étudiées, il faut parcourir 47 km pour rencontrer un individu ou un petit groupe d'individus (Annexe 5).

- Phacochère

Pour 100 km de piste parcourus, on rencontre 3,6 phacochères seuls ou en groupes dans les zones D et E et jusqu'à 4 dans la zone B. Ce chiffre approche 2 observations pour 100 km dans les zones A et C. La taille moyenne des groupes observés se situe entre 2 et 3 individus sur chacune des concessions, ce qui correspond souvent à un adulte accompagné d'un ou deux jeunes. Sur l'ensemble de la région étudiée, on estime à 41 le nombre de kilomètres à parcourir pour effectuer une observation visuelle de cette espèce (Annexe 5).

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

On peut observer les estimations de densités obtenues par la méthode du « strip transect » dans le Tableau 9 ainsi que celles obtenues avec le logiciel Distance (Tableau 10) :

Tableau 9 : Densités obtenues par la méthode du « strip transect » (en individus/km²).

Espèce	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E	Toutes zones
Bubale	0,40	0,09	0,28	0,19	0,44	0,33
Buffle	0,89	0,46	0,33	0,30	0,24	0,54
Hippotrague	0,07	0,00	0,19	0,09	0,00	0,09
Éland	0,01	0,00	0,07	0,13	0,00	0,04
Céphalophe de Grimm	0,31	0,10	0,11	0,20	0,12	0,20
Céphalophe à flancs roux	0,33	0,42	0,14	0,52	0,27	0,30
Guib harnaché	0,08	0,18	0,08	0,21	0,27	0,13
Ourébi	0,35	0,07	0,07	0,20	0,44	0,25
Phacochère	0,34	0,58	0,26	0,56	0,59	0,40
total espèces	3,53	2,10	2,09	2,64	2,72	2,81

Tableau 10 : Densités obtenues par la méthode du « line transect » à l'aide du logiciel Distance (en individus/km²).

Espèce	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E	Toutes zones
Bubale	3,56	/	2,48	0,69	3,05	2,61
Buffle	9,11	/	/	/	1,89	5,12
Hippotrague	1,77	/	14,02	1,06	/	3,58
Éland	/	/	/	/	/	3,20
Céphalophe de Grimm	2,58		2,22	1,33	1,09	2,06
Céphalophe à flancs roux	1,91	46,88	2,06	1,45	2,20	2,04
Guib harnaché	2,66	1,50	4,52	1,62	1,40	1,66
Ourébi	2,78	/	1,93	1,02	1,25	2,22
Phacochère	8,04	3,18	11,99	1,06	1,72	3,13
Total espèces	4,84	4,89	6,42	2,72	3,23	4,22

La différence entre les estimations obtenues par le « strip transect » et celles calculées à l'aide du « line transect » est flagrante. Sur des espèces telles que le céphalophe de Grimm ou le buffle, on constate une différence d'un facteur 10 entre les 2 méthodes. Cependant, **les estimations données par la méthode du « strip transect », bien qu'approximatives, donnent vraisemblablement une valeur plus correcte car elles tiennent compte de l'effort réel effectué (et non de l'effort donné par Distance ne tenant compte que des pistes où l'on compte des observations directes).**

4. DISCUSSION

4.1. Limites de la méthode du « line transect » pour les estimations de densité

Au cours de l'analyse des résultats, on a tout d'abord utilisé la méthode du « line transect » (avec le logiciel Distance) dont les résultats ont été reportés partiellement dans la partie « III.1. Estimation de densités par la méthode du « line transect » ». Même si les conditions de prise de données sur le terrain n'étaient pas toujours optimales (estimations des distances et du nombre d'individus par groupe), la base de données collectée contenait tous les éléments nécessaires au traitement statistique. Cependant, certaines hypothèses sont difficilement vérifiées. Ainsi, la répartition uniforme des animaux sur l'ensemble du territoire, la détection de ceux-ci à leur position initiale ou encore l'assurance qu'on ne compte les individus qu'une seule fois sont autant d'hypothèses importantes que l'on ne respecte sans doute pas.

Cependant, le problème fondamental dans l'exploitation des résultats avec le logiciel Distance est ailleurs. La principale source d'erreur est l'insuffisance de données qui est encore plus flagrante chez certaines espèces telles que l'éland ou l'hippotrague. En effet, comme il a été mentionné dans la partie « III. Résultats », le faible nombre d'observations conduit non seulement à des coefficients de variation très élevés dans l'estimation des densités mais il engendre aussi une estimation erronée de l'effort effectué. L'effort calculé par le logiciel ne tenant compte que de la « feuille d'observations », les pistes parcourues sans observation visuelle ne sont pas additionnées à l'effort total. Or, les transects parcourus sans observation représentent près de 2/3 de l'ensemble des transects ! Les densités obtenues sont donc surestimées et il est difficile de comparer les différentes zones car le ratio de pistes parcourues avec/sans observations est très différent.

On peut ici mettre en évidence les limites de la notion de transect. Pour chaque zone, un transect a été défini comme une portion de piste entre deux intersections ou croisements. On obtient ainsi des transects de longueurs très variables allant de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Or, les transects de petite taille favorisent l'absence d'observation car l'effort effectué sur ceux-ci est moindre. Aussi, si l'on avait des transects de grande taille, on pourrait vraisemblablement obtenir au moins une observation par espèce pour chacun des transects considérés. Un tel découpage en transects de plus grande taille a été effectué pour le comptage à vélo dans la vallée du Zambèze au Zimbabwe (Gaidet *et al.*, 2003). En revanche, l'utilisation de transects plus grands imposerait un parcours à chaque sortie, interférant alors avec l'activité des chasseurs, ce qui n'est pas possible dans le type de comptage « en action de chasse » que l'on recherche.

4.2. Intérêt de l'indice kilométrique

On a donc choisi d'utiliser comme outil l'indice kilométrique de rencontre qui, s'il ne renseigne pas sur les valeurs absolues des densités, permet d'estimer des tendances évolutives des populations considérées. Cet indice a été préféré à l'indice kilométrique d'abondance pour les raisons expliquées en « III.2.1. Calcul synthétique d'Indice Kilométrique ». Cette approche, que l'on peut associer au concept de bio-indicateur, souligne le fait que la valeur absolue d'une densité n'est pas la valeur la plus utile dans la gestion des populations animales. En effet, les variations d'indicateurs de référence peuvent se révéler plus pertinentes

que les tentatives de conversion pour obtenir une valeur exacte de densité (Vincent *et al.*, 1991 ; Morellet *et al.*, 2007).

A l'aide des estimations effectuées grâce aux données collectées sur le terrain, on a tenté de déterminer les facteurs de variation de cet indice kilométrique afin d'en tester la puissance et l'applicabilité. On a alors mesuré des coefficients de variation de l'indice kilométrique en fonction de l'espèce, de la zone d'étude, du temps, etc... On peut noter qu'il a été difficile d'étudier séparément ces facteurs de variation, notamment dans les zones où le temps de séjour était très court.

Le pas de temps sur lequel cet indice est calculé est important ainsi que l'unité spatiale utilisée. En ce qui concerne le pas de temps, un indice kilométrique hebdomadaire semble le plus approprié. En effet, les IK journaliers présentent une grande fluctuation qui semble peu pertinente. En revanche, lorsque les temps de prospection sont similaires (quelques semaines), on choisit de mesurer un indice kilométrique par zone, ce qui permettrait à terme d'appliquer des mesures de gestion à l'échelle de la concession. Les IK par piste ne s'avèrent pas des outils exploitables du fait de la grande variabilité inter pistes mais surtout de la variabilité intrinsèque à chaque transect. D'une part, ces indices ne sont pas spécifiques à un type de milieu donné du fait de la grande hétérogénéité existante au sein des transects. D'autre part, ils présentent une grande variation sur différents réplicats, ce qui tend à remettre en cause l'exactitude et la pertinence de ceux-ci.

En ce qui concerne les heures de passage, il ne semble pas y avoir de contraintes au vu des résultats obtenus. Ainsi, la prospection peut être effectuée à tout moment de la journée au cours de la chasse sans que ceci ait des conséquences sur la valeur des indices obtenus. On notera cependant que les heures chaudes du début de l'après-midi sont généralement marquées par des rencontres moins fréquentes mais elles correspondent souvent à une « pause » dans la journée de chasse.

L'indice kilométrique évolue au cours de la saison, de même que le climat, la phénologie de la végétation, etc... Il a été difficile de distinguer la part de variabilité expliquée par le changement du biotope au cours de la saison et celle qui était due au changement de zone. On peut cependant noter que le début de la saison de chasse (janvier-février) semble plus propice aux recensements que les mois qui suivent, et ce pour plusieurs raisons :

- la végétation est de plus en plus dense au cours de la saison sèche et la visibilité est donc bien meilleure au début de celle-ci ;
- les fluctuations de l'indice kilométrique de rencontre au cours de la semaine semblent augmenter lorsque l'on avance dans la saison ;
- la pression anthropique liée à l'activité cynégétique étant inexistante entre mai et décembre, les animaux sont plus « tranquilles » en début de saison sèche et deviennent de plus en plus craintifs, ce qui entraîne une diminution des observations visuelles depuis les axes empruntés.

En ce qui concerne les unités, on a choisi de donner les indices kilométriques en nombre d'observations visuelles pour 100 km parcourus. Ceci permet de s'affranchir des nombreux chiffres après la virgule qui rendent les comparaisons moins intuitives.

L'indice kilométrique peut être calculé sur l'ensemble des espèces, ce qui donne alors un taux de rencontre « global » qui peut s'avérer intéressant dans l'étude du « taux d'occupation »

d'un espace donné. Il est cependant plus intéressant d'effectuer la distinction entre les espèces rencontrées afin de pouvoir adapter des mesures de gestion (quotas, protection,...) à une population précise.

Chez certaines espèces telles que l'éland de Derby, de nombreuses observations qualifiées d'« indirectes » ont été faites. Compte tenu des faibles valeurs obtenues pour les indices kilométriques, il serait intéressant d'intégrer ces observations (notamment de traces) à un indicateur. Le calcul d'un « indice kilométrique d'observations indirectes » pose le problème de répétition des mêmes observations lorsqu'un transect est répété plusieurs fois en quelques jours. Il faudrait donc cibler ces observations indirectes et ne noter que celles qui sont « fraîches » (moins de 12 heures). On pourrait à ce titre s'appuyer sur de nombreux protocoles de recensements établis à partir d'observations indirectes (tels que les comptages d'éléphants à partir de crottes par Barnes *et al.*, 1997 ou Halford *et al.*, 2003).

4.3. Démarche à suivre

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 11) :

Tableau 11 : 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

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).

4.4. Recommandations

Afin de permettre aux opérateurs de mettre en place un protocole de suivi écologique, il est important de faire quelques recommandations :

1- Au vu de l'exploitation difficile des résultats à l'aide du logiciel Distance, **on s'appuiera sur un outil « taux de rencontre »**. Outre la pertinence de ses résultats, il présente l'avantage de ne nécessiter aucun nombre d'observations minimum comme le traitement de données sous Distance. En effet, si l'indice kilométrique s'avère plus précis lorsque le nombre d'observations est élevé, il est exploitable de la même façon lorsque ce nombre prend des valeurs très faibles.

Un point important associé à l'utilisation de l'indice kilométrique est la simplification de la base de données collectée. En effet, l'agent en charge du recensement n'aura pas besoin du paramètre « distance à la piste » qui s'avérerait difficile à évaluer dans de nombreuses situations où l'utilisation du télémètre n'était pas possible. En revanche, une distance maximale de détection (dépendante du milieu mais également de l'espèce) serait intéressante à déterminer afin de pouvoir s'appuyer sur des estimations de densité par la méthode du « strip transect ».

2- Il serait souhaitable que la prospection ait lieu **au cours de 4 à 5 semaines, au début de la saison de chasse**. Cette durée, qui pourra paraître excessive dans un premier temps, permet de s'affranchir des baisses brutales de l'indice kilométrique qui peuvent avoir lieu lors de changements climatiques soudains ou de la présence d'activités humaines variables. De plus, la prospection doit avoir lieu simultanément sur l'ensemble des zones de chasse de la zone d'étude afin de s'affranchir des mouvements migratoires des groupes d'individus.

3- On **calculera un indice kilométrique de rencontre par espèce**, et l'évolution de celui-ci entre les différentes années permettra de suivre les tendances des populations animales concernées. Pour les espèces très peu fréquemment rencontrées du fait de l'hétérogénéité de leur distribution ou de leur inféodation à un certain type de milieu (bongos, potamochères,...), on complètera ces observations par un **comptage spécifique à des points fixes** (points d'eau, salines).

4- On calculera également un **indice kilométrique d'abondance** qui sera directement exploitable dans la détermination de densités par « strip transect ». L'utilisation de cette dernière méthode requiert la détermination d'une largeur effective de la bande prospectée que l'on pourra déterminer de façon empirique (distance maximale de détection) ou à l'aide du logiciel Distance.

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.
- 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.
- BARNES R.F.W., BEARDSLEY K., MICHELMORE F., BARNES K.L., ALERS M.P.T & BLOM A., 1997. Estimating forest elephant numbers with dung counts and a geographic information system. *The Journal of Wildlife Management* 61:1384-1393.
- 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.
- DELVINGT W. & TELLO J.L.P., 2004. Découverte du Nord de la Centrafrique : sur les terres de la grande faune. Programme ECOFAC. Communauté Européenne.
- DRUNET N., 2005. Comptage en action de chasse dans les zones de chasse du Nord de République Centrafricaine. IGF/APFC.
- EBERHARDT L.L., 1978. Transect method for population studies. *Journal of Wildlife Management*, 42:1-31.
- 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., 2003. 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 Jame Goodall Institute/ IRAD.
- MORELLET N., GAILLARD J.M., MARK HEWISON A.J., BALLON P., BOSCARDIN Y., DUNCAN P., KLEIN F., MAILLARD D., 2007. Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores. *Journal of Applied Ecology* 44:634-643.
- 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/>
- VINCENT J.P., GAILLARD J.M. & BIDEAU E., 1991. Kilometric Index as biological indicator for monitoring forest roe deer populations. *Acta Theriologica* 36:315-328.

ANNEXES



1. TAUX D'ÉCHANTILLONNAGE DES ZONES PROSPECTÉES

Zone	Couverture (km de piste)	ESW globale (m)	Superficie échantillonnée (km²)	Taux d'échantillonnage
A	565	78	88	2,94%
B	164	78	26	5,65%
C	433	78	68	2,97%
D	247	78	39	1,93%
E	329	78	51	3,40%
Total	1 738	78	271	2,94%

On s'est ici intéressé au taux d'échantillonnage global, sans distinction entre les différentes espèces. Alors que les distances optimales de détection varient d'une espèce à l'autre, on a choisi d'utiliser l'ESW globale dans le calcul car celle-ci est plus robuste, compte tenu du grand nombre d'observations. Il se serait avéré intéressant d'utiliser une ESW caractéristique d'une zone donnée (et donc dépendante des propriétés du milieu) mais, comme il a été vu en « III.1. Estimation de densités par la méthode du « line transect » », le coefficient de variation de ces estimations est très élevé. C'est pourquoi l'on utilise une seule et même estimation pour l'ESW.

2. EXEMPLE DE BASE DE DONNEES COLLECTEE

Concession	Date	N° Piste	Sens	Heure	Longueur Piste (km)	Nb GPS	Espèce	Nb total	Nombre							Distance piste	GPS		Activité	Habitat	
									MA	FA	AU	MSA	FSA	SAU	MJ		FJ	JU			NS
Ngassa	13/04/2007	4	E -> O	07:27	7,84	385	bubale	1	1									N7.60152	E20.94763	dérangé	F2
Ngassa	13/04/2007	38	E -> O	07:57	7,98	386	phacochère	3	1	2								N7.62405	E20.89179	mange	O1
Ngassa	13/04/2007	38	E -> O	08:10	7,98	387	guib	1			1							N7.62986	E20.86187	repos	F1
Ngassa	13/04/2007	34n	E -> O	08:32	8,73	388	guib	1	1									N7.63725	E20.82731	mange	F2
Ngassa	13/04/2007	34n	E -> O	08:34	8,73	389	buffle	2	2									N7.63683	E20.82488	mange	F2
Ngassa	13/04/2007	34n	E -> O	08:44	8,73	390	girrm	1	1									N7.64923	E20.80852	dérangé	F2
Ngassa	13/04/2007	34n	E -> O	08:51	8,73	391	buffle	2	2									N7.64595	E20.79486	dérangé	F2
Ngassa	13/04/2007	32	O -> E	08:56	9,00	392	roux	1		1								N7.64979	E20.79020	dérangé	F2
Ngassa	13/04/2007	36	O -> E	10:04	4,52	393	bubale	11		5		3						N7.65159	E20.91310	dérangé	F1
Ngassa	13/04/2007	36	O -> E	10:17	4,52	394	ourebi	1	1									N7.65312	E20.93069	repos	F1
Ngassa	14/04/2007	23b	E -> O	07:11	5,74	394	roux	1		1								N7.65000	E21.01317	dérangé	F2
Ngassa	14/04/2007	23a	S -> N	07:35	5,90	395	phacochère	1			1							N7.68831	E20.98947	mange	F1
Ngassa	14/04/2007	20	O -> E	09:31	20,90	396	phacochère	3	1							2		N7.75822	E21.06756	dérangé	F2
Ngassa	15/04/2007	23a	S -> N	16:52	5,90	396	éléphant	3	1	2								N7.69219	E20.98559	marche	F1
Ngassa	15/04/2007	25	E -> O	17:08	4,35	397	phacochère	1	1									N7.72049	E20.98157	mange	F1
Ngassa	15/04/2007	25	E -> O	17:15	4,35	398	buffle	1	1									N7.72088	E20.97066	dérangé	F1
Ngassa	15/04/2007	90	N -> S	17:29	4,49	399	phacochère	1	1									N7.70595	E20.95543	repos	O1
Ngassa	15/04/2007	90	N -> S	17:31	4,49	400	buffle	6		6								N7.70130	E20.95921	dérangé	F1
Ngassa	15/04/2007	90	N -> S	17:33	4,49	401	bubale	10	1	3		2						N7.69836	E20.96235	mange	F1
Ngassa	16/04/2007	3	E -> O	08:27	6,90	401	roux	1	1									N7.61745	E20.96232	affût	F2
Ngassa	16/04/2007	3	E -> O	08:28	6,90	402	ourebi	1		1								N7.61671	E20.95911	dérangé	F1
Ngassa	16/04/2007	35	E -> O	09:09	9,05	403	phacochère	2	2									N7.60232	E20.89258	mange	F2
Ngassa	16/04/2007	35	E -> O	09:18	9,05	404	bubale	2	1	1								N7.61558	E20.88715	dérangé	F2
Ngassa	16/04/2007	33b	S -> N	10:29	5,30	405	ourebi	3	1	1						1		N7.66353	E20.86328	dérangé	F2
Ngassa	16/04/2007	30	N -> S	11:01	3,34	406	ourebi	1	1									N7.65918	E20.89577	dérangé	F2
Ngassa	16/04/2007	67	N -> S	16:37	5,36	407	ourebi	2	1	1								N7.59249	E21.01722	dérangé	F2

3. MODELE DE PROBABILITE DE DETECTION OBTENU SOUS DISTANCE POUR L'ENSEMBLE DES ESPECES (TOUTES ZONES CONFONDUES)

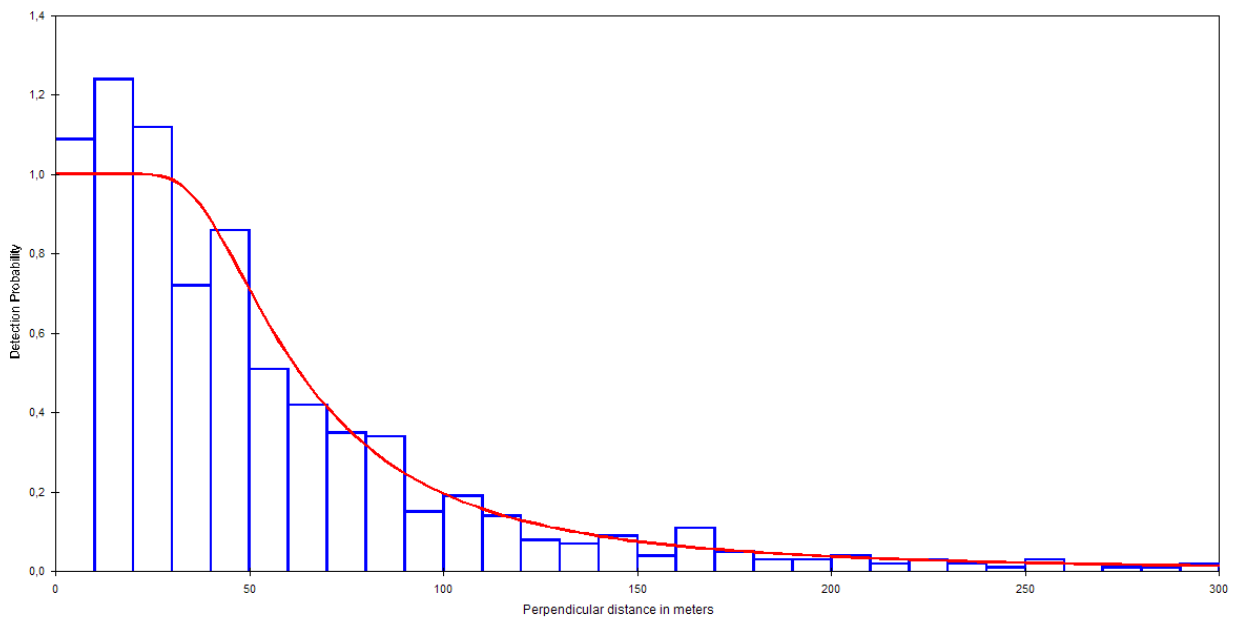
- **Choix du modèle**

Différents modèles de la probabilité de détection en fonction de la distance perpendiculaire ont été testés. Les distances perpendiculaires ont été regroupées en 30 classes distinctes d'une étendue de 10 m chacune (cf. histogramme des distances ci-dessous).

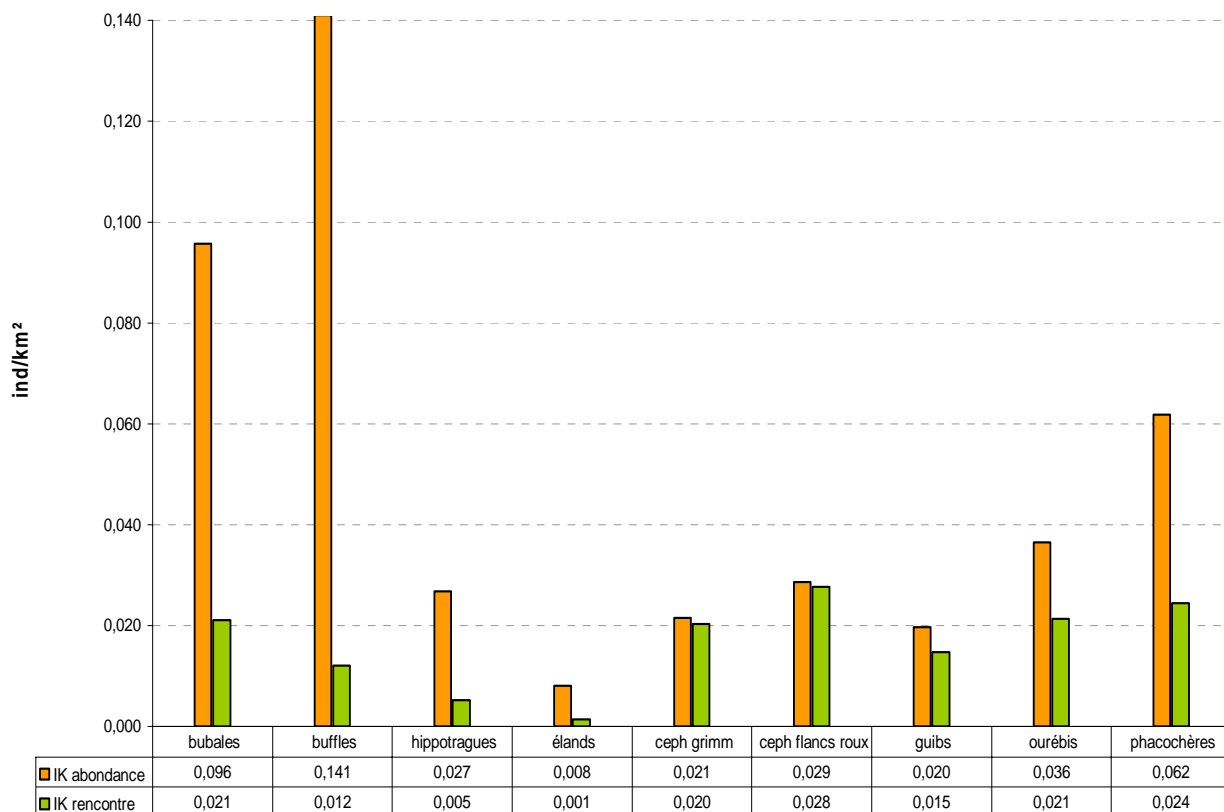
- **Tableau : Données générales du modèle**

Fonction/extension	AIC	Largeur de bande (m)	Densité (Nombre d'individus/km ²)	CV (%)
Modèle : Taux de hasard / cosinus	7812,3	78,3	4,22	6,4

- **Histogramme des distances**



4. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES IK RENCONTRE ET IK ABONDANCE OBTENUS PAR ESPECE



5. REPRESENTATION DU TAUX DE RENCONTRE EXPRIME EN NOMBRE DE KILOMETRES A PARCOURIR POUR EFFECTUER UNE OBSERVATION

Les taux de rencontre ont été calculés pour l'ensemble des zones parcourues.

L'éland de Derby a été volontairement retiré de cette représentation graphique car il « faussait » l'échelle utilisée. En effet, le nombre de kilomètres à parcourir pour rencontrer ce dernier étant de 725, les différences observées pour l'ensemble des autres espèces n'étaient pas lisibles.

