

## VALIDATION DE LA MÉTHODE DE COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE

avril - mai 2007



© Maryline PELLERIN / IGF





**VALIDATION DE LA MÉTHODE DE COMPTAGE  
EN ACTION DE CHASSE**

avril - mai 2007



- TITRE :** VALIDATION DE LA MÉTHODE DE COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE – AVRIL-MAI 2007
- AUTEURS :** Maryline PELLERIN en collaboration avec Philippe CHARDONNET, Hubert BOULET et Hervé FRITZ
- ORGANISME AUTEUR :** Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (IGF)
- PUBLICATION :** Août 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 :** Mission d'étude "Mise au point d'un protocole de suivi écologique"
- 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

<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>5</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>6</b>
<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>7</b>
<b>2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....</b>	<b>9</b>
2.1. Zone d'étude .....	9
2.2. Méthodes de comptage .....	9
2.2.1. Méthode de référence : Comptage routier par « line transect » .....	9
2.2.2. Méthode à tester : Comptage routier en action de chasse.....	10
2.3. Collecte des données .....	10
2.3.1. Description des sessions de comptage.....	10
2.3.2. Choix des pistes pour l'échantillonnage.....	12
2.4. Estimations d'abondance de la faune .....	12
2.4.1. Indice Kilométrique .....	12
2.4.2. Estimation de densité .....	12
2.4.2.1. Méthode « Distance Sampling » (logiciel DISTANCE) .....	12
2.4.2.2. Méthode du « strip transect ».....	13
2.5. Comparaison des deux méthodes de comptage .....	13
<b>3. RÉSULTATS .....</b>	<b>14</b>
3.1. Transects parcourus .....	14
3.2. Observations effectuées .....	16
3.3. Estimations d'abondance de la faune .....	17
3.3.1. Indice Kilométrique .....	17
3.3.2. Estimation de densité .....	18
3.3.2.1. Méthode « Distance Sampling » (logiciel DISTANCE) .....	18
3.3.2.2. Méthode du « strip transect ».....	21
3.4. Comparaison des deux méthodes de comptage .....	22
<b>4. DISCUSSION .....</b>	<b>24</b>
4.1. Biais inhérents au comptage en action de chasse .....	24
4.2. Intérêt et limites du comptage routier.....	24
4.3. Estimations d'abondance de la faune .....	25
4.4. Atouts du comptage en action de chasse .....	25
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>27</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>28</b>
1. Transects empruntés lors du comptage en « line transect » en zone A .....	29
2. Transects empruntés lors du comptage en « line transect » en zone B .....	31
3. Transects empruntés lors du comptage en action de chasse en zone A.....	34
4. Transects empruntés lors du comptage en action de chasse en zone B.....	37

## RÉSUMÉ

La présente étude consistait à tester la validité d'une nouvelle méthode de comptage plus simple et moins coûteuse que d'autres méthodes plus classiques, le **comptage en action de chasse**. Pour ce faire, on a comparé ce nouveau protocole à un protocole de référence, le **comptage en « line transect »** (échantillonnage par transects en ligne). Après validation, le comptage en action de chasse permettra le suivi des populations de grande faune dans les zones de chasse et l'obtention d'informations capitales pour la gestion de la faune.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet intitulé « Conservation de la grande faune emblématique des Zones Cynégétiques Villageoises (ZCV) du nord de la République Centrafricaine », sous l'égide de l'Association pour la Protection de la Faune de Centrafrique (APFC), la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF), sur un financement du Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM), et sous la tutelle du Ministère des Eaux, Forêts, Chasse et Pêche, chargé de l'Environnement (MEFCPE). Ce projet s'insère dans un ensemble d'initiatives visant à favoriser la conservation de la faune sauvage dans le nord centrafricain en mettant à la disposition des intervenants locaux – opérateurs cynégétiques et populations locales – des outils et des compétences nécessaires à la réalisation d'un suivi écologique et humain capable de produire des données utiles à une gestion cynégétique durable.

Au cours de cette étude effectuée dans les zones de chasse de NGoumbiri et Bangoran, 1 750 km (290 transects) ont été parcourus en comptage en « line transect » et 1 798 km (197 transects) en comptage en action de chasse. 302 observations ont été effectuées en comptage en « line transect » et 176 observations en comptage en action de chasse. Les résultats montrent que les densités fauniques estimées sont significativement plus élevées avec le comptage en « line transect » qu'avec le comptage en action de chasse. Ces différences peuvent être dues à plusieurs facteurs qui peuvent influencer sur le nombre d'observations lors du comptage en action de chasse : vitesse des véhicules supérieure, dérangement plus important et échantillonnage biaisé.

Malgré ses limites et les différences de densité estimées entre les deux types de comptage, la méthode du comptage en action de chasse reste très intéressante. Elle est en effet simple et peu coûteuse et permet aux guides d'effectuer eux-mêmes les comptages pendant leur activité cynégétique. Par ailleurs, les différences de densité entre les deux méthodes ne constituent pas vraiment un problème puisque le signe des différences est toujours le même quelque soit l'espèce (de grande ou petite taille) et la zone de chasse considérée : les densités sont inférieures avec le comptage en action de chasse. De plus, la valeur absolue de la densité d'une population ne représente pas la valeur la plus utile pour suivre et gérer une population animale. Il est en effet plus intéressant de regarder l'évolution d'un indice au cours du temps afin d'adapter les modes de gestion de la faune et les prélèvements par la chasse.

Le comptage en action de chasse est donc tout à fait approprié pour obtenir des indices d'abondance et des densités permettant de suivre des populations animales en fonction du temps, ou de les comparer entre différentes zones.

## **REMERCIEMENTS**

Nous tenons particulièrement à remercier :

Les bailleurs de fonds qui ont permis la réalisation de l'étude :

- l'Association pour la Protection de la Faune de Centrafrique (APFC) ;
- le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) ;
- la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF) ;
- le Programme ECOFAC-ZCV, financé par la Commission Européenne ;

Les guides responsables des camps de chasse, pour leur accueil pendant la mission et pour leur disponibilité, ainsi que pour la mise à disposition de véhicules et de personnels pour le comptage en « line transect » ;

Les guides professionnels de chasse, pour leur participation au suivi, leurs conseils, leur expérience du terrain, et les discussions à propos des méthodes de comptage employées ;

Les pisteurs, pour leur contribution au comptage, indispensable au bon déroulement du suivi de la faune ;

Les clients chasseurs, qui ont permis aux écologues d'effectuer le suivi depuis leur véhicule pendant leur chasse, et pour leur participation.

## 1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Au cours des dernières décennies, l'expansion rapide de l'utilisation des ressources naturelles par des populations humaines aux besoins croissants a fait peser une lourde menace sur la survie de la faune sauvage du nord de la République Centrafricaine. La création de vastes aires protégées dans cette région par le gouvernement centrafricain s'est avéré insuffisante pour atténuer les pressions anthropiques, les autorités centrafricaines ne disposant pas de toutes les ressources nécessaires pour garantir sur le terrain le respect du statut de ces aires protégées. Ainsi, paradoxalement, dans le nord centrafricain, la densité des populations de faune sauvage semble aujourd'hui moins élevée dans les parcs nationaux que dans les zones de chasse sportive avoisinantes. En effet, ces zones sont gérées par des opérateurs économiques qui, soucieux de la préservation des ressources fauniques dont leur activité dépend, y développent un tourisme cynégétique durable en concertation avec les populations locales. Néanmoins, à ce jour, les effectifs et la répartition des différentes espèces de faune sauvage dans les zones cynégétiques restent mal connus. Très peu de données scientifiques sont disponibles pour les opérateurs cynégétiques qui souhaitent gérer la ressource faunique dans une optique de durabilité. Les activités humaines qui entrent en conflit avec la conservation de la faune sont aussi mal connues dans la région, leur rythme et leur intensité n'ayant pas encore fait l'objet d'études systématiques.

C'est pourquoi l'Association pour la Protection de la Faune de Centrafrique (APFC), la Fondation Internationale pour la Gestion de la Faune (Fondation IGF) et le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) ont élaboré le projet intitulé « Conservation de la grande faune emblématique des Zones Cynégétiques Villageoises (ZCV) du nord de la République Centrafricaine », sous la tutelle du Ministère des Eaux, Forêts, Chasse et Pêche, chargé de l'Environnement (MEFCPE). Ce projet s'insère dans un ensemble d'initiatives visant à favoriser la conservation de la faune sauvage dans le nord centrafricain en mettant à la disposition des intervenants locaux – opérateurs cynégétiques et populations locales – des outils et des compétences nécessaires à la réalisation d'un suivi écologique et humain capable de produire des données utiles à une gestion cynégétique durable. Basé sur une approche participative, le projet vise plus particulièrement à mettre au point un protocole de suivi écologique adapté aux zones de chasse (Zones Cynégétiques Villageoises et secteurs de chasse) du nord centrafricain, et à former des agents locaux pour le mettre en œuvre. Les activités qui ont été mises en place à cette fin consistent en : 1) l'application d'un protocole de référence, le **comptage en « line transect »** (échantillonnage par transects en ligne) ; et 2) la mise au point et la validation d'un nouveau protocole plus simple et moins coûteux, le **comptage en action de chasse**. Le comptage en action de chasse, mis au point par la Fondation IGF, est une nouvelle méthode de suivi des populations de grande faune dans les zones de chasse permettant d'assurer un suivi de la faune.

La méthode dite du « line transect » (échantillonnage par transects en ligne) (Burnham *et al.* 1980) consiste à couvrir un territoire en suivant des transects (pistes parcourues), à partir desquels les animaux sont comptés. Les densités fauniques sont ensuite estimées en tenant compte de la surface échantillonnée. Cette méthode est très utilisée pour le recensement de la grande faune sur de vastes espaces, que ce soit en comptage aérien (surtout pour les grands mammifères), en comptage routier (pour les mammifères et les oiseaux), en bateau (pour les oiseaux et les mammifères marins), ou à pied (pour un grand nombre d'espèces). Le suivi aérien, bien adapté aux grandes superficies en paysage ouvert, est approprié pour certaines zones ouvertes du nord Centrafricain, mais pas pour les mosaïques de forêt-savane avec d'importantes forêts-galeries (bakos). En effet, le comptage aérien conduit généralement à une

sous-estimation des effectifs des espèces évoluant dans des milieux très fermés comme en Centrafrique puisqu'un nombre non négligeable d'individus ne peut être observé. Il est donc apparu plus pertinent d'effectuer un comptage en « line transect » en voiture.

Il existe d'autres méthodes de comptage telles que la méthode du « strip transect » (échantillonnage par transect en bande) (Eberhardt 1978), celle des indices d'abondance (nombre d'animaux observés par unité de temps ou de distance) (Maillard *et al.* 2001), ou encore celle dite des quadrats (échantillonnage par quadrats ou blocks). La méthode du « line transect » s'est surtout répandue depuis l'apparition de la théorie du « Distance sampling » proposée par Buckland *et al.* (1993). En effet, la méthode du « strip transect » est limitée par une hypothèse de travail forte rarement respectée qui veut que tous les animaux qui se situent à l'intérieur de la bande soient détectés et comptés. La méthode du « line transect » s'affranchit de cette hypothèse de travail (tous les animaux dans la bande sont vus et comptés) et de cette détermination a priori de la distance de visibilité. Le « line transect » est donc un estimateur de densité 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).

Le concept du comptage en action de chasse est dérivé d'un comptage classique en « line transect » et repose sur la récolte des données relatives à l'abondance et à la distribution des espèces sauvages pendant les actions de chasse. L'objectif de ce comptage est d'améliorer la qualité du suivi et la gestion des zones de chasse (estimation d'effectif, définition de quota, etc.). Par rapport à la méthode de référence, la nouvelle méthode est plus simple et plus facile à mettre en œuvre, elle est aussi moins coûteuse à réaliser. Les pistes empruntées pendant les chasses sont assimilées à des transects.

Les informations nécessaires au calcul de densité par la méthode du « line transect » sont récoltées par un observateur embarqué à bord du véhicule de chasse.

Avant d'être largement appliquée, cette méthode de comptage en action de chasse doit être confrontée à la méthode classique du « line transect ». Cette validation permettra de connaître le type et la marge d'erreur associés à la méthode de comptage en action de chasse, ainsi que les écarts à la référence « line transect ». L'objectif n'est donc pas nécessairement d'obtenir les mêmes valeurs de densité par les deux méthodes. En effet, si le coefficient de variation de la méthode en action de chasse est faible, cette méthode reste une approche indiciaire fiable, même si les résultats en terme de densité diffèrent du « line transect ».

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 2.1. Zone d'étude

Les zones échantillonnées sont deux zones de chasse de **République Centrafricaine** gérées par des sociétés de chasse (on les appellera zone A et zone B). Ces zones, situées au nord de la Centrafrique, couvrent environ 3 300 km<sup>2</sup> (respectivement 1 061 km<sup>2</sup> et 2 272 km<sup>2</sup>).

Le climat tropical de type soudano guinéen qui règne sur cette région est marqué par une saison sèche, de décembre à mai, et par une saison des pluies, de juin à novembre. La pluviométrie varie de 800 à 1 300 mm par an.

La végétation de la zone d'étude est constituée d'une mosaïque de savanes arborées, savanes arbustives, plaines herbeuses, bambouseraies et autres formations forestières.

### 2.2. Méthodes de comptage

#### 2.2.1. Méthode de référence : Comptage routier par « line transect »

La méthodologie du « **line transect** » repose sur le **recensement d'animaux**, seuls ou en groupe, **à partir de transects linéaires** (ici des pistes) formant un réseau permettant de couvrir toute la zone échantillonnée. La surface échantillonnée dépend de la visibilité associée à la structure du milieu et à la détectabilité des différentes espèces animales dans les différents habitats. Le protocole du « line transect » permet de quantifier ces variables et de les intégrer directement dans le calcul des densités. Les transects doivent être dans leur ensemble représentatifs de la zone suivie afin de réduire les éventuels biais liés à des visibilités ou des préférences d'habitat très différentes (un des biais possibles des comptages en action de chasse).

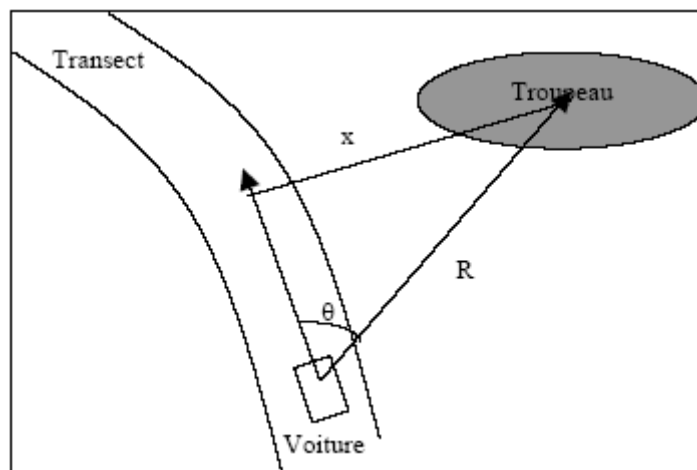
Lors des comptages, les observateurs notent, entre autres, la distance radiale (R), l'angle entre l'axe du transect et la direction dans laquelle se trouve l'animal ( $\theta$ ). Ces données vont permettre de calculer la distance perpendiculaire (x) entre l'animal et le transect (Figure 1) grâce à une relation trigonométrique simple :

$$x = R \sin(\theta)$$

En incluant ainsi le calcul de la distance perpendiculaire au transect, il est possible d'obtenir des estimations fiables de la densité.

Différentes hypothèses de travail inhérentes à l'utilisation de la méthode du « line transect » et à la théorie du « Distance sampling » sont à respecter dans la mesure du possible :

- les objets comptés sont distribués de manière stochastique dans la strate échantillonnée ;
- les transects sont placés dans la zone de façon aléatoire par rapport à la distribution des objets ;
- les objets positionnés sur le transect sont toujours détectés (un animal situé sur le transect a une probabilité d'être détecté égale à 1) ;
- les objets sont détectés dans leur position initiale avant qu'ils ne réagissent à la présence de l'observateur ;
- les détections sont des événements indépendants ;
- les mesures sont effectuées avec précision ;
- aucun individu n'est échantillonné plus d'une fois.



**Figure 1 :** Schéma du déroulement de l'échantillonnage par « line transect » (d'après Eberhardt 1978, Burnham *et al.* 1980).

### 2.2.2. Méthode à tester : Comptage routier en action de chasse

Cette méthode de comptage est une variante du comptage routier par « line transect ». En effet, plutôt que d'effectuer l'échantillonnage avec un véhicule réquisitionné pour l'ensemble de la période du comptage, les comptages sont effectués depuis les véhicules des chasseurs **par les guides eux-mêmes** (ou des pisteurs) **pendant les actions de chasse**. 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 pour les chasseurs est qu'il n'est pas utile de suspendre l'activité cynégétique pendant les comptages.

Seules les analyses des données récoltées par les sociétés de chasse lors des comptages en action de chasse, sont effectuées par des experts extérieurs afin d'obtenir des estimations d'abondance de la faune.

## 2.3. Collecte des données

### 2.3.1. Description des sessions de comptage

Les comptages par « **line transect** » ont été réalisés du **25 mars au 11 avril 2007** (11 jours en zone A et 7 jours en zone B), et ceux en **action de chasse** du **5 mars au 2 avril 2007** (6 jours en zone A et 17 jours en zone B), soit en saison sèche lors du pic de l'activité cynégétique. Les sorties sur le terrain débutaient vers 5h30, au lever du soleil, dès que la lumière était suffisante pour distinguer les animaux et compter le nombre d'individus dans les groupes, et se terminaient vers 18h, à la tombée de la nuit.

Dans le cas des comptages en « line transect », l'équipe était composée de trois ou quatre observateurs : l'écologue et deux ou trois pisteurs, et d'un chauffeur. Pour les comptages en action de chasse, l'écologue partait avec l'une des équipes de chasse, composée d'un chauffeur, d'un guide de chasse, d'un ou deux clients chasseurs, d'un pisteur en chef accompagné d'un ou deux assistants, et d'un représentant de l'autorité de tutelle. Lors des comptages en action de chasse, l'observateur principal était l'écologue. Ce dernier a

cependant été largement aidé par les guides, les pisteurs, les représentants des autorités de tutelle, mais aussi souvent les clients chasseurs.

Les observations ont été faites depuis les véhicules à une vitesse variant de **10km/h à 40 km/h en « line transect »**, et de **20 km/h à 60 km/h en activité de chasse**. Lors des comptages en « line transect », le véhicule s'arrêtait à chaque groupe rencontré, ce qui n'était pas systématiquement le cas en action de chasse. En outre, en conditions de chasse, le véhicule s'arrêtait fréquemment pour laisser les chasseurs pister à pied. Ainsi, l'échantillonnage était régulièrement suspendu pendant plusieurs heures. De même lorsqu'un client avait prélevé son trophée, l'équipe faisait demi-tour pour ramener l'animal au camp.

Pour le dénombrement, nous avons choisi de suivre des espèces communes, c'est-à-dire susceptibles d'être fréquemment rencontrées le long des pistes, mais aussi quelques espèces emblématiques (remarque : les sept espèces en gras sont les espèces les plus fréquemment rencontrées) :

- le bongo (*Tragelaphus eurycerus*) ;
- **le bubale** de Lelwel (*Alcelaphus buselaphus lelwel*) ;
- le buffle (*Syncerus caffer brachyceros*) ;
- le céphalophe à dos jaune (*Cephalophus silvicultor*) ;
- **le céphalophe à flanc roux** (*Cephalophus rufilatus*) ;
- le céphalophe bleu (*Cephalophus monticola*) ;
- **le céphalophe de Grimm** (*Sylvicapra grimmia*) ;
- **le cobe defassa** (*Kobus ellipsiprymnus defassa*) ;
- le cobe de Buffon (*Kobus kob kob*) ;
- l'éland de Derby (*Taurotragus derbianus gigas*) ;
- **le guïb harnaché** (*Tragelaphus scriptus*) ;
- l'hippotrague rouan (*Hippotragus equinus*) ;
- **l'ourébi** (*Ourebia ourebi*) ;
- **le phacochère** (*Phacochoerus africanus*) ;
- le potamochère (*Potamochoerus porcus*).

Le matériel utilisé était : une paire de jumelles, une boussole (comptages en « line transect ») pour déterminer l'angle Nord entre les groupes observés et les pistes, un télémètre pour estimer les distances radiales/perpendiculaires entre les groupes observés et les pistes, un GPS, et des feuilles de terrain sur lesquelles ont été notées :

- **l'heure** de l'observation ;
- **la position GPS** ;
- **l'espèce** ;
- **la taille du groupe** observé ;
- **la structure démographique** du groupe ;
- **la distance radiale/perpendiculaire** à la piste ;
- **l'activité** des individus ;
- **la végétation** en distinguant 4 milieux fermés et deux milieux ouverts : Fermé 1 = savane arborée à dominante *Terminalia/Combretum* ; Fermé 2 = savane arbustive à dominante *Isobertinia* ; Fermé 3 = forêt dense (*bako*) ; Fermé 4 = bambouseraie ; Ouvert 1 = plaine herbeuse ; Ouvert 2 = plateau latéritique.

### 2.3.2. Choix des pistes pour l'échantillonnage

Un **transect** a été défini comme étant la **portion de piste comprise entre deux intersections**. Lors des comptages en « line transect », les transects sont parcourus entièrement, en une fois et à faible vitesse. Chaque transect est identifié et plusieurs répétitions sont généralement effectuées par transect. Les transects sont répétés dans les deux sens et à différentes heures afin de tenir compte des changements d'activité des animaux au cours d'une journée.

Pendant les comptages en action de chasse, l'écologue suit l'itinéraire choisi par le guide de chasse. Dans les conditions de chasse (voir § 2.3.1.), les transects sont rarement échantillonnés d'une traite, voire pas entièrement échantillonnés. Le choix des transects, le sens et l'heure de parcours étant dictés par les besoins cynégétiques, l'échantillonnage en action de chasse est a priori différent d'un échantillonnage effectué dans les conditions scientifiques (« line transect »), lequel est défini avec un souci de représentativité de la zone.

## 2.4. Estimations d'abondance de la faune

### 2.4.1. Indice Kilométrique

L'indice kilométrique d'abondance ou de densité, couramment utilisé, représente le nombre d'individus observés le long d'un certain trajet. Nous avons calculé des **Indices Kilométriques de Rencontre** (nombre d'observations/nombre de kilomètres parcourus) et les **Indices Kilométriques d'Abondance** (nombre d'individus/nombre de kilomètres parcourus) pour les différentes espèces. Nous avons suivi la méthode de calcul de l'IK proposée par Vincent *et al.* (1991) qui se décompose en trois temps :

- pour chaque transect parcouru, on calcule IKt qui est le rapport du nombre d'individus de l'espèce considérée observés sur le nombre de kilomètres parcourus ;
- on calcule ensuite l'IKsérie moyen pour chaque série de transects (répétition) ;
- enfin, on calcul l'IK moyen pour la surface étudiée.

### 2.4.2. Estimation de densité

#### 2.4.2.1. Méthode « Distance Sampling » (logiciel DISTANCE)

Les données ont été analysées selon la méthode du « **Distance Sampling** » (Buckland *et al.* 1993, Thomas *et al.* 2002) à l'aide du logiciel DISTANCE SAMPLING, version 5.0 (Thomas *et al.* 2005). Cette méthode permet d'estimer la **densité** de population sur une certaine surface de chaque côtés de la piste en calculant les probabilités de détection des animaux en fonction de leur distance à la piste. Généralement, un minimum de 40 observations peut s'avérer suffisant pour modéliser la probabilité de détection avec le « Distance Sampling » (Buckland *et al.* 1993). L'unité d'échantillonnage est le groupe et non pas l'individu. L'estimation de la densité est donnée en nombre de groupes par unité de surface à partir de la fonction de probabilité de détection des groupes. La taille moyenne du groupe est ensuite utilisée pour exprimer le résultat en densité d'individus (Buckland *et al.* 1993).

Nous n'avons pas pu respecter le minimum de 40 observations préconisé par Buckland *et al.* (1993) en raison du faible nombre d'observations effectuées par jour sur le terrain. Nous avons donc limité nos analyses aux espèces pour lesquelles le nombre d'observations était supérieur à 20. Chaque analyse a débuté par un premier histogramme de fréquences montrant

le nombre de groupes observés en fonction des classes de distance perpendiculaire. Puis la probabilité de détection des groupes d'individus depuis les transects a été modélisée.

Les différentes fonctions clés avec leurs différentes extensions de série ont été ensuite utilisées pour modéliser la fonction de **probabilité de détection**  $g(y)$  (voir Buckland *et al.* 1993). Celle-ci est de la forme  $g(y) = \text{clé}(y) [1 + \text{série}(y)]$ . La sélection du meilleur modèle probabiliste s'effectue en fonction de la valeur d'un critère de décision, l'AIC (« Akaike Information Criterion », Akaike 1973). La stratégie est de retenir le modèle avec le plus petit AIC, qui par conséquent s'ajuste bien aux données sans avoir trop de paramètres (principe de parcimonie) (Burnham & Anderson 2001). Enfin, la largeur de bande efficace (« **Effective Strip Width** » = **ESW**), correspondant à la **distance efficace de détection**, est donnée par le logiciel Distance.

#### 2.4.2.2. Méthode du « strip transect »

Avec le logiciel DISTANCE, on ne prend pas en compte les transects sur lesquels aucune observation n'a été faite, ni le nombre de répétitions par transect. Pour pallier ce biais, nous avons estimé les **densités** en nous servant des Indices Kilométriques pour lesquels tous les transects, avec ou sans observation, sont considérés.

Nous avons appliqué la méthode du « **strip transect** » (**échantillonnage par transects en bande**) qui 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.

A partir de la fonction de répartition donnée par le logiciel DISTANCE, nous avons délimité dans notre zone d'étude une bande de part et d'autre des pistes parcourues en voiture en utilisant la **largeur de bande efficace** (« Effective Strip Width » = ESW). En multipliant la longueur des circuits parcourus ( $L$ ) par cette bande efficace ( $2 \times \text{ESW} = 2w$ ) nous avons obtenu la surface échantillonnée. Ainsi, il a été possible d'estimer une densité d'observations ( $D_{\text{obs}}$ ) ou d'individus ( $D_{\text{ind}}$ ) en divisant l'indice kilométrique (nb d'observations ou d'individus/ $L$ ) par la largeur de bande ( $2 \times \text{ESW}$ ) :

$$D_{\text{obs}} = \text{nb observations} / (2 \text{ ESW} \times L) \text{ et } D_{\text{ind}} = \text{nb individus} / (2 \text{ ESW} \times L).$$

## 2.5. Comparaison des deux méthodes de comptage

Nous avons comparé les **estimations de densité** des populations, et leurs précisions, obtenues à partir des deux méthodes de comptages : en « **line transect** » et en **action de chasse**. Les comparaisons ont été effectuées pour les différentes espèces, dans les deux zones de chasse, grâce à un **test z** (Buckland *et al.* 1993).

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Transects parcourus

Nous avons parcouru **1 750 km** sur **33 circuits** différents en comptage en « line transect » (Tableau 1) et **1 798 km** sur **33 circuits** en comptage en action de chasse (Tableau 2). Un circuit correspondant à une sortie sur le terrain, nous effectuons en général deux sorties par jour (matin et après-midi).

Tableau 1 : Circuits parcourus lors du comptage en « line transect ».

Circuit	Zone	Date	Longueur (km)
1		25/03/2007	53.51
2		25/03/2007	26.54
3		26/03/2007	76.51
4		26/03/2007	38.84
5		27/03/2007	120.92
6		27/03/2007	30.51
7		28/03/2007	80.81
8		28/03/2007	43.48
9		29/03/2007	57.65
10	Zone A	29/03/2007	45.51
11		30/03/2007	94.65
12		30/03/2007	38.17
13		31/03/2007	68.62
14		31/03/2007	43.28
15		01/04/2007	93.10
16		01/04/2007	41.92
19		03/04/2007	47.73
20		04/04/2007	39.65
21		05/04/2007	3.02
<b>Total</b>	<b>Zone A</b>		<b>1044.40</b>
22		05/04/2007	30.21
23		06/04/2007	83.71
24		06/04/2007	24.56
25		07/04/2007	92.33
26		07/04/2007	20.19
27	Zone B	08/04/2007	81.29
28		08/04/2007	36.87
29		09/04/2007	96.39
30		09/04/2007	33.15
31		10/04/2007	109.03
32		10/04/2007	35.38
33		11/04/2007	63.14
<b>Total</b>	<b>Zone B</b>		<b>706.23</b>
<b>Total</b>			<b>1750.63</b>

Tableau 2 : Circuits parcourus lors du comptage en action de chasse.

Circuit	Zone	Date	Longueur (km)
1	Zone A	05/03/2007	52.89
2		06/03/2007	53.53
3		07/03/2007	27.42
28		27/03/2007	58.26
29		27/03/2007	28.95
30		28/03/2007	52.72
31		28/03/2007	9.88
32		02/04/2007	66.99
33		02/04/2007	25.27
<b>Total</b>		<b>Zone A</b>	
4	Zone B	08/03/2007	65.45
5		09/03/2007	113.83
6		09/03/2007	25.41
7		10/03/2007	150.76
8		10/03/2007	11.07
9		11/03/2007	90.61
10		12/03/2007	91.79
11		13/03/2007	101.45
12		13/03/2007	24.44
13		14/03/2007	79.35
14		14/03/2007	29.15
15		15/03/2007	96.14
16		16/03/2007	75.61
17		16/03/2007	22.28
18		17/03/2007	18.94
19		17/03/2007	36.12
20		18/03/2007	85.28
21		19/03/2007	42.82
22		19/03/2007	36.13
23		20/03/2007	39.26
24		21/03/2007	103.01
25		22/03/2007	36.13
26		23/03/2007	27.38
27		24/03/2007	20.19
<b>Total</b>	<b>Zone B</b>		<b>1422.57</b>
<b>Total</b>			<b>1798.48</b>

L'échantillonnage a été effectué sur **290 transects** (126 en zone A + 164 en zone B) de différentes longueurs appartenant aux 33 circuits parcourus en comptage en « **line transect** » (Annexes 1 et 2), et sur **197 transects** (à 50 en zone A + 147 en zone B) de différentes longueurs appartenant aux 33 circuits parcourus en comptage en **action de chasse** (Annexes 3 et 4).

### 3.2. Observations effectuées

Pendant cette mission, **302 observations** ont été effectuées en comptage en « **line transect** » et **176** en comptage en **action de chasse**, ces observations sont réparties comme suit (Figure 2) :

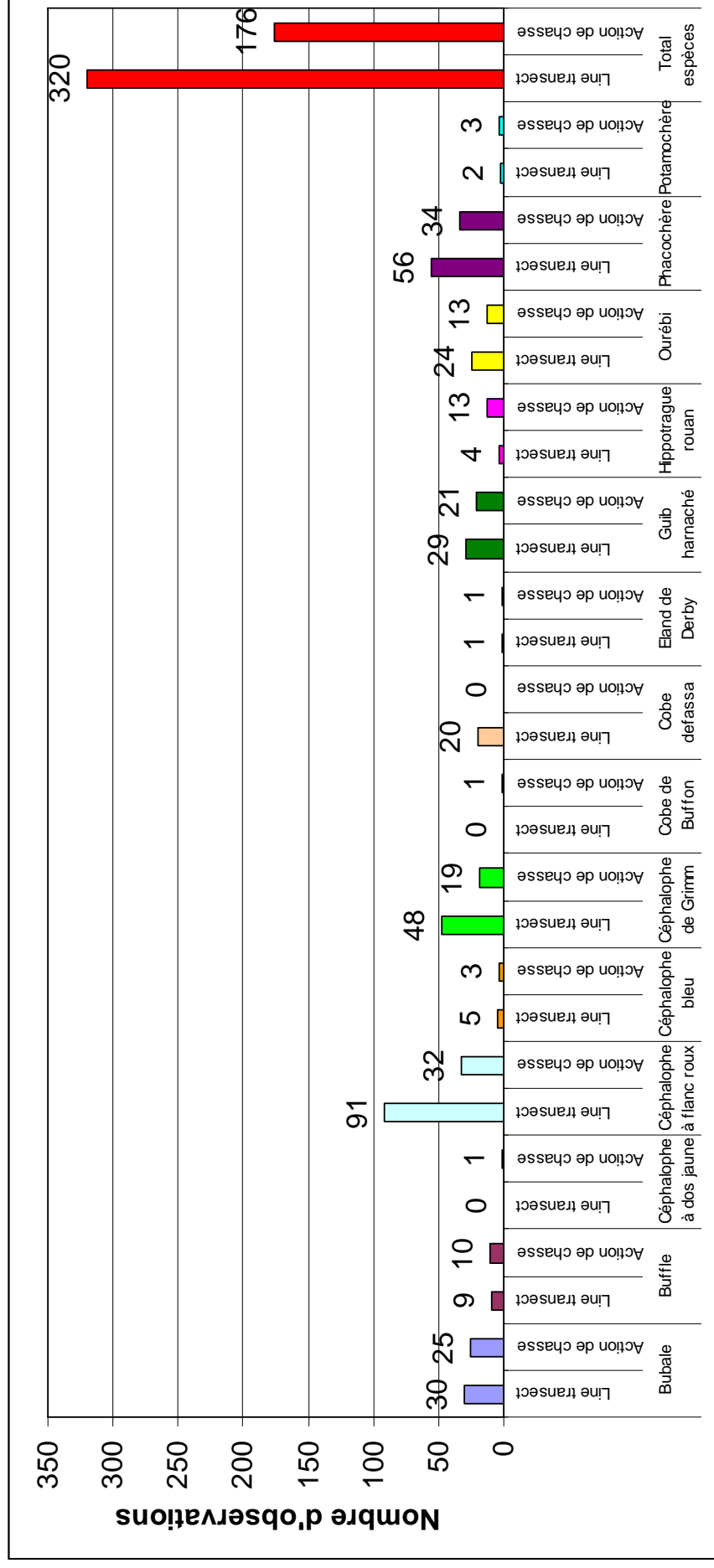


Figure 2 : Nombre d'observations pour chacune des espèces suivies en comptage en « line transect » et en comptage en action de chasse, toutes zones de chasse confondues.

### 3.3. Estimations d'abondance de la faune

#### 3.3.1. Indice Kilométrique

Les valeurs des **Indices Kilométriques de Rencontre** (nombre d'observations/100 kilomètres parcourus) et des **Indices Kilométriques d'Abondance** (nombre d'individus/100 kilomètres parcourus), pour les différentes espèces, sont présentées ci-dessous (Tableaux 3 et 4) :

Tableau 3 : Indices Kilométriques de Rencontre (nb d'observations/100 km parcourus).

Comptage	« Line transect »			Action de chasse		
	Zone A	Zone B	Total	Zone A	Zone B	Total
<b>Zone</b>						
<b>Longueur Pistes (km)</b>	1044.40	706.23	1750.63	375.91	1422.57	1798.48
<b>Bubale</b>	1.24	2.41	1.71	0.53	1.62	1.39
<b>Buffle</b>	0.57	0.00	0.34	1.60	0.28	0.56
<b>Céphalophe à dos jaune</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.06
<b>Céphalophe à flanc roux</b>	6.42	2.69	4.91	3.72	1.27	1.78
<b>Céphalophe bleu</b>	0.38	0.14	0.29	0.80	0.00	0.17
<b>Céphalophe de Grimm</b>	2.87	2.41	2.68	1.06	1.05	1.06
<b>Cobe de Buffon</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.06
<b>Cobe defassa</b>	1.91	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00
<b>Eland de Derby</b>	0.00	0.14	0.06	0.00	0.07	0.06
<b>Guib harnaché</b>	1.34	1.84	1.54	2.13	0.91	1.17
<b>Hippotrague rouan</b>	0.10	0.42	0.23	0.00	0.91	0.72
<b>Ourébi</b>	1.24	1.42	1.31	0.80	0.70	0.72
<b>Phacochère</b>	2.87	2.97	2.91	3.99	1.34	1.89
<b>Potamochère</b>	0.10	0.14	0.11	0.27	0.14	0.17
<b>Total espèces</b>	<b>19.05</b>	<b>14.58</b>	<b>17.25</b>	<b>14.90</b>	<b>8.44</b>	<b>9.79</b>
<b>Total 7 espèces</b>	<b>17.91</b>	<b>13.73</b>	<b>16.22</b>	<b>12.24</b>	<b>6.89</b>	<b>8.01</b>

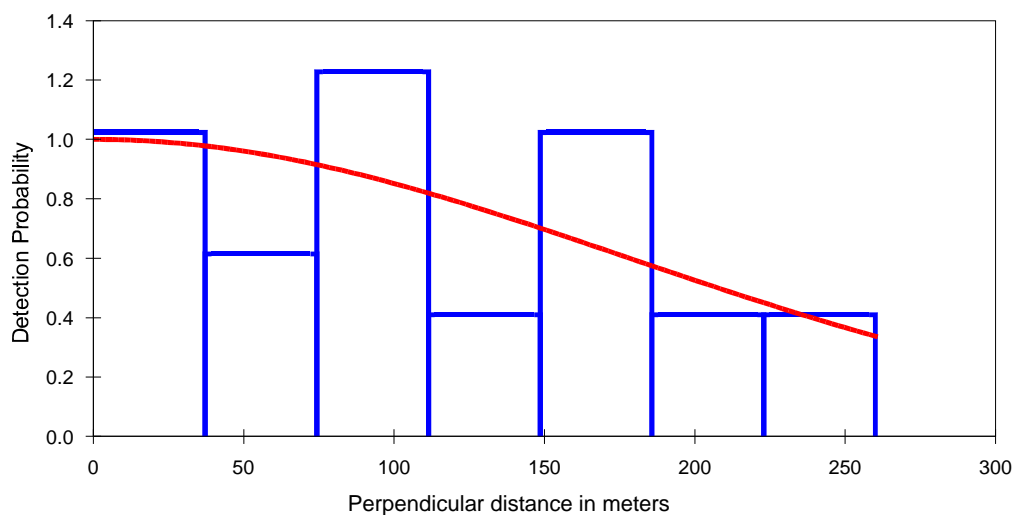
Tableau 4 : Indices Kilométriques d'Abondance (nb d'individus/100 km parcourus).

Comptage	« Line transect »			Action de chasse		
	Zone A	Zone B	Total	Zone A	Zone B	Total
<b>Zone</b>						
<b>Longueur Pistes (km)</b>	1044.40	706.23	1750.63	375.91	1422.57	1798.48
<b>Bubale</b>	6.80	11.89	8.85	2.66	8.08	6.95
<b>Buffle</b>	13.02	0.00	7.77	11.97	8.37	9.12
<b>Céphalophe à dos jaune</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.06
<b>Céphalophe à flanc roux</b>	6.89	2.69	5.20	3.99	1.34	1.89
<b>Céphalophe bleu</b>	0.48	0.14	0.34	0.80	0.00	0.17
<b>Céphalophe de Grimm</b>	3.06	2.55	2.86	1.06	1.20	1.17
<b>Cobe de Buffon</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.11
<b>Cobe defassa</b>	4.79	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00
<b>Eland de Derby</b>	0.00	0.28	0.11	0.00	1.41	1.11
<b>Guib harnaché</b>	2.01	2.12	2.06	2.66	1.12	1.45
<b>Hippotrague rouan</b>	0.10	0.71	0.34	0.00	5.62	4.45
<b>Ourébi</b>	2.01	2.55	2.23	1.06	1.05	1.06
<b>Phacochère</b>	7.56	7.93	7.71	9.04	3.94	5.00
<b>Potamochère</b>	0.38	1.13	0.69	1.60	0.56	0.78
<b>Total espèces</b>	<b>47.11</b>	<b>32.00</b>	<b>41.01</b>	<b>34.85</b>	<b>32.90</b>	<b>33.31</b>
<b>Total 7 espèces</b>	<b>33.13</b>	<b>29.74</b>	<b>31.76</b>	<b>20.48</b>	<b>16.73</b>	<b>17.51</b>

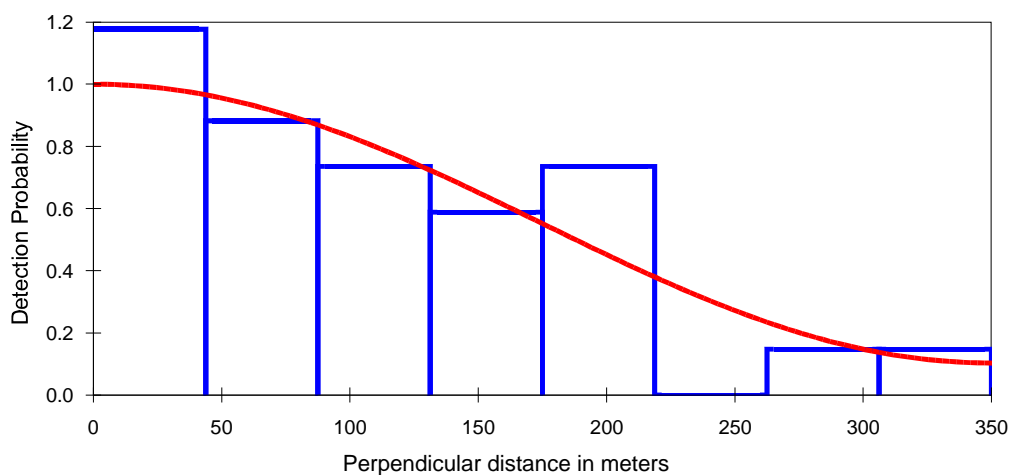
### 3.3.2. Estimation de densité

#### 3.3.2.1. Méthode « Distance Sampling » (logiciel DISTANCE)

Nous présentons deux exemples (« **line transect** » et **action de chasse**) de **fonction de détection** retenue, obtenue avec le logiciel Distance, pour une espèce, le **bubale**, dont le nombre d'observations est au moins supérieur à 20 (Figures 3 et 4).



**Figure 3 :** Diagramme de la répartition des observations dans les classes de distances perpendiculaires et probabilité de détection en fonction des distances perpendiculaires pour le bubale lors des comptages en « line transect », toutes zones de chasse confondues.



**Figure 4 :** Diagramme de la répartition des observations dans les classes de distances perpendiculaires et probabilité de détection en fonction des distances perpendiculaires pour le bubale lors des comptages en action de chasse, toutes zones de chasse confondues.

Trop peu d'observations ont été effectuées sur le bongo, le buffle, le céphalophe à dos jaune, le céphalophe bleu, le cobe de Buffon, l'éland de Derby, l'hippotrague rouan et le potamochère pour pouvoir proposer des estimations de densités avec cette méthode. Nous présentons donc les **modèles retenus** avec le logiciel Distance (Tableau 5) et les **estimations de densité de troupeaux** (Tableau 6) et **d'individus** (Tableau 7) pour **sept espèces** : le bubale, le céphalophe à flanc roux, le céphalophe de Grimm, le cobe defassa, le guib harnaché, l'ourébi et le phacochère et pour **l'ensemble des espèces**.

Tableau 5 : Modèles retenus et estimation des largeurs de bande efficaces (ESW), pour les sept espèces retenues et l'ensemble des espèces (Extension de série = Cosinus).

Espèce	Comptage	Zone	Nb obs	Nb ind	Fonction clef	AIC	CV	ESW	CV	LCI	HCI
Bubale	« Line transect »	Zone A	13	71	Uniforme	137.8	0.00	200.00	0.00	200.00	200.00
		Zone B	17	94	Uniforme	196.2	14.13	208.92	14.13	155.08	281.46
		Total	30	165	Uniforme	340.8	8.23	193.06	8.23	163.19	228.40
	Action de chasse	Zone A	2	10	Uniforme	18.8	0.00	110.00	0.00	110.00	110.00
		Zone B	23	115	Uniforme	255.8	0.00	260.00	0.00	260.00	260.00
		Total	25	125	Semi-normale	277.8	19.08	190.02	19.08	128.62	280.72
Céphalophe à flanc roux	« Line transect »	Zone A	67	72	Exponentielle négative	556.5	22.22	36.20	22.22	23.35	56.11
		Zone B	19	19	Taux de hasard	157.0	44.60	7.65	44.60	3.10	18.88
		Total	86	91	Exponentielle négative	719.6	20.71	25.99	20.71	17.29	39.06
	Action de chasse	Zone A	14	15	Taux de hasard	98.0	40.73	3.02	40.73	1.28	7.09
		Zone B	18	19	Uniforme	152.9	0.00	70.00	0.00	70.00	70.00
		Total	32	34	Exponentielle négative	270.0	22.88	40.18	22.88	25.35	63.69
Céphalophe de Grimm	« Line transect »	Zone A	30	32	Exponentielle négative	280.4	20.64	42.94	20.64	28.27	65.20
		Zone B	17	18	Uniforme	141.21	0.00	63.64	0.00	63.64	63.64
		Total	47	50	Taux de hasard	429.4	15.12	58.82	15.12	43.45	79.62
	Action de chasse	Zone A	4	4	Uniforme	27.2	0.00	30.00	0.00	30.00	30.00
		Zone B	15	17	Uniforme	134.6	39.25	48.51	39.25	21.41	109.90
		Total	19	21	Taux de hasard	166.5	22.56	45.93	22.56	28.70	73.50
Cobe defassa	« Line transect »	Zone A	20	50	Semi-normale	209.7	21.65	134.26	21.65	87.79	210.11
		Zone B	0								
		Total	0								
	Action de chasse	Zone A	0								
		Zone B	0								
		Total	0								
Guib harnaché	« Line transect »	Zone A	14	21	Uniforme	128.9	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00
		Zone B	13	15	Uniforme	113.9	0.00	80.00	0.00	80.00	80.00
		Total	27	36	Exponentielle négative	247.9	28.07	60.08	28.07	34.11	105.81
	Action de chasse	Zone A	8	10	Uniforme	72.9	0.00	95.00	0.00	95.00	95.00
		Zone B	13	16	Exponentielle négative	115.6	27.76	35.42	27.76	19.57	64.13
		Total	21	26	Semi-normale	187.9	30.12	40.33	30.12	21.77	74.73
Ourébi	« Line transect »	Zone A	13	21	Uniforme	122.2	0.00	110.00	0.00	110.00	110.00
		Zone B	10	18	Taux de hasard	76.2	49.91	3.02	49.91	1.02	8.96
		Total	23	39	Taux de hasard	204.6	40.69	10.52	40.69	4.65	23.80
	Action de chasse	Zone A	3	4	Uniforme	24.0	0.00	55.00	0.00	55.00	55.00
		Zone B	10	15	Uniforme	97.4	0.00	130.00	0.00	130.00	130.00
		Total	13	19	Uniforme	125.0	16.81	77.66	16.81	53.98	111.72
Phacochère	« Line transect »	Zone A	30	79	Exponentielle négative	309.3	20.38	69.89	20.38	46.26	105.58
		Zone B	21	56	Taux de hasard	190.7	37.66	10.94	37.66	5.09	23.50
		Total	51	135	Exponentielle négative	513.2	14.81	59.71	14.81	44.42	80.27
	Action de chasse	Zone A	15	34	Uniforme	135.0	0.00	90.00	0.00	90.00	90.00
		Zone B	19	56	Exponentielle négative	185.4	23.19	50.07	23.19	30.96	80.99
		Total	34	90	Uniforme	328.3	15.67	75.43	15.67	54.92	103.60
Total espèces	« Line transect »	Zone A	199	492	Taux de hasard	1945.9	8.01	72.59	8.01	62.00	84.99
		Zone B	103	246	Exponentielle négative	1021.4	8.60	52.28	8.60	44.10	61.99
		Total	302	738	Exponentielle négative	2971.1	5.64	50.51	5.64	45.21	56.43
	Action de chasse	Zone A	56	131	Taux de hasard	526.8	14.91	43.38	14.91	32.23	58.39
		Zone B	120	468	Taux de hasard	1220.0	13.06	74.52	13.06	57.60	96.41
		Total	176	599	Taux de hasard	1753.6	9.69	70.60	9.69	58.34	85.44
Total 7 espèces	« Line transect »	Zone A	187	346	Semi-normale	1818.8	5.11	65.61	5.11	59.32	72.57
		Zone B	97	220	Exponentielle négative	956.4	8.69	50.72	8.69	42.70	60.24
		Total	284	566	Exponentielle négative	2778.4	5.75	49.07	5.75	43.83	54.95
	Action de chasse	Zone A	46	77	Exponentielle négative	415.3	18.59	41.89	18.59	28.90	60.73
		Zone B	98	238	Taux de hasard	981.6	14.71	66.92	14.71	50.05	89.48
		Total	144	315	Taux de hasard	1408.1	11.46	61.35	11.46	48.95	76.88
Total espèces + Action de chasse	« Line transect »	Zone A	255	623	Taux de hasard	2475.5	6.87	70.50	6.87	61.59	80.71
		Zone B	223	714	Exponentielle négative	2244.9	6.40	56.94	6.40	50.20	64.58
		Total	478	1337	Exponentielle négative	4726.4	4.54	51.91	4.54	47.48	56.75

Tableau 6 : Estimation des densités (D) de troupeaux (par km<sup>2</sup>) pour les sept espèces retenues.

Comptage	« Line transect »						Action de chasse					
	Zone A		Zone B		Total		Zone A		Zone B		Total	
	D	CV	D	CV	D	CV	D	CV	D	CV	D	CV
<b>Bubale</b>	0.74	71.80	0.81	28.12	0.82	32.10	0.73	125.93	0.53	26.59	0.68	32.17
<b>Céphalophe à flanc roux</b>	3.80	27.05	20.24	50.00	5.43	24.38	40.96	46.58	2.23	22.78	3.48	28.14
<b>Céphalophe de Grimm</b>	2.49	24.13	1.89	19.02	1.89	18.42	4.69	75.28	2.50	44.98	2.72	31.30
<b>Cobe defassa</b>	1.21	32.85	0.00				0.00		0.00			
<b>Guib harnaché</b>	1.29	28.69	1.38	31.42	1.99	34.92	1.20	24.56	3.28	38.08	2.86	35.24
<b>Ourébi</b>	1.02	15.95	35.84	54.80	10.51	42.73	2.79	6.38	0.70	25.76	1.30	25.94
<b>Phacochère</b>	2.01	28.34	11.79	46.83	2.27	21.82	1.40	25.26	2.88	28.15	1.80	20.94
<b>Total espèces</b>	<b>2.73</b>	<b>14.05</b>	<b>3.78</b>	<b>13.42</b>	<b>3.92</b>	<b>9.95</b>	<b>4.14</b>	<b>20.92</b>	<b>2.81</b>	<b>16.27</b>	<b>2.82</b>	<b>12.64</b>
<b>Total 7 espèces</b>	<b>2.98</b>	<b>13.31</b>	<b>3.68</b>	<b>13.20</b>	<b>3.92</b>	<b>10.32</b>	<b>3.99</b>	<b>23.54</b>	<b>2.89</b>	<b>18.02</b>	<b>3.00</b>	<b>14.25</b>

Tableau 7 : Estimation des densités (D) d'individus (par km<sup>2</sup>) pour les sept espèces retenues.

Comptage	« Line transect »						Action de chasse					
	Zone A		Zone B		Total		Zone A		Zone B		Total	
	D	CV	D	CV	D	CV	D	CV	D	CV	D	CV
<b>Bubale</b>	4.03	75.06	4.92	42.17	4.81	38.89	3.65	132.13	2.63	31.98	3.03	37.72
<b>Céphalophe à flanc roux</b>	4.30	27.15	20.24	50.00	6.01	24.44	46.88	46.88	2.35	23.38	4.06	28.29
<b>Céphalophe de Grimm</b>	2.67	24.38	2.00	19.81	1.97	18.60	4.69	75.28	2.36	45.31	2.68	31.59
<b>Cobe defassa</b>	3.52	36.98	0.00				0.00		0.00			
<b>Guib harnaché</b>	1.94	30.94	1.60	32.69	2.54	35.75	1.50	27.83	4.52	39.36	3.28	35.97
<b>Ourébi</b>	1.65	19.47	66.68	56.85	18.16	43.76	3.73	25.80	1.05	28.05	1.76	28.28
<b>Phacochère</b>	5.89	30.88	26.09	49.87	5.52	23.82	3.18	29.80	12.05	35.09	5.28	25.01
<b>Total espèces</b>	<b>4.40</b>	<b>15.06</b>	<b>5.55</b>	<b>15.55</b>	<b>5.56</b>	<b>10.93</b>	<b>4.89</b>	<b>23.27</b>	<b>6.88</b>	<b>19.10</b>	<b>5.68</b>	<b>14.62</b>
<b>Total 7 espèces</b>	<b>4.28</b>	<b>14.06</b>	<b>5.01</b>	<b>15.26</b>	<b>5.27</b>	<b>11.06</b>	<b>4.88</b>	<b>25.10</b>	<b>5.14</b>	<b>19.77</b>	<b>4.81</b>	<b>15.49</b>

L'histogramme ci-dessous, représente les densités d'individus (par km<sup>2</sup>) estimées pour les sept espèces retenues et pour l'ensemble des espèces avec le logiciel Distance (Figure 5) :

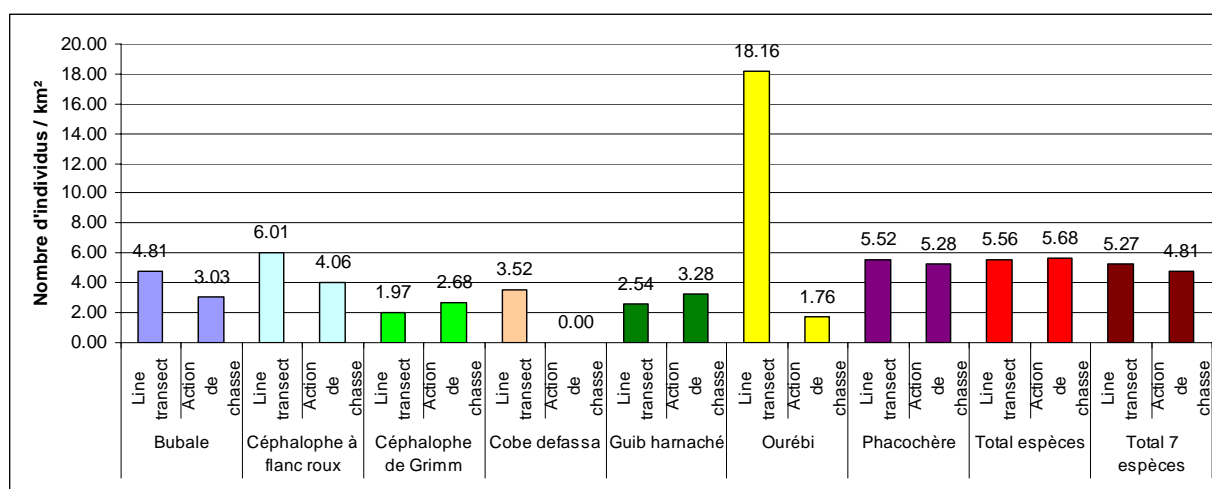


Figure 5 : Histogramme des densités (nombre d'individus/km<sup>2</sup>) des espèces observées lors des comptages en « line transect » et en action de chasse, toutes zones de chasse confondues.

## 3.3.2.2. Méthode du « strip transect »

Nous avons calculé les **densités de troupeaux** (Tableau 8) et **d'individus** (Tableau 9) à partir des Indices Kilométriques en utilisant la **largeur de bande efficace** (ESW = 51.91 m ; IC 95% = 47.48 m – 56.75 m) estimée à partir de toutes les observations (comptages en « line transect » et en action de chasse), toutes espèces et zones de chasse confondues.

Tableau 8 : Estimation des densités (D) de troupeaux (par km<sup>2</sup>) pour les sept espèces retenues.

Espèce	Zone	Zone A			Zone B			Total		
	Comptage	D	LCI	HCI	D	LCI	HCI	D	LCI	HCI
Bubale	« Line transect »	0.12	0.11	0.13	0.23	0.21	0.25	0.17	0.15	0.18
	Action de chasse	0.05	0.05	0.06	0.16	0.14	0.17	0.13	0.12	0.15
Céphalophe à flanc roux	« Line transect »	0.62	0.57	0.68	0.26	0.24	0.28	0.47	0.43	0.52
	Action de chasse	0.36	0.33	0.39	0.12	0.11	0.13	0.17	0.16	0.19
Céphalophe de Grimm	« Line transect »	0.28	0.25	0.30	0.23	0.21	0.25	0.26	0.24	0.28
	Action de chasse	0.10	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11
Cobe defassa	« Line transect »	0.18	0.17	0.20	0.00	0.00	0.00	0.11	0.10	0.12
	Action de chasse	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Guib harnaché	« Line transect »	0.13	0.12	0.14	0.18	0.16	0.19	0.15	0.14	0.16
	Action de chasse	0.20	0.19	0.22	0.09	0.08	0.10	0.11	0.10	0.12
Ourébi	« Line transect »	0.12	0.11	0.13	0.14	0.12	0.15	0.13	0.12	0.14
	Action de chasse	0.08	0.07	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08
Phacochère	« Line transect »	0.28	0.25	0.30	0.29	0.26	0.31	0.28	0.26	0.31
	Action de chasse	0.38	0.35	0.42	0.13	0.12	0.14	0.18	0.17	0.20
Total espèces	« Line transect »	<b>1.84</b>	<b>1.68</b>	<b>2.01</b>	<b>1.40</b>	<b>1.28</b>	<b>1.54</b>	<b>1.66</b>	<b>1.52</b>	<b>1.82</b>
	Action de chasse	<b>1.43</b>	<b>1.31</b>	<b>1.57</b>	<b>0.81</b>	<b>0.74</b>	<b>0.89</b>	<b>0.94</b>	<b>0.86</b>	<b>1.03</b>
Total 7 espèces	« Line transect »	<b>1.72</b>	<b>1.58</b>	<b>1.89</b>	<b>1.32</b>	<b>1.21</b>	<b>1.45</b>	<b>1.56</b>	<b>1.43</b>	<b>1.71</b>
	Action de chasse	<b>1.18</b>	<b>1.08</b>	<b>1.29</b>	<b>0.66</b>	<b>0.61</b>	<b>0.73</b>	<b>0.77</b>	<b>0.71</b>	<b>0.84</b>

Tableau 9 : Estimation des densités (D) d'individus (par km<sup>2</sup>) pour les sept espèces retenues.

Espèce	Zone	Zone A			Zone B			Total		
	Comptage	D	LCI	HCI	D	LCI	HCI	D	LCI	HCI
Bubale	« Line transect »	0.65	0.60	0.72	1.15	1.05	1.25	0.85	0.78	0.93
	Action de chasse	0.26	0.23	0.28	0.78	0.71	0.85	0.67	0.61	0.73
Céphalophe à flanc roux	« Line transect »	0.66	0.61	0.73	0.26	0.24	0.28	0.50	0.46	0.55
	Action de chasse	0.38	0.35	0.42	0.13	0.12	0.14	0.18	0.17	0.20
Céphalophe de Grimm	« Line transect »	0.30	0.27	0.32	0.25	0.22	0.27	0.28	0.25	0.30
	Action de chasse	0.10	0.09	0.11	0.12	0.11	0.13	0.11	0.10	0.12
Cobe defassa	« Line transect »	0.46	0.42	0.50	0.00	0.00	0.00	0.28	0.25	0.30
	Action de chasse	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Guib harnaché	« Line transect »	0.19	0.18	0.21	0.20	0.19	0.22	0.20	0.18	0.22
	Action de chasse	0.26	0.23	0.28	0.11	0.10	0.12	0.14	0.13	0.15
Ourébi	« Line transect »	0.19	0.18	0.21	0.25	0.22	0.27	0.21	0.20	0.23
	Action de chasse	0.10	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11
Phacochère	« Line transect »	0.73	0.67	0.80	0.76	0.70	0.83	0.74	0.68	0.81
	Action de chasse	0.87	0.80	0.95	0.38	0.35	0.41	0.48	0.44	0.53
Total espèces	« Line transect »	<b>4.54</b>	<b>4.15</b>	<b>4.96</b>	<b>3.08</b>	<b>2.82</b>	<b>3.37</b>	<b>3.95</b>	<b>3.61</b>	<b>4.32</b>
	Action de chasse	<b>3.36</b>	<b>3.07</b>	<b>3.67</b>	<b>3.17</b>	<b>2.90</b>	<b>3.46</b>	<b>3.21</b>	<b>2.93</b>	<b>3.51</b>
Total 7 espèces	« Line transect »	<b>3.19</b>	<b>2.92</b>	<b>3.49</b>	<b>2.86</b>	<b>2.62</b>	<b>3.13</b>	<b>3.06</b>	<b>2.80</b>	<b>3.34</b>
	Action de chasse	<b>1.97</b>	<b>1.80</b>	<b>2.16</b>	<b>1.61</b>	<b>1.47</b>	<b>1.76</b>	<b>1.69</b>	<b>1.54</b>	<b>1.84</b>

L'histogramme ci-dessous, représente les **densités d'individus** (par km<sup>2</sup>) estimées pour les sept espèces retenues et pour l'ensemble des espèces par la méthode du « **strip transect** » (Figure 6) :

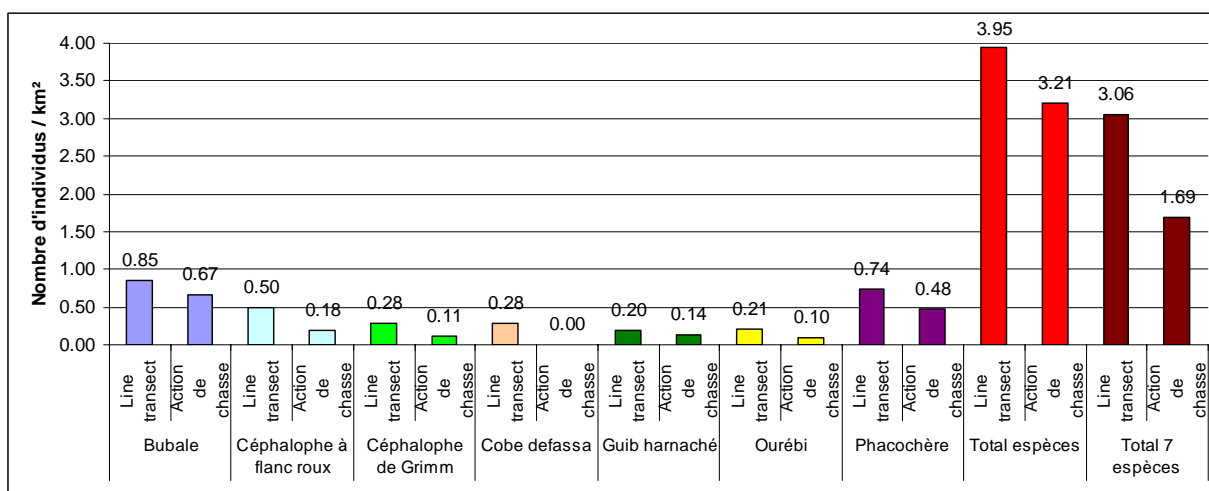


Figure 6 : Histogramme des densités (nombre d'individus/km<sup>2</sup>) des espèces observées lors des comptages en « line transect » et en action de chasse, toutes zones de chasse confondues.

### 3.4. Comparaison des deux méthodes de comptage

Les résultats des tests z de **comparaison des estimations de densité par « strip transect »** obtenues à partir des deux méthodes de comptages, en « **line transect** » et en **action de chasse**, sont présentés dans le Tableau 10. Toutes les valeurs de  $|z|$  sont supérieures à 7 et donc les probabilités p inférieures à 0.0001.

Tableau 10 : Résultats des tests z de comparaison des estimations de densité (D) par « strip transect » entre comptage en « line transect » et en action de chasse.

Espèce	Comptage	Zone	Rencontres				Individus			
			Nb obs	D	ET D	Z	Nb ind	D	ET D	Z
Bubale	« Line transect »	Zone A	13	0.12	0.0054	30.74	71	0.65	0.0297	78.20
	Action de chasse		2	0.05	0.0023		10	0.26	0.0116	
	« Line transect »	Zone B	17	0.23	0.0105	25.82	94	1.15	0.0520	58.29
	Action de chasse		23	0.16	0.0071		115	0.78	0.0354	
	« Line transect »	Total	30	0.17	0.0075	17.03	165	0.85	0.0387	45.17
Action de chasse	25		0.13	0.0061	125		0.67	0.0304		
Céphalophe à flanc roux	« Line transect »	Zone A	67	0.62	0.0281	46.78	72	0.66	0.0301	48.74
	Action de chasse		14	0.36	0.0163		15	0.38	0.0174	
	« Line transect »	Zone B	19	0.26	0.0118	45.79	19	0.26	0.0118	43.30
	Action de chasse		18	0.12	0.0055		19	0.13	0.0058	
	« Line transect »	Total	86	0.47	0.0215	112.02	91	0.50	0.0227	114.90
Action de chasse	32		0.17	0.0078	34		0.18	0.0083		
Céphalophe de Grimm	« Line transect »	Zone A	30	0.28	0.0126	53.32	32	0.30	0.0134	58.02
	Action de chasse		4	0.10	0.0047		4	0.10	0.0047	
	« Line transect »	Zone B	17	0.23	0.0105	46.25	18	0.25	0.0111	44.70
	Action de chasse		15	0.10	0.0046		17	0.12	0.0052	
	« Line transect »	Total	47	0.26	0.0117	77.88	50	0.28	0.0125	77.88
Action de chasse	19		0.10	0.0046	21		0.11	0.0051		
Cobe defassa	« Line transect »	Zone A	20	0.18	0.0084	98.51	50	0.46	0.0209	155.75
	Action de chasse		0	0.00	0.0000		0	0.00	0.0000	
	« Line transect »	Zone B	0	0.00	0.0000	0	0	0.00	0.0000	0
	Action de chasse		0	0.00	0.0000		0	0.00	0.0000	
	« Line transect »	Total	20	0.11	0.0050	0	50	0.28	0.0125	0
Action de chasse	0		0.00	0.0000	0		0.00	0.0000		
Guib harnaché	« Line transect »	Zone A	14	0.13	0.0059	-20.82	21	0.19	0.0088	-15.08
	Action de chasse		8	0.20	0.0093		10	0.26	0.0116	
	« Line transect »	Zone B	13	0.18	0.0080	35.82	15	0.20	0.0093	35.71
	Action de chasse		13	0.09	0.0040		16	0.11	0.0049	
	« Line transect »	Total	27	0.15	0.0067	21.10	36	0.20	0.0090	30.24
Action de chasse	21		0.11	0.0051	26		0.14	0.0063		
Ourébi	« Line transect »	Zone A	13	0.12	0.0054	17.09	21	0.19	0.0088	30.23
	Action de chasse		3	0.08	0.0035		4	0.10	0.0047	
	« Line transect »	Zone B	10	0.14	0.0062	31.42	18	0.25	0.0111	49.90
	Action de chasse		10	0.07	0.0031		15	0.10	0.0046	
	« Line transect »	Total	23	0.13	0.0057	38.35	39	0.21	0.0097	59.82
Action de chasse	13		0.07	0.0032	19		0.10	0.0046		
Phacochère	« Line transect »	Zone A	30	0.28	0.0126	-21.30	79	0.73	0.0331	-18.43
	Action de chasse		15	0.38	0.0174		34	0.87	0.0396	
	« Line transect »	Zone B	21	0.29	0.0130	50.28	56	0.76	0.0347	74.34
	Action de chasse		19	0.13	0.0058		56	0.38	0.0172	
	« Line transect »	Total	51	0.28	0.0127	43.23	135	0.74	0.0337	70.34
Action de chasse	34		0.18	0.0083	90		0.48	0.0219		
Total espèces	« Line transect »	Zone A	199	1.84	0.0833	38.06	492	4.54	0.2060	72.74
	Action de chasse		56	1.43	0.0651		131	3.36	0.1524	
	« Line transect »	Zone B	103	1.40	0.0638	83.07	246	3.08	0.1399	-7.77
	Action de chasse		120	0.81	0.0369		468	3.17	0.1439	
	« Line transect »	Total	302	1.66	0.0754	132.95	738	3.95	0.1794	83.53
Action de chasse	176		0.94	0.0428	599		3.21	0.1456		
Total 7 espèces	« Line transect »	Zone A	187	1.72	0.0783	56.00	346	3.19	0.1449	94.86
	Action de chasse		46	1.18	0.0535		77	1.97	0.0896	
	« Line transect »	Zone B	97	1.32	0.0601	96.75	220	2.86	0.1300	125.68
	Action de chasse		98	0.66	0.0301		238	1.61	0.0732	
	« Line transect »	Total	284	1.56	0.0709	154.51	566	3.06	0.1389	189.00
Action de chasse	144		0.77	0.0350	315		1.69	0.0766		

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Biais inhérents au comptage en action de chasse

Nos résultats montrent que les densités estimées, par espèce ou totales, à partir des Indices Kilométriques, sont significativement plus élevées avec le comptage en « line transect » qu'avec le comptage en action de chasse. Ces différences peuvent être dues à plusieurs facteurs :

1- concernant le nombre d'observations :

1.1- lors des comptages en action de chasse, les véhicules adoptent une vitesse située entre 20 km/h (en action de chasse) et 60 km/h (e.g. lors du retour au camp après prélèvement d'un trophée) alors que la vitesse en « line transect » varie entre 10 et 40 km/h. La probabilité de détection d'un animal ou d'un groupe en action de chasse est donc vraisemblablement inférieure à celle en « line transect » ;

1.2- le dérangement occasionné par cette plus grande vitesse (plus de bruit), et par l'activité de chasse (tirs de fusil, marches dans la brousse), peut également être une des causes du plus faible nombre d'observations en action de chasse ;

1.3- enfin, l'échantillonnage biaisé en action de chasse (limites dans le choix des transects, leur sens de parcours, dans le nombre de répétitions par transect et l'heure du parcours) peut aussi influencer sur le nombre d'observations lors de ce type de comptage.

A ces biais concernant le nombre d'observations, s'ajoute :

2- un problème de précision des données prises pendant le comptage en action de chasse. En effet, contrairement à ce qui est pratiqué lors des comptages en « line transect », le véhicule ne s'arrête pas systématiquement à chaque groupe rencontré. De ce fait, la distance perpendiculaire entre le groupe observé et la piste est parfois peu précise, et la détermination de la taille et de la composition du groupe est particulièrement difficile.

### 4.2. Intérêt et limites du comptage routier

Pour les deux méthodes de comptage routiers, en « line transect » ou en action de chasse, les pistes parcourues ne sont pas réparties de façon aléatoire. Ainsi, l'échantillonnage par transect routier surestime probablement les densités étant donné que les aires échantillonnées, surtout en action de chasse, sont celles où l'on s'attend à voir le plus d'animaux. Néanmoins, ce type de comptage reste probablement la méthode la plus valable pour estimer les densités d'animaux dans les milieux relativement fermés où les comptages aériens donnent des résultats peu fiables, surtout pour les espèces petites ou moyennes.

Lors des sessions de comptage, le nombre d'individus observés peut varier en fonction bien sûr de la densité des animaux, mais aussi de la compétence de l'observateur, du comportement de l'animal (plus ou moins détectable selon ses activités), de la densité de la végétation, de la période de la journée ou de l'année, des conditions météorologiques, etc.... Par conséquent, l'absence d'observation d'une espèce dans une zone donnée ne signifie pas forcément que cette espèce en est absente. En effet, l'échantillonnage peut être en cause : l'observateur n'est peut-être pas resté assez longtemps dans la zone pour observer cette

espèce, les pistes ont été parcourues à un mauvais moment de la journée ou de l'année, ou n'ont pas été assez répétées.

### **4.3. Estimations d'abondance de la faune**

Les taux de rencontre durant cette mission en Centrafrique étaient relativement faibles, environ 15 observations par jour, en « line transect » ou en action de chasse. De ce fait, les estimations de densité par espèce, obtenues par la méthode du « Distance Sampling » avec le logiciel DISTANCE sont peu fiables. De plus, lors du traitement statistique, le logiciel Distance fait l'hypothèse que les animaux sont uniformément répartis sur tout le territoire, hypothèse difficilement vérifiable. Il convient donc de rester prudent face aux résultats issus de l'application du « Distance Sampling », surtout dans la situation de l'action de chasse qui ne répond pas scrupuleusement aux conditions scientifiques exigées par la méthode de comptage. Outre le nombre d'observations, le fait qu'il ne soit pas possible d'intégrer les transects parcourus sans observation dans les calculs de densité sous DISTANCE biaise également les résultats, avec une tendance de surestimation des densités. Par conséquent, dans le cas de la République Centrafricaine où les taux de rencontre journaliers sont peu élevés, il est préférable d'utiliser les Indices Kilométriques de rencontre et d'abondance comme indicateurs de densité, et d'extrapoler les densités en divisant les IK par la surface échantillonnée donnée par le logiciel DISTANCE (la largeur de bande efficace, « Effective Strip Width »).

Par manque d'observations, nous n'avons pas pu estimer les densités de buffles, de céphalophes à dos jaune, de céphalophes bleus, de cobes de Buffon, d'élands de Derby, d'hippotragues rouans et de potamochères. Si l'on veut connaître les densités, il semble que les comptages routiers, en « line transect » ou en action de chasse, ne sont pas réellement adaptés aux espèces dont la distribution spatiale est très hétérogène telles que le buffle, par exemple, et aux espèces inféodées à un type d'habitat peu visible depuis les pistes, telles que le bongo, par exemple (dans les bakos). Il serait donc judicieux de coupler les comptages routiers, donnant des résultats satisfaisants pour les autres espèces, avec d'autres méthodes de comptage comme par exemple les comptages fixes à des points d'eau, des plaines ou des salines pour résoudre le problème lié aux espèces distribuées de façon hétérogène.

### **4.4. Atouts du comptage en action de chasse**

Malgré les limites du comptage en action de chasse décrites précédemment et les différences de densité estimées entre ce type de comptage et le comptage en « line transect », cette méthode en action de chasse reste très intéressante. Tout d'abord, elle est simple et peu coûteuse et permet aux guides d'effectuer les comptages pendant leur activité cynégétique., les différences de densité entre les deux méthodes ne posent pas vraiment de problème puisque la tendance est toujours la même quelque soit l'espèce (de grande ou petite taille) et la zone de chasse considérée, les densités étant supérieures en « line transect ». De plus, la valeur absolue de l'effectif ou de la densité d'une population ne représente pas la valeur la plus utile pour suivre et gérer une population animale. Il est plus intéressant de regarder l'évolution d'un indice au cours du temps afin d'adapter les modes de gestion de la faune et les prélèvements par la chasse. Le comptage en action de chasse est donc parfaitement approprié pour obtenir des Indices Kilométriques (puis des densités) afin de suivre des populations animales en fonction du temps, ou de les comparer entre différentes zones de chasse.

Afin d'obtenir des estimations de densité et d'Indice kilométrique fiables, et de limiter les contraintes liées à un comptage en action de chasse, nous recommandons :

- de former les guides pour uniformiser les prises de données et limiter le biais induit par l'observateur ;
- d'effectuer les comptages aux mêmes périodes chaque année, préférentiellement à la saison sèche lors du pic de l'activité cynégétique ;
- de réaliser plusieurs comptages par an pour prendre en compte les mouvements d'animaux entre les zones de chasse et le changement de densité de végétation, par exemple un comptage en janvier et un autre en mars ;
- que la durée de chaque comptage soit d'au moins de dix jours par zone de chasse, afin d'acquérir assez d'observations pour les estimations ;
- de répéter les transects à différents moments de la journée pour intégrer les changements d'activité des animaux en fonction de la période de la journée ;
- et enfin, dans la mesure du possible, de compléter les comptages en action de chasse par des comptages fixes à des points d'eau, des plaines ou des salines, pour les espèces difficilement observables depuis les pistes.

## 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, Akadèemia Kiadi, Budapest. Hungary.
- BUCKLAND, S.T., ANDERSON, D.R., BURNHAM, K.P., & LAAKE, J.L. 1993. Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations, first ed. Chapman & 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.
- BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. 2001. Kullback-Leibler information as a basis for strong inference in ecological studies. *Wildlife Research*, 28:111-119.
- EBERHARDT, L.L. 1978. Transect method for population studies. *Journal of Wildlife Management*, 42:1-31.
- 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.
- MAILLARD, D., CALENGE, C., JACOBS, T., GAILLARD, J.M., & MERLOT, L. 2001. The Kilometric Index as a monitoring tool for populations of large terrestrial animals: a feasibility test in Zakouma National Park, Chad. *African Journal of Ecology*, 39:306-309.
- THOMAS, L., BUCKLAND, S.T., BURNHAM, K.P., ANDERSON, D.R., LAAKE, J., BORCHERS, D.L., & STRINDBERG, S. 2002. Distance Sampling. In *Encyclopedia of Environmetrics* (eds A.H. El-Shaarawi & W.W. Piergorsch), Vol. 1, pp. 544-552, Chichester.
- 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. TRANSECTS EMPRUNTES LORS DU COMPTAGE EN « LINE TRANSECT » EN ZONE A

Piste	Longueur Piste (m)	Répétition	Nb obs	Nb Ind
Transect 000	59	16	2	14
Transect 001 a	3890	7	5	11
Transect 001 b	3560	7	2	4
Transect 002 a	1580	4	1	1
Transect 002 b	1440	4	1	1
Transect 003	5190	1	0	0
Transect 004	2230	2	0	0
Transect 005	354	2	0	0
Transect 006 a	7780	1	1	1
Transect 006 b	7690	1	1	1
Transect 012	945	1	0	0
Transect 014 a	2600	1	0	0
Transect 014 b	299	2	0	0
Transect 015 b	95.5	1	0	0
Transect 016 a	363	1	0	0
Transect 019	2740	5	1	1
Transect 020	6520	4	0	0
Transect 021	5780	9	15	34
Transect 022	1350	11	14	42
Transect 023	7170	3	9	10
Transect 024	2050	3	2	2
Transect 025	3200	2	0	0
Transect 026	3450	3	3	3
Transect 027	2580	6	1	1
Transect 028	3900	3	6	10
Transect 029	5660	2	1	1
Transect 030	3400	2	2	2
Transect 032	1980	1	0	0
Transect 033	1690	3	0	0
Transect 034	3280	1	0	0
Transect 035	2050	9	13	29
Transect 036	1720	7	0	0
Transect 037	2930	2	1	1
Transect 038	2860	6	3	3
Transect 039	718	5	0	0
Transect 040	11100	2	8	15
Transect 041	2000	3	1	1
Transect 042	2450	1	0	0
Transect 043	1350	6	0	0
Transect 044 a	166	3	0	0
Transect 044 b	181	3	0	0
Transect 045	2430	3	1	2
Transect 046	2570	2	0	0
Transect 047	1600	3	0	0
Transect 048	2890	3	0	0
Transect 049	3210	1	0	0
Transect 050	3030	2	3	71
Transect 051	6130	2	4	5
Transect 052	2510	2	0	0
Transect 053	3620	2	0	0
Transect 054	3350	2	1	1
Transect 055	3880	3	2	2
Transect 056	457	2	0	0
Transect 057	2980	2	2	21
Transect 058	1210	1	0	0
Transect 059	2700	1	3	10
Transect 060	3600	2	2	3
Transect 061	6650	3	5	6
Transect 062	797	2	0	0
Transect 063	7930	3	5	9
Transect 064	2660	2	1	32
Transect 065 a	3330	3	5	8
Transect 065 b	960	4	0	0
Transect 066	7720	3	1	1

Transect 067	3840	3	0	0
Transect 068	5150	2	1	1
Transect 069	6570	1	1	4
Transect 070	9620	1	0	0
Transect 072	3180	6	5	8
Transect 073 a	3460	3	1	1
Transect 073 b	188	4	0	0
Transect 074	3680	2	0	0
Transect 075	7840	2	3	4
Transect 076	1230	3	1	1
Transect 077	3410	3	0	0
Transect 078	3250	4	2	9
Transect 079	3320	5	2	2
Transect 080	2870	5	0	0
Transect 081	1930	1	0	0
Transect 082	1400	2	0	0
Transect 083	8310	4	8	10
Transect 084	2270	5	2	2
Transect 085	2260	4	1	1
Transect 086	5420	3	6	14
Transect 087	4010	5	3	4
Transect 088	2420	4	1	1
Transect 089	2550	1	0	0
Transect 090 a	202	2	0	0
Transect 090 b	825	1	0	0
Transect 091	8780	2	2	3
Transect 092	6610	2	3	4
Transect 093	2560	1	0	0
Transect 094	5750	4	3	3
Transect 095	1470	5	0	0
Transect 096	5900	1	1	3
Transect 097	3590	1	0	0
Transect 098	4470	1	2	14
Transect 099	3640	1	0	0
Transect 100	3220	1	0	0
Transect 101 a	4060	1	0	0
Transect 101 b	250	1	0	0
Transect 102 a	161	3	0	0
Transect 102 b	556	2	0	0
Transect 104	4480	1	1	1
Transect 105	1970	1	0	0
Transect 106	2850	1	0	0
Transect 108	6640	1	1	1
Transect 109	2810	2	0	0
Transect 110	944	2	1	2
Transect 111	8370	1	1	1
Transect 112	6520	1	1	1
Transect 114	6220	1	2	2
Transect 120	8430	1	3	5
Transect 122	5810	1	1	1
Transect 123	6250	1	0	0
Transect 124	5350	1	1	1
Transect 125	4920	1	4	9
Transect 126	5320	1	1	11
Transect 127 a	3750	1	1	1
Transect 127 b	163	1	0	0
Transect 128	3670	1	0	0
Transect 129	1900	1	1	2
Transect 130	422	2	1	2
Transect 131	6940	1	1	1
Transect 132	9560	1	2	3
Transect 133	1910	1	0	0

## 2. TRANSECTS EMPRUNTES LORS DU COMPTAGE EN « LINE TRANSECT » EN ZONE B

Piste	Longueur Piste (m)	Répétition	Nb obs	Nb Ind
Id-Transect 001+002 a	818	10	1	1
Id-Transect 001+002 b	1730	9	1	1
Id-Transect 001+002 c	638	10	0	0
Id-Transect 003 a	237	9	0	0
Id-Transect 003 b	1240	10	4	4
Id-Transect 004 a	1000	9	1	1
Id-Transect 004 b	2120	8	1	2
Id-Transect 004 c	206	8	0	0
Id-Transect 004 d	604	8	0	0
Id-Transect 004 e	1310	8	3	4
Id-Transect 005 a	3440	4	0	0
Id-Transect 005 b	500	5	0	0
Id-Transect 006 a	421	5	1	2
Id-Transect 006 b	1130	4	0	0
Id-Transect 007+008	1700	4	1	1
Id-Transect 009	1100	3	2	16
Id-Transect 012 a	617	1	0	0
Id-Transect 012 b	1860	1	1	1
Id-Transect 012 c	2600	1	1	10
Id-Transect 013	4110	3	2	2
Id-Transect 014	3020	3	0	0
Id-Transect 015	4310	1	0	0
Id-Transect 016+017+018	3290	1	0	0
Id-Transect 019 a	1570	2	0	0
Id-Transect 019 b	1810	1	0	0
Id-Transect 019 c	865	1	0	0
Id-Transect 020	1510	3	2	2
Id-Transect 021 a	348	3	1	7
Id-Transect 021 b	2040	2	1	4
Id-Transect 021 c	4640	1	1	1
Id-Transect 021 d	6630	1	2	2
Id-Transect 022 a	839	1	1	1
Id-Transect 022 b	2540	1	1	1
Id-Transect 024	2710	1	1	5
Id-Transect 025 a	495	2	0	0
Id-Transect 025 b	6480	1	1	1
Id-Transect 025 c	3110	2	1	1
Id-Transect 026 a	3080	1	0	0
Id-Transect 026 b	1260	1	0	0
Id-Transect 027 a	925	1	0	0
Id-Transect 027 b	2310	2	3	4
Id-Transect 028 a	958	3	2	4
Id-Transect 028 b	72	3	0	0
Id-Transect 028 c	1110	3	2	2
Id-Transect 028 d	496	2	0	0
Id-Transect 029 a	3810	3	1	1
Id-Transect 029 b	2160	3	0	0
Id-Transect 030	3330	1	0	0
Id-Transect 032 a	2600	1	0	0
Id-Transect 032 b	482	4	1	1
Id-Transect 033	8320	1	3	6
Id-Transect 034+035+036	7020	1	0	0
Id-Transect 037	3790	1	1	8
Id-Transect 038+039	4660	1	1	1
Id-Transect 040	2210	2	0	0
Id-Transect 041 a	1850	3	0	0
Id-Transect 041 b	740	4	0	0
Id-Transect 042	660	1	0	0
Id-Transect 043	339	1	0	0
Id-Transect 044	4860	2	2	2
Id-Transect 045	3990	1	0	0
Id-Transect 051	2450	1	0	0
Id-Transect 052+053 a	284	1	0	0
Id-Transect 054 a	1190	1	0	0

Id-Transect 054 b	1850	1	0	0
Id-Transect 055 a	1150	1	0	0
Id-Transect 055 b	1020	1	0	0
Id-Transect 056 a	1770	1	0	0
Id-Transect 056 b	6060	1	0	0
Id-Transect 057	1820	1	1	2
Id-Transect 058 a	58.5	1	0	0
Id-Transect 058 b	502	1	1	10
Id-Transect 059	1120	1	0	0
Id-Transect 060	467	1	0	0
Id-Transect 061	6640	1	2	17
Id-Transect 062 a	14300	1	3	16
Id-Transect 062 b	3360	1	0	0
Id-Transect 063	4220	1	2	3
Id-Transect 064 a	153	1	0	0
Id-Transect 064 b	1730	1	0	0
Id-Transect 065 b	859	1	0	0
Id-Transect 066 b	5750	1	0	0
Id-Transect 067	3190	2	1	1
Id-Transect 068	1290	3	0	0
Id-Transect 069	5970	2	0	0
Id-Transect 070	573	1	0	0
Id-Transect 073+085	4910	1	1	1
Id-Transect 074 a	1350	1	0	0
Id-Transect 074 b	1570	1	0	0
Id-Transect 075	203	1	0	0
Id-Transect 078	694	1	0	0
Id-Transect 079	3870	1	2	2
Id-Transect 084 a	2120	1	0	0
Id-Transect 084 b	1650	2	0	0
Id-Transect 086 a	1210	1	0	0
Id-Transect 086 b	265	1	0	0
Id-Transect 087 a	1720	1	1	2
Id-Transect 087 b	2480	1	1	1
Id-Transect 089	8230	1	1	2
Id-Transect 090 a	107	12	0	0
Id-Transect 090 b	463	5	0	0
Id-Transect 091 a	1330	2	1	1
Id-Transect 092 a	2320	2	0	0
Id-Transect 092 b	3760	1	0	0
Id-Transect 093	3150	1	0	0
Id-Transect 094+095 a	2680	1	0	0
Id-Transect 094+095 b	2180	1	0	0
Id-Transect 097	5220	1	0	0
Id-Transect 098 a	2460	1	1	1
Id-Transect 098 b	2330	1	0	0
Id-Transect 103 a	72.1	1	0	0
Id-Transect 103 b	5860	1	6	15
Id-Transect 103 c	1970	2	3	4
Id-Transect 105 a	1860	1	0	0
Id-Transect 105 b	1520	1	0	0
Id-Transect 106+146a	6540	1	1	1
Id-Transect 107 a	2260	1	3	11
Id-Transect 107 b	1270	1	0	0
Id-Transect 107 c	813	1	0	0
Id-Transect 108	4590	1	1	2
Id-Transect 109 a	4190	1	0	0
Id-Transect 109 b	3220	1	1	1
Id-Transect 110	538	2	0	0
Id-Transect 111+112 a	1300	2	0	0
Id-Transect 111+112 b	2240	1	0	0
Id-Transect 111+112 c	571	1	0	0
Id-Transect 114	5070	1	2	14
Id-Transect 115	8020	1	4	9
Id-Transect 116 a	722	1	0	0
Id-Transect 116 b	9170	1	2	2
Id-Transect 117	7350	1	1	3
Id-Transect 118	8060	1	1	1
Id-Transect 119 a	2580	1	0	0
Id-Transect 122	882	1	0	0

Id-Transect 128 a	507	1	0	0
Id-Transect 128 b	3240	1	1	2
Id-Transect 129 a	1260	1	0	0
Id-Transect 129 b	2680	1	0	0
Id-Transect 129 c	2550	1	0	0
Id-Transect 131 c	3470	1	0	0
Id-Transect 132 a	2110	1	0	0
Id-Transect 132 b	2040	1	0	0
Id-Transect 134 a	911	2	1	4
Id-Transect 134 b	309	1	0	0
Id-Transect 135	6050	1	1	2
Id-Transect 137	6250	1	0	0
Id-Transect 138	4120	1	0	0
Id-Transect 139	4350	1	0	0
Id-Transect 142 a	2240	1	1	1
Id-Transect 142 b	1870	1	0	0
Id-Transect 143 a	844	1	0	0
Id-Transect 143 c	3930	1	0	0
Id-Transect 143 d	4330	1	0	0
Id-Transect 145	4980	1	0	0
Id-Transect 146 b	2770	2	1	1
Id-Transect 146 c	6670	1	0	0
Id-Transect 147	652	1	0	0
Id-Transect 151 b	1660	1	0	0
Id-Transect 151 d	1800	1	0	0
Id-Transect 153 a	4830	1	2	6
Id-Transect 153 b	407	1	0	0
Id-Transect 156	3830	1	0	0
Id-Transect 170 a	14700	1	5	8
Id-Transect 170 b	7700	1	1	1

### 3. TRANSECTS EMPRUNTES LORS DU COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE EN ZONE A

Piste	Longueur (km)	Répétition	nb obs	nb Ind
0	0.059	10	0	0
1a	3.89	3	1	1
1b	3.56	3	1	1
2a	1.58	1	0	0
2b	1.44	1	0	0
3	5.19	0	0	0
4	2.23	0	0	0
5	0.354	0	0	0
6a	7.78	0	0	0
6b	7.69	0	0	0
7	5.13	0	0	0
8	14.2	0	0	0
9	4.68	0	0	0
10	2.31	0	0	0
11	2.97	0	0	0
12	0.945	0	0	0
13	3.28	0	0	0
14a	2.6	0	0	0
14b	0.299	0	0	0
15a	1.17	0	0	0
15b	0.0955	0	0	0
16a	0.363	0	0	0
16b	1.83	0	0	0
17	4.08	0	0	0
18	11.9	0	0	0
19	2.74	2	0	0
20	6.52	5	3	3
21	5.78	6	4	11
22	1.35	7	5	17
23	7.17	1	3	6
24	2.05	0	0	0
25	3.2	0	0	0
26	3.45	1	0	0
27	2.58	2	0	0
28	3.9	0	0	0
29	5.66	0	0	0
30	3.4	0	0	0
31	4.34	0	0	0
32	1.98	0	0	0
33	1.69	0	0	0
34	3.28	0	0	0
35	2.05	8	4	20
36	1.72	3	0	0
37	2.93	0	0	0
38	2.86	5	3	4
39	0.718	3	0	0
40	11.1	1	4	6
41	2	2	0	0
42	2.45	0	0	0
43	1.35	3	1	1
44a	0.166	1	0	0
44b	0.181	1	0	0
45	2.43	1	1	25
46	2.57	1	2	3
47	1.6	1	0	0
48	2.89	2	0	0
49	3.21	1	1	1
50	3.03	0	0	0
51	6.13	0	0	0
52	2.51	0	0	0
53	3.62	0	0	0
54	3.35	0	0	0
55	3.88	2	0	0
56	0.457	1	0	0

57	2.98	0	0	0
58	1.21	0	0	0
59	2.7	0	0	0
60	3.6	0	0	0
61	6.65	3	2	2
62	0.797	0	0	0
63	7.93	3	3	4
64	2.66	0	0	0
65a	3.33	1	1	1
65b	0.96	1	0	0
66	7.72	3	1	1
67	3.84	3	2	2
68	5.15	0	0	0
69	6.57	0	0	0
70	9.62	0	0	0
71	2.68	0	0	0
72	3.18	3	2	8
73a	3.46	1	0	0
73b	0.188	0	0	0
74	3.68	1	3	3
75	7.84	1	1	1
76	1.23	1	0	0
77	3.41	0	0	0
78	3.25	2	2	2
79	3.32	2	0	0
80	2.87	3	2	4
81	1.93	1	2	2
82	1.4	1	0	0
83	8.31	1	0	0
84	2.27	2	2	2
85	2.26	2	0	0
86	5.42	2	0	0
87	4.01	2	0	0
88	2.42	0	0	0
89	2.55	0	0	0
90a	0.202	0	0	0
90b	0.825	0	0	0
91	8.78	0	0	0
92	6.61	0	0	0
93	2.56	0	0	0
94	5.75	0	0	0
95	1.47	0	0	0
96	5.9	0	0	0
97	3.59	0	0	0
98	4.47	0	0	0
99	3.64	0	0	0
100	3.22	0	0	0
101a	4.06	0	0	0
101b	0.25	0	0	0
102a	0.161	0	0	0
102b	0.556	0	0	0
102c	0.657	0	0	0
103	1.14	0	0	0
104	4.48	0	0	0
105	1.97	0	0	0
106	2.85	0	0	0
107	0.882	0	0	0
108	6.64	0	0	0
109	2.81	0	0	0
110	0.944	0	0	0
111	8.37	0	0	0
112	6.52	0	0	0
113	8.13	0	0	0
114	6.22	0	0	0
115	1.67	0	0	0
116	2.38	0	0	0
117	5.75	0	0	0
118	14.7	0	0	0
119	11.8	0	0	0
120	8.43	0	0	0

121	0.607	0	0	0
122	5.81	0	0	0
123	6.25	0	0	0
124	5.35	0	0	0
125	4.92	0	0	0
126	5.32	0	0	0
127a	3.75	0	0	0
127b	0.163	0	0	0
128	3.67	0	0	0
129	1.9	0	0	0
130	0.422	0	0	0
131	6.94	0	0	0
132	9.56	0	0	0
133	1.91	0	0	0
134	14.7	0	0	0
135	9.49	0	0	0
136	1.39	0	0	0
137	6.63	0	0	0
138	1.48	0	0	0
139	11.8	0	0	0
140a	0.481	0	0	0
140b	4.11	0	0	0
141	14.9	0	0	0
142	35.8	0	0	0

#### 4. TRANSECTS EMPRUNTES LORS DU COMPTAGE EN ACTION DE CHASSE EN ZONE B

Piste	Longueur (km)	Répétition
1a	0.818	34
1b	1.73	28
2	0.63	27
3a	0.24	23
3b	1.24	22
4a	3.32	20
4b	1.91	19
5a	3.44	16
5b	0.5	16
6a	0.42	15
6b	1.13	15
7	1.7	5
9	1.1	6
10	0.759	0
11	3.62	1
12a	0.62	11
12b	1.86	11
12c	2.6	10
13	4.11	6
14	3.02	6
15	4.31	2
16	3.29	5
17	1.57	9
18	1.81	9
19	0.86	9
20	1.51	10
21a	0.35	2
21b	2.04	1
21c	4.64	1
21d	6.63	0
22	3.38	2
23	2.27	0
24	2.71	2
25a	0.49	4
25b	6.48	4
25c	3.11	3
26a	3.08	3
26b	1.26	3
27a	0.93	4
27b	2.31	5
28 d	0.496	0
28a	0.958	5
28b	1.61	6
29a	3.81	7
29b	2.16	7
30	3.33	2
31	2.96	0
32a	2.6	1
32b	0.48	8
33	8.32	2
34	7.02	0
37	3.79	0
38	4.66	0
40	2.21	3
41a	1.85	3
41b	0.74	3
42	1	0
44	4.86	4
45	3.99	3
46	3.8	3
47	2.14	3
48	1.45	1
49	3.89	3
50	5.91	2

51	2.61	2
52	7.64	1
53	1.19	3
54	1.85	3
55	1.15	1
56a	2.79	2
56b	6.06	3
57	1.82	1
58	0.5	1
59	1.12	1
60	0.47	1
61	6.64	1
63	4.22	1
64a	0.15	0
64b	1.73	1
65a	3.04	1
65b	0.86	3
66a	0.79	0
66b	5.75	0
67	3.19	9
68	1.29	9
69	5.97	2
70	0.57	2
71a	0.9	11
71b	0.87	9
71c	1.03	2
72	1.99	9
73	4.91	6
74a	1.35	3
74b	1.57	3
75	0.2	2
76a	5.62	2
76b	1.89	3
77	3.1	0
78	0.69	0
79	3.87	2
80	1.03	0
81	0.4	0
82	6.9	0
83a	4.78	2
83b	0.92	2
84	3.77	3
86	1.47	7
87a	1.72	0
87b	2.48	0
88	2.68	0
89	8.23	0
90a	48	0.107
90b	14	0.463
91b	1.33	0
91a	1.33	6
92a	2.32	6
92b	3.76	5
93	3.15	5
94	2.68	0
95	2.18	0
96a	2.86	1
96b	1.53	0
97	5.22	0
98	6.08	0
99	2.54	0
100	6.52	0
101a	22.7	0
101b	3.83	0
102 (vers mirador)	5.06	0
103a	5.86	4
103b	1.97	5
104	2.02	1
105a	1.86	0
105b	1.52	0

106	9.32	0
107a	2.26	1
107b	2.08	1
108	4.59	0
109a	4.19	0
109b	3.22	0
110	0.54	0
111a	1.3	2
111b	2.24	1
112a	0.57	1
112b	9.79	1
113	9.04	3
114	5.07	2
115	8.02	1
116a	0.72	2
116b	9.17	4
117	7.35	2
118	8.06	1
119a	5.75	3
119b	2.17	3
120	1.79	2
121a	1.21	1
121b	1.64	1
122	0.82	3
123a	4.92	1
123b	4.49	1
123c	0.89	2
123d	3.28	1
124a	4.3	2
124b	1.4	1
125	1.11	2
126	13.6	1
127	1.13	2
128	7.98	4
129a	1.26	1
129b	2.68	1
129c	2.55	1
130	3.82	1
131	9.88	1
132a	2.11	1
132b	2.04	1
133	3.83	0
134	1.22	2
135	6.05	1
136	6.29	1
137	6.25	1
138	4.12	1
140	0.16	0
141	3.99	0
143a	0.84	0
143b	5.5	0
143c	3.93	0
143d	4.33	0
143e	2.25	0
144	4.94	0
145	4.98	0
146	6.67	0
148	1.54	0
150	3.85	0
151a	4.26	1
151b	1.66	1
151c	1.56	0
151d	1.8	1
152	1.15	0
153a	4.83	0
153b	0.41	0
154	0.76	0
155	2.04	0
156	3.83	0
157	2.03	0

158	4.35	0
159	2.29	0
160	7.16	0
161	2.77	0
162	1.71	0
163	1.49	0
164	4.54	0
165	1.59	0
166	3.84	0
167	3.62	0
168	1.6	0
169	0.45	0
142d	1.53	0
143a	0.84	0
143b	5.50	0
143c	3.93	0
143d	4.33	0
143e	2.25	0
144	4.94	0
145	4.98	0
146b	2.77	0
146c	6.67	0
147	0.65	0
148	1.54	0
149	2.31	0
150	3.85	0
151a	4.26	1
151b	1.66	1
151c	1.56	0
151d	1.80	1
152	1.15	0
153a	4.83	0
153b	0.41	0
154	0.76	0
155	2.04	0
156	3.83	0
157	2.03	0
158	4.35	0
159	2.29	0
160	7.16	0
161	1.54	0
161b	2.77	0
162	1.71	0
163	1.49	0
164	4.54	0
165	1.59	0
166	3.84	0
167	3.62	0
168	1.60	0
169	0.45	0