



# Mission d'appui pour le recensement du chevreuil dans le massif sonien

Rapport annuel - Période de référence: 2008 - 2023

Lynn Pallemarts, Niko Boone, Sander Devisscher, Frank Huysentruyt, Alain  
Licoppe, Céline Malengreaux, Jan Vercammen, Jim Casaer

Septembre 2023

INSTITUUT  
NATUUR- EN  
BOSONDERZOEK

AGENTSCHAP  
NATUUR & BOS



bruxelles  
environnement  
leefmilieu  
brussel  
.brussels



Wallonie

SPW

Service public de Wallonie

**Auteurs :**

Lynn Pallemaerts , Niko Boone , Sander Devisscher , Frank Huysentruyt , Alain Licoppe ,  
Céline Malengreaux, Jan Vercammen, Jim Casaer 

**Reviewers :**

Patrick Huvenne, Stéphane Vanwijnsberghe, Damien Bauwens

l'Institut de Recherche sur la Nature et les Forêts ('Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek', INBO) est un institut de recherche indépendant du gouvernement flamand, qui étaye et évalue la politique et la gestion en matière de biodiversité par la recherche scientifique appliquée, l'intégration et la dissémination publique de données et de connaissances.

**Adresse :**

INBO Brussel

Herman Teirlinckgebouw, Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel, Belgique

[vlaanderen.be/inbo](https://vlaanderen.be/inbo)

**e-mail :**

lynn.pallemaerts@inbo.be

**Citation recommandée :**

Pallemaerts, L., et. al. (2023). Mission d'appui pour le recensement du chevreuil dans le massif sonien. Rapport annuel - Période de référence 2008-2023. Rapports de l'Institut de Recherche sur la Nature et les Forêts 2023 (42). l'Institut de Recherche sur la Nature et les Forêts, Bruxelles. DOI : 10.21436/inbor.97794641

**D/2023/3241/333**

**Rapports de l'Institut de Recherche sur la Nature et les Forêts 2023 (42)**

**ISSN : 1782-9054**

**Éditeur responsable :**

Maurice Hoffmann

**Photo de couverture :**

Cheveruils dans la Forêt de Soignes. Photo de Jan Vercammen.

**Cette étude a été menée en collaboration avec :**

Département de l'Etude du milieu naturel et agricole – DEMNA

Service Publique de Wallonie - SPW

Avenue Maréchal Juin 23

5030 Gembloux



MISSION D'APPUI POUR LE RECENSEMENT DU  
CHEVREUIL DANS LE MASSIF SONIEN

**Rapport annuel - Période de référence 2008-2023**

Lynn Pallemmaerts, Niko Boone, Sander Devisscher, Frank Huysentruyt, Alain Licoppe, Céline Malengreaux, Jan Vercammen, Jim Casaer

10.21436/inbor.97794641

## Remerciements

La réalisation des comptages dont question dans ce rapport n'aurait pas été possible sans l'aide précieuse des nombreux recenseurs bénévoles provenant de divers organismes et instituts. Nous en profitons donc pour remercier l'ensemble des collaborateurs ayant pris part, de près ou de loin, à ce monitoring et qui ont permis d'assurer ce suivi sur le long terme.

Nous tenons à remercier tout spécialement, pour leur aide relative aux aspects organisationnels, l'Agentschap voor Natuur- en Bos (ANB), Bruxelles Environnement (IBGE), le Service Public de Wallonie (SPW) et l'Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO).

## Table des matières

Remerciements . . . . .	1
Table des matières . . . . .	2
1 Introduction . . . . .	3
2 L'indice kilométrique (IK) en forêt de Soignes . . . . .	4
2.1 Méthodologie . . . . .	4
3 Résultats . . . . .	6
3.1 Nombre de kilomètres parcourus . . . . .	6
3.2 Nombres maximum et minimum de chevreuils observés chaque année . . . . .	6
3.3 Évolution de l'IK de 2008 à 2023 . . . . .	7
3.4 Évolution des valeurs IK par parcours en 2023 . . . . .	8
3.5 Durée de la réalisation des parcours . . . . .	10
3.6 Causes des variations du nombre de chevreuils observés . . . . .	11
3.6.1 Baisse du nombre de chevreuils . . . . .	11
3.6.2 Modification de la visibilité des parcours . . . . .	13
3.7 Stabilisation du nombre de chevreuils observés . . . . .	14
4 Estimation de la population de chevreuils à l'aide du <i>distance sampling</i> et suivi des distances de détection . . . . .	15
4.1 Introduction . . . . .	15
4.2 Matériel et méthodes . . . . .	15
4.3 Résultats . . . . .	15
4.4 Discussion . . . . .	18
5 Conclusions . . . . .	19
Bibliographie . . . . .	21
A Annexe . . . . .	23
B Présentation de projets potentiels . . . . .	24
C Évaluation du stress chez <i>Capreolus capreolus</i> . . . . .	26
C.1 Physiologie et mesure du stress . . . . .	26
C.2 Rappel sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et la production de glucocorticoïdes . . . . .	26
C.3 Méthodes de mesure non invasives . . . . .	26
C.4 Biais de mesure . . . . .	27
C.5 Protocoles . . . . .	27

# 1 INTRODUCTION

Le chevreuil (*Capreolus capreolus*) figure parmi les plus grands mammifères présents en forêt de Soignes. L'espèce y est présente partout, mais sa densité varie très fort selon les secteurs considérés.

Afin de disposer d'un aperçu de l'évolution de la population de chevreuils vivant au coeur du massif sonien, à cheval sur les 3 régions, l'Institut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), l'Agentschap voor Natuur- en Bos (ANB), Bruxelles Environnement (IBGE) et le Service Public de Wallonie (DNF et DEMNA; SPW) effectuent des comptages systématiques annuels de cette espèce à travers le massif sonien depuis 2008. Jusqu'en 2020, l'asbl Wildlife & Man s'occupait du travail préparatoire et du feed-back annuel aux volontaires. Depuis 2022, ce feed-back est organisé par la Fondation forêt de Soignes.

S'il est clairement admis qu'une population de chevreuils ne peut pas être dénombrée de manière absolue, il est prouvé scientifiquement que des modifications de la taille de la population peuvent être mesurées de manière fiable. Une équipe de chercheurs français a en effet validé une méthode indiciaire d'abondance de population qui permet de déterminer de manière fiable si la population est en croissance, en diminution ou stable. Cette méthode est appelée **indice kilométrique (IK)** et est appliquée en forêt de Soignes depuis 2008 ([Vercammen et al., 2011](#)).

Ce rapport comprend d'abord un rappel de la méthodologie de l'IK et ensuite les résultats obtenus sur la période 2008-2023. Ce rapport annuel vient compléter l'information acquise précédemment.

## 2 L'INDICE KILOMÉTRIQUE (IK) EN FORÊT DE SOIGNES

### 2.1 MÉTHODOLOGIE

Le principe de base de l'indice kilométrique d'abondance est le suivant : chaque année, un certain nombre de parcours prédéfinis (figure 2.1) sont réalisés à pied, un certain nombre de fois, pour y dénombrer les chevreuils. Le nombre de chevreuils observés est ensuite divisé par le nombre de kilomètres parcourus et traduit en indice kilométrique (nombre de chevreuils observés par kilomètre).

Pour que cet indice apporte des enseignements statistiquement valides, tous les parcours doivent être répétés un certain nombre de fois chaque année, idéalement 3 à 4 fois. Ceux-ci prennent place dans un délai le plus court possible. Pendant chaque séance de comptage, chaque parcours doit être cheminé. Ceci se passe idéalement au même moment le matin.

À l'issue de chaque séance de comptage, l'indice kilométrique est calculé pour chaque parcours dans un premier temps. La moyenne pour l'ensemble des parcours d'une même séance est calculée dans un second temps. Cette procédure est répétée un certain nombre de fois de sorte qu'une moyenne annuelle, tenant compte de toutes les séances de comptage, puisse enfin être calculée et complétée par un intervalle de confiance. Cette manière de procéder, répétée année après année, rend possible la comparaison des résultats moyens dans le temps, sur une base statistique grâce aux intervalles de confiance propres à chaque année.

Pour plus d'informations quant à cette méthode, le lecteur peut se référer au rapport final 2008 de la mission d'appui pour la mise en place d'un recensement chevreuil dans le massif sonien (Malengreaux & Casaer, 2008). Les premiers résultats sont disponibles dans le rapport 'Reewildtellingen' (Vercammen *et al.*, 2011), les résultats suivants sur le site web de l'INBO (<https://www.vlaanderen.be/inbo>), du DEMNA (<https://www.biodiversite.wallonie.be>), et dans la section "Documents" du site <http://www.wildlifeandman.be>. Le rapport le plus récent est également disponible sous forme digitale sur la page de publication du groupe de recherche de la gestion de la faune de l'INBO (<https://inbo.github.io/fis-reports>).



### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 NOMBRE DE KILOMÈTRES PARCOURUS

En 2008, la première année du suivi IK, chaque parcours a été répété 8 fois, 4 fois le matin et 4 fois le soir. Depuis 2009, les comptages ont lieu à quatre reprises, uniquement le matin. Apparemment, les conditions météorologiques ont un impact très important sur le nombre de visiteurs pendant la journée et le soir et donc sur les perturbations éventuelles avant et pendant les comptages.

Les comptages s'effectuent une fois par semaine, pendant quatre semaines consécutives. Jusqu'en 2021 compris, les 24 trajets, mis bout à bout, mesuraient 118.4 km. Chaque année, c'étaient donc 473 km qui étaient normalement parcourus. En 2022, certains trajets ont été raccourcis ou rallongés parce que certaines sections étaient devenues inaccessibles ou parce que les chemins avaient été modifiés. Depuis, les 24 trajets mesurent 116.7 km et donc ce sont 467 qui sont parcourus annuellement. En 2014, 2016, 2017, 2019, 2020, 2021, 2023 quelques séances de comptage n'ont pas été réalisées, pour différentes raisons. Au total il s'agit de 42 sorties qui n'ont pas pu se faire. Plus de la moitié de celles-ci (25) datent de 2020, en raison d'une limitation des comptages dans le cadre des mesures Covid. En 2023, 450 des 467 kilomètres ont été parcourus.

Au total, depuis 2008, 7822 km ont été parcourus dans le cadre du monitoring chevreuil de la forêt de Soignes.

#### 3.2 NOMBRES MAXIMUM ET MINIMUM DE CHEVREUILS OBSERVÉS CHAQUE ANNÉE

Le tableau 3.1 montre le nombre minimum et maximum de chevreuils observés depuis 2014 (pour les années antérieures, il est fait référence aux rapports précédents et à l'annexe A.1).

Le faible nombre d'observations en 2014, 2015, 2016 et 2017 résulte probablement des mauvaises conditions météorologiques, comme le brouillard et d'intenses averses, au moment précis du comptage. En raison de la non-réalisation de certains parcours et/ou comptages, les valeurs obtenues ne donnent pas toujours une image correcte de la situation. Elles ne donnent qu'une indication de l'ampleur des différences au cours des années. C'est surtout le cas pour l'année de monitoring de 2020, où beaucoup de parcours n'ont pas été réalisés pour cause des mesures Covid. En 2023, le nombre minimum de chevreuils vus dans la matinée du 8 mars est dû aux conditions hivernales (neige ; tableau 3.1).

TABLE 3.1 – Synthèse des maximums et des minimums observés par an lors d'une session de comptage pour les 10 dernières années de suivi. \*Les résultats de 2020 ne sont pas représentatifs pour cause des mesures Covid.

Année	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*	2021	2022	2023
Nombre maximum de chevreuils observés	108	83	93	82	93	88	42	81	83	80
Date maximum	19/03	04/03	09/03	15/03	13/03	26/03	03/03	24/03	16/03	15/03
Nombre minimum de chevreuils observés	49	74	36	43	45	56	17	34	59	43
Date minimum	12/03	18/03	02/03	08/03	27/03	19/03	24/03	03/03	02/03	08/03

### 3.3 ÉVOLUTION DE L'IK DE 2008 À 2023

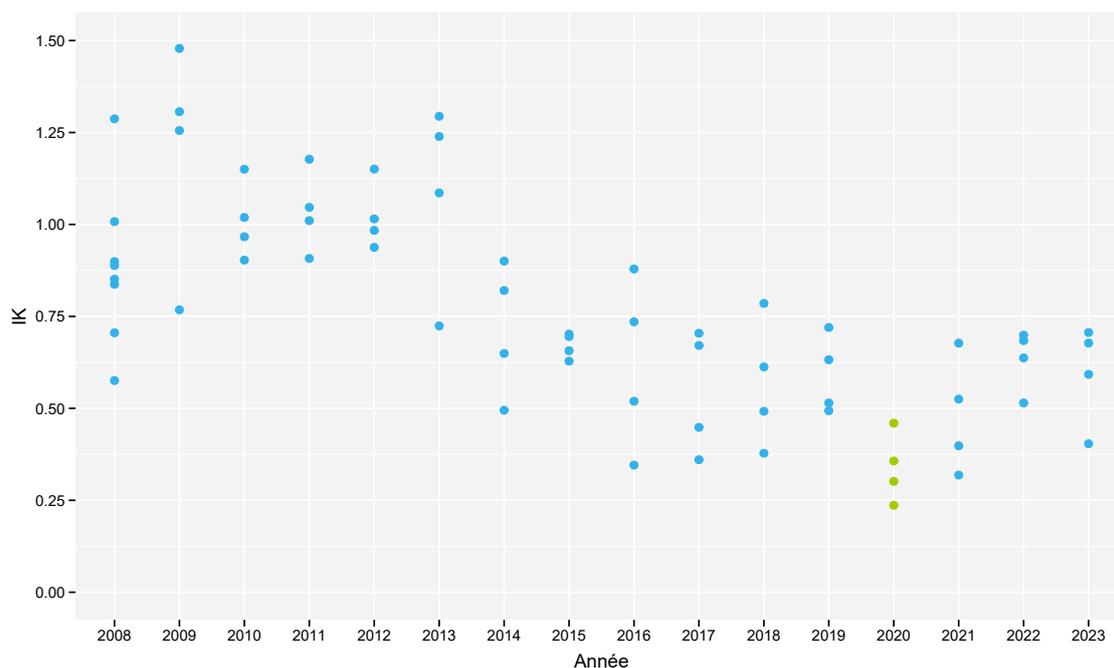


FIGURE 3.1 – Distribution des valeurs d'indice kilométrique en fonction des années sur la période 2008-2023 (en 2008, 8 comptages ont eu lieu, à partir de 2009, 4 comptages ont été organisés par an). Les résultats de 2020 sont représentés dans une autre couleur parce qu'ils ne sont pas représentatifs pour cause des mesures Covid.

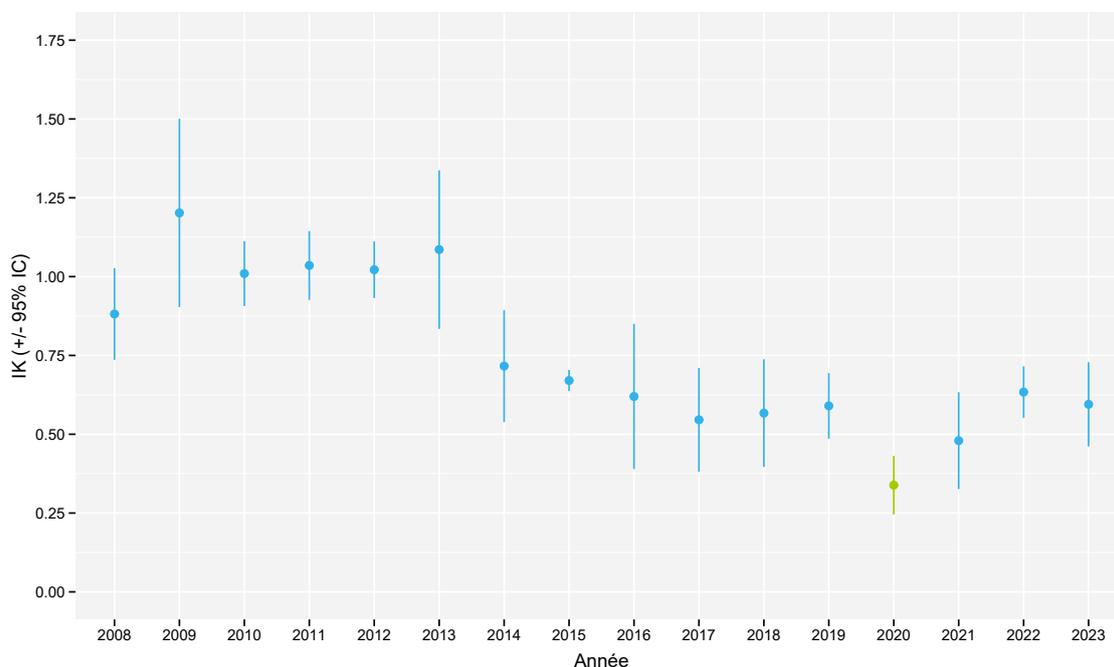


FIGURE 3.2 – Indices kilométriques moyens en fonction des années sur la période 2008-2023. Les résultats de 2020 sont représentés dans une autre couleur parce qu'ils ne sont pas représentatifs pour cause des mesures Covid.

Les résultats observés en 2023 confirment une stabilisation de la population, bien qu'à un niveau inférieur à celui de la période avant 2014. Il faut considérer 2 périodes différentes depuis le début du suivi en 2008

(figure 3.1, 3.2). De 2009 à 2013, l'indice kilométrique est stable et le nombre de chevreuils observés par kilomètre est d'environ 1.07. Au cours de la deuxième période, la moyenne annuelle était de 0.6 chevreuil par kilomètre (l'année 2020 exclue). Il semble qu'après une période de baisse, un nouvel état d'équilibre ait été atteint (et non plus une tendance à la baisse), bien qu'à un niveau nettement inférieur à celui de la période allant jusqu'en 2013.

2020 a été une année particulière en raison des mesures Covid et le nombre limité de comptages rend la comparaison avec les autres années difficile (voir figure 3.1). Nous ne pouvons donc tirer aucune conclusion de la valeur significativement inférieure enregistrée en 2020 (0.33). **Pour cette raison, nous excluons les résultats de 2020 à partir d'ici pour les prochaines analyses.**

La valeur moyenne de 2023 (0.6) est de nouveau à un niveau similaire à celle de la période 2014-2022 (à l'exception de 2020, voir figure 3.2). Ceci confirme l'hypothèse que, dans la période 2014-2023, la population de chevreuils se maintient à un niveau inférieur constant.

### 3.4 ÉVOLUTION DES VALEURS IK PAR PARCOURS EN 2023

La comparaison des résultats de 2023 pour chaque parcours avec la valeur médiane des résultats des années précédentes (2008 - 2022) met en évidence trois phénomènes (figure 3.3) :

1. 4 parcours présentent des résultats systématiquement inférieurs à ce qui a été observé précédemment (parcours 4, 5, 9, 18).
2. Il y a 17 parcours sur lesquels aucun contact n'a été enregistré à une ou plusieurs reprises.
3. Sur 17 parcours, il y avait plus de rencontres comparé à la valeur médiane des années précédentes (figure 3.3).

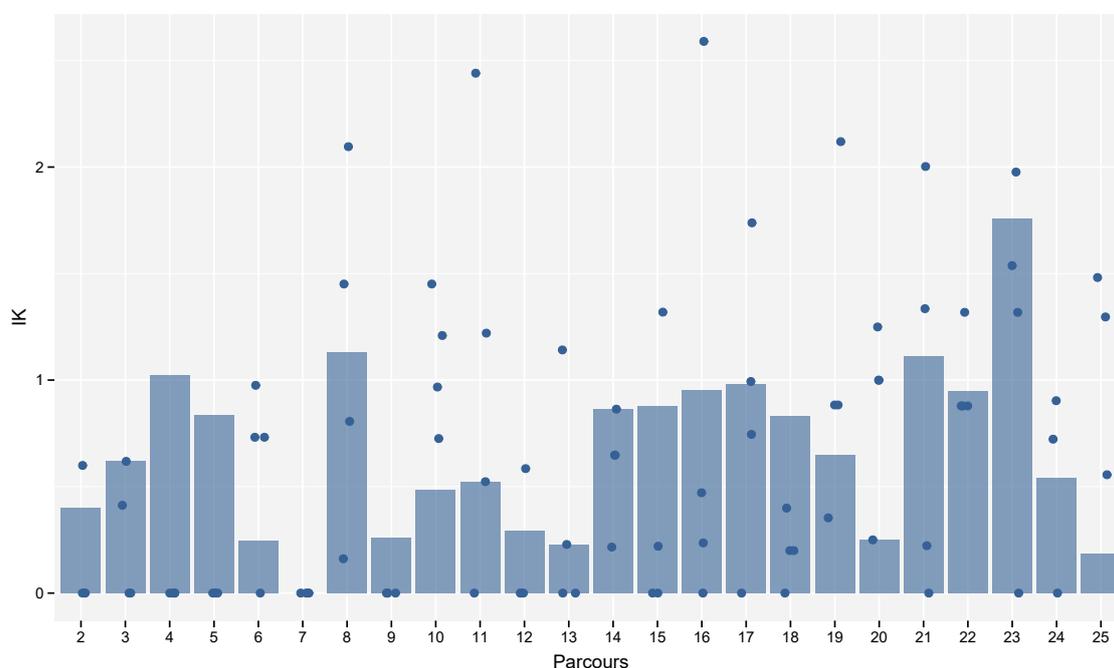


FIGURE 3.3 – Comparaison de l'IK par parcours entre les 4 séances de comptage de l'année en cours (points) et la médiane des années précédentes (barres; 2020 excl.).

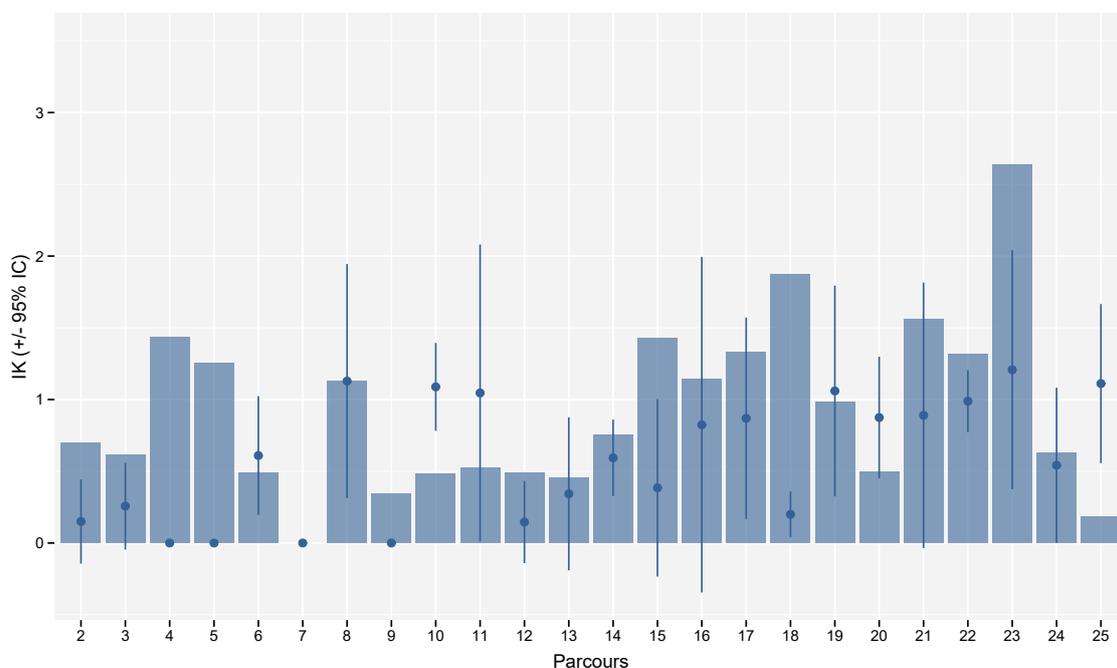


FIGURE 3.4 – Comparaison de l’IK moyen par parcours pour l’année en cours avec la valeur médiane calculée sur la période 2008-2013 (barres), la période avant la baisse remarquable.

Si on compare les données 2023 avec les données 2008-2013, c’est-à-dire la période précédant la chute de l’IK, on remarque une diminution des observations pour pratiquement tous les parcours (figure 3.4). Dans seulement 6 cas sur 24, la valeur moyenne de l’IK 2023 est supérieure à la valeur médiane sur la période 2008-2013. Pour 10 parcours, on remarque que l’intervalle de confiance de l’IK 2023 est entièrement compris sous la valeur médiane d’IK 2008-2013, ce qui signifie une baisse significative pour ces parcours depuis 2013. On retrouve la même tendance si l’on calcule l’IK pour chaque parcours pour la période avant (2008-2013) en après la chute (2016-2023 ; voir figure 3.5).

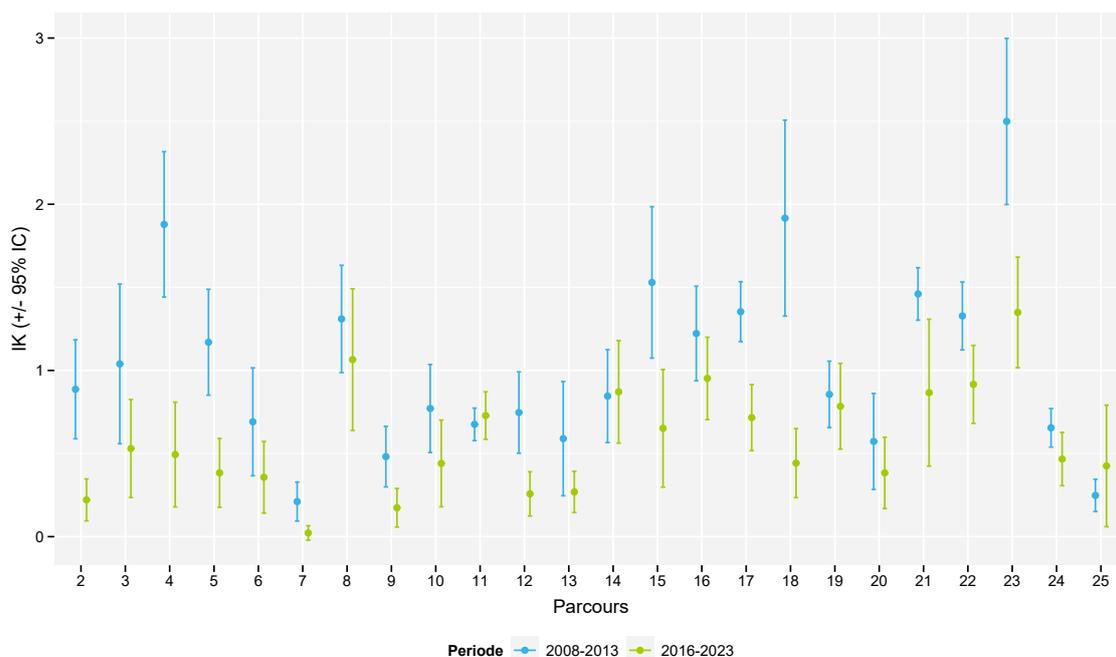


FIGURE 3.5 – IK moyen par parcours pour la période avant la diminution (2008-2013) et après (2016 jusqu’à aujourd’hui). La chute même (2014-2015) n’est pas montrée.

### 3.5 DURÉE DE LA RÉALISATION DES PARCOURS

La durée idéale pour la réalisation d’un parcours est de 1h30 à 1h45. À l’exception de 2011, la durée moyenne pour l’ensemble des parcours se trouve dans ces temps (tableau 3.2). En 2023, le temps le plus court dans lequel un comptage a été effectué était de 1 heure et 0 minutes, le plus long de 2h30. Cette année, sur un total de 91 parcours dont le temps d’exécution était connu, 17 ont été réalisés trop vite et 23 un peu trop lentement. Ceci reste un point d’attention, notamment pour les comptages qui ont été effectués trop rapidement. Il existe un risque que les chevreuils présents ne soient pas observés. Il est donc important de respecter le temps minimum de 1h30.

TABLE 3.2 – Temps moyen par parcours.

Année	Durée moyenne (h)
2008	01 :39
2009	01 :30
2010	01 :30
2011	01 :27
2012	01 :30
2013	01 :30
2014	01 :32
2015	01 :33
2016	01 :35
2017	01 :32
2018	01 :35
2019	01 :33
2020	01 :35
2021	01 :35
2022	01 :37
2023	01 :36

## 3.6 CAUSES DES VARIATIONS DU NOMBRE DE CHEVREUILS OBSERVÉS

Le nombre d'**observations** en baisse depuis 2014 peut s'expliquer soit par une diminution réelle du nombre de chevreuils dans le massif sonien, soit par une diminution des possibilités d'observer (et donc de compter) les animaux. Dans le deuxième cas, il s'agit de la probabilité de détecter effectivement les animaux présents. Cette détectabilité peut être influencée soit par une modification du comportement de l'animal lui-même ou par une modification de la visibilité de son milieu de vie (apparition d'un couvert bas, de fourrés, de régénération).

### 3.6.1 Baisse du nombre de chevreuils

Si l'on parvient à exclure une éventuelle modification de la détectabilité comme cause possible de la baisse de l'IK, alors on pourra définitivement parler de baisse du nombre d'individus dans la population. Les causes possibles sont une chute du taux de reproduction, une augmentation de la mortalité et/ou des émigrations.

On ne dispose pas des données nécessaires pour vérifier les hypothèses quant à la chute du taux de reproduction (nombre d'embryons par chevreuil gravide et proportion de chevreuils gravidés) ou quant à une forte émigration. Une façon d'obtenir des données au sujet de la reproduction serait d'utiliser des pièges photographiques à travers le massif sonien et de calculer la proportion de faons par rapport aux chevrettes à une période où ils sont facilement distinguables. Ce rapport, qui reflète le taux de reproduction, pourrait ensuite être comparé à d'autres massifs où la pression humaine est moins forte.

Comme la population de chevreuils dans la forêt de Soignes n'est pas chassée, une mortalité plus élevée pourrait être causée par une augmentation de la prédation, d'attaques par des chiens errants, des collisions routières ou de maladies. Les données concernant les animaux trouvés morts ou blessés en forêt sont collectées dans les trois régions, mais elles ne sont pas exhaustives.

On ne dispose pas de données sur les populations d'éventuels prédateurs dans et autour de la forêt de Soignes. Le prédateur le plus important pour les chevreuils dans la forêt de Soignes est le renard roux (*Vulpes vulpes*), qui se spécialise sur les chevrollards. Un rapport récent indique une population stable de renards en Belgique depuis l'année 2000 (Mayaux, 2023), ce qui rend improbable la théorie que ce préda-

teur soit la cause de la chute du nombre de chevreuils dans la forêt de Soignes. Les données rassemblées par Globen (2023) via les pièges photographiques montrent des valeurs de Relative Abundance Index (RAI; O'Brien (2011)) de même ordre de grandeur pour le renard roux en forêt de Soignes (avec une population de chevreuils qui a chuté mais s'est stabilisée entre-temps) et les forêts gaumaises (Vanwijnsberghe, 2023). Il n'y a pas de prédateurs de chevreuils adultes dans la forêt de Soignes; seuls les chiens errants et ceux non tenus en laisse et/ou non maîtrisés sont une menace (Vanwijnsberghe, 2023). Le nombre de chevreuils retrouvés morts dans la forêt, dont la cause de décès pouvait être identifiée comme étant un chien, est montré dans le tableau 3.3. Ces données de sont pas exhaustives, mais les gardes forestiers rapportent une importante augmentation depuis le *lockdown* de 2020.

TABLE 3.3 – Résumé du nombre de chevreuils retrouvés morts annuellement dans la forêt de Soignes (par région), pour qui la cause de mort a pu être déterminée comme étant des chiens. \* Dont un décès direct et sept décès indirects possibles après perturbation. \*\* Les chiffres pour la Flandres ne sont pas complets, parce que il n'y a pas de données disponibles pour une partie du terrain flamand de la forêt de Soignes.

Région	Nombre de chevreuils tués en 2019	Nombre de chevreuils tués en 2020	Nombre de chevreuils tués en 2021	Nombre de chevreuils tués en 2022
Bruxelles	2	7	15	8*
Flandres	Inconnu	Inconnu	10	1**
Wallonie	Inconnu	Inconnu	9	2

Il faut aussi mentionner que de grands efforts ont été entrepris depuis 2013 pour diminuer le nombre de victimes de collisions routières dans et autour de la Forêt de Soignes. Ceci se réalisa grâce au projet Life+ OZON, qui vit entre 2013 et 2018 la construction d'un écoduc à Groenendael, des écotunnels et des passages canadiens. Le monitoring de ce projet concluait que le nombre de victimes de collisions routières (différentes espèces, chevreuils inclus) avait diminué en comparaison avec la période avant la construction de l'éco-infrastructure (Feys et al., 2020). Il est donc improbable que la population de chevreuils dans la Forêt de Soignes ait diminué depuis 2014 pour cause d'une augmentation de la mortalité routière. La diminution du nombre de victimes routières peut potentiellement avoir contribué à la stabilisation de la population. Plus de recherches pour tester cette hypothèse n'est actuellement pas prévu dans le cadre du présent projet.

De même aucun changement de la pression récréative n'est actuellement documenté. Une pression récréative accrue peut entraîner une émigration vers des endroits plus calmes à l'intérieur ou à l'extérieur de la Forêt, ou un changement de comportement des chevreuils. Ceci a été démontré via l'analyse du rythme d'activité du 1er mai au 30 juin dans deux massifs à niveaux d'activité humaine différents : d'une part une forêt périurbaine (forêt de Soignes), d'autre part une forêt entièrement interdite à la circulation humaine pour causes sanitaires (forêts gaumaises, crise de la Peste Porcine Africaine; Globen (2023)). Les chevreuils de la forêt de Soignes montrent un décalage du pic d'activité crépusculaire par rapport aux chevreuils gaumais, pouvant résulter de la fréquentation humaine (figure 3.6A; Globen (2023)). Pour mieux rechercher ce phénomène, il serait utile d'analyser d'éventuels changements annuels du nombre de visiteurs et/ou de la densité de sentiers au sein de la forêt de Soignes. Ce suivi n'est actuellement pas prévu dans le cadre du présent projet, mais l'extension et la standardisation du réseau de pièges photographiques dans la forêt de Soignes serait une première étape importante pour répondre à ces questions. Ceci pourrait être combiné avec des comptages de promeneurs sur différents sentiers (cf. De Zutter (2022)) pour déterminer la pression récréative dans la forêt de Soignes.

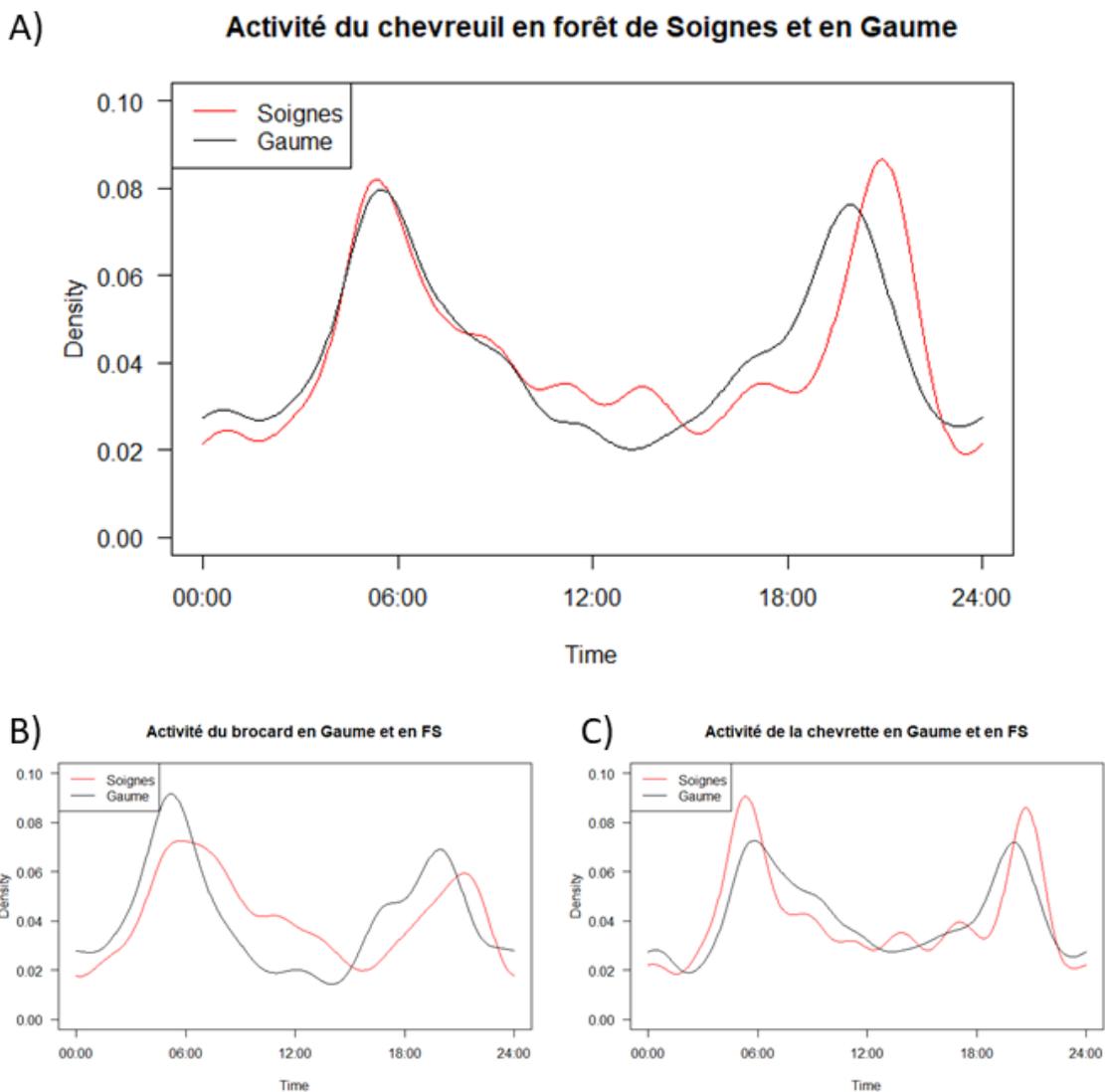


FIGURE 3.6 – Activités comparées du chevreuil en forêt de Soignes (FS) et en Gaume. A) Pour tous les chevreuils. B) Pour les brocards. C) Pour les chevrettes. Source : Globen (2023).

### 3.6.2 Modification de la visibilité des parcours

Dans une forêt non soumise à d'importants changements de gestion ou à des facteurs externes, la diminution de la visibilité le long d'un parcours serait, en théorie, compensée par une augmentation sur d'autres parcours. Ceci devrait sûrement être le cas dans la forêt de Soignes, où il y a un réseau de parcours homogènes sur une grande surface.

Les dernières années, à travers la Forêt de Soignes, il est question d'un rajeunissement de la végétation qui peut potentiellement nuire à la visibilité. Cependant, aucun monitoring n'a été entrepris pour quantifier les changements à travers le temps. Comme la visibilité le long des parcours n'a pas été analysée durant la période de comptage de chevreuils entre 2008 et 2015, il est évidemment compliqué d'estimer si celle-ci a fort varié ces dernières années et donc impossible de savoir si celle-ci a eu un effet sur la population de chevreuils avant 2014. Pour se faire une idée de cette éventuelle modification de détectabilité en fonction des parcours, les recenseurs avaient été invités en 2015 (donc déjà après la chute) à répondre à une courte enquête qui fut discutée dans le bilan annuel de 2015 (Huysentruyt *et al.*, 2015). Pour pouvoir malgré tout modéliser la visibilité des différents parcours et pour pouvoir suivre son évolution dans le temps, il a été décidé de mesurer la visibilité (Boone *et al.*, 2020). Une possibilité supplémentaire de vérifier le

changement de visibilité est de comparer les résultats des mesures de visibilité sur les parcours avec des comptages qui mesurent également la distance à l'observation (voir 4 et 4.1).

### 3.7 STABILISATION DU NOMBRE DE CHEVREUILS OBSERVÉS

Vu l'absence de grands changements de gestion dans la forêt de Soignes au moment de la chute du nombre d'observations, il est difficile d'expliquer la baisse par une diminution de la visibilité et de la probabilité de détection (voir aussi tableau 4.1). Il est plus probable que la population de chevreuils dans la forêt de Soignes ait effectivement diminué depuis 2014.

Si on laisse de côté les résultats de 2020, on peut dire que IK s'est stabilisé depuis 2014, bien qu'à un niveau inférieur que celui de la période entre 2008 et 2013. Cela indique une population stabilisée de chevreuils dans la forêt de Soignes, à cheval sur les trois régions (figure 3.2).

## 4 ESTIMATION DE LA POPULATION DE CHEVREUILS À L'AIDE DU *DISTANCE SAMPLING* ET SUIVI DES DISTANCES DE DÉTECTION

### 4.1 INTRODUCTION

Dans la méthode de *distance sampling*, l'hypothèse de départ est que la probabilité de détecter un animal diminue en fonction de la distance entre l'observateur et l'animal (Buckland *et al.*, 2001). Pour chaque animal observé, la distance perpendiculaire entre l'animal et le parcours doit être calculée. Cela se fait en mesurant la distance entre l'observateur et l'animal (avec un télémètre) et l'angle entre cette ligne et le parcours (Casaer & Malengreaux, 2008). De là, il est possible de déterminer une fonction de détection (la probabilité d'observer un animal en fonction de la distance d'observation) propre au territoire étudié (figure 4.1). L'utilisation de cette courbe permet de mesurer une densité de population en estimant la proportion d'animaux qui ne serait pas détectée.

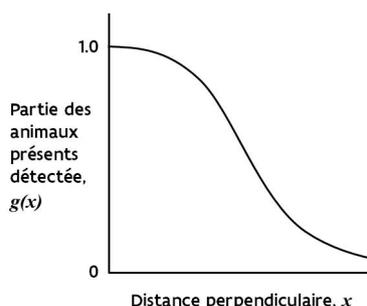


FIGURE 4.1 – Fonction de détection théorique, plus la distance d'observation augmente plus la probabilité de détecter un groupe de chevreuils diminue.

### 4.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Depuis mars 2018, une partie des observateurs sont équipés de télémètres. En 2023, des télémètres étaient disponibles sur 22 des 24 parcours. Disposer d'une mesure de distance fiable est une des conditions d'application du *distance sampling*. Vu que l'angle ne peut être déterminé avec précision, on travaille ici avec la distance directe entre l'observateur et l'animal, et non la distance perpendiculaire, contrairement à l'approche normale.

### 4.3 RÉSULTATS

Au total, la distance a été mesurée entre 2018 et 2023 sur 455 observations. Parmi celles-ci, une distance de 200 m ou plus a été notée pour 8 observations. Ces distances extrêmes ont été écartées de l'analyse car elles tombent hors du cadre du *distance sampling*.

Pour les autres mesures, le tableau 4.1 montre que la distance moyenne mesurée par rapport à un animal observé reste assez stable d'une année à l'autre. La distance moyenne des 445 observations avec télémètre est de  $68.8 \pm 36.1$  m. De plus, cette moyenne paraît assez robuste et semble être indépendante du nombre

de mesures effectuées. Lorsque l'on compare les valeurs moyennes par parcours mesuré pour 2023, on remarque que la distance de détection moyenne entre les parcours peut être très différente (figure 4.4).

TABLE 4.1 – Comparaison par an de la distance moyenne (<200m) mesurée entre l'observateur et l'animal observé.

Année	Nombre de parcours	Nombre d'observations	Distance moyenne (m)	Écart type de la distance (m)
2018	17	71	65.3	32.3
2019	8	38	79.5	33.8
2020	9	24	72.7	34.8
2021	11	64	69.5	40.6
2022	21	140	65.6	30.2
2023	19	108	70.0	43.0

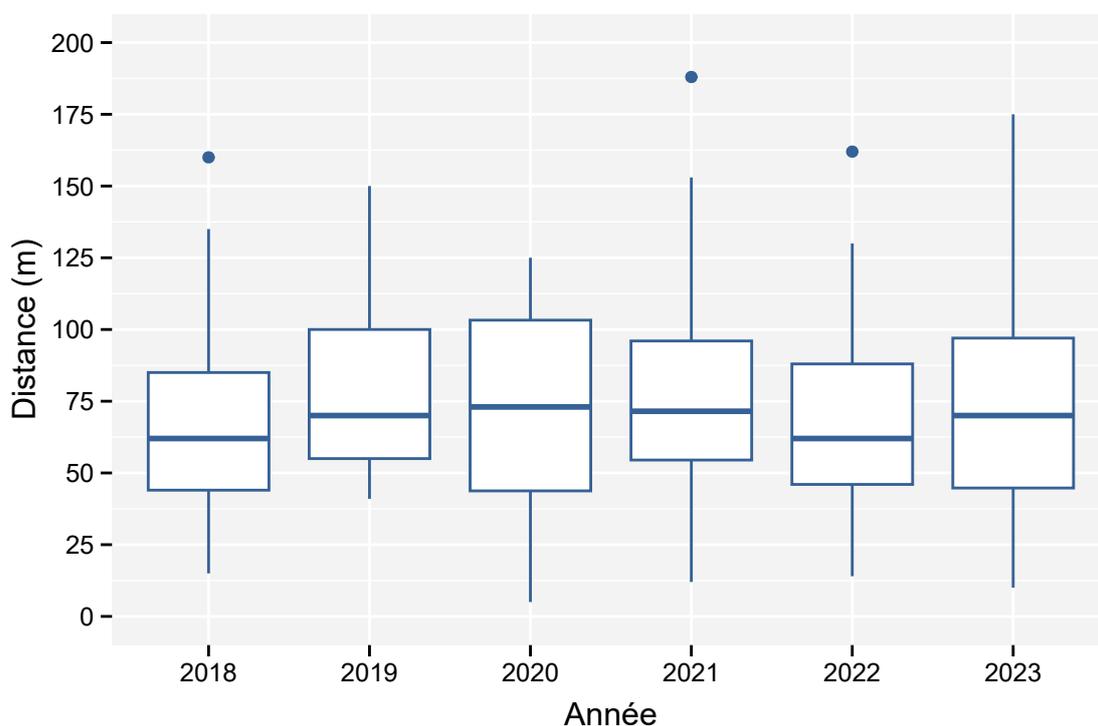


FIGURE 4.2 – Distribution des distances de détection à travers les années consécutives de comptage (ligne horizontale bleue : médian; rectangles blancs : 2ème et 3ème quartile; queues : 1er et 4ème quartile; points : valeurs extrêmes).

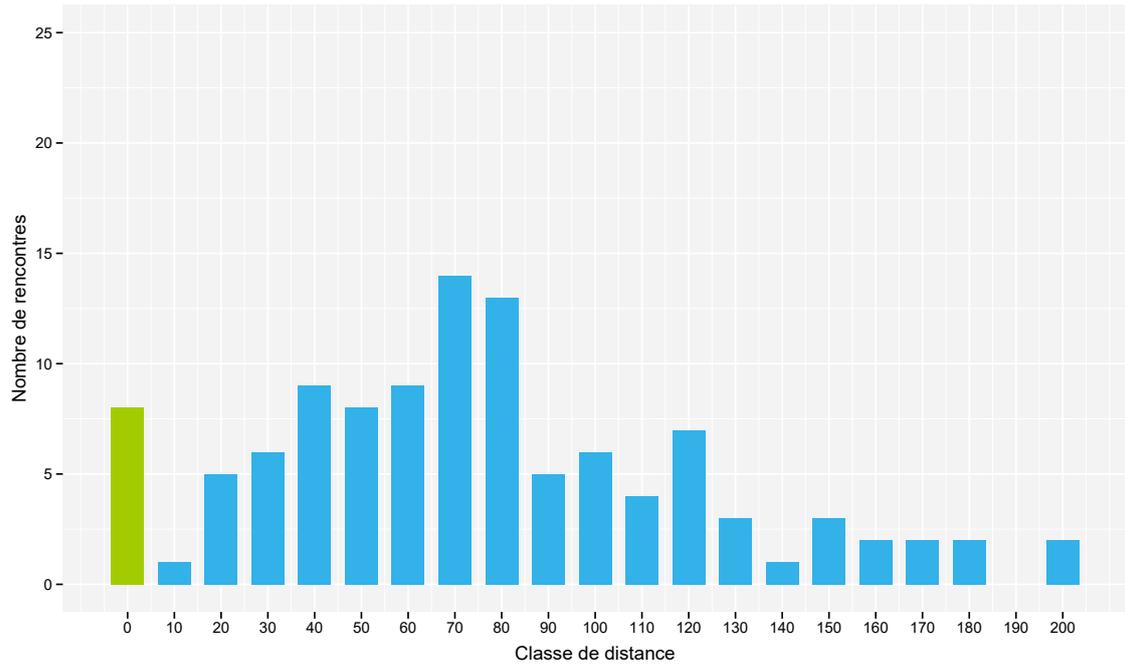


FIGURE 4.3 – Distribution de la fréquence de l’ensemble des contacts sur tous les parcours échantillonnés en fonction de la distance (classe de 10 m), pour l’année 2023. Les distances égales à zéro (première barre) correspondent à des rencontres sur le chemin d’un parcours.

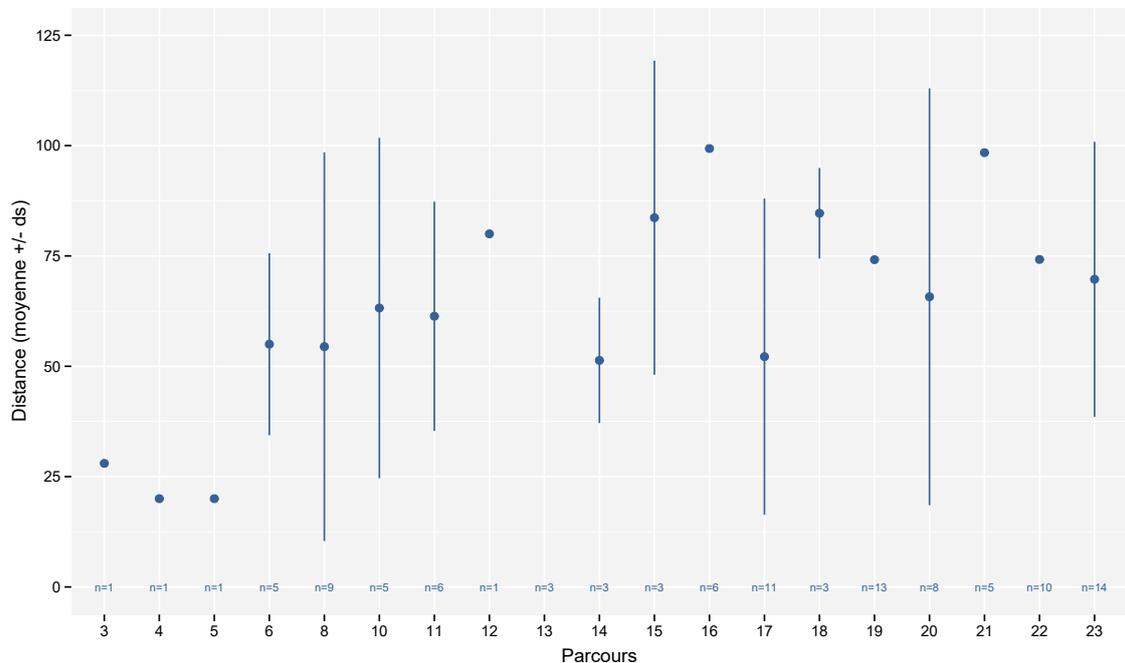


FIGURE 4.4 – Distances moyennes (et déviations standards) mesurées entre chaque contact (groupe de chevreuils) et l’observateur. Sur les parcours en Wallonie (24 et 25), des télémètres n’étaient pas disponibles. Sous chaque barre est indiqué combien d’observations avec mesure de la distance de détection ont été faites sur chaque parcours.

## 4.4 DISCUSSION

Le nombre de télémètres à disposition n'était tout juste pas suffisant pour couvrir les 24 parcours à la fois. Il n'y avait pas de télémètres disponibles pour les deux parcours en Wallonie.

De plus, les distances obtenues jusqu'ici sont des distances directes entre l'observateur et le chevreuil ( $r$  sur la figure 4.5). Or le *distance sampling* impose théoriquement la mesure d'une distance perpendiculaire ( $d$  sur la figure 4.5) et donc d'un angle ( $\alpha$  sur la figure 4.5) entre le parcours et le chevreuil. Pour connaître l'angle de chaque observation, un compas par parcours est nécessaire. Des tests doivent encore être menés pour évaluer l'ampleur d'une éventuelle erreur d'estimation de la densité en fonction du type de distance mesurée.

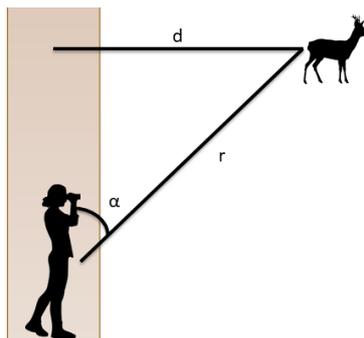


FIGURE 4.5 – Paramètres nécessaires pour la méthodologie du distance sampling.

La figure 4.3 indique clairement que la majorité des observations est réalisée à une distance comprise entre 40 et 90 m de l'observateur. Le modèle théorique s'attend à ce que la fréquence des observations soit plus élevée à courte distance (figure 4.1). L'effet du dérangement lié à l'observateur, qui peut causer un déplacement de l'animal avant que la distance de détection ne puisse être mesurée, et/ou le temps de réaction de l'observateur peuvent expliquer cette fréquence des contacts à distance plus élevée que prévu. Pour estimer la détectabilité, le logiciel *Distance* corrige cet effet quand il calcule la fonction de détection.

Vu le nombre de questions méthodologiques encore en suspens, on a préféré ne pas intégrer les résultats des calculs de densité en fonction des distances et d'utiliser les distances mesurées uniquement pour surveiller l'évolution de la visibilité dans le massif sonien. L'absence de grands changements dans la distribution de détection à travers les années (figure 4.2) indique une visibilité inchangée depuis 2018.

Si on veut vraiment calculer la densité et l'abondance des chevreuils dans la forêt de Soignes, il y a deux options. On peut, d'une part, continuer le protocole tel quel, mais en insistant sur l'usage des télémètres à travers l'entièreté de la forêt de Soignes, tout comme celui de compas. Alternativement, il est aussi possible d'employer des pièges photographiques. À l'aide d'un nouveau protocole, décrit dans ENETWILD-consortium *et al.* (2023), les photos peuvent être employées pour estimer des densités avec l'aide du *Random Encounter Model* (REM; Rowcliffe *et al.* (2008)). Ce protocole a été testé dans toute l'Europe avec de bons résultats, y compris pour le chevreuil (ENETWILD-consortium *et al.* (2023)).

## 5 CONCLUSIONS

Après la baisse de l'indice kilométrique mise en évidence en 2014 et 2015, il semble que la population se soit stabilisée à un niveau inférieur depuis quelques années. Alors que l'IK moyen au cours de la période 2008-2013 a fluctué autour de 1 chevreuil/km, l'indice n'a jamais dépassé 0,75 depuis 2014 et on constate une diminution significative.

En 2016 on évoquait sur la base de ces résultats le possible recul de la population de chevreuils en forêt de Soignes. Il vaut sûrement la peine de tenter d'identifier toutes les causes possibles pour expliquer ce recul et de rassembler toutes les données nécessaires pour explorer toutes les hypothèses afin de pouvoir, à terme, apporter une réponse claire. Des exemples d'informations manquantes sont : le braconnage, la condition physique des chevreuils, la pression récréative, la présence d'autres ongulés, etc. Cependant, il est improbable que le recul était une conséquence d'une augmentation du nombre de victimes routières, puisqu'entre 2013 et 2018 la construction d'éco-infrastructure a activement tenté de diminuer ce nombre. Au contraire, ces mêmes efforts peuvent avoir eu un effet sur la stabilisation ultérieure de la population. Toutefois, dans le cadre du monitoring mis en place, la collecte et l'analyse de ces informations ne sont pas prévues pour l'instant.

Une enquête auprès des recenseurs en 2015 mettait en évidence un sentiment général d'une baisse de détectabilité pouvant expliquer totalement ou partiellement la baisse de l'IK. Pour écarter la possibilité qu'une diminution apparente de la population soit liée à une diminution généralisée de la visibilité en forêt, il a semblé important de la documenter le long des parcours IK. Une comparaison des mesures de visibilité de 2015 et 2018 montre peu de différences. Ce résultat est assez logique étant donné la courte période entre les deux mesures et l'absence d'événements qui pourraient soudainement modifier la visibilité (p. ex., dommages causés par les tempêtes, incendie naturel ou coupes extraordinaires). Des variations dans la visibilité en forêt en raison de changements dans la végétation se produisent de manière progressive tant qu'il n'y a pas de calamités, avec des effets marqués seulement sur le long terme. De plus, les chiffres les plus récents mesurant les distances des chevreuils observés n'indiquent pas de fortes différences de visibilité depuis 2018. Cependant, nous ne disposons pas de données antérieures à 2015 et ne pouvons donc pas établir de lien entre la visibilité et la période de plus hautes densités de 2008-2013.

Il semble plausible d'affirmer que la population de chevreuils dans le massif sonien a baissé en comparaison avec la période avant 2014. Les dernières années de monitoring indiquent une stabilisation de l'IK, ce qui implique une stabilisation de la population, bien qu'à un niveau inférieur.

Dans le passé, quelques hypothèses ont été proposées pour tenter d'expliquer la chute de la population des chevreuils dans le massif Sonien en 2014 et 2015 (voir annexe B). Il est impossible d'identifier les causes de cette chute rétroactivement. C'est pourquoi il est important, en ce moment, de rassembler l'information nécessaire à mieux comprendre la dynamique de la population de chevreuils dans la forêt de Soignes, en vue d'expliquer d'éventuels changements de population dans le futur. Une piste de recherche intéressante serait de pouvoir comparer certains paramètres entre le massif sonien et d'autres sites d'études que l'INBO ou le DEMNA suivent (e.g. la forêt de Meerdael, les forêts gaumaises, Saint-Hubert, Hertogenwald, le Parc National Hoge Kempen, les bois de Ravels et Arendonk).

Les pistes de recherche les plus importantes en ce moment sont la pression récréative accrue en Forêt de Soignes, son effet dérangeant, et la possible pression de prédation exercée par le renard (et, possiblement dans un avenir proche, celle du sanglier (*Sus scrofa*)), de nouveau tenant compte du stress potentiel que ceci cause dans la population. Ces facteurs pourraient avoir un effet sur la reproduction de la population des chevreuils et pourraient causer une émigration vers des lieux plus calmes.

Le potentiel impact négatif du trafic routier a l'air moins probable, vu les mesures qui ont été prises dans le cadre du projet Life+ OZON. Le braconnage est aussi improbable comme cause décisive. Ces deux pistes de recherche ne sont donc pas prioritaires.

Dans le cadre de Globen (2023), deux mois de monitoring par pièges photographiques ont été réalisés dans la partie bruxelloise de la forêt de Soignes. Les données rassemblées et leur analyse montrent que ce genre de recherche peut générer, à terme, de l'information importante qui serait complémentaire aux résultats annuels de l'IK. En plus des tendances de populations de chevreuils, les pièges photographiques peuvent aussi démontrer des tendances de présence et dispersion du renard et du sanglier, et ces données peuvent être comparées avec d'autres sites d'études suivis par les mêmes dispositifs (voir ci-dessus).

Pour le futur, parallèlement avec l'IK, plus d'informations à propos de la condition des chevreuils (e.g. re-production, bio-indicateurs) dans la forêt de Soignes peuvent être rassemblées sur base des données de tir des chevreuils chassés aux alentours du massif sonien. Pour la région flamande, chaque chevreuil et sanglier tiré a son propre formulaire de tir, qui est disponible dans le E-loket de l'ANB. De plus, il serait utile d'élargir et standardiser le réseau de pièges photographiques actuel à travers la totalité du massif sonien. Ceci permettrait de poursuivre l'étude de la population à l'aide de plusieurs applications prometteuses offertes par les pièges photographiques (p. ex. RAI et REM), en vue d'estimer l'abondance et d'expliquer le comportement. Ceci nous permettrait aussi d'étudier d'autres espèces d'intérêt, comme le sanglier, le renard et le blaireau (*Meles meles*). De cette façon, nous rassemblons des données variées qui peuvent nous aider à expliquer d'éventuelles futures fluctuations dans la population des chevreuils de la forêt de Soignes.



- Möstl E. & Palme R. (2002). Hormones as indicators of stress. *Domestic animal endocrinology* 23 (1–2) : 67-74.
- Moya D., Schwartzkopf-Genswein K. & Veira D. (2013). Standardization of a non-invasive methodology to measure cortisol in hair of beef cattle. *Livestock Science* 158 (1–3) : 138-144.
- O’Brien T.G. (2011). Abundance, density and relative abundance : a conceptual framework. *Camera traps in animal ecology : methods and analyses* 71-96.
- Rowcliffe J.M., Field J., Turvey S.T. & Carbone C. (2008). Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology* 1228-1236.
- Vanwijnsberghe S. (2023). Impact du public sur le chevreuil en forêt de Soignes. *Forêt.Nature* 166 : 38-52.
- Vercammen J., Huysentruyt F. & Casaer J. (2011). Reewildtellingen : Overzicht van de resultaten uit de verschillende gebieden. *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, België.*
- Vilela S., Alves da Silva A., Palme R., Ruckstuhl K., Sousa J. & Alves J. (2020). Physiological stress reactions in red deer induced by hunting activities. *Animals* 10 (6) : 1003.

## A ANNEXE

TABLE A.1 – Aperçu du nombre maximum et minimum de chevreuils rencontrés pendant un comptage depuis le début du sondage. \*En 2008, chaque comptage fut répété deux fois, le matin et le soir. \*\*Les résultats de 2020 ne sont pas représentatifs à cause des mesure Covid.

Année	Nombre maximum de chevreuils observés	Date maximum	Nombre minimum de chevreuils observés	Date minimum
2008*	154	08/04	69	06/05
2009	174	18/03	89	25/03
2010	137	03/03	103	31/03
2011	138	23/03	107	30/03
2012	135	14/03	112	07/03
2013	153	13/03	85	20/03
2014	108	19/03	49	12/03
2015	83	04/03	74	18/03
2016	93	09/03	36	02/03
2017	82	15/03	43	08/03
2018	93	13/03	45	27/03
2019	88	26/03	56	19/03
2020**	42	03/03	17	24/03
2021	81	24/03	34	03/03
2022	83	16/03	59	02/03
2023	80	15/03	43	08/03

## B PRÉSENTATION DE PROJETS POTENTIELS

Les résultats des comptages de chevreuil depuis 2008 montrent une forte diminution du nombre de chevreuils observés lors de la période 2014-2023 en comparaison avec la période 2008-2013.

Ce suivi par IK va être maintenu sur base du même protocole. En complément, sur chaque parcours IK, les distances entre les observateurs et les chevreuils seront mesurées et enregistrées afin de mettre en évidence un éventuel changement de détectabilité dû à l'évolution de la visibilité en forêt.

Il est à présent établi que la baisse des observations de chevreuils ne peut être expliquée uniquement par une diminution de la détectabilité. Les gestionnaires des différentes Régions concernées ont donc soumis à l'INBO et au DEMNA les questions suivantes :

- Quelles causes et quels mécanismes possibles peuvent expliquer l'apparente diminution des chevreuils ? (proposition d'hypothèses)
- Au moyen de quelles techniques et méthodes ces hypothèses pourraient-elles être explorées ?

Les mécanismes de base qui peuvent expliquer une baisse de la population sont :

- une diminution de la reproduction ;
- une augmentation de l'émigration ;
- une diminution de l'émigration ;
- une augmentation de la mortalité.

Le schéma présenté ci-dessous (figure B.1) illustre en détails ces causes possibles et leurs interactions. Différentes causes peuvent influencer le même paramètre de dynamique de population, ce qui rend l'analyse complexe. Par exemple, une hausse de la mortalité peut dépendre du trafic routier, de la prédation, de problèmes sanitaires ou de stress. En forêt de Soignes, où la pression récréative est très élevée, une augmentation de la fréquentation humaine pourrait entraîner un stress accru, qui pourrait se traduire par une réduction de la condition physique des animaux, et donc par une diminution du nombre de jeunes (reproduction) et/ou davantage de mortalité.

L'approche proposée est basée sur deux méthodes de recherche possibles qui peuvent être combinées.

1. **Suivi par pièges photographiques.** Grâce à l'installation d'un réseau aléatoire de pièges photographiques il serait possible de collecter une série de paramètres propres à la population de Soignes, en vue de les comparer avec les mêmes paramètres mesurés sur d'autres forêts belges ou à l'étranger. Grâce à l'usage systématique de la plateforme Agouti pour la centralisation des images, les données de Soignes pourraient être facilement comparées à celles d'autres projets comparables et disponibles, tels que ceux de Meerdael et Vallée de la Dyle, le Parc National de Hoge Kempen, les Chasses de la Couronne, la zone de suivi de la Peste porcine africaine.
  - Le rapport chevillard / chevrette (reproduction)
  - L'évolution de ce rapport au cours du temps (reproduction et mortalité)
  - La présence de sangliers (dérangement / stress / mortalité)
  - La présence de renards (mortalité)
  - Modèles d'activité des chevreuils (en comparaison avec des forêts moins récréatives)
2. **Mesure des concentrations hormonales** (gluco-corticoïdes) en vue de mesurer le niveau de stress de manière non-invasive (voir annexe C).

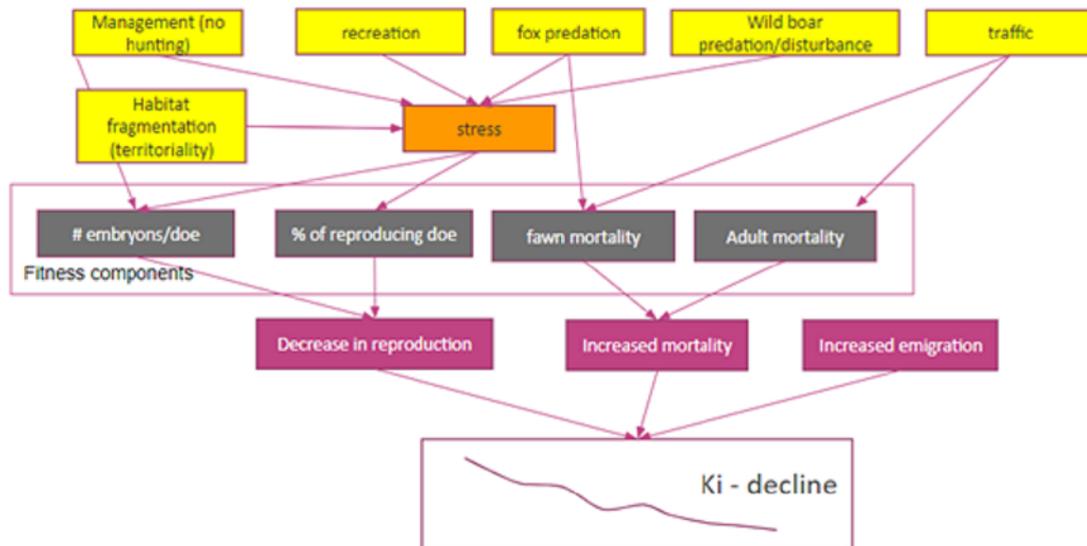


FIGURE B.1 – Causes et effets de stress sur une population de chevreuils.

- Dosage au niveau des fèces (Faeces Cortisol)
  - Identifier les périodes de stress aigu au fil des saison
- Dosage au niveau des poils (Hair Cortisol)
  - Mesurer un niveau de stress chronique sur les semaines ou mois écoulés. Ceci nécessite une comparaison avec d'autres populations et donc l'échantillonnage sur d'autres territoires.

## C ÉVALUATION DU STRESS CHEZ *CAPREOLUS* *CAPREOLUS*

### C.1 PHYSIOLOGIE ET MESURE DU STRESS

Les signaux de stress peuvent être repérés de différentes façons :

- Examen général : fréquence cardiaque, fréquence respiratoire et pression sanguine augmentées.
- Prise de sang : divers paramètres étudiés, mais nécessite une capture et donc un biais de mesure car implique un stress chez l'animal.
- Hormones : glucocorticoïdes (cortisol).

### C.2 RAPPEL SUR L'AXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE ET LA PRODUCTION DE GLUCOCORTICOÏDES

En cas de stimulus stressant, l'axe hypothalamo-hypophysaire est activé et l'hypothalamus produit la CRH (corticotropin releasing hormone). La CRH agit ensuite sur le lobe antérieur de l'hypophyse qui va produire l'ACTH. L'ACTH quant à elle a une action sur la zone fasciculaire des glandes surrénales et ces dernières produiront des glucocorticoïdes, dont le cortisol. Ils sont alors détectables dès 3 à 5 minutes dans le plasma des mammifères. La production de glucocorticoïdes est régulée par feed-back négatif. Lors de stress aigu, la sécrétion de cortisol revient rapidement à la normale, mais lors de stress chronique, le feedback négatif perd en efficacité et la sécrétion de glucocorticoïdes reste élevée.

Le cortisol est impliqué dans de nombreuses réponses métaboliques nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme, mais peut être délétère s'il est présent en concentration élevée de façon prolongée (immunosuppression, altération de la reproduction; Möstl & Palme (2002)). C'est un marqueur de stress chronique ou aigu. Il peut être prélevé dans le sang, les urines, le lait, la salive, les fèces ou les poils. Cependant, il vaut mieux privilégier un prélèvement non invasif pour ne pas induire un biais de mesure suite au stress de la capture. En cas de surproduction chronique de glucocorticoïdes, une augmentation de la taille des surrénales peut éventuellement être observée (sur carcasse).

### C.3 MÉTHODES DE MESURE NON INVASIVES

Les deux méthodes les plus pertinentes dans notre cas sont la détection du taux de cortisol dans les poils et dans les matières fécales. En effet, elles sont toutes deux non invasives, n'interfèrent pas avec les résultats et ont fait leurs preuves Möstl & Palme (2002).

La méthode de **hair cortisol concentration** met en évidence le niveau de stress éprouvé par l'animal au cours des derniers mois, ce qui est un indication du stress chronique de l'animal.

La méthode de **feces cortisol concentration** peut détecter un stress récent (12 à 48 heures post-stress). Ceci dépend de l'espèce, car l'excrétion de cortisol dépend de la durée du passage intestinal (Möstl & Palme, 2002). Cette méthode peut être utile si on corrèle le taux de cortisol des fèces avec une observation de la présence humaine quotidienne.

