

RAPPORT DE STAGE



© Léa Bayle

Etude de l'ontogénèse de la personnalité chez le chevreuil

Léa Dasque

Stage réalisé dans le cadre du module Initiation à la Recherche,
Master 1 Biodiversité, Ecologie et Evolution 2020-2021

Sous la supervision de Lucie Debeffe et Georges Gonzalez

Enseignant tuteur: Emilie Lecompte

29 mars 2021 - 17 mai 2021

AVANT-PROPOS

Cette étude est basée sur l'analyse de vidéos de la réaction des chevreuils à l'objet nouveau. Ces vidéos ont été filmées par M. Georges Gonzalez, chercheur au CEFS. Une partie des vidéos (30/93) a été analysée par Myriam Fockenoy, ancienne stagiaire au CEFS en 2020. Elle s'est occupée de l'analyse des vidéos qui ont été filmées en 2020 et j'ai pris la relève pour les vidéos filmées en 2017 (63/93). Pour la partie sur l'analyse des données, je me suis appuyée sur le script R de Myriam Fockenoy pour avoir un aperçu des analyses qu'elle avait mené. Néanmoins, j'ai réécrit un script de novo pour la majeure partie de mes analyses.

La pandémie a eu un impact sur le déroulé de mon stage. En effet, je n'ai pu aller au laboratoire qu'une seule fois par semaine. Cependant, je pouvais contacter mes responsables de stage très facilement par mail ou bien par Zoom. Le fait d'aller au laboratoire qu'une seule fois par semaine n'a donc pas compromis mon travail, surtout que chaque étape de mon travail se réalisait sur l'ordinateur.

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à mes maîtres de stage, Mme Lucie DEBEFFE et M. Georges GONZALEZ, pour leur gentillesse, leur confiance et l'autonomie qu'ils m'ont offert pendant ce stage. Leurs précieux conseils ainsi que nos discussions m'ont permis de développer mes connaissances dans ce domaine.

Je voudrais également remercier Mme Marie-Line MAUBLANC qui a pris le temps de me faire visiter l'installation expérimentale de Gardouch et de répondre à mes nombreuses questions. Ainsi que Jean-Luc RAMES qui m'a conduit jusque là-bas.

Pour finir, je tiens aussi à remercier l'équipe pédagogique du Master 1 Mention Biodiversité, Ecologie et Evolution, pour tous les enseignements sur les biostatistiques et l'utilisation du logiciel RStudio.

TABLE DES MATIERES

Résumé / Abstract	1
1. INTRODUCTION	2
2. MATERIEL ET METHODES	4
2.1. Site de l'étude	4
2.2. Organisme étudié	5
2.3. Cadre expérimental: test de l'objet nouveau	5
2.4. Analyse vidéo	6
2.5. Analyse des données	6
2.5.1. Profils comportementaux - ACP	7
2.5.2. Mobilité	8
2.5.3. Position spatiale	8
2.5.4. Comparaison des variances et des moyennes et corrélations	8
2.5.5. Répétabilité	8
2.5.6. Analyse de la puissance	8
2.6. Note éthique	9
3. RESULTATS	9
3.1. Profils comportementaux - ACP	9
3.1.1. ACP 2017	9
3.1.3. ACP 2019/2020.....	11
3.2. Mobilité	12
3.3. Position spatiale	13
3.4. Répétabilité	14
3.4. Ontogénie de la personnalité	15
3.5. Analyse de la puissance	16
4. DISCUSSION ET CONCLUSION	16
Références	19
Annexes	21

RESUME

La notion de personnalité animale s'appuie sur l'existence de différences comportementales individuelles cohérentes au fil du temps et dans des situations différentes.

Cependant, les études de son développement (ou ontogénèse) pour des espèces sauvages sont rares. Ce travail a pour but de déterminer si les chevreuils présentent des différences inter-individuelles cohérentes dans une situation de néophobie, et si cette personnalité évolue au cours des premières années de vie de l'animal. Un test de néophobie a été effectué dans lequel un objet nouveau est placé dans un environnement familier de l'individu et son comportement a été enregistré.

Ce test a été réalisé sur sept femelles juvéniles et également une fois adultes.

Nous avons émis l'hypothèse que les chevreuils présenteraient des différences inter-individuelles cohérentes dans le temps. Malgré des différences inter-individuelles marquées chez les individus jeunes, ces différences ne persistent pas à l'identique au cours du développement ne nous permettant pas de conclure sur l'existence de profils comportementaux définis sur la base de test de néophobie chez cette espèce.

Il serait souhaitable d'augmenter la taille de l'échantillon pour avoir une puissance satisfaisante et ainsi espérer mettre en évidence la personnalité du chevreuil.

Mots-clés: Personnalité animale, Chevreuil, Test de l'objet nouveau, Néophobie, Ontogénèse

ABSTRACT

Animal personality describes the phenomenon of consistent inter-individual differences in behaviour over time and across situations.

However, the study of its development (or ontogeny) is rare. This study investigates whether roe deer show consistent individual differences in neophobia, and whether this personality evolves over the lifetime of the animal. We conducted a « novel object » test in which a novel object was placed in an environment familiar to the individual and its behaviour was recorded.

This test was performed on seven juvenile females and also as adults.

We hypothesised that deer would indeed show consistent individual differences over time and confirm the existence of personalities in this species. Due to the non-repeatability of behaviour, this study did not confirm the existence of different and consistent behavioural profiles over time. Despite marked inter-individual differences in young individuals, these differences do not persist identically during development, which does not allow us to conclude on the existence of behavioural profiles defined on the basis of neophobia tests in this species. Data from other individuals would have to be added to this study in order to increase statistical power and thus hope to highlight the personality of the roe deer.

Keywords: Animal personality, Roe deer, Novel object test, Neophobia, Ontogeny

INTRODUCTION

L'étude de la personnalité a souvent été limitée à l'humain en raison de l'application des connaissances ainsi recueillies à des problèmes individuels et sociétaux. Néanmoins une littérature émergente suggère que la personnalité pourrait ne pas être un phénomène comportemental exclusivement humain, mais qu'elle est bien présente dans tout le règne animal (Ogden, 2012).

Le modèle à cinq facteurs de la personnalité humaine (Costa *et al.*, 1992) fournit une taxonomie utile et nécessaire des traits de personnalité, en organisant les traits selon cinq dimensions de la personnalité. Réale *et al.* (2007) reprennent ces facteurs pour caractériser la personnalité animale selon cinq dimensions différentes: la témérité, l'exploration, l'activité, la sociabilité et l'agressivité.

La témérité représente la manière dont un individu réagit à une situation risquée, les individus les plus téméraires prenant le plus de risques et les plus timides les évitant (Réale *et al.*, 2007). La témérité peut également être estimée par le comportement d'audace, définie comme le contraire de la peur. L'audace peut être mise en relation avec le courage car il implique lui aussi de faire face à la peur à laquelle on est confronté. L'activité est couramment indexée par la distance parcourue par l'animal ou par le temps que cet animal a passé à se mouvoir.

Pour Carter *et al.* (2013), la témérité peut être évaluée par l'application d'un test de néophobie. La témérité est associée à la néophilie qui est le contraire de la néophobie. La néophobie est la peur de tout ce qui est nouveau ou inconnu, les objets ou événements nouveaux sont alors perçus comme menaçants ou dangereux. La néophobie est, en effet, un important trait de personnalité qui permet aux animaux de minimiser l'exposition à la menace (Dall *et al.*, 2004).

L'existence de la personnalité chez les animaux est démontrée par la présence de différences comportementales inter-individuelles stables dans le temps et les situations. Différentes sources de variation du comportement peuvent façonner les différences interindividuelles telles que le sexe (Moschilla *et al.*, 2019), l'expérience sociale (Jäger *et al.*, 2019) ou le rang hiérarchique (Rudin *et al.*, 2017). Ces différences peuvent induire des variations en termes de valeurs adaptatives ou de trajectoires de vie, comme la tendance à la dispersion (Debeffe *et al.*, 2014), l'utilisation de l'espace et l'accès à des ressources de qualité (Bonnot *et al.*, 2018) ou le succès reproducteur (Jennings *et al.*, 2013).

D'après une méta-analyse prenant en compte un grand nombre d'espèce de vertébrés et invertébrés, les variations comportementales interindividuelles expliqueraient à elles seules 35% de la variance phénotypique dans une population (Bell *et al.* 2009). Les causes de cette variabilité sont vastes, on démontre ainsi l'impact des processus physiologiques (Koolhaas *et al.*, 1999) notamment du système neuroendocrinien (Sih *et al.*, 2004), de la variabilité génétique (Réale *et al.*, 2007) ou encore de l'expérience individuelle (Sih *et al.*, 2004).

Pour étudier la variabilité interindividuelle il est nécessaire de caractériser le type comportemental des individus pour un comportement donné (Beckmann *et al.*, 2013) en explorant la cohérence de leurs réponses dans le temps. La méthode la plus utilisée pour cela est le calcul de la répétabilité qui se base sur des observations répétées d'un comportement dans une situation donnée et qui représente la proportion de la variation phénotypique expliquée par la variation entre les individus (Réale *et al.*, 2007).

Dans cette étude, nous nous sommes focalisés sur trois traits (la néophobie, l'audace et la mobilité) correspondant à 2 des 5 traits caractérisant la personnalité (la témérité et l'activité). Les différences individuelles dans les tactiques comportementales étant particulièrement prononcées dans les situations stressantes impliquant des environnements nouveaux, des conflits ou des chocs inéluctables (Dall *et al.*, 2004), nous nous sommes intéressés à l'existence de différences individuelles cohérentes dans le niveau de néophobie, de témérité et de mobilité chez des chevreuils captifs, *Capreolus capreolus*. Ces différences inter-individuelles de comportement ont été liées à plusieurs traits d'histoire de vie de cette espèce dans la nature (Bonnot *et al.*, 2018 ; Debeffe *et al.*, 2014 ; Monestier *et al.*, 2015). Par exemple, Debeffe *et al.* (2014) ont suggéré que les futurs disperseurs étaient moins néophobes (indexés par leur comportement d'exploration) que les futurs individus philopatrics.

Afin de caractériser la néophobie, le test du nouvel objet a été utilisé pour la première fois en 1966 par Glickman et Sroges. Il consiste à placer un objet inconnu dans un environnement familier d'un individu et à enregistrer le comportement de cet individu vis-à-vis de l'objet pendant 5-6 minutes. Les animaux néophiles se caractérisent en général par un intérêt envers l'objet nouveau et/ou une proximité avec celui-ci. Contrairement aux individus néophobes qui évitent l'objet car ils en ont peur.

Lors de notre étude, certains chevreuils font preuves de vigilance envers l'objet nouveau. Chez les espèces proies, le comportement de vigilance, qui consiste à surveiller son environnement, est généralement considérée comme un composant important de la personnalité animale. En effet, ce trait est une réponse typique à une situation stressante (Dwyer, 2004), il est donc souvent utilisé pour déterminer l'existence de personnalités distinctes, particulièrement chez les ongulés et les oiseaux. (e.g., Bergvall *et al.*, 2011; Couchoux *et al.*, 2012).

Plus largement, les syndromes comportementaux sont fortement corrélés aux réponses de stress des individus (Martin *et al.*, 2008) et amènent les animaux à se répartir de manière non aléatoire en réponse aux perturbations, notamment d'origine anthropique.

Pour ce travail, nous émettons l'hypothèse que les chevreuils présentent des caractéristiques individuelles cohérentes pour les traits néophobie (de la dimension « exploration » sensu Réal *et al.*, 2007), mobilité (de la dimension « activité » sensu Réal *et al.*, 2007) et audacieux (de la dimension « témérité » sensu Réal *et al.*, 2007) et qu'en outre ces traits tendent à être stables au cours du développement de l'individu. Une répétabilité significative permettrait de confirmer l'existence de différences individuelles cohérentes dans le temps, et serait donc le premier pas vers la définition de personnalités chez cette espèce, mis en évidence par des tests de néophobie.

Opérationnellement, deux objectifs ont été fixés: dans un premier temps, vérifier que les chevreuils présentent à un âge précoce des différences inter-individuelle répétable dans le comportement de néophobie, d'audace et de mobilité mesurés dans une situation de néophobie induite par l'exposition à de nouveaux objets, immobiles ou mobiles, puis déterminer si ces différences individuelles se maintiennent au cours du développement, en soumettant les animaux au même test à l'âge adulte.

MATERIEL ET METHODES

1. Site de l'étude

L'installation expérimentale de l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) se trouve à Gardouch, une commune située à 30min au sud-est de Toulouse (France).

C'est actuellement le seul site d'élevage en Europe qui permet de mener des expériences sur le système « chevreuil-environnement ».

L'installation couvre 20 hectares et permet d'accueillir jusqu'à 40 animaux en semi-liberté et en captivité répartis dans un grand enclos boisé et dans 11 petits enclos d'environ 1/2 ha chacun en prairie (avec abris et quelques arbres).

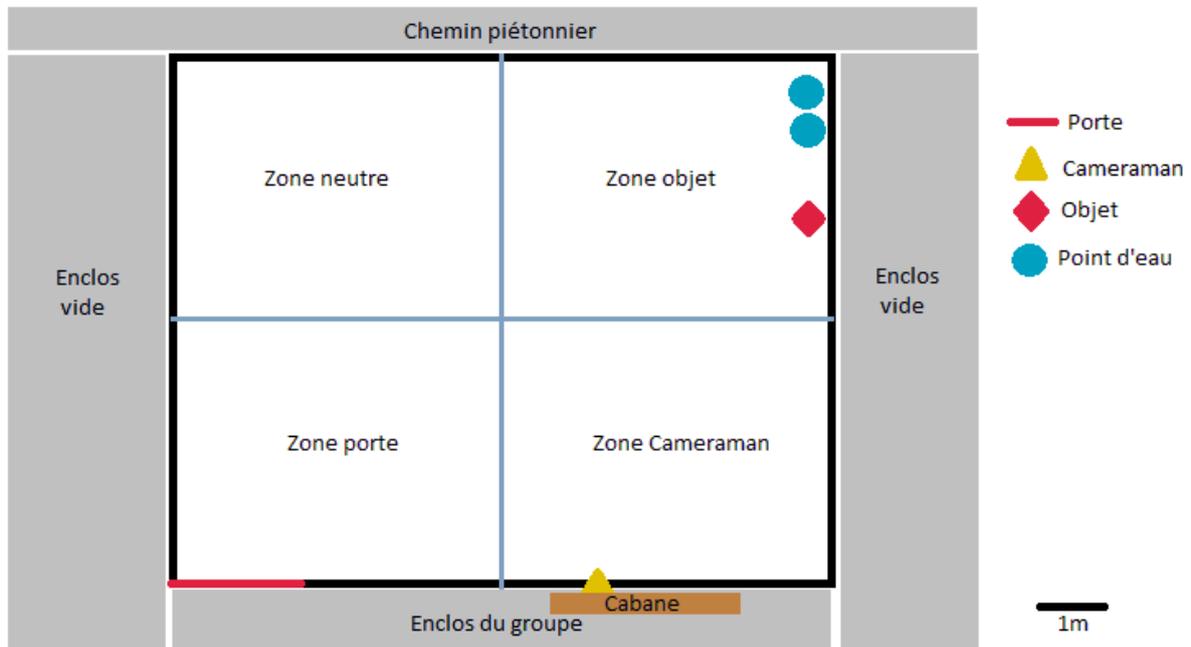


Fig.1. Schéma de l'enclos de la cohorte des 6-7Q

2. Organisme étudié

Les données vidéo ont été collectées en 2017 puis en 2019/2020 sur une cohorte de 7 femelles nées au printemps 2016.

Les chevrettes sont nées en captivité sur le site de Gardouch et ont été élevées au biberon par l'équipe du CEFS (Comportement et Ecologie de la Faune Sauvage). Elles sont donc habituées à la présence humaine.

L'appivoisement par l'élevage artificiel est nécessaire pour pouvoir réaliser des tests expérimentaux sur des chevreuils qui sont des animaux sauvages et craintifs. Le choix pour des femelles se justifie par le fait que celles-ci sont généralement plus calmes et plus faciles à manipuler que les mâles, territoriaux et très agressifs au printemps et en été.

3. Cadre expérimental: test de l'objet nouveau

Le cadre expérimental consiste en trois enclos contigus de 10mx8m, séparés par un grillage de 2 mètres de haut et munis de brise-vent mi-opaque.

Ces enclos sont connus des chevreuils car ils font partie de leur environnement familial, et sont accessibles en permanence.

Le jour du test, les chevreuils sont placés dans un enclos n°1 avec 2 expérimentateurs familiers tandis que l'enclos n°2 situé au milieu est vide. L'objet nouveau est placé dans l'enclos n°3 hors de vue de l'enclos 1, et au bord duquel se tient le cameraman muni d'un caméscope monté sur pied (Fig.1.).

Les séquences vidéo sont recueillies selon les méthodes de l'animal focal et de l'échantillonnage continu (Altmann, 1974) lors d'une exposition individuelle à l'objet pendant 5min après la fermeture de la porte séparant l'enclos n°2 de l'enclos n°3.

Les chevreuils ont été testés dans un premier temps à l'âge d'un an et demi au cours de 7 matinées, du 10 novembre au 28 novembre 2017, puis à l'âge de 3 ans et demi pendant 5 matinées, du 18 décembre 2019 au 11 mars 2020 (voir Tableau A.II. Résumé des expérimentations menées en 2017 et en 2019/2020). Aucun objet mobile n'a pu être testé, l'expérimentation ayant pris fin au moment du confinement pour cause de Covid-19.

4. Analyse vidéo

Les vidéos ont été analysés avec le logiciel BORIS v.7.9.15 en utilisant un éthogramme établi par Myriam Fockenoy (stagiaire au laboratoire en 2020) qui permet de caractériser tous les comportements manifestés au cours de l'expérience (voir Tableau A.I.

Ethogramme).

L'endroit où le chevreuil se tient pendant l'expérimentation est également répertorié selon une partition de l'enclos expérimental. Deux zones ont été distinguées: la zone non menaçante (zone neutre et zone de la porte) et la zone menaçante (zone de l'objet et zone du cameraman).

Au total, 93 vidéos ont été analysées (dont 30 en 2019-20, analysées par Myriam Fockenoy et 63 en 2017 que j'ai analysé).

Toutes les données des vidéos ont ensuite été exportées de BORIS dans un format tsv.

5. Analyse des données

Toutes les analyses de données ont été réalisées à l'aide du logiciel R v.5.0.2.

5.1. Profils comportementaux - ACP

L'ACP (Analyse en Composantes Principales) est une analyse commune dans la mise en évidence de gradient (environnementaux par exemple). L'ACP utilise une matrice de corrélation de variables permettant de résumer et assurant une visualisant de grands ensembles de données portant sur plusieurs individus ou observations. En utilisant cette méthode, nous avons extrait des variables corrélées qui peuvent indiquer des profils comportementaux et placer les individus le long de gradient.

Tout d'abord, les données correspondant à des comportements considérés comme neutres, c'est à dire apportant peu d'information sur la réaction de l'animal par rapport à l'objet, ont été retirées. Ces comportements sont les suivants: marche, attention debout non identifiée, flairer le sol, vigilance non identifiée, toilette et urine.

Nous avons en effet pu remarquer grâce au budget temps réalisé (enregistrement de la durée totale de tous les comportements visibles dans les vidéos) (Fig.2.) que ces comportements étaient sur-représentés par rapport aux autres et ceci pour tous les individus.

Les comportements « trot » et « hors champ » correspondant à une sortie du cadre filmé par suite d'un déplacement soudain ont été regroupés.

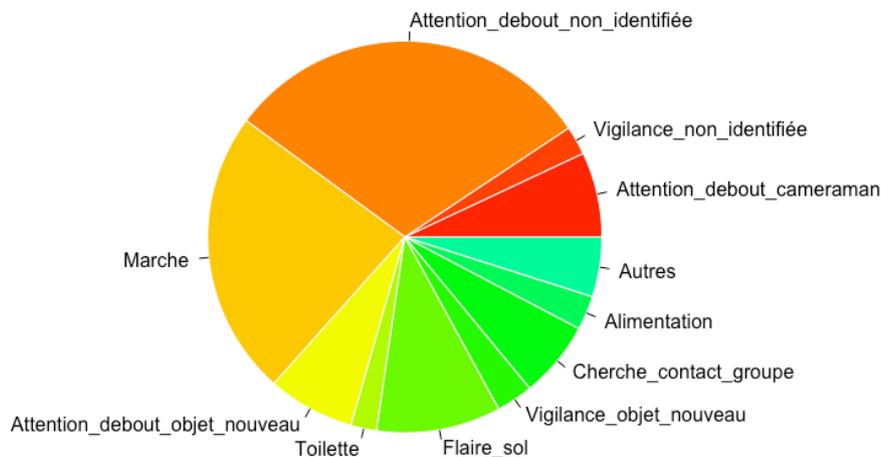


Fig.2. Diagramme circulaire représentant la part de temps de chaque comportement sur le temps total. « Autres » comprend les douze comportements les plus sous-représentés.

Trois ACP (package ade4) ont été réalisées: deux avec les données de 2017 dont une en enlevant les données concernant les objets mobiles, pour pouvoir comparer les résultats avec la dernière ACP, portant sur les données de 2020 qui n'incluait pas d'objets mobiles.

5.2. Mobilité

La mobilité des individus étant un bon indicateur pour différencier le comportement d'activité des individus, les moyennes de mobilité des individus pour les expérimentations de 2017 et de 2020 ont été comparées. Pour se faire, nous avons additionné les temps de « marche », « trot » et « galop » de chaque individu pour chaque expérience et nous en avons fait la moyenne. Les résultats des individus ont été visualisés à l'aide du package ggplot et classer du moins mobile au plus mobile.

5.3. Position spatiale

Un dernier paramètre important pour pouvoir caractériser les individus est leur position dans l'enclos et, plus précisément, leur position par rapport à la zone dite menaçante de l'enclos (contenant l'objet ou le caméraman). L'objectif ici est de déterminer le comportement d'audace des chevreuils, en fonction du temps qu'ils passent dans cette zone menaçante. Nous avons ainsi calculé le pourcentage du temps moyen passé dans la zone menaçante pour chaque chevrette.

5.4. Comparaison des moyennes et des variances et corrélations

Un test de variance a été effectué sur les données de mobilité et de position spatiale transformée en log de 2017 et de 2019/2020. Les moyennes des données transformées en log de 2017 et de 2019/2020 ont également été comparées avec un test de Student avec correction de Welch. Les corrélations entre la mobilité, la position spatiale ainsi que le gradient comportemental issu de l'ACP ont été testées avec la fonction `rquery.cormat`.

5.5. Répétabilité

La répétabilité de la personnalité a été évaluée en utilisant la fonction `rpt` du package `rptr`. (Stoffel *et al.* 2017). Pour ce faire, les données ont été transformées avec la fonction logarithmique pour correspondre au plus près à une distribution gaussienne. Nous avons rapporté les estimations de la répétabilité (R), qui doit être supérieure à 0,2 pour être considérée comme biologiquement significative (Bell *et al.*, 2009)

5.6. Analyse de la puissance

L'analyse de la puissance de notre étude a été réalisée en utilisant la fonction `pwr.anova.test` du package `pwr` (Champely *et al.* 2019). Nous avons d'abord vérifié la

puissance de notre analyse qui contenait toutes les données (k = 6 individus, n= 14 objets, niveau de significativité = 0,05, f=0,3 effet de taille). Nous avons ensuite vérifié la puissance de notre analyse qui contenait les données correspondantes aux objets immobiliers. Pour finir, nous avons estimé combien d'objets devraient être présentés à 6 individus pour atteindre une puissance statistique de 75% et également combien d'individus seraient nécessaires pour atteindre ces 75% en utilisant 10 objets.

6. Note éthique

Toutes les expériences ont respecté les normes éthiques de manipulation des animaux telles que définies par les lois françaises sur le bien-être animal (Décret n°2013-118).

RESULTATS

1. Profils comportementaux - ACP

- ACP 2017

Les ACP ont été analysées en premier lieu pour vérifier l'existence de profils comportementaux. Pour l'année 2017, l'axe 1 explique 33% de la variance de nos données. Cet axe est positivement et fortement corrélé avec le comportement « recherche contact groupe » et négativement corrélé avec « attention objet nouveau » et « vigilance objet nouveau » (Fig.3). Cet axe est interprété comme un gradient de néophobie, les individus néophobes étant ceux qui cherchent à retourner au groupe et les individus néophiles sont ceux qui sont réactifs à l'objet nouveau.

L'axe 2 explique 21,4% de la variance de nos données. Cet axe est négativement et fortement corrélé avec « attention objet nouveau », « recherche contact groupe » et « vigilance objet nouveau » (Fig.3). Les individus se positionnent le long des axes de l'ACP (Fig.4).

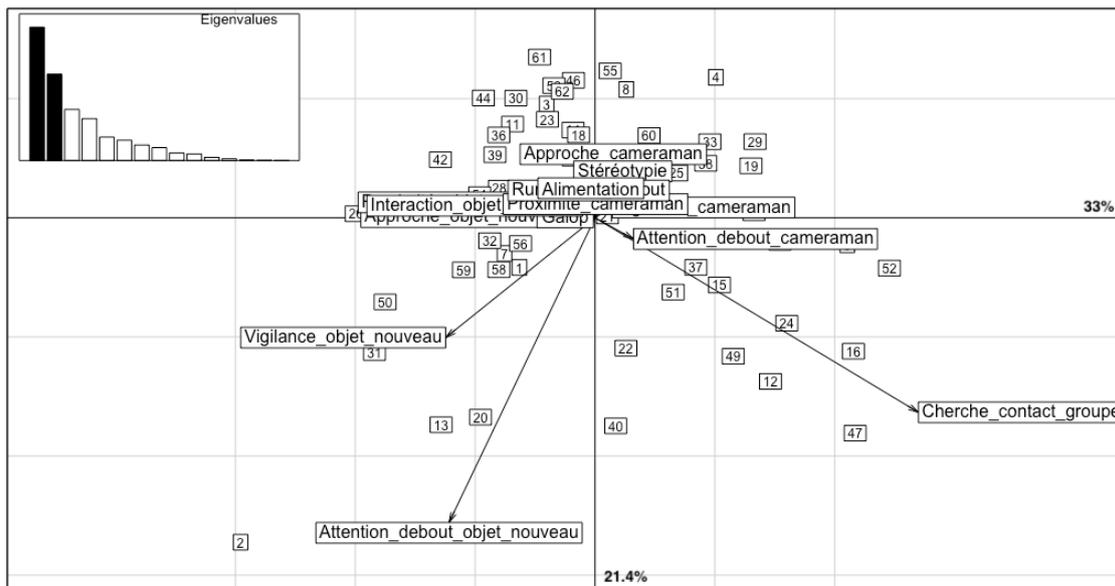
Les femelles Quenelle, Quooki et Quachou sont celles qui cherchent le plus à retourner vers le groupe et sont donc néophobes. Quiwi, Quick, Quorine et Quouettes sont réactives à l'objet nouveau et sont donc plus néophiles.

Il est important de noter que les ellipses de Quouette et de Quooki sont plus larges que les ellipses des autres individus, leur comportement est donc plus variable entre les expérimentations.

La position des objets mobiles et immobiles sur ces axes nous indiquent que les premiers suscitent beaucoup plus d'attention et de vigilance chez les chevrettes que les objets immobiles (Fig.5). Cette information révèle un biais dans le protocole, en effet, aucun objet mobile n'a été utilisé pour les expérimentations de 2019/2020. Il est donc délicat de comparer les résultats entre les deux périodes.

Ainsi, pour la suite de l'étude, nous avons décidé de ne conserver que les données recueillies avec des objets immobiles en 2017.

L'interprétation des axes de l'ACP réalisée sans les objets mobiles est comparable avec l'ACP intégrant tous les objets et les résultats sont détaillés en annexe.



*Fig.3. Représentation de l'ACP avec les données de 2017
Les chiffres encadrés correspondent aux numéros des expérimentations*

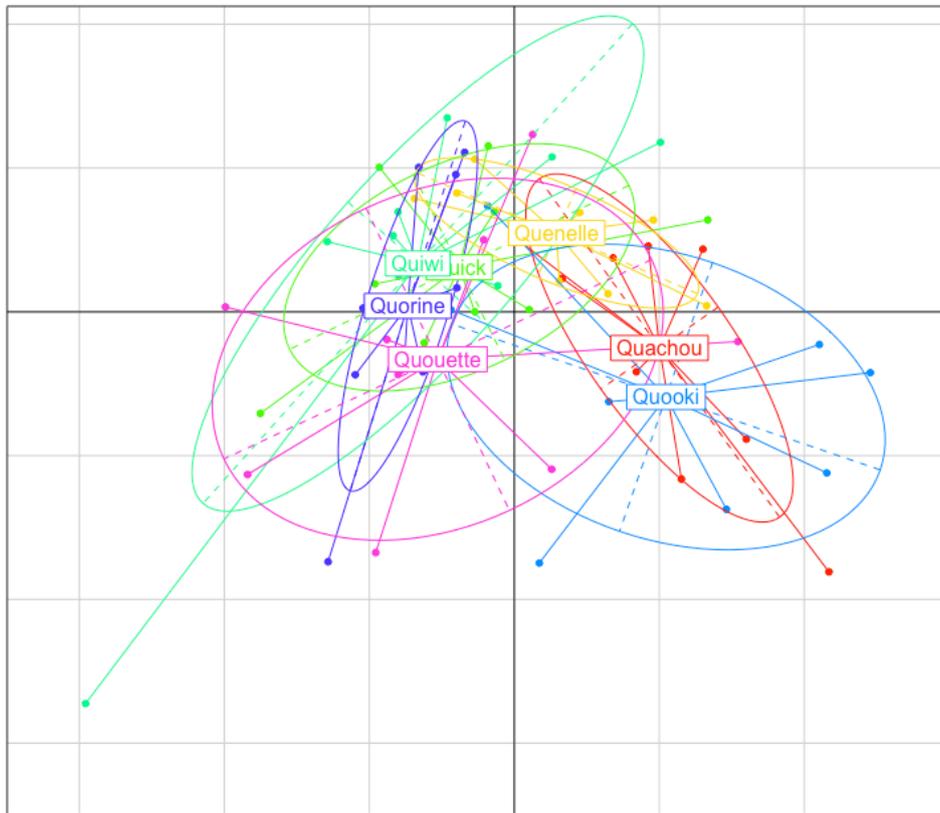


Fig.4. Représentation des ellipses des individus sur les axes de l'ACP de 2017

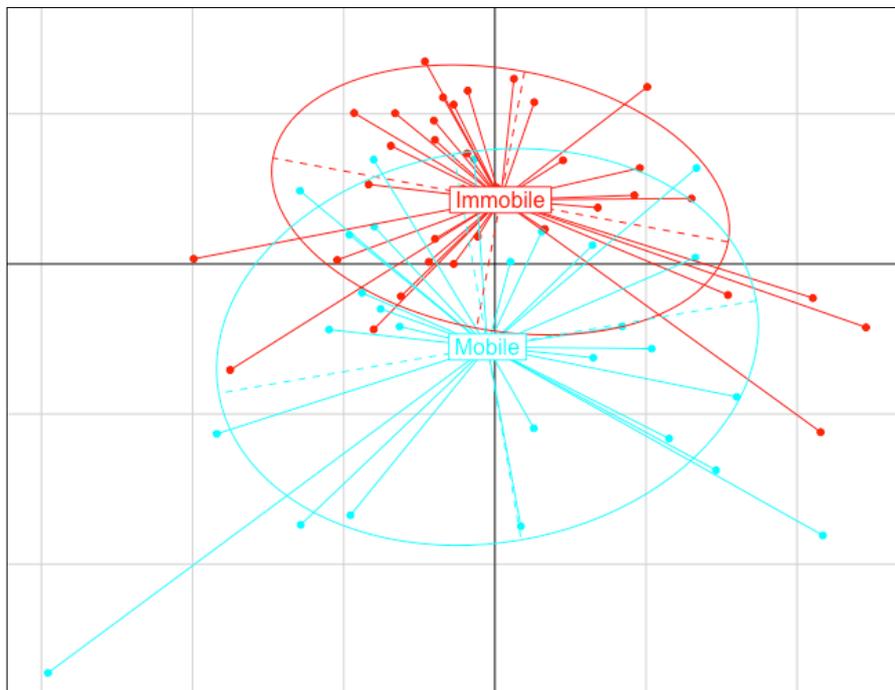


Fig.5. Représentation des ellipses concernant la variable mobilité des objets sur les axes de l'ACP de 2017

- ACP 2019/2020

L'axe 1 de l'ACP explique 66.9% de la variance de nos données (Fig.6). Cet axe est positivement corrélé à « alimentation » et négativement corrélé à « recherche contact groupe ». Il représente donc un gradient de néophobie. Les individus cherchant à retourner vers le groupe étant néophobes contrairement aux individus qui s'alimentent et qui ne sont donc pas dérangés par l'objet nouveau.

Quouette et Quiwi sont caractérisées par la prise de nourriture, alors que Quenelle est caractérisé par le fait de chercher à retourner vers le groupe (Fig.7). Le positionnement sur ces axes des autres individus ne nous permet pas de les caractériser mais la taille de leur ellipse permet de dire qu'ils ont des comportements avec une grande variance entre les tests.

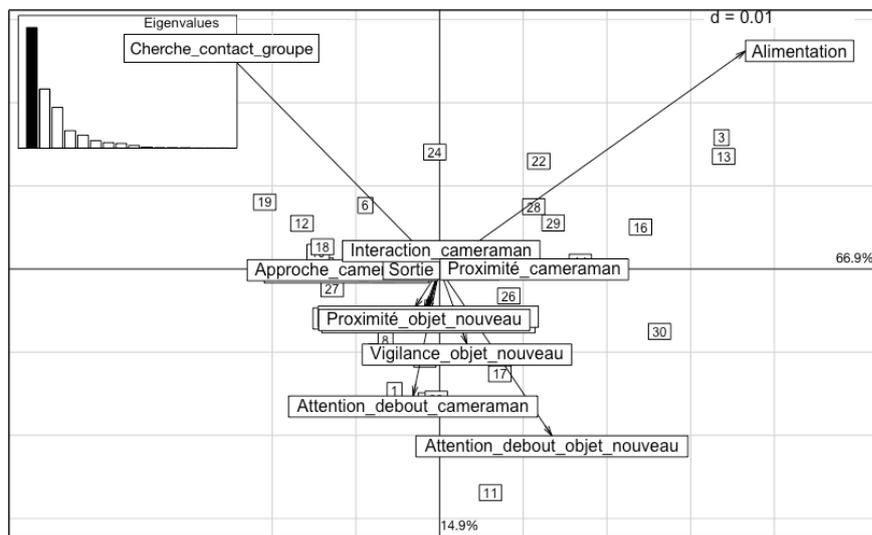


Fig.6. Représentation de l'ACP avec les données de 2019/2020

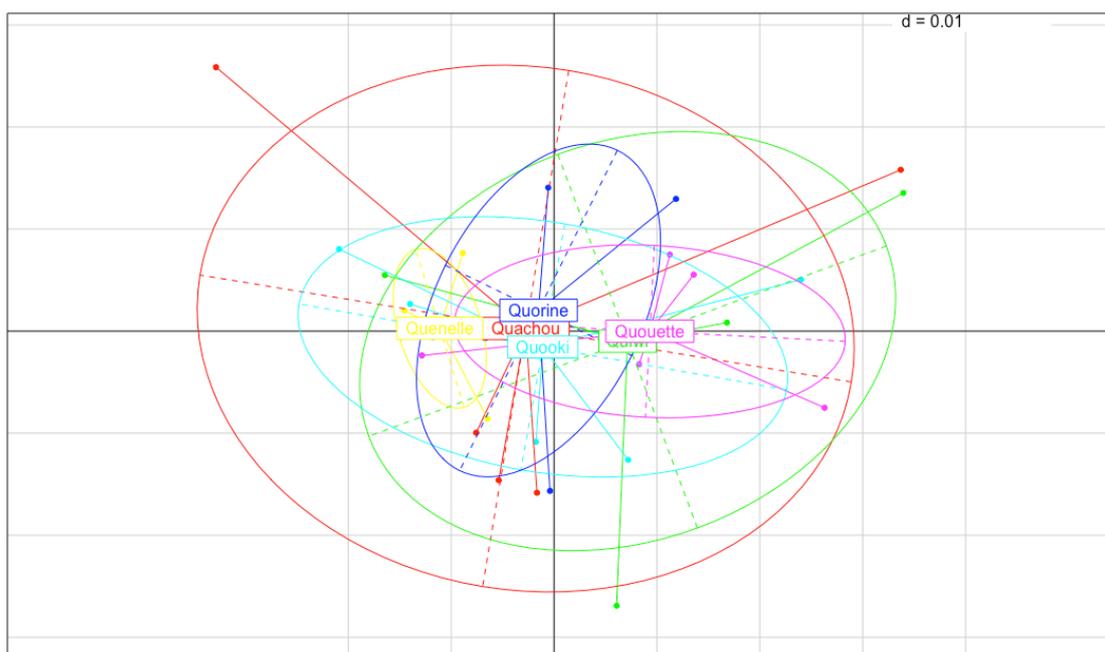


Fig.7.Représentation des ellipses des individus sur les axes de l'ACP de 2019/2020

2. Mobilité

La variance entre les individus pour 2017 est de $2.9e^{-3}$ et de $4.2e^{-4}$ pour 2020. Les variances ne sont pas significativement différentes ($F = 1.01$, $df = 34$, $p = 0.977$).

La moyenne de mobilité en 2017 est de 43% (% de temps passé en déplacement) et de 41% en 2020. Les moyennes ne sont pas significativement différentes ($t = 0.195$, $df = 45.2$, $p = 0.846$).

Les différences inter-individuelles sont représentées Fig.8. Une partie des individus voit leur mobilité diminuer entre 2017 et 2020 (4/6), alors que d'autres la voit augmenter (2/6).

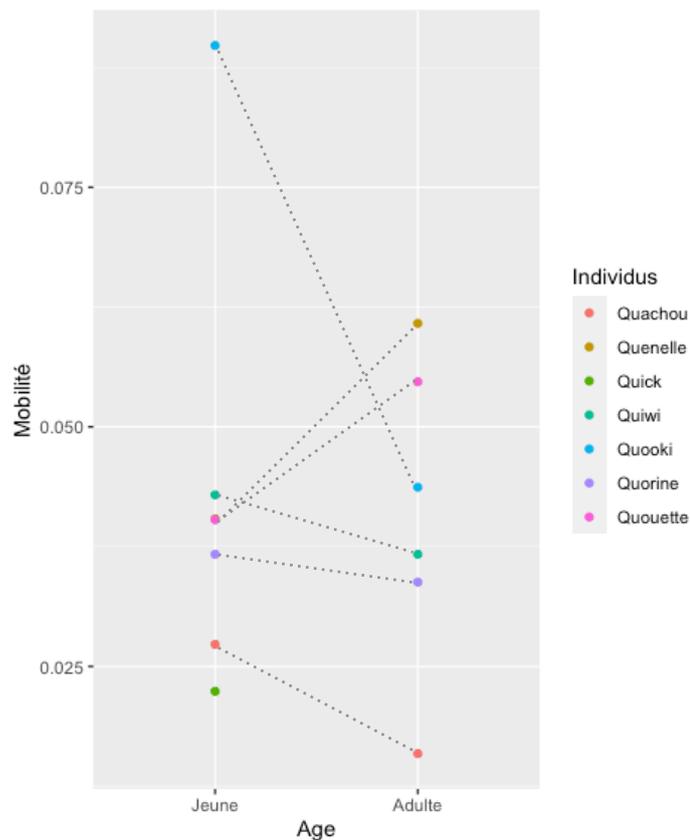


Fig.8. Graphique de la comparaison des rangs de mobilité des individus jeunes et adultes

3. Position spatiale

Les chevrettes passent en moyenne 7.6% du temps dans la zone menaçante en 2017 contre 30.5% en 2020. Cette différence est significative ($t = -4.46$, $df = 37.3$, $p = 7.34e^{-05}$).

Par exemple, Quouette est l'individu qui passe le plus de temps dans la zone menaçante et en 2020, elle y passe environ trois fois plus de temps qu'en 2017 (Fig.9). La différence de variance des observations (variance 2017 = 116.2 , variance 2020 = 687.4) n'est cependant pas significativement différente ($F = 1.09$, num $df = 19$, $p = 0.819$).

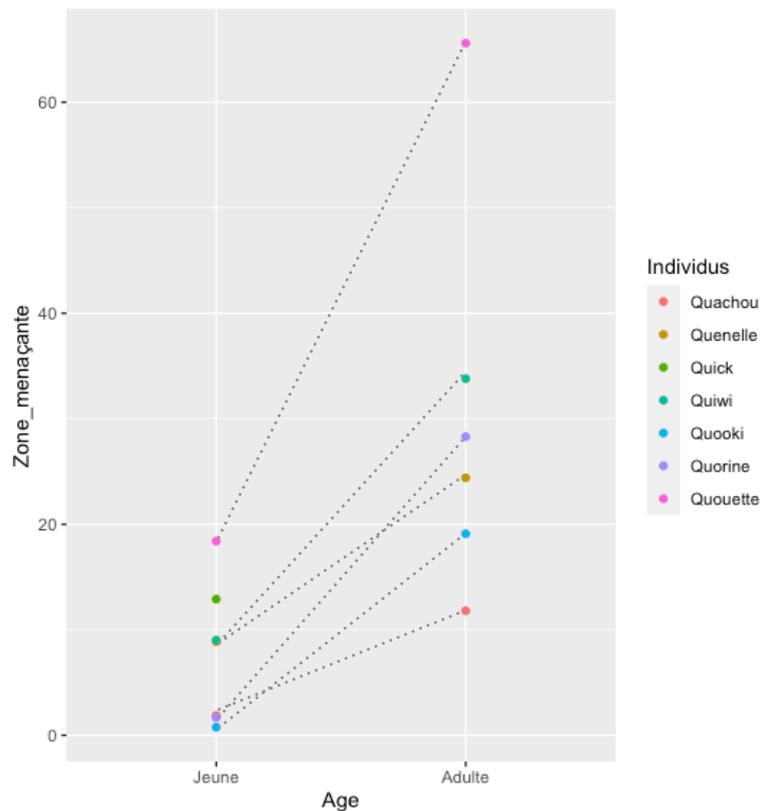


Fig.9. Graphique de la comparaison des rangs du pourcentage de temps passé dans la zone menaçante des individus jeunes et adultes

4. Répétabilité

Les données de répétabilité des comportements testés pour 2017, pour 2019/2020 ainsi que pour les données des deux années, ont été consignées dans un tableau (Tableau I). Les valeurs de R en gras correspondent à des valeurs significatives de répétabilité. La répétabilité du pourcentage de temps passé dans la zone menaçante est significative en 2017 ($R=0.21$, $SE=0.16$) et en 2020 ($R=0.44$, $SE=0,20$). La répétabilité de la mobilité est significative quand elle est testée avec les données de 2017 et de 2020 ($R=0.33$, $SE=0,28$). Enfin, le comportement « recherche contact groupe » est significativement répétable en 2017 ($R=0.36$, $SE=0.19$).

Tableau I. Tableau des valeurs de répétabilité (R) pour 6 comportements en 2017, en 2020 et en 2017/2020

Variable	2017	2020	2017/2020
Mobilité	R = 0 SE = 0.079	R = 0 SE = 0.014	R = 0.33 SE = 0.28
Pourcentage de temps passé dans la zone menaçante	R = 0.21 SE = 0.16	R = 0.44 SE = 0.20	R = 0 SE = 0.23
Cherche contact groupe	R = 0.36 SE = 0.19	R = 0 SE = 0.089	R = 0 SE = 0.0064
Attention objet nouveau	R = 0.0049 SE = 0.085	R = 0.064 SE = 0.12	R = 0 SE = 0.0059
Vigilance objet nouveau	R = 0.067 SE = 0.11	R = 0 SE = 0.090	R = 0 SE = 0.0069
Alimentation	R = 0 SE = 0.079	R = 0 SE = 0.087	R = 0 SE = 0.0068

5. Ontogénèse de la personnalité

Les caractéristiques des individus en 2017 et en 2020 montrent d'assez grandes différences (Tableau II). Quachou, par ex, étaient très néophobes, très peu audacieux et peu mobile en 2017 mais, en 2020, elle est surtout caractérisée par sa très faible mobilité et par sa plus grande variance de comportement.

Tableau II. Tableau de la comparaison des « personnalités » des individus en 2017 et en 2020

Individu	Néophobie 2017	Mobilité 2017	Témérité 2017	Néophobie 2020	Mobilité 2020	Témérité 2020
Quachou	++	-	--	neutre	--	neutre
Quooki	++	++	--	neutre	+	neutre
Quenelle	-	+	-	+	+	+
Quick	-	--	neutre			
Quorine	neutre	neutre	--	neutre	-	+
Quouette	+	+	+	-	+	++
Quiwi	-	+	-	-	-	+

En 2017, la mobilité est positivement corrélée avec la position des individus sur l'ACP ($r = 0.41$) et n'est pas corrélée à la position spatiale. En 2020, la position spatiale est négativement corrélée avec la position des individus sur l'ACP ($r = -0.75$) et n'est pas corrélée à la mobilité.

6. Analyse de la puissance

L'analyse de puissance a révélé un faible niveau dans notre étude, tendance accentuée quand on retire les objets mobiles (Scénario B, Tableau III).

Tableau III. Analyse de la puissance calculée dans différents cas. A et B sont les cas de notre étude. C serait le cas avec le même nombre de chevreuils mais avec une puissance acceptable de 75%. D serait le cas avec le même nombre d'objets (N=10) mais avec une puissance acceptable de 75%. Les chiffres en gras sont les variables.

Scénario	Nombre d'individus	Nombre d'objets présentés	Taille de l'effet	Niveau significatif	Puissance
A	6	14	0,3	0,05	0,5
B	6	10	0,3	0,05	0,35
C	6	22	0,3	0,05	0,75
D	24	10	0,3	0,05	0,75

DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous avons étudié 3 traits de comportement (l'audace, la néophobie et la mobilité) que nous avons relié à 2 dimensions de la personnalité (respectivement, la témérité et l'activité). Tous ces traits ne sont pas répétables.

La répétabilité significative de la proportion de temps passé dans la zone menaçante en 2017 et en 2020 nous indique que les chevreuils ont un comportement cohérent pendant la session de test lorsqu'ils sont jeunes et également lorsqu'ils sont adultes. De plus, le graphique de la proportion de temps passé dans la zone menaçante en 2017 et en 2020 nous montre que l'ordre des individus ne change quasiment pas.

Les individus adultes sont plus téméraires et les différences inter-individuelles sont plus marquées en 2020 car la répétabilité est supérieure à celle de 2017.

La répétabilité non significative de la majeure partie des comportements ne nous permet pas de mettre en évidence de façon certaine une personnalité chez ces individus. Si les traits comportementaux étudiés ne sont pas reproductibles, cela ne signifie pas nécessairement que les chevreuils n'ont pas de personnalités, cela suggère que soit dans les conditions de cette expérience, les comportements sélectionnés n'étaient pas reproductibles, soit que le nombre de répétitions et/ou le nombre d'individus ne nous apportaient pas la puissance nécessaire pour tester notre hypothèse (cf test de puissance effectué). Cette faible puissance se remarque aussi avec le test de répétabilité sur la mobilité qui est significatif que lorsque les données de 2017 et 2020 sont regroupées.

Néanmoins, une étude (Stamps *et al.*, 2016) a montré qu'un individu imprévisible pouvait correspondre à un nouveau profil de personnalité, extrêmement plastique à l'expérience et à l'environnement, et permettant à cet individu de s'adapter facilement aux situations rencontrées.

De plus, comme Réale et Dingemans (2007) l'ont indiqué, la personnalité est caractérisée par des différences individuelles cohérentes et stables dans le temps et dans les contextes. Or notre étude ne prend en compte que la stabilité dans le temps et non pas selon différents contextes. Il faudrait donc réaliser d'autres tests qui permettraient de mettre en lumière différents axes de la personnalité. En effet, selon Réale, il y aurait 5 dimensions pour pouvoir définir une personnalité et ce test de néophobie ne permet que de mettre en lumière que 3 de ces dimensions, la témérité/timidité (indexée dans notre étude, par l'audace, correspondant au temps passé dans les zones de l'enclos), l'exploration/néophobie (indexée dans notre étude, par l'ACP des différents comportements) et l'activité (indexée dans notre étude, par la moyenne de mobilité des individus pour chaque expérimentation).

De plus, il faut rester vigilant car ces dimensions sont définies à partir d'un seul et même test et les données ne sont donc indépendantes les unes des autres. Néanmoins, l'absence de corrélation nous a permis de vérifier que la mobilité et la position spatiale n'était pas corrélée, indiquant que même si les comportements sont estimés lors d'un même test, ils ne montrent pas la même chose et indexent bien des dimensions différentes.

D'autres études sont menées au laboratoire du CEFS pour tester la sociabilité (autre dimension définie par Réale) des individus, avec un test d'isolement, ainsi que leur statut social, avec un test de compétition alimentaire. Il serait donc particulièrement intéressant de combiner les résultats de l'ensemble de ces tests pour définir la personnalité animale chez le chevreuil.

Pour finir, la faible puissance de cette analyse est problématique. Si un plus grand nombre de chevreuils avaient participé à l'étude ou si davantage d'objets avaient été présentés (c'est-à-dire plus de répétitions), les résultats de l'analyse auraient pu être très différents. Il aurait été par exemple intéressant de présenter 22 objets à cette cohorte en veillant à ce que tous les objets soient tous assez différents les uns des autres pour qu'il n'y ait pas un effet d'habituation de la part des chevreuils, réagissant donc de moins en moins aux objets placés dans l'enclos. Cet effet pourrait être malgré tout utilisé pour étudier la vitesse d'habituation de chaque individu, ce qui renseigne également sur sa personnalité.

Une autre astuce aurait été de réaliser cette expérimentation sur plus d'individus et donc de regrouper les données de cohortes différentes.

Ajouter des objets mobiles aux expérimentations de 2020 et ainsi augmenter le nombre d'objets présentés aux chevreuils aurait également permis d'augmenter la puissance de notre étude. Cela aurait permis de réintégrer les données des objets mobiles de 2017 et ainsi de pouvoir mieux caractériser les profils individuels. En effet, les individus étant plus réactifs et vigilants aux objets mobiles nous pouvons postuler que les différences inter-individuelles pourraient s'avérer plus marquées. Un autre biais de cette étude pourrait effectivement être la trop faible réaction des chevreuils aux objets immobiles. Ces animaux apprivoisés ont probablement appris, au contact des humains, à rencontrer des objets suffisamment variés pour ne pas être très impressionnés par divers objets, même nouveaux pour eux. Les objets immobiles ne sont donc peut être pas assez associés à une menace pour ces individus. Afin de tester cette hypothèse nous pourrions mesurer des paramètres supplémentaires comme le rythme cardiaque de l'individu, sa température corporelle ainsi que le taux de fructosamines dans le sang (indicateur du niveau de stress) comme le suggère l'étude de Monestier *et al.* (2017). Cependant, tous ces paramètres supplémentaires ne sont pas si simples à relever: pour le rythme cardiaque, il aurait fallu habituer les chevrettes à porter un harnais dès leur jeune âge, la prise de température représente à elle seule un stress supplémentaire car il faut maintenir l'animal, et la détermination du taux de fructosamines nécessite une prise de sang, ce qui implique une vraie contention. Nous aurions également pu placer de la nourriture dans l'enclos en même temps que l'objet nouveau pour mesurer le temps de latence des individus avant de se nourrir. C'est ce qui a été réalisé dans l'étude de Monestier *et al.* (2017). Ils ont en effet montré qu'en présence d'un objet nouveau, les chevreuils les plus néophobes mettaient plus de temps à se nourrir pour la première fois et que leur alimentation était moins efficace que les chevreuils explorateurs.

En outre, les chevreuils étudiés ici vivent en captivité, ce qui signifie qu'ils sont souvent en contact avec l'homme et qu'ils sont régulièrement exposés à des perturbations. Ces résultats sont le reflet d'individus vivant en captivité et non pas d'animaux sauvages vivant dans la nature.

Cette étude a permis de montrer que le test de néophobie est un test adéquat pour caractériser un individu par son audace, sa néophobie ainsi que par sa mobilité.

Elle a également permis de montrer que les différences inter-individuelles sont plus marquées chez les jeunes chevreuils que chez les chevreuils adultes. Le manque de puissance de notre étude nous empêche de mettre en évidence la personnalité chez le

chevreuil mais plusieurs travaux en cours au CEFS permettront d'intégrer de nouvelles données à l'étude.

La personnalité animale des espèces sauvages est encore peu étudiée or elle permettrait notamment une meilleure compréhension des processus de spéciation ou de la stabilité des populations. Elle aboutirait également à des avancées intéressantes sur la compréhension des relations trophiques telles que la dynamique proie/prédateur (Sih, 2017) ou encore les processus d'invasion (Pruit, 2017). Il est également montré que le comportement spatial des grands herbivores est contraint à la fois par les activités humaines et par la variabilité interindividuelle dans la façon dont les individus gèrent le risque (Dall *et al.*, 2004). L'étude de cette variabilité pourrait aider à mieux comprendre comment les animaux peuvent s'adapter aux changements de leur environnement induits par l'homme, mais aussi au retour récent des grands prédateurs dans une grande partie de l'Europe (Lone *et al.*, 2014).

REFERENCES

- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227-266.
- Beckmann, C., & Biro, P. A. (2013). On the validity of a single (boldness) assay in personality research. *Ethology*, 119(11): 937-947.
- Bell, A. M., Hankison, S. J., & Laskowski, K. L. (2009). The repeatability of behaviour : A meta-analysis. *Animal Behaviour*, 77(4): 771-783.
- Bergvall, U. A., Schäpers, A., Kjellander, P., & Weiss, A. (2011). Personality and foraging decisions in fallow deer, *Dama dama*. *Animal Behaviour*, 81(1): 101–112.
- Bonnot, N. C., Goulard, M., Hewison, A. J. M., Cargnelutti, B., Lourtet, B., Chaval, Y., & Morellet, N. (2018). Boldness-mediated habitat use tactics and reproductive success in a wild large herbivore. *Animal Behaviour*, 145:107-115.
- Carter, A. J., Feeney, W. E., Marshall, H. H., Cowlshaw, G., & Heinsohn, R. (2013). Animal personality : What are behavioural ecologists measuring?: What are animal personality researchers measuring. *Biological Reviews*, 88(2): 465-475.
- Champely, S., Ekstrom, C., Dalgaard, P., Gill, J., Weibelzahl, S., Anandkumar, A., ... Volcic, R. (2019). pwr: Basic functions for power analysis (Version 1.2-2).
- Couchoux, C., Cresswell, W. (2012). Personality constraints versus flexible antipredation behaviors: how important is boldness in risk management of redshanks (*Tringa totanus*) foraging in a natural system?. *Behavioral Ecology*, 23(2):290–301.
- Costa, P. T., McCrae, R. R. (1992). Four ways five factors are basic. *Personality and Individual Differences* 13:653–665.
- Dall, S., Houston, A., McNamara, J.M. (2004). The behavioural ecology of personality: consistent individual differences from an adaptive perspective. *Ecology Letters*. 7(8): 734-9.
- Debeffe, L., Morellet, N., Bonnot, N., Gaillard, J. M., Cargnelutti, B., Verheyden-Tixier, H., ... & Hewison, A. J. M. (2014). The link between behavioural type and natal dispersal propensity reveals a dispersal syndrome in a large herbivore. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1790).

- Dwyer C.M. (2004). How has the risk of predation shaped the behavioural responses of sheep to fear and distress? *Anim Welfare*. 13:269–281.
- Fockenoy, M. (2020). Novel object test analysis and personality in roe deer. Internship report.
- Glickman SE, Sroges RW. (1966). Curiosity in Zoo Animals. *Behaviour*. 26(1-2): 151-87.
- Jäger, H. Y., Han, C. S., & Dingemanse, N. J. (2019). Social experiences shape behavioral individuality and within-individual stability. *Behavioral Ecology*, 30(4): 1012-1019.
- Jennings, D. J., Hayden, T. J., & Gammell, M. P. (2013). Personality and predictability in fallow deer fighting behaviour : The relationship with mating success. *Animal Behaviour*, 86(5): 1041-1047.
- Koolhaas, J.M., Korte, S. M., De Boer, S. F., Van Der Vegt, B. J., Van Reenen, C. G., Hopster, H., De Jong, I. C., Ruis, M. A. W., & Blokhuis, H. J. (1999). Coping styles in animals : Current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23(7): 925-935.
- Lone, K., Loe, L.E., Gobakken, T., Linnell, J.D.C., Odden, J., Remmen, J. and Mysterud, A. (2014). Living and dying in a multi-predator landscape of fear: roe deer are squeezed by contrasting pattern of predation risk imposed by lynx and humans. *Oikos*, 123: 641-651.
- Martin JG, Réale D. (2008). Animal temperament and human disturbance: implications for the response of wildlife to tourism. *Behav Processes*, 77:66–72.
- Monestier, C., Morellet, N., Gaillard J.M., Cargnelutti, B., Vanpé, C., Hewison, M. (2015). Is a proactive mum a good mum? A mother's coping style influences early fawn survival in roe deer, *Behavioral Ecology*, 26(5): 1395–1403.
- Monestier, C., Morellet, N., Verheyden, H., Gaillard, J.M., Bideau, E., Denailhac, A., Lourtet, N., Cebe, N., Picot, D., Rames, J.L., Hewison, M. (2017). Neophobia is linked to behavioural and haematological indicators of stress in captive roe deer. *Animal Behaviour*, 126:135-143.
- Moschilla, J. A., Tomkins, J. L., & Simmons, L. W. (2019). Sex-specific pace-of-life syndromes. *Behavioral Ecology*, 30(4): 1096-1105.
- Ogden, L. E. (2012). Do animals have personality? The importance of individual differences. *BioScience*, 62(6): 533– 537.
- Pruitt, J. N. (2017). Are personality researchers painting the roses red ? Maybe: A comment on Beekman and Jordan. *Behavioral Ecology*, 28(3): 628-629.
- Réale, D., Gallant, B. Y., Leblanc, M., & Festa-Bianchet, M. (2000). Consistency of temperament in bighorn ewes and correlates with behaviour and life history. *Animal Behaviour*, 60(5): 589-597.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., & Dingemanse, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82(2): 291-318.
- Rudin, F. S., Tomkins, J. L., & Simmons, L. W. (2017). Changes in dominance status erode personality and behavioral syndromes. *Behavioral Ecology*, 28(1): 270-279.
- Sih, A., Bell, A. M., Johnson, J. C., & Ziemba, R. E. (2004). Behavioral Syndromes : An Integrative Overview. *The Quarterly Review of Biology*, 79(3): 241-277.
- Sih, A. (2017). Insights for behavioral ecology from behavioral syndromes : A comment on Beekman and Jordan. *Behavioral Ecology*, 28(3): 627-628.
- Stamps, J., & Groothuis, T. G. G. (2010). The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. *Biological Reviews*, 85(2): 301–325.
- Stoffel, M. A., Nakagawa, S., & Schielzeth, H. (2017). rptR : Repeatability estimation and variance decomposition by generalized linear mixed-effects models. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(11): 1639–1644.

ANNEXES

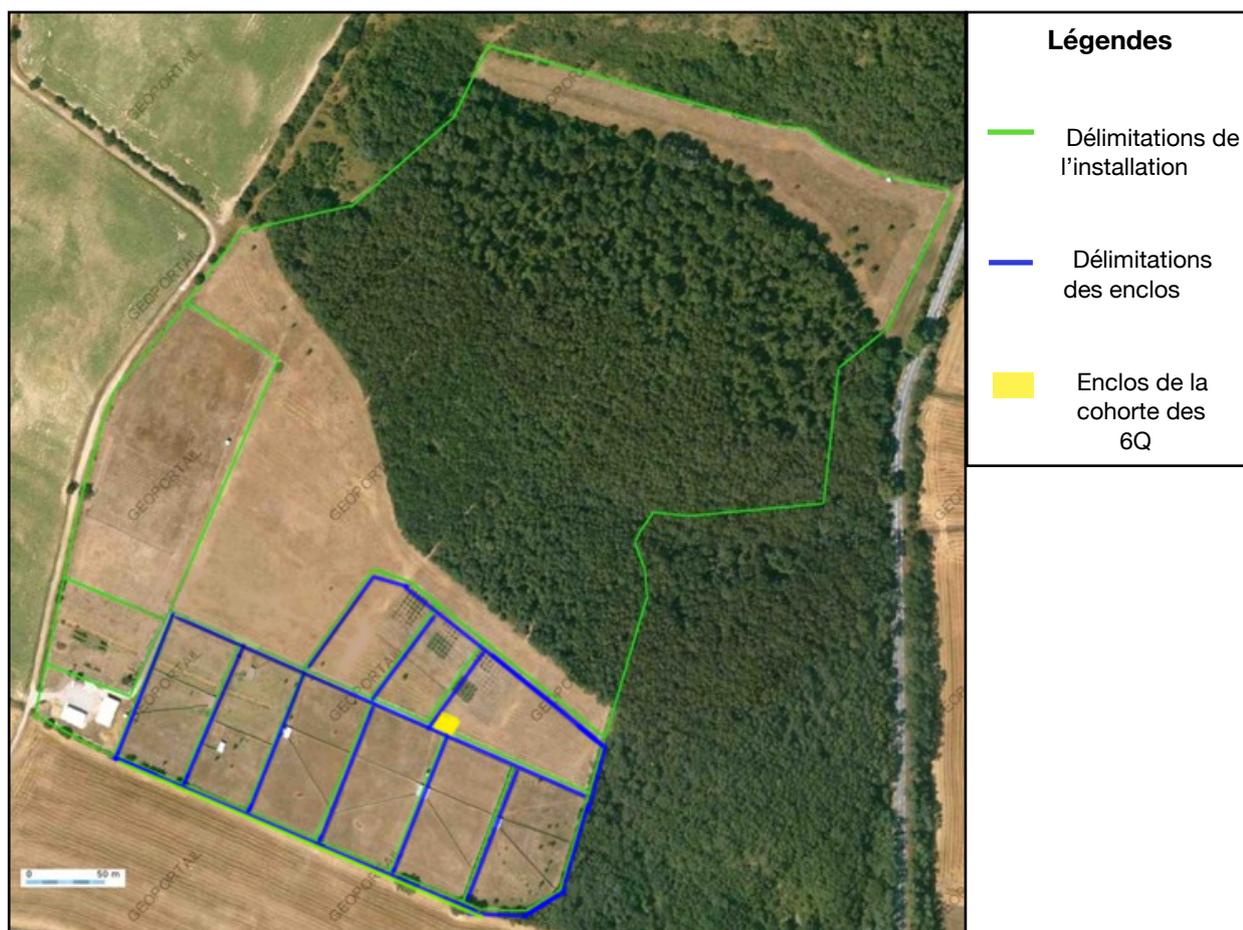


Figure A.1. Carte de l'installation expérimentale de Gardouch (GEOPORTAL)

Tableau A.I. Ethogramme

Code comportement	Description
Marche	Allure non sautée à quatre temps égaux, avec une seule patte en l'air à la fois
Trot	Allure sautée, à deux temps égaux, avec deux pattes en diagonales posées en même temps
Galop	Allure sautée à trois temps inégaux. Ex : postérieur droit/diagonale droite/antérieur gauche/en l'air
Vigilance_non_identifiée	Position debout, à l'arrêt, tête au-dessus des épaules, regard et oreilles orientés dans une même direction quelconque
Vigilance_cameraman	Position debout, à l'arrêt, tête au-dessus des épaules, regard et oreilles orientés dans la direction du cameraman
Vigilance_objet_nouveau	Position debout, à l'arrêt, tête au-dessus des épaules, regard et oreilles orientés dans la direction de l'objet nouveau
Attention_debout_non_identifiée	Position debout, tête au-dessus des épaules, regard des alentours sans direction particulière, oreilles mobiles
Attention_couché_non_identifiée	Position couchée, tête au-dessus des épaules, regard des alentours sans direction particulière, oreilles mobiles
Attention_debout_cameraman	Position debout, regard vers le cameraman, les oreilles mobiles

Code comportement	Description
Attention_couché_cameraman	Position couchée, regard vers le cameraman, oreilles mobiles
Attention_debout_objet_nouveau	Position debout, regard vers l'objet nouveau, les oreilles mobiles
Attention_couché_objet_nouveau	Position couchée, regard vers l'objet nouveau, oreilles mobiles
Exploration	Interaction (flaire, lèche, en contact) avec le sol, les arbres, l'air, les mangeoires ou le brise vent (en dehors de celui le séparant de l'enclos actuel du précédent)
Cherche_contact_groupe	Interaction (flaire, lèche, en contact) avec le brise vent ou la porte séparant l'enclos actuel du précédent.
Approche_objet_nouveau	Déplacement dans la direction de l'objet nouveau en lui portant de l'intérêt (regard + flaire)
Proximité_objet_nouveau	L'animal se trouve à moins d'une distance de chevreuil de l'objet nouveau
Interaction_objet_nouveau	Interaction (flaire, lèche, contact) avec l'objet nouveau
Approche_cameraman	Avance dans la direction du cameraman en lui portant de l'intérêt (regard + flaire)
Proximité_cameraman	Les pieds de la camera sont visibles dans la vidéo
Interaction_cameraman	Interaction (flaire, lèche) avec le cameraman ou le pied du caméscope
Alimentation	Prise de nourriture, ou boisson
Rumination_debout	Rumination en position debout
Rumination_couché	Rumination en position couchée
Toilette	Se gratte, s'ébroue, s'étire, se lèche
Urine	Miction
Hors-champ	L'animal n'est pas visible sur la vidéo
Stéréotypie	Aller-retours le long d'un grillage , au pas ou au trot, parfois incluant des arrêts
Piaille	Cris d'appel
Sortie	Sortie de l'enclos
Grillage	Bond dans le grillage

Tableau A.II. Résumé des expérimentations menées en 2017 et en 2019/2020

Date de l'expérimentation	Objet	Mobilité objet
10/11/2017	Casque de moto sur piquet	Immobile
15/11/2017	Cone de chantier rouge et blanc	Immobile
17/11/2017	Sacoche de photo noire	Immobile
20/11/2017	3 piquets de cloture en plastique en t	Immobile
21/11/2017	Seau avec balais de lavage de sol rouge	Immobile
27/11/2017	Plaque polystyrene sur coffre en bois	Mobile
28/11/2017	Plaque polystyrene sur coffre en bois sur seau blanc renversé	Mobile
30/11/2017	Voiture télécommandée sur support en bois	Mobile
04/12/2017	Support métal du tir au pigeon	Mobile
18/12/2019	Boite isotherme blanche	Immobile
08/01/2020	Maison de poupée en plastique rouge et bois	Immobile
15/01/2020	Glacière bleue et blanche	Immobile
20/01/2020	Enrouleur câble électrique	Immobile
11/03/2020	Extincteur rouge et noir	Immobile

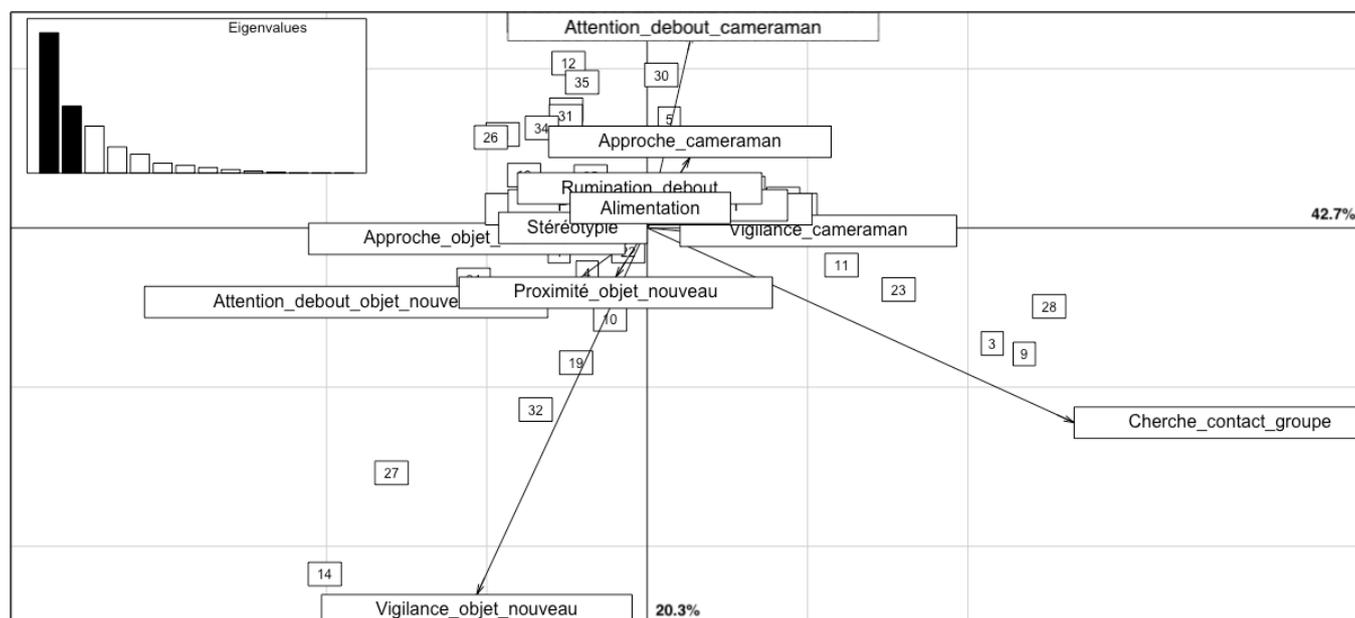


Figure A.2. Représentation de l'ACP avec les données des objets immobiles de 2017

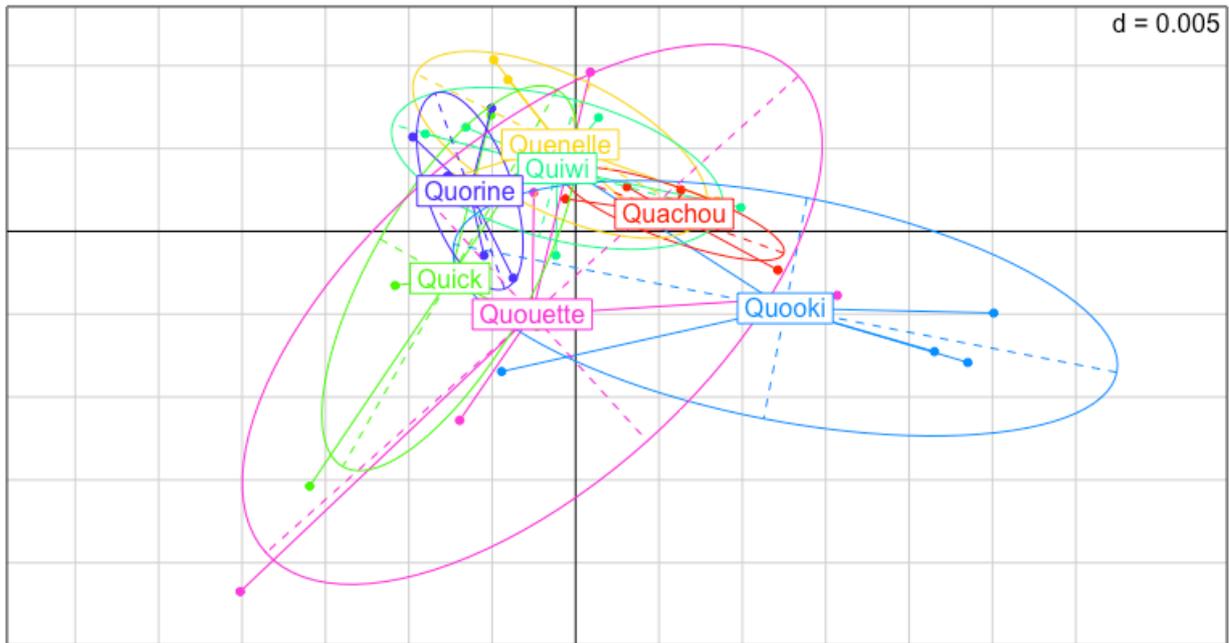


Figure A.3. Représentation des ellipses des individus sur les axes de l'ACP des objets immobiles de 2017