

Mise en évidence de néophobie et de variabilité  
interindividuelle chez le chevreuil  
(*Capreolus capreolus*)



DENAILHAC Anaïs encadrée par HEWISON Mark au sein du laboratoire de Comportement et Ecologie de la Faune Sauvage (C.E.F.S) à l'Institut National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A)

# Remerciements

Je tiens à remercier Mark Hewison de m'avoir permis de réaliser ce stage d'initiation à la recherche en écologie comportementale au sein de l'équipe de « Comportement et Ecologie de la Faune Sauvage ».

Je remercie toutes les personnes ayant permis la mise en place de cette expérience ainsi que sa réalisation. Merci à Bruno Lourtet, Eric Bideau, Marie Line Maublanc, Nicolas Cebe, Jean-Luc Rames, Denis Picot et Hélène Verheyden qui se sont investis depuis la toute première session.

Merci aux « filles du labo » pour votre bonne humeur et vos précieux conseils.

Un grand (très grand) merci à Chloé Monestier pour tout ce temps passé à m'aider malgré ses échéances. Merci pour sa patience, sa gentillesse et surtout pour son humour si spécial que nous avons en commun.

Et je tiens également à remercier l'ensemble du laboratoire du C.E.F.S pour son accueil, sa convivialité et les connaissances qu'il m'a apporté.

# Sommaire

<b>Sommaire</b> .....	<b>1</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Matériel et méthode</b> .....	<b>5</b>
2.1 Modèle d'étude .....	5
2.2 Lieu d'étude .....	5
2.3 Expérience.....	6
2.4 Dépouillement des données .....	8
2.5 Analyse statistiques.....	8
<b>3 Résultats</b> .....	<b>10</b>
3.1 Cohérence des traits .....	10
3.2 Analyse de l'efficacité alimentaire .....	10
3.3 Analyse des probabilités de 1ère alimentation suite à une 1ère visite .....	12
<b>4 Discussion</b> .....	<b>14</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>18</b>

# Résumé

La personnalité, qui tient désormais une place importante en l'écologie, est généralement étudiée grâce à 5 dimensions comportementales appelées « Big Five ». Dans cette étude, nous avons cherché à mettre en évidence le comportement de néophobie de chevreuils (*Capreolus capreolus*) ainsi que des différences interindividuelles dans ce comportement. Plus précisément, nous avons utilisé une approche expérimentale standardisée visant à étudier le comportement alimentaire des individus vivant en captivité en présence ou non d'une nouveauté (un objet nouveau). Nous avons supposé que 1) les individus diminueraient leurs prises alimentaires et mettraient plus de temps à venir s'alimenter en présence d'une nouveauté et 2) qu'ils exprimeraient des comportements alimentaires différents les uns des autres lors des tests avec nouveauté. Comme nous le supposions avec la première hypothèse, les individus montrent de la néophobie face à une situation nouvelle. Cependant, contrairement à notre seconde hypothèse, nous n'avons pas observé de variabilité interindividuelle dans la néophobie. Nous supposons que cela serait dû au fait que ces chevreuils ont tous été élevés par l'Homme et sont toujours restés en groupes ce qui diminuerait les différences comportementales. Ces expériences réalisées en captivité offrent donc une meilleure compréhension de la personnalité et des mécanismes pouvant la favoriser.

Mots-clés : Variabilité interindividuelle, néophobie, chevreuil, captivité.

# Abstract

Recently, behavioral ecologists have recognized that personality referring to consistent behavioral differences among individuals exists and greatly shapes individuals' life history. Within this framework, five behavioral dimensions are usually identified and form the 'Big Five' theory. In this study, we focused on the neophobia dimension and on the potential inter-individual differences in this dimension in roe deer (*Capreolus capreolus*). We used a standardized experimental approach to describe the feeding behavior of the individuals living in captivity in the presence or in absence of a novel object. We supposed that 1) individuals would decrease their feeding efficiency and would take longer to feed in the context of novelty, and that 2) it would exist inter-individual differences in the foraging behavior of deer during tests with a novelty. We found that individuals express a level of neophobia in the context of novelty. However, we did not observe any inter-individual variability in the neophobia dimension. An explanation may be that deer were raised by humans and that they have always lived in groups which may reduce behavioral differences. Experiments carried out in captivity may offer a better understanding of personality and the mechanisms favoring it.

Key-words : inter-individual variability, neophobia, roe deer, captivity.

# 1 Introduction

La variabilité interindividuelle a longtemps été considérée, dans le cadre d'études scientifiques, comme du bruit statistique (Wilson 1998). Pourtant, depuis les deux dernières décennies, il est reconnu que ces différences comportementales entre les individus existent à travers un large nombre d'espèces (Wolf et al. 2007). La personnalité est définie comme étant des différences comportementales entre individus qui sont cohérentes dans le temps et/ou entre situations (Réale et al. 2007). Des études ont été dédiées à la mise en évidence et à la compréhension de cette variabilité interindividuelle et ce à travers divers taxons (exemples chez le daim (*Dama dama*) : Bergvall et al. 2011, tamia rayé (*Tamias striatus*) : Careau et al. 2015, chimpanzé (*Pan troglodytes*) : Martin 2005, chrysomèle du cresson (*Phaedon cochleariae*) : Tremmel et Müller 2012). D'une manière générale, cinq dimensions comportementales sont largement reconnues (appelées « Big Five », Gosling et al. 1999; Réale et al. 2007) : la timidité/témérité, exploration/évitement, activité, agressivité et sociabilité. Ces études ont permis de mettre en évidence l'importance de la personnalité et son impact dans divers domaines d'écologie (Réale et al. 2007). Cette dernière affecte notamment certains traits d'histoire de vie importants pour l'écologie et l'évolution comme la dispersion (Korsten et al. 2013), l'organisation sociale (Dingemanse et al. 2004) ou encore la fitness (Réale et al. 2007). Il a, par exemple, été montré à travers une méta analyse (Smith et Blumstein 2008) que les individus les plus téméraires augmentaient leur succès de reproduction, particulièrement les mâles, mais en contrepartie souffraient d'un plus fort coût de survie. Cependant, même si les études sur la personnalité sont grandissantes, elles n'en restent pas moins compliquées. En effet, l'étude de la personnalité demande d'obtenir des mesures comportementales répétées pour chaque individu de manière à tester la cohérence du comportement dans le temps et/ou dans différentes situations (Campbell et al. 2009), ce qui en milieu naturel peut se révéler particulièrement complexe d'autant plus pour les espèces discrètes (comme le lynx boréal (*Lynx lynx*) ou le cerf élaphe (*Cervus elaphus*)) qui auront tendance à se cacher. Ceci explique donc que de nombreuses études soient effectuées en captivité (Campbell et al. 2009).

C'est donc dans ce contexte d'étude de la personnalité que nous nous sommes placés. Plus particulièrement, nous nous sommes focalisés sur le comportement de néophobie/néophilie. La néophobie est définie comme étant « la réaction d'un individu face à une situation nouvelle » (Sih et al. 2004). Cette néophobie est intégrée dans le « Big Five » puisqu'elle fait partie de la composante comportementale de l'exploration (Réale et al. 2007). En effet, il a été démontré que des individus plus explorateurs sont également moins néophobes (ex chez les singes : Day et al. 2003). La dimension de néophobie-néophilie apparaît comme un gradient avec à ses extrêmes les individus les plus « néophobes » d'une part et les individus les plus « néophiles » d'autre part. Alors que des individus « néophiles » se montreront plus explorateurs face à des situations nouvelles, les individus « néophobes » quant à eux chercheront à éviter la nouveauté. Cet évitement de la nouveauté a lieu parce que ces stimuli n'ont jamais été rencontrés auparavant et qu'ils sont dissemblables de stimuli qui ont été expérimentés dans le passé de l'individu. Ce concept est associé à la peur ainsi qu'aux mécanismes physiologiques et comportementaux de réponses à la peur (Greenberg et Mettke-Hofmann 2001). L'étude de la néophobie a été effectuée à travers divers taxons comme par exemple chez la mésange charbonnière (*Parus major*) où le niveau de néophobie est négativement corrélé au comportement d'agression (Verbeek et al. 1996). Par contre, chez les Demoiselles à queue blanche (*Pomacentrus chrysurus*), la néophobie est positivement corrélée à la fitness (Ferrari et al. 2015). Effectivement, Ferrari et al. (2015) ont réalisé l'une des premières études ayant permis de mettre en évidence ce lien entre la néophobie et la fitness en montrant que les Demoiselles à queue blanche les plus néophobes étaient ceux qui avaient un taux de survie plus élevé en milieu naturel.

Malgré l'implication et l'importance de la néophobie sur l'ensemble de ces traits d'histoire de vie et la fitness, il existe encore beaucoup de lacunes concernant sa compréhension. Il est nécessaire de poursuivre les travaux pour tenter de comprendre pleinement la mise en place de néophobie ainsi que ses impacts.

Le but de notre étude était d'étudier l'existence d'un gradient de néophobie/néophilie chez des chevreuils (*Capreolus capreolus*) en captivité. Nous avons donc étudié la néophobie en reprenant une mesure standardisée et couramment utilisée à savoir le comportement alimentaire des individus (Greggor et

al. 2015). Ce protocole avait déjà été validé et mis en place lors d'une précédente session en 2014/2015. Trois hypothèses ont alors été émises. Tout d'abord, nous avons supposé que les individus exprimeraient un comportement de néophobie dans leur comportement alimentaire en augmentant, par exemple, le temps à venir s'alimenter en présence de perturbation comme cela a déjà été démontré (Mettke-Hofmann et al. 2002 ; Monestier et al. In prep.) Ensuite, nous avons supposé qu'il existerait une variabilité interindividuelle dans la néophobie c'est-à-dire que tous les individus ne réagiraient pas de la même façon à la perturbation. Enfin, nous avons supposé que cette variabilité interindividuelle dans la néophobie serait cohérente dans le temps.

## **2 Matériel et méthode**

### **2.1 Modèle d'étude**

L'étude a été réalisée sur des chevreuils. Ce sont de grands herbivores sauvages présents dans toute l'Europe. Ces petits ongulés ont une espérance de vie de 15 ans et pèsent entre 10 et 30 kg à l'âge adulte (Andersen et al. 1998). Les chevreuils sont des proies ayant développé d'excellentes facultés sensorielles (Prior 1986). Ils ont notamment un odorat et une ouïe très développée (Prior 1986). Concernant les facultés visuelles, les chevreuils ne discernent pas bien les couleurs mais compensent en étant très sensibles aux contrastes et aux formes (Prior 1986).

### **2.2 Lieu d'étude**

L'expérience s'est déroulée sur le site expérimental de Gardouch, à environ 30 km au sud-est de Toulouse.

Une vingtaine d'animaux vivent en permanence dans cette station de recherche dans des enclos de 5000 m<sup>2</sup> chacun. Neuf enclos sont en permanence occupés. Les individus vivent seuls ou par petits groupes (max. 4 individus) formés, notamment, en fonction de leur âge et de leur sexe. Les enclos comprennent chacun une cabane servant d'abris mais également de site d'alimentation. En effet, les individus ont l'habitude de s'alimenter quotidiennement dans une mangeoire remplie

de granulés (600 g par individus) et placée au niveau du sol. Pour cette expérience, nous avons étudié le comportement alimentaire d'individus fortement habitués à l'Homme soit sept femelles âgées de 1.5 à 3.5 ans réparties dans deux enclos de trois ou quatre individus. Ces femelles ont été élevées et biberonnées par des techniciens du laboratoire pendant leurs deux premiers mois de vie. Elles ont ensuite été régulièrement mises au contact de l'Homme et/ou manipulées par les techniciens et chercheurs que ce soit pour récolter des données (comportementales et physiologiques), suivre leur état de santé ou tout simplement pour continuer à maintenir leur habitude à l'Homme et aux dérangements. Ce protocole permet d'assurer plus de sécurité aussi bien pour les animaux que pour les personnes dans différentes situations comme lors des mises en place d'expériences.

Par ailleurs, les individus portaient chacun un collier différent nous permettant ainsi de les reconnaître aisément lors des visionnages de photos.

### **2.3 Expérience**

L'expérience s'est déroulée sur 2 sessions de 10 jours de test (du lundi au vendredi), la première ayant eu lieu du 23/11/2015 au 04/12/2015 (automne) et la seconde du 01/02/2016 au 12/02/2016 (hiver). L'expérience débutait à 9h et se terminait à 16h00. Dans le but de tester l'existence d'un gradient de néophobie/néophilie chez le chevreuil, nous avons matérialisé la nouveauté par l'introduction d'un objet nouveau placé à proximité de la mangeoire (Fig.1a). L'objet était une forme géométrique faite dans du polystyrène dont la forme et la couleur était différente à chaque fois afin de limiter le phénomène d'habitude. Le premier jour des deux sessions d'expérience commençait par un test sans introduction d'objet nouveau. Puis, la perturbation était placée un jour sur deux afin de pouvoir comparer le comportement alimentaire des individus entre les jours avec perturbation et sans perturbation servant de contrôle (Fig.1b). Ainsi, sur une session, il y avait pour chaque cabane 5 jours d'expérience avec l'objet et 5 sans.

Les mangeoires étaient retirées des cabanes quelques heures avant le début de l'expérience puis replacées et remplies de 600 g de granulés lors du déclenchement de chaque test de manière à s'assurer que les individus viendraient se nourrir durant les heures d'expérience.



Les données comportementales étaient enregistrées grâce à une caméra (Reconyx, HyperFire) fixée à l'intérieur de la cabane sur une platine (Fig.2). Le fait que cette caméra soit fixée permettait de s'assurer que chaque jour le champ de vision serait strictement le même. Cette caméra permettait de voir à la fois l'entrée de la cabane et la mangeoire. Elle était allumée manuellement chaque matin au démarrage de l'expérience. Chaque caméra bénéficiait d'un réglage ultra sensible permettant son déclenchement à la moindre détection de mouvement. A partir de ce moment là, des photos étaient prises en rafale et sans interruption jusqu'à ce que l'animal disparaisse du champ de la caméra (cad qu'il soit hors de la cabane). Chaque soir après la fin de l'expérience, l'objet était retiré, la caméra éteinte et les données transférées à l'aide de la carte SD de chaque cabane sur un ordinateur. Les photos étaient ensuite stockées sur une base de données afin d'être dépouillées plus tard.



**Figure 1:** Photos prise par la caméra Reconyx durant un jour avec (a) et sans (b) perturbation. La caméra permettait de visualiser à la fois l'entrée de la cabane, la mangeoire et l'objet nouveau (perturbation). L'objet nouveau était placé à proximité de la mangeoire de telle sorte qu'elle ne puisse pas être vu par un individu de l'extérieur de la cabane.



**Figure 2:** a) Photo de la caméra Reconyx placée sur la platine, b) Photo du tableau de réglage de la caméra, c) Photo de la position de la caméra dans l'angle de l'une des cabanes

## 2.4 Dépouillement des données

Nous avons indexé le niveau de néophobie de deux façons différentes. La première indexation de la néophobie représentait l'efficacité alimentaire des chevreuils. Nous l'avons calculé sous la forme d'un ratio entre le nombre total de visites (dénominateur) et le nombre total de prises alimentaires (numérateur) effectuées par chaque individu. Nous avons supposé qu'en présence de l'objet nouveau, tous les individus devraient être moins enclins à s'alimenter. Par conséquent, leur efficacité alimentaire devrait diminuer lors des tests avec objet par rapport aux jours contrôles. De plus, concernant la variabilité interindividuelle dans le comportement de néophobie des chevreuils, nous avons émis l'hypothèse que la diminution de l'efficacité alimentaire devrait différer entre les individus. Nous avons également mesuré la néophobie à travers la probabilité de s'alimenter une première fois suite à la première visite. Cette probabilité est « temps-dépendant » puisqu'elle dépendait de la latence entre la première visite et la première alimentation. En présence d'un nouvel objet, nous avons supposé que les individus mettraient plus de temps à venir s'alimenter suite à la première visite qui leur aura permis de voir le nouvel objet que durant les jours servant de contrôle. Ainsi, leur probabilité de s'alimenter devrait diminuer lors des tests avec perturbation par rapport aux jours de contrôle. De plus, concernant la variabilité interindividuelle dans le comportement de néophobie chez ces chevreuils, nous avons émis l'hypothèse que le temps de latence et la probabilité d'alimentation en présence de la perturbation devraient différer entre individus.

## 2.5 Analyse statistiques

L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel R studio (version 0.99.484 ; R Development Core Team 2013).

Pour analyser les variations dans l'efficacité alimentaire des individus, nous avons réalisés une régression logistique (package « lme4 », Bates et al. 2015) avec ce ratio comme variable dépendante et la perturbation (présence/absence), la saison (automne ou hiver), ainsi que l'identité de l'animal comme effets fixes. La variable « identité de l'animal » n'a pas été codée comme un facteur aléatoire puisque le but était de mettre en évidence les différences comportementales entre individus. Toutes

les interactions entre les variables explicatives ayant un sens biologique ont été testées.

Pour analyser les variations dans la probabilité de première alimentation suite à une première visite nous avons utilisé les modèles de Cox (package « survival », Therneau 2014). Couramment utilisés en écologie comportementale, ces modèles étaient initialement utilisés pour la recherche en médecine afin d'étudier la probabilité de défaillance d'un individu en fonction de ses caractéristiques à différents instants ( $t$ ). L'analyse a été réalisée sur les 7 heures de test soit 25200 secondes. Les données ont été censurées à droite de telle manière qu'un individu effectuant une première visite dès le début de l'expérience mais ne venant pas s'alimenter se voyait attribuer une latence « première visite – première alimentation » de 25200 secondes. Celle-ci signifiait que l'individu avait choisi de ne pas venir s'alimenter pendant le test et nous permettait de le prendre en compte dans les analyses contrairement à un individu qui n'était pas venu s'alimenter mais qui n'avait pas non plus effectué de visite dans la cabane, c'est-à-dire un individu n'ayant pas vu l'objet nouveau.

Par ailleurs, les prérequis au modèle de Cox tels que l'hypothèse des hasards proportionnels, la log-linéarité, et l'absence d'observations trop influentes ont été vérifiés.

La sélection de modèles est basée sur le Critère d'Information d'Akaike pour les petits échantillons (AICc, Burnham et Anderson 2002) ainsi que sur le poids d'Akaike afin de nous permettre d'identifier le modèle avec le plus de support quant à la description des données. L'ensemble des modèles présentant un delta AICc inférieur à 2 offre un support quand à l'explication de la variable dépendante. Lorsque le cas se présentait, nous avons appliqué la règle de parcimonie et nous avons donc sélectionné le modèle avec le moins de paramètres.

Le fait que nous supposions l'existence d'une variabilité interindividuelle dans le comportement de néophobie impliquait que le comportement de chaque individu devait être cohérent dans le temps. Nous avons donc dû calculer la répétabilité du comportement alimentaire en présence de perturbation pour vérifier cette cohérence. Plus précisément, nous avons calculé la répétabilité de l'efficacité alimentaire (cad le

ratio), de même que celle des composants du ratio. Les coefficients de répétabilité ont été calculés en utilisant la méthode de Lessells et Boag (1987) qui est la plus couramment utilisée en écologie et qui correspond à des modèles linéaires estimant la variance interindividuelle par rapport à la variance totale avec l'identité de l'individu codée en variable aléatoire. Pour ce faire, nous avons utilisé la fonction « rpt.aov » du package « rptR » (Schielzeth and Nakagawa, 2011). Cette fonction nécessite que les données soient gaussiennes. Par conséquent, nous avons dû transformer les données de manière à ce qu'elles remplissent cette condition.

### 3 Résultats

#### 3.1 Cohérence des traits

La répétabilité pour le nombre de prises alimentaires en présence d'un objet nouveau est de 0.268 (intervalle de confiance à 95% : [0.064 ; 0.637]), celle du nombre de visites en présence d'un objet nouveau est de 0.21 (intervalle de confiance à 95% : [0.022 ; 0.545]), et enfin celle du ratio en présence d'un objet nouveau est de 0.269 (intervalle de confiance à 95% : [0 ; 0.531]).

#### 3.2 Analyse de l'efficacité alimentaire

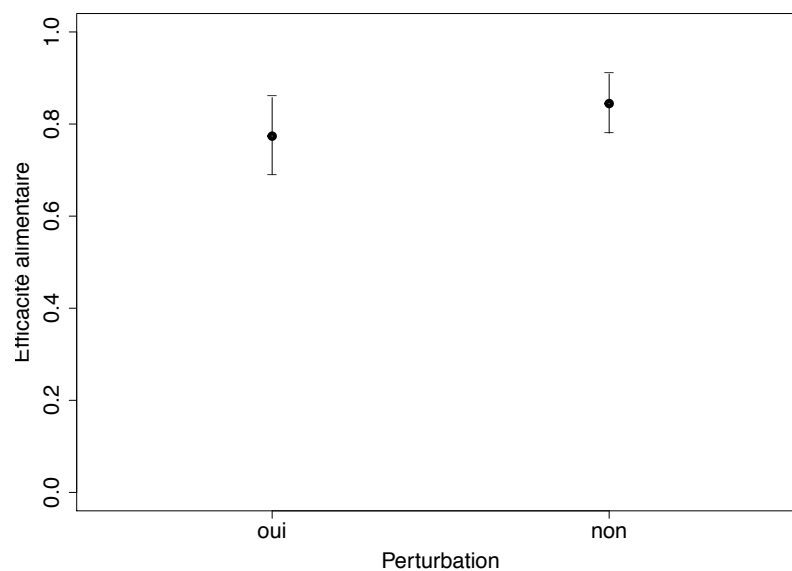
Modèle	K	AICc	Delta_AICc	AICcWt
perturbation+animal	8	269,51	0	0,55
perturbation+animal+saison	9	271,47	1,96	0,21
animal	7	272,07	2,56	0,15
perturbation*saison+animal	10	273,56	4,06	0,07
perturbation*saison+animal*saison	16	276,21	6,7	0,02
perturbation*animal	14	280,72	11,22	0
perturbation*animal+saison	15	283,07	13,56	0
perturbation*animal+Perturbation*saison	16	285,18	15,67	0
perturbation*animal+animal*saison	21	286,01	16,5	0
perturbation*animal+Perturbation*saison+animal*saison	22	288,51	19	0
perturbation*animal*saison	28	297,52	28,01	0
perturbation	2	309,47	39,96	0
perturbation+saison	3	311,03	41,53	0
modèle nul	1	311,72	42,21	0

**Table 1: Table référençant les modèles de régression logistique évalués pour expliquer la variation dans l'efficacité alimentaire (ratio entre le nombre total de visites et le nombre total de prises alimentaires).** La sélection du meilleur modèle a été effectuée selon le critère de l'AICc. L'AICc est la valeur du Critère d'Information d'Akaike corrigé, K est le nombre de paramètres estimés pour chaque modèle. Le classement des modèles est basé sur la différence de valeurs de delta\_AICc ainsi que sur le poids d'Akaike. Seuls les modèles ayant un AICc plus faible que celui du modèle nul ont été représentés. Deux modèles (en rose) sont à prendre en compte ici (delta AICC<2): celui comprenant la perturbation et l'identité de l'animal en effets additifs ainsi que le modèle comprenant la perturbation, l'identité de l'animal et la saison en effets additifs.

Le modèle avec le plus meilleur support permettant d'expliquer la variation de l'efficacité alimentaire (Tab.1) est celui comprenant l'identité de l'individu et la

perturbation en effets additifs (AICc : 269.51, AICcWt : 0.55 ; AICc modèle nul : 311.72). Cependant, le second modèle, comprenant la perturbation, l'identité de l'individu et la saison en effets additifs offre aussi un certain support quant à l'explication de la variation de l'efficacité alimentaire puisque son delta AICc est inférieur à 2 (AICc : 271.47, AICcWt : 0.21, delta AICc au meilleur modèle : 1.96 ; sélection de modèles cf. matériel et méthodes).

L'efficacité alimentaire est plus faible en présence d'un objet nouveau (moyenne : 0,78 ; SE  $\pm$  0,70-0,83), qu'en son absence (moyenne : 0,82 ; SE  $\pm$  0,79-0,86 ; Fig.3). De plus, il existe de la variabilité interindividuelle dans l'efficacité alimentaire des chevreuils qu'il y ait ou non introduction d'un objet nouveau (Fig.4). En effet, on remarque que d'une manière générale, un individu nommé « Mylène » a une efficacité alimentaire deux fois plus faible que la majorité des individus.



**Figure 3: Représentation de l'efficacité alimentaire en fonction de la présence ou non de perturbation à partir du meilleur modèle. Ce modèle de régression logistique inclut la perturbation et l'animal en effets additifs (AICc : 269.51, AICcWt : 0.55 ; AICc modèle nul : 311.72).**

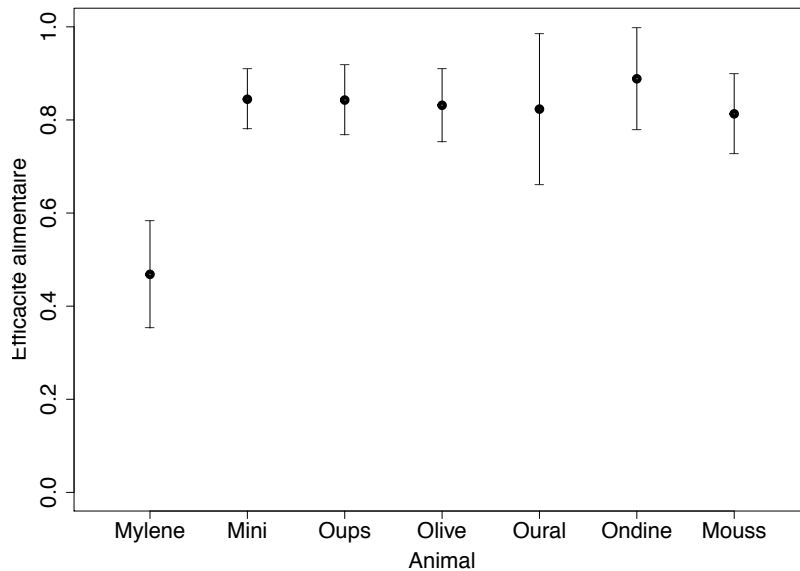


Figure 4: Représentation de l'efficacité alimentaire en fonction de l'identité de l'individu à partir du meilleur modèle. Ce modèle de régression logistique inclut l'objet nouveau et l'animal en effets additifs (AICc : 269.51, AICcWt : 0.55 ; AICc modèle nul : 311.72)

### 3.3 Analyse des probabilités de 1ère alimentation suite à une 1ère visite

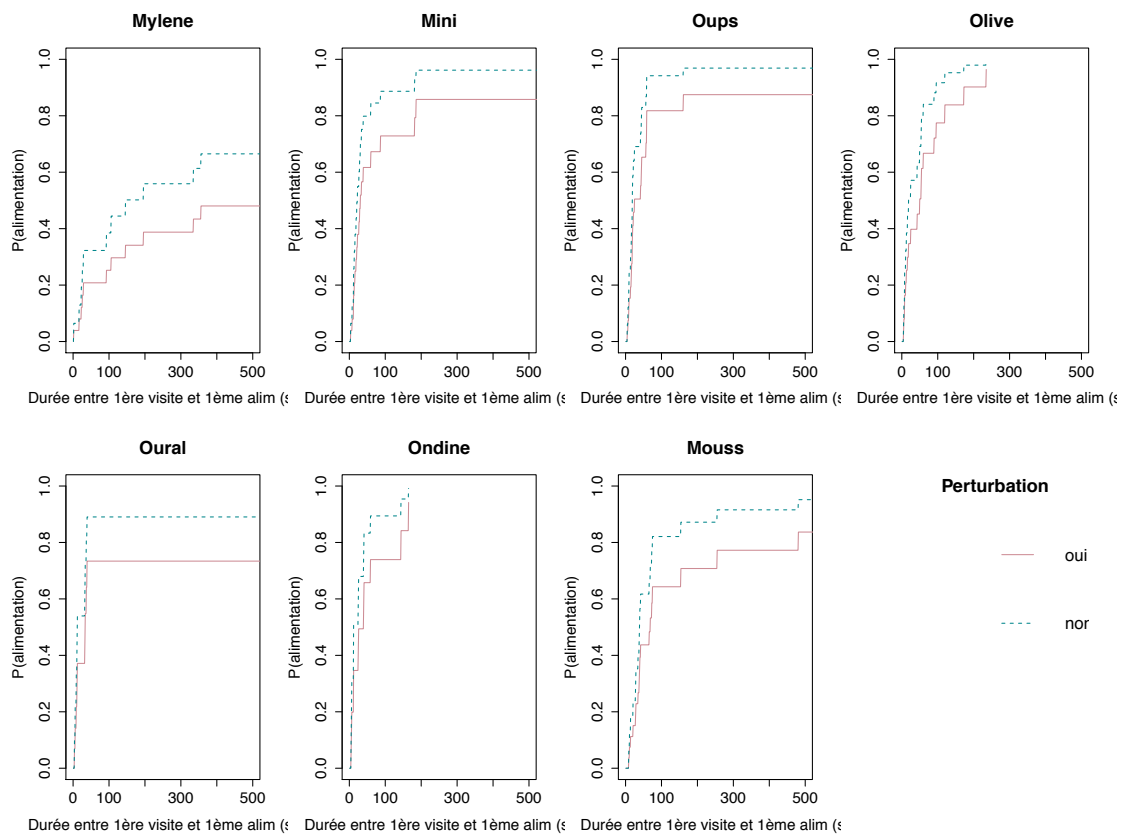
Modèle	K	AICc	Delta_AICc	AICcWt	Cum.Wt	LL
Perturbation+ identité de l'animal	1	467.77	0.00	0.96	0.96	-232.87
Perturbation*identité de l'animal	7	474.00	6.23	0.04	1.00	-229.50
Perturbation	1	894.27	426.49	0.00	1.00	-446.12
Modèle NUL	0	896.47	428.70	0.00	1.00	-448.24

Table 2: Table référençant les modèles de Cox évalués pour expliquer la variation dans la probabilité de 1ère alimentation suite à une 1ère visite. La sélection du meilleur modèle a été effectuée selon le critère de l'AICc. L'AICc est la valeur du Critère d'Information d'Akaike corrigé, K est le nombre de paramètres estimés pour chaque modèle. Le classement des modèles est basé sur la différence de valeurs de delta\_AICc ainsi que sur le poids d'Akaike. Seuls les modèles ayant un AICc plus faible que celui du modèle nul ont été représentés. Le meilleur modèle selon le critère d'AiCc est celui comprenant la perturbation et l'identité de l'animal en effets additifs.

Le meilleur modèle permettant d'expliquer les probabilités de première alimentation (Tab.2), comprend la perturbation et l'identité de l'individu en effets additifs (AICc : 467.77, AICcWt : 0,96 AICc modèle nul : 896.47).

La figure suivante (Fig.5) montre qu'en présence d'objet nouveau, tous les chevreuils diminuent leur probabilité de première alimentation par rapport aux jours sans objet nouveau. Une autre information complémentaire que l'on peut voir sur ce graphique est que, pour une probabilité d'alimentation donnée, la latence entre la première visite et la première alimentation sera plus longue en présence de l'objet

nouveau. Par exemple, pour une probabilité d'alimentation de 80%, « Mouss » a une latence d'environ 100 secondes lors des jours contrôles contre environ 450 secondes lors de l'introduction d'objet. D'autre part, les probabilités de première alimentation diffèrent entre les individus, indépendamment de la présence de l'objet nouveau, ce qui tend à montrer l'existence de variabilité interindividuelle. Par exemple, « Oups » a une probabilité de s'alimenter suite à une première visite qui est très élevée (0,85%) tandis que « Mylène » a une probabilité de s'alimenter suite à une première visite beaucoup plus faible (0,50%). De plus, pour une probabilité d'alimentation donnée, la latence entre la première visite et la première alimentation diffère elle aussi entre les individus, indépendamment de la présence d'objet nouveau. Par exemple, pour une probabilité d'alimentation de 80% « Mouss » a une latence de 275 secondes alors que « Oups » a une latence de 75 secondes



**Figure 5: Graphique représentant, à partir du meilleur modèle de Cox, les probabilités de 1<sup>ère</sup> alimentation pour chaque individu en fonction de la perturbation. Le meilleur modèle comprend la perturbation et l'identité de l'individu en effets additifs (AICc : 467.77, AICcWt :0,96 AICc modèle nul : 896.47).**

## 4 Discussion

Notre objectif était de tester l'existence de néophobie chez le chevreuil puis, de variabilités interindividuelles dans ce comportement de néophobie et de nous assurer que ces différences interindividuelles étaient cohérentes dans le temps. La néophobie et les potentielles différences interindividuelles ont été indexées par deux mesures différentes : l'efficacité alimentaire et la probabilité de s'alimenter une première fois après que l'individu ait effectué une visite, c'est-à-dire qu'il ait vu le nouvel objet.

Concernant la mesure de l'efficacité alimentaire, nous avons montré que, d'une manière générale, tous les individus exprimaient un certain niveau de néophobie. En effet, à chaque introduction d'un nouvel objet, les individus diminuaient leur efficacité alimentaire. Ce résultat est en accord avec celui d'une précédente session de Monestier et al. (thesis). Nous avons également vu que les individus différaient dans leur comportement alimentaire mais de manière indépendante à l'introduction de l'objet nouveau. De plus, nous avons trouvé que l'efficacité alimentaire, dans un contexte de nouveauté, était modérément répétable ( $r = 0.269$ , intervalle de confiance à 95% : [0 ; 0.531]). Effectivement, Bell et al. (2009) ont montré à travers une méta-analyse que la répétabilité des traits comportementaux (excluant les traits physiologiques comme la température corporelle) était en moyenne de 0.37 et ce à travers différents taxons (de l'insecte au mammifère). Par conséquent, contrairement à notre hypothèse de départ, la mesure de l'efficacité alimentaire n'a pas permis de mettre en évidence une variabilité interindividuelle dans la réponse à la néophobie. En effet, le modèle avec le plus haut support ne comprend pas d'interaction entre l'identité de l'individu et l'objet nouveau. Ce résultat est en désaccord avec celui d'une précédente session où Monestier et al. (thesis) ont trouvé de nettes différences entre individus dans leur comportement alimentaire lors de l'introduction de l'objet nouveau. Ces différences interindividuelles étaient également répétables dans le temps ( $r = 0.418$ , intervalle de confiance à 95% : [0.07, 0.531]). Une première hypothèse permettant d'expliquer cette différence est la faible taille d'échantillon de cette session (7 individus) qui réduit considérablement la puissance statistique. Les résultats statistiques de ces deux sessions combinées (21 chevreuils) devraient donc être suffisamment



puissants pour pouvoir conclure ou non à une variation interindividuelle dans la néophobie chez ces chevreuils en captivité. En dehors de la taille d'échantillon, deux hypothèses pourraient nous permettre d'expliquer cette différence de résultats. La première est qu'il est reconnu que la présence de congénères réduit généralement le comportement de vigilance et de peur notamment vis-à-vis de la nouveauté (Tolman 1965). Les chevreuils de cette session ayant toujours vécu en groupes depuis leur naissance (de 3 ou 4), il est possible que cela ait réduit leur réaction à la nouveauté. En effet, une étude sur les diamants mandarin (Coleman et Mellgren. 1994) montre que lorsqu'ils sont en groupe, les individus ont tendance à entrer plus rapidement dans une nouvelle mangeoire qu'un individu seul. Cependant, le chevreuil n'étant pas une espèce reconnue comme sociale (Pays et al. 2012), cette hypothèse semble peu probable. Il serait cependant intéressant de se pencher sur l'effet potentiel d'un congénère déjà présent dans la cabane. En effet, le comportement alimentaire d'un individu pourrait changer en fonction de la présence ou non d'un congénère proche de la mangeoire. Par exemple, le fait de voir un congénère s'alimenter même en présence d'un objet nouveau pourrait l'inciter à faire de même alors que seul, il aurait pu ne pas venir ou mettre plus de temps pour s'alimenter. La 2<sup>ème</sup> hypothèse permettant d'expliquer la différence de résultats entre les deux sessions pourrait venir de l'élevage des chevreuils. En effet, les individus testés lors de cette session ont tous été biberonnés et élevés par l'Homme de façon à réduire leur réaction face au dérangement et ce contrairement à ceux de la session précédente. Or, une étude sur des perroquets (*Amazona amazonica*) a démontré que les individus étant élevés par l'Homme, et non par les parents, avaient un comportement de peur réduit (Fox et Millam. 2007).

Ces deux hypothèses pourraient donc avoir fortement contribué à réduire le comportement de néophobie des individus et surtout « gommé » la variabilité interindividuelle dans la néophobie.

Concernant le second index de néophobie, nous avons montré que la probabilité de s'alimenter une première fois était plus faible en présence d'un objet nouveau et également que les individus mettaient plus de temps à atteindre une probabilité donnée d'alimentation (latence entre la première visite et la première alimentation plus longue) en présence d'un objet nouveau. Cette mesure de latence est couramment utilisée dans les études concernant la néophobie et nous a permis

d'attester que les résultats de notre étude sont cohérents avec ceux d'autres études effectuées sur la néophobie. Mettke-Hofmann et al. (2002) ont, par exemple, montré chez une espèce de perroquet (Psittacidae) qu'un objet nouveau placé à côté de la mangeoire amenait à une augmentation significative de la latence jusqu'à la première alimentation par rapport aux jours contrôles. Nous avons également vu que les individus différaient dans leur probabilité de première alimentation après une première visite mais de manière indépendante à l'introduction de l'objet nouveau. Là encore, l'absence de variabilité interindividuelle dans la néophobie est contraire à notre hypothèse de départ. Cependant, même si nous n'avons pas pu mettre en évidence de variabilité interindividuelle en utilisant les modèles de Cox, nous pouvons remarquer que les deltas de probabilité de première alimentation entre les jours avec sans objet nouveau pour chaque individu sont différents. En effet, avec cette méthode statistique, nous avons obtenu une fonction de hasard proportionnel propre à chaque individu. Ces courbes, représentant les événements de prises alimentaires propres à chaque individu, nous montre des tendances. Ainsi, un individu avec un grand delta pour la probabilité de s'alimenter une première fois avec et sans objet nouveau indique que celui-ci a fortement réduit sa probabilité de première alimentation après avoir vu la forme ce qui signifierait que cet individu serait plus néophobe qu'un individu avec un plus petit delta pour la probabilité de s'alimenter une première fois. Ceci indiquerait une tendance à des réponses différentes entre les individus face à la perturbation.

En conclusion, le comportement de néophobie d'un chevreuil soumis à des contacts réguliers avec l'Homme est donc moins prononcé qu'attendu et ne nous a donc pas permis pas de mettre en évidence de variabilité interindividuelle dans la néophobie. Néanmoins, ces études centrées sur la mise en évidence de la personnalité en captivité sont particulièrement intéressantes car elles permettent, entre autre, de s'affranchir de la variabilité environnementale. En effet, l'étude de la personnalité dans la nature est complexe notamment de part la difficulté à obtenir des mesures répétées pour un même individu. Or, mieux comprendre la personnalité permet d'avoir une meilleure compréhension des traits d'histoire de vie et de la fitness de l'individu et *in fine* de la dynamique de l'espèce. De plus, Herborn et al. (2010) ont montré que la personnalité en captivité reflète la personnalité dans la

nature. Ainsi, ceci révèle l'intérêt de poursuivre les études concernant aussi bien la néophobie que d'autres dimensions de la personnalité en captivité pour ainsi pouvoir étendre ces connaissances au milieu naturel.

# Bibliographie

- Andersen R, Duncan P, Linnell JDC. 1998. The European roe deer: the biology of success. Scandinavian University Press. Oslo.
- Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S, Christensen RHB, Singmann H, Dai B, Grothendieck G. 2015. lme4: Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4. <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/index.html>
- Bell AM, Hankison SJ, Laskowski KL. 2009. The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Anim. Behav.* 77:771–783.
- Bergvall UA, Schapers A, Kjellander P, Weiss A. 2011. Personality and foraging decisions in fallow deer, *Dama dama*. *Anim. Behav.* 81:101–112.
- Burnham K, Anderson D. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York: Springer-Verlag.
- Campbell DLM, Weiner SA, Starks PT, Hauber ME. 2009. Context and control: behavioural ecology experiments in the laboratory. *Ann. Zool. Fenn.* 46:112–123.
- Careau V, Montiglio P-o, Garant D, Pelletier F, Speakman JR, Humphries MM, Réale D. 2015. Energy expenditure and personality in wild chipmunks. *Behav. Ecol.* 69:653–661.
- Coleman SL, Mellgren RL. 1994. Neophobia when feeding alone or in flocks in zebra finches, *Taeniopygia guttata*. *Anim. Behav.* 48:903–907.
- Day RL, Coe RL, Kendal JR, Laland KN. 2003. Neophilia, innovation and social learning: a study of intergeneric differences in callitrichid monkeys. *Anim. Behav.* 65:559–571.
- Dingemanse NJ, de Goede P. 2004. The relation between dominance and exploratory behavior is context-dependent in wild great tits. *Behav. Ecol.* 15:1023–1030.
- Ferrari MCO, McCormick ML, Mark G. Meekan, Chivers DP. 2015. Background level of risk and the survival of predator-naive prey: can neophobia compensate for predator naivety in juvenile coral reef fishes?. *Proc. R. Soc. B.* 282: 20142197.
- Fox RA, Millam JR. 2007. Novelty and individual differences influence neophobia in orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*). *Anim. Behav.* 104 (2007) 107–115
- Gosling SD, John OP. 1999a. Personality dimensions in nonhuman animals: A cross-species review. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 8:69–75.
- Greenberg R, Mettke-Hofmann C. 2001. Ecological aspects of neophobia and neophilia in birds. *Curr. Ornithol.* Vol 16 16:119–178.
- Greggor AL, Thornton A, Clayton NS. 2015. Neophobia is not only avoidance: improving neophobia tests by combining cognition and ecology. *Behav. Sc.* 6:82–89
- Herborn KA, Macleod R, Miles WTS, Schofield ANB, Alexander L, Arnold KE. 2010. Personality in captivity reflects personality in the wild. *Anim. Behav.* 79:835–843.
- Korsten, P, Van Overveld T, Adriaensen, F, Matthysen E. 2013. Genetic integration of local dispersal and exploratory behaviour in a wild bird. *Nature Comm.* 4, 2362.
- Lessells C, Boag P. 1987. Unrepeatable repeatabilities: a common mistake. *Auk* 104:116–121.

- Martin JE. 2005. The influence of rearing on personality rating of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). Anim. Behav. 167-181.
- Mettke-Hofmann C, Winkler H, Leisler B. 2002. The significance of ecological factors for exploration and neophobia in parrots. Ethology 108:249–272.
- Monestier. *In press*. Thesis: Inter-individual heterogeneity of demographic performance and personality in roedeer (*Capreolus capreolus*).
- Monestier, in prep. 2016. To go or not to go: food neophobia is related to behavioral and haematological parameters in captive roe deer. Anim. Behav.
- Pays O, Fortin D, Gassani J, Duchesne J. 2012. Group dynamics and landscape features constrain the exploration of herds in fusion-fission societies: The Case of European roe deer. PLoS ONE. 7(3): e34678.
- Prior R. 1987. L'approche du chevreuil. Gerfaut.
- R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Found. Stat. Comput. Vienna Austria ISBN 3-900051-07-0 URL [HttpwwwR-Project.org](http://www.R-Project.org).
- Réale D, Reader SM, Sol D, McDougall PT, Dingemanse NJ. 2007. Integrating animal temperament within ecology and evolution. Biol. Rev. 82:291–318.
- Schielzeth H, Nakagawa S. 2011. rptR: Repeatability for Gaussian and non-Gaussian data. R Package Version 06404r44.
- Sih A, Bell A, Johnson JC, Ziemba RE. 2004. Behavioral syndromes: an integrative overview. Q. Rev. Biol. 79:241–277.
- Smith BR, Blumstein DT. 2008. Fitness consequences of personality: a meta-analysis. Behav. Ecol. 19:448–455.
- Therneau TM. 2014. survival: Survival Analysis. <http://cran.rproject.org/web/packages/survival/index.html>
- Tolman CW. 1965. Emotional behavior and social facilitation of feeding in domestic chicks. Anim. Behav. 24, 1-46.
- Tremmel M, Müller C. 2012. Insect personality depends on environmental conditions. Behav. Ecol. 24 (2): 386-392
- Verbeek MEM, Boon A, Drent PJ. 1996. Exploration, aggressive behaviour and dominance in pair-wise confrontations of juvenile male great tits. behaviour 133:945–963.
- Wilson DS. 1998. Adaptive individual differences within single populations. Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B-Biol. Sci. 353:199–205.
- Wolf M, van Doorn GS, Leimar O, Weissing FJ. 2007. Life-history trade-offs favour the evolution of animal personalities. Nature 447:581–584.