HAL
open science

Interactions sociales et thermorégulation chez les poussins de chouette effraie

Nicolas Villain

To cite this version:

Nicolas Villain. Interactions sociales et thermorégulation chez les poussins de chouette effraie. Sciences agricoles. 2013. dumas-00965301

HAL Id: dumas-00965301

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00965301

Submitted on 25 Mar 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGROCAMPUS OUEST
CFR de Rennes
65 Rue de St Brieuc
35042 Rennes

Université de Rennes1
263 avenue du Général Leclerc
35042 Rennes

Université de Lausanne
Quartier UNIL-Sorge
1015 Lausanne
Suisse

Mémoire de Fin d'Études

Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage

Année universitaire : 2012-2013

Spécialité : Ecologie Fonctionnelle Comportementale et Evolutive

Interactions sociales et thermorégulation chez les poussins de Chouette effraie

Par : Nicolas VILLAIN

Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation ou son représentant
Date : 09/09/2013 Signature

Bon pour dépôt (version définitive) ☒
Autorisation de diffusion : Oui ☒ Non☐

Devant le jury :

Soutenu à Rennes le : 17/06/2013

Sous la présidence de : Pr Philippe Vandenkoornhuyse

Maître de stage : Isabelle Henry

Enseignant référent : Dr Manuel Plantegenest

Autres membres du jury : Dr Françoise Burel

"*Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST*".

Fiche de diffusion du mémoire

A remplir par l'auteur avec le maître de stage.

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité :

➢ Confidentialité absolue : ☒ oui ☐ non

(ni consultation, ni prêt)

↳ *Si oui* ☐ 1 an ☒ 5 ans ☐ 10 ans

➢ A l'issue de la période de confidentialité **ou** si le mémoire n'est pas confidentiel, merci de renseigner les éléments suivants :

Référence bibliographique diffusable :	☒ oui	☐ non
Résumé diffusable :	☒ oui	☐ non
Mémoire consultable sur place :	☒ oui	☐ non
Reproduction autorisée du mémoire :	☐ oui	☒ non
Prêt autorisé du mémoire :	☐ oui	☒ non

.....

Diffusion de la version numérique :	☒ oui	☐ non

↳ *Si* oui, l'auteur complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e) VILLAIN Nicolas *, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.*

Date : 09/09/2013 *Signature :*

Rennes/Angers, le

Le maître de stage , **L'auteur ,**

L'enseignant référent,

Remerciements

Au professeur Alexandre Roulin pour avoir eu la gentillesse de m’accepter dans son équipe.

A Isabelle Henry et Amélie Dreiss pour m’avoir accompagné au cours de ce travail, pour leur aide ainsi que leurs conseils.

A Paul Bézier et à Laura Clement pour m’avoir permis d’effectuer du travail de terrain pour les données de température des nichoirs.

A Florian Chevalier, Lorine Dijoux et Pauline Ducouret, pour les journées de travail partagées et leur bonne humeur.

Qu’ils en soient remerciés

Sommaire

Introduction ……... 1

Matériel et Méthodes ……... 3

Caractéristiques et localisation de l'espèce étudiée …….. 3
Manipulation expérimentales …… 4
Mesure de la coloration …….. 6
Analyse des vidéos …… 7
Analyses statistiques …….. 8
Note éthique …… 9

Résultats ……. 10

Premier contact entre les individus ……... 10
Temps passé ensemble …… 12
Activité générale …….. 15
Fin des interactions/ Initiation de l'interaction …… 16

Discussion ……. 16

Activité générale …….. 17
Temps passé ensemble et première interaction …… 18
Fin des interactions/ Initiation de l'interaction …… 21

Conclusion ……. 22

Bibliographie ……. 23

Liste des illustrations

Figure 1 : Représentation schématique du dispositif expérimental ……. 6

Figure 2 : Poussins de Chouette effraie appartenant à la même fratrie et présentant un polymorphisme de coloration. Source (A. Roulin) ……..... 7

Figure 3 : Mesure du nombre et du diamètre des taches sur la poitrine. Source (M. Charter) ……. 7

Figure 4 : Répartition du temps avant le premier contact (en minutes). Les outsiders sont représentés en rouges …… 10

Figure 5 : Temps avant le premier contact (en minutes) en fonction de l'activité de l'individu …… 11

Figure 6 : *Temps avant le premier contact (en minutes) en fonction de la température à minuit (en degrés Celsius)* …… 11

Figure 7 : Temps passé ensemble (en minutes) en fonction de l'activité du "Senior" 14

Figure 8 : *Temps passé ensemble (en minutes) en fonction de l'âge du "Junior" (en jours)* ……... 14

Figure 9 : Temps passé ensemble (en minutes) en fonction du nombre de taches sur la poitrine du père biologique …….. 15

Figure 10 : *Temps passé ensemble (en minutes) en fonction de la coloration phéomélanique générale du père adoptif* …… 15

Figure 11 : *Activité générale de l'individu en fonction de celle de son partenaire* 15

Figure 12 : *Activité générale de l'individu en fonction son âge (en jours)*…… 15

Liste des tableaux

Table 1 : Temps précédant la première rencontre en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière …… 11

Table 2 : Identité de l'individu à l'origine de la première rencontre en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière…… 12

Table 3 : Temps passé ensemble pour l'individu en position de "Senior" en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière …….. 13

Table 4 : Temps passé ensemble pour l'individu en position de "Junior" en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière …….. 13

Table 5 : Temps Activité générale de l'individu en fonction de l'activité du partenaire, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière …… 16

Introduction

Il existe une grande variété de sociétés animales, allant du simple couple avec leurs descendants aux sociétés complexes avec division du travail et spécialisation de classes de la population. La vie en société a évolué en suivant un compromis entre les différents coûts et bénéfices d'un tel mode de vie. Les avantages les plus connus sont la diminution du risque de prédation par l'alarme ou la dilution, l'information accrue concernant l'environnement ou encore la plus grande probabilité de trouver un partenaire sexuel et donc de disséminer ses gènes. A ces bénéfices s'opposent des coûts multiples tels que ceux associés à la compétition intra-groupe, qu'elle soit motivée par l'acquisition de ressources ou d'un partenaire sexuel ou encore les coûts énergétiques associés à la communication entre membres du groupe (Le Gaillard et al. 2008). Quatre hypothèses sous-tendent l'évolution de la vie en groupe. La théorie de la sélection de parentèle suggère que les individus forment des groupes sociaux avec leurs proches parents, profitant ainsi des bénéfices de la vie en groupe tout en diluant les coûts du fait de la proximité génétique des autres membres du groupe. Le mutualisme avance que les bénéfices associés à la vie en groupe dépassent les coûts associés. L'altruisme réciproque compenserait les coûts sur le long terme, tout en commençant par une perte pour l'individu initiateur. Enfin l'hypothèse controversée de la sélection au niveau du groupe sélectionnerait les traits intéressants pour l'espèce. (Danchin et al. 2008) Bien sûr la vie en groupes sociaux, entraine l'interaction entre membres.

Chez de nombreuses espèces les petits ne sont pas autonomes à la naissance. Ainsi ces derniers sont élevés ensemble, avec une présence parentale plus ou moins importante jusqu'à leur indépendance. Cet environnement contraint, souvent clos, et riche en partenaires est donc particulièrement propice aux interactions entre petits. Ceci s'applique particulièrement bien aux fratries de mammifères ou d'oiseaux où les petits sont partiellement voire totalement dépendants des parents à la naissance. Il existe une grande variété d'interaction au sein des fratries dont certaines nécessitent des capacités cognitives importantes. Les interactions plus simples, comprennent par exemple les interactions physiques positives comme le toilettage chez les Macaque rhésus (*Macaca mulatta*) (Janus 1989) ou négatives comme la compétition pour l'accès à la nourriture chez le Martinet à ventre blanc (*Tachymarptis melba*) où les individus n'hésitent pas à pousser leurs frères et sœurs hors du nid (Bize et Roulin 2006), ou encore chez le cochon domestique (*Sus scrofa domesticus*) pour l'accès à la mamelle (Drake et al. 2008).

Comme exemple d'interactions plus complexes on peut citer la négociation pour l'obtention de la proie ramenée par les parents entre les poussins de la Chouette effraie (*Tyto alba*) (Roulin et al. 2000) ou l'allofeeding entre dominants et dominés au sein des nichées de Chouette effraie (Roulin et al. 2012).

Les interactions sociales dans une fratrie, qu'elles soient positives ou négatives, dépendent de nombreux facteurs. La dominance établie par la compétitivité joue un rôle important. Chez certaines espèces d'oiseaux, l'asynchronie dans l'éclosion crée une forte hiérarchisation de la couvée, avec dans le cas de la Chouette effraie des différences entre l'ainé et le benjamin qui peuvent dépasser deux semaines. La qualité des petits (en terme de fitness générale) ou encore la personnalité peuvent également jouer un rôle, ceci ayant été par exemple montré chez les primates non humains (Freeman et Gosling 2010) ou encore chez les poissons (Riebli et al. 2012). Plus récemment il a été proposé un rôle dans les interactions sociales pour le système de la mélanocortine, responsable, entre autre, de la coloration mélanique des individus. Cette coloration qui varie fortement d'un individu à l'autre, est liée à de nombreux traits physiques, physiologiques et comportementaux (Ducrest et al. 2008). La coloration mélanique est, par exemple liée à l'agressivité et la hardiesse (Mafli et al. 2011), le comportement exploratoire (Van denBrink et al. 2012) ou encore la dominance (Loehr 2008). Le comportement d'attroupement peut également être expliqué par une volonté de thermorégulation des individus par diminution des pertes de chaleur. Enfin certains comportements peuvent être expliqués du point de vue énergétique. Parmi ces comportements, celui d'attroupement est souvent cité. En effet ce comportement permet une résistance au froid par diminution des pertes de chaleur. Ce comportement se retrouve chez de nombreuses espèces, comme les Fauvettes à tête noire (*Sylvia altricapilla*) (Wojciechowski et al. 2012), le Galago moholi (*Galago moholi*) (Nowak et al. 2013) ou encore le hamster russe (*Phodopus sungorus*) (Jefimow et al. 2011).

La Chouette effraie est un rapace nocturne qui niche dans les cavités de bâtiments ou d'arbres. C'est une espèce qualifiée de nidicole, chez laquelle les poussins sont dépendants de leurs parents jusqu'à l'âge de 60 jours environ. A la naissance les poussins sont recouverts d'un fin duvet qui sera remplacé vers 11-14 jours par un duvet plus épais qui lui-même tombera à 40 jours pour laisser place aux plumes (Colardelle 2010). Cette espèce est également qualifiée d'altriciale, c'est-à-dire que les poussins ne sont pas capables d'assurer leur propre thermorégulation à l'éclosion. De plus il a été montré que

les poussins interagissaient fortement entre eux chez cette espèce, que ce soit en se regroupant, en se toilettant mutuellement pour se débarrasser des parasites (Roulin 2007) en négociant vocalement les ressources alimentaires (Roulin et al. 2000, Dreiss et al.2010),ou encore par des événements d'allofeeding (Roulin et al.2012). Enfin la Chouette effraie présente un important polymorphisme de coloration mélanique dont l'intensité a été liée à de nombreux autres traits physiques, physiologiques ou comportementaux (Roulin et Ducrest 2011). Pour toutes ces raisons, les nichées de Chouette effraie semblent particulièrement intéressantes dans le but d'étudier les interactions sociales entre membres d'une fratrie.

Dans cette étude nous cherchons à expliquer les comportements d'attroupement, l'initiation et la rupture des interactions ainsi que l'activité des poussins de Chouette effraie par leur âge, leur sexe ou leur coloration mélanique, leur personnalité ou encore l'âge et la couleur de leurs parents. Pour cela nous étudions la fréquence ou la durée de ces comportements sur des nichées expérimentales de deux poussins filmés durant une journée entière.

Matériel et méthode

L'espèce étudiée

La Chouette effraie (*Tyto alba*) est un rapace nocturne à distribution mondiale. Elle est sédentaire, se retrouve principalement dans les régions agricoles et les zones ouvertes. Elle se nourrit principalement de rongeurs, qu'elle chasse de nuit (Svensson, 2009). La Chouette effraie est un oiseau de taille moyenne pesant entre 250g et 550g. La femelle pond environ tous les deux jours jusqu'à neuf œufs qui sont couvés dès la ponte du premier. Ceci à pour résultat une forte différence d'âge entre les membres d'une même fratrie, allant parfois jusqu'à deux semaines entre le l'ainé et le benjamin (Roulin 1999). La nuit, les parents ramènent une proie au nid en moyenne toutes les heures. Cette proie est consommée en totalité par un seul des poussins ou stockée pour une consommation ultérieure (par exemple le jour, lorsque les parents ne chassent pas) (Roulin 2001). Il est possible d'observer de nombreux comportements sociaux au sein des fratries, qui vont de la compétition physique ou autres interactions sociales simples (regroupement) à des

comportements plus complexes comme la négociation pour l'obtention de la nourriture (Roulin et al. 2000).

L'étude a été menée de mai à aout 2012 en Suisse sur une population de Chouette effraie se reproduisant dans des nids artificiels (1x0,6x0,5 m^3) posés sur les murs des granges. Les poussins ont, dans un premier temps, été marqué à l'aide de différents combinaisons de petites entailles au niveau des griffes, puis à l'aide de bagues en aluminium numérotées dès que cela était possible. L'âge des poussins a été déterminé quelques jours après la naissance par de fréquents contrôles des nids durant la période de reproduction combinée à la mesure de la longueur de l'aile gauche de l'individu, du poignet au bout de la plus longue des rémiges, ceci étant considéré comme une bonne approximation (Roulin 2004). Des échantillons sanguins ont été prélevés de façon à déterminer avec certitude le sexe des différents individus à l'aide de marqueurs moléculaires (Py et al. 2006). Durant la phase de terrain de l'étude, une partie des nichées a subi une adoption croisée. Dans ce cas de figure les poussins ont été couvés dans le nichoir ou ils ont été pondus par une mère biologique, elle-même alimentée par le père biologique des poussins, puis élevés par des parents adoptifs dans un second nichoir.

Pour cette étude, 118 poussins issus de 30 nichées ont été utilisés (54 mâles, 63 femelles et un poussin non sexé). Lorsque les poussins atteignent l'âge de trente jours (30,6 ± 4,9 jours, variant de 16 à 39 jours), ils sont amenés au laboratoire (Département d'Ecologie et Evolution, Université de Lausanne, Suisse) puis ramenés au sein de leur nichée après les trois journées expérimentales. A cette période de leur vie les poussins sont déjà thermo-indépendants et les parents dorment en dehors du nid. De plus ils sont capables de se nourrir seuls avec des proies consommées entières. Pour chaque nichée dans laquelle des poussins ont été prélevés, un ou plusieurs individus sont laissés dans le nid pour éviter un abandon de ce dernier.

Manipulation expérimentales

Les expériences mises en place au laboratoire consistent en une observation pendant 23 heures (de 14 heures à 13 heures le lendemain) du comportement de chaque poussin soumis à trois traitements, correspondant chacun à une journée d'expérience. Chaque poussin est placé soit seul, soit avec un de ses frères et sœurs plus jeune (l'individu étudié est en position de senior) ou plus âgé (l'individu étudié est en position de

junior) dans un nichoir reproduisant la situation de leur nichoir d'origine. L'ainé ainsi que le benjamin de chaque nichée ne subissent donc que deux traitements. L'ordre de chaque traitement est déterminé aléatoirement pour chaque individu. Les poussins reçoivent chaque jour l'équivalent de 120g chacun de nourriture sous forme de 5 souris de 24g, placée au niveau d'un "couloir" situé au centre du nichoir (voir sous « design expérimental »). Cette quantité est supérieure aux besoins quotidiens des individus qui se situent aux alentours de 67g (Durant & Handrich 1998).

A l'arrivée au laboratoire, chaque individu se voit assigner un des nichoirs expérimentaux. Les poussins sont marqués à l'aide de deux symboles (une croix et un point) collé sur le dessus de leur tête, de façon à les différencier au cours du visionnage des vidéos. Pour chaque jour, l'enregistrement des expériences commence vers 14 heures pour se terminer vers 13 heures le lendemain. A cette heure, les poussins, ainsi que les souris restantes sont retirés des nichoirs et pesés. De nouvelles souris sont placées et chaque individu se voit assigner un nouveau traitement qu'il n'a pas encore subi. Ce procédé se répète ainsi pour les trois jours d'expériences.

La pièce ou se déroulent les expériences comprend dix nichoirs (62x56x37cm^3), isolés phonétiquement, chacun équipé d'une caméra (TVCCD-150SET, Monacor International GmbH & Co. KG, Bremen, Germany) et d'une lampe (LEDs, 1W) (Figure 1). Ces éléments sont fixés au toit du nichoir, la caméra pointant vers le bas et la lampe vers un des murs. Les conditions d'éclairement reproduisent les conditions observables dans la nature : les lampes s'allument dès qu'elles détectent la lumière du soleil et s'éteignent au coucher du soleil. Chaque nichoir possède également un trou dans la paroi opposée au couloir à nourriture, permettant à l'air d'entrer dans l'enceinte. Le couloir, en plus de son rôle de "réservoir" pour la nourriture, sert également à séparer les deux cotés du nichoir où sont placés les individus au début de l'expérience. Cette séparation permettant, d'étudier le regroupement des poussins. Pour chaque nouvelle nichée, la litière des nichoirs est changée pour éviter les transmissions parasitaires entre nichées.

L'accès à la pièce contenant les nichoirs est interdit durant la durée des expériences afin d'éviter les éventuelles nuisances sonores.

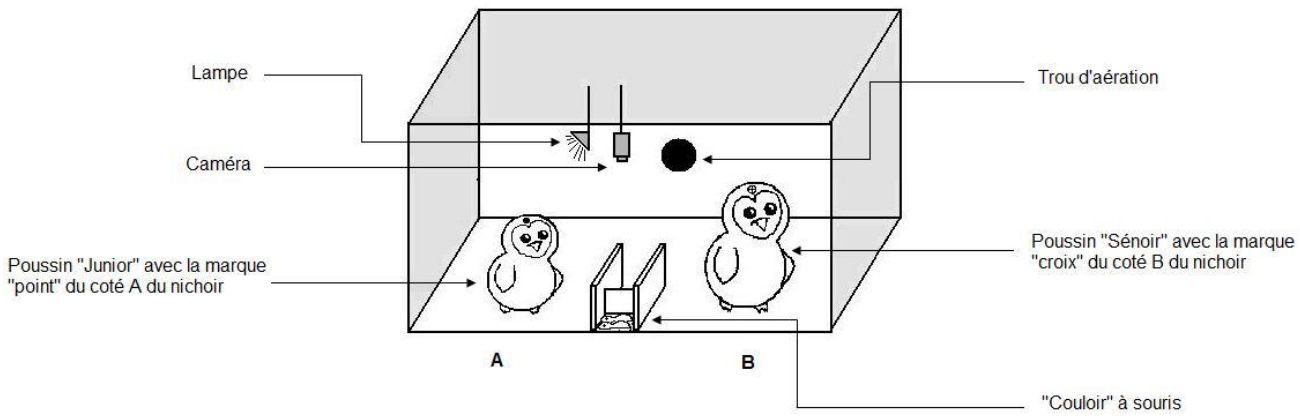


Figure 1: Représentation schématique du dispositif expérimental

Mesure de la coloration

La Chouette effraie présente un fort polymorphisme de coloration mélanique (Figure 2) qui est lié à de nombreux traits. La coloration des poussins ayant pris part à cette étude a été mesurée peu de temps avant qu'ils ne quittent le nid, lorsque leur plumage était complètement développé, à l'aide d'une charte de coloration. Les couleurs se distribuent de un à huit, le chiffre un correspondant à une coloration rouge-brune et le chiffre huit à une coloration blanche (Roulin 1999). La coloration de la poitrine, du ventre, d'un des flancs ainsi que celle de l'intérieur d'une des ailes ont été déterminées à l'aide de la charte. Ces quatre couleurs permettent le calcul d'un indice moyen de la coloration de l'individu. Les mêmes parties du corps ont également été utilisées pour réaliser l'indice de pointillé. Le nombre de taches sur une surface de 60x40mm^2 a été relevé et le diamètre de ces taches mesurés au dixième de millimètre à l'aide d'un pied à coulisse (Figure 3). Des valeurs moyennes pour le diamètre des taches, ainsi que pour le nombre de taches, ont ensuite été calculées. La détermination de la coloration du plumage et de l'indice de pointillé présente une grande répétabilité individuelle (Roulin 1999, Roulin 2004). Pour cette étude, seuls les indices moyens de couleur, de nombre de taches et de diamètre de ces taches ont été utilisé, le pointillé n'ayant été mesuré que pour la poitrine.

Les mélaniques, peuvent être divisées en deux types : les eumélanines responsables des colorations brunes et noir et les phéomélanines responsables des colorations rouges et jaunes. Ici les taches présentes sur l'animal sont principalement dues aux eumélanines, alors que la coloration générale est, quant à elle, principalement due aux phéomélanines. Par la suite on utilisera donc les termes de coloration

eumélanique lorsqu'on s'intéressera aux taches de l'individu, et de coloration phéomélanique lorsqu'on s'intéressera à sa coloration générale.

Figure 2 : Poussins de Chouette effraie appartenant à la même fratrie et présentant un polymorphisme de coloration.
Source (A. Roulin)

Figure 3 : Mesure du nombre et du diamètre des taches sur la poitrine.
Source (M. Charter)

Analyse des vidéos

Les vidéos ont été visionnées à l'aide du logiciel RealPlayer (8 images/seconde, Version 15.0.6.14, Helix Powered, RealNetworks Inc., USA). Seules les vidéos correspondant à une expérience comprenant deux individus ont été analysées. Les vidéos ont été visionnées en totalité et les données comportementales relevées minute par minute. Un total de 108 vidéos ont été analysées. Les comportements observés sont les suivant : l'individu se déplace au minimum 45 secondes, l'individu quitte son partenaire, l'individu rejoint son partenaire. A chaque minute il est noté si les poussins sont ensemble. Ils sont considérés comme ensemble si ils sont appuyés l'un à l'autre ou effectuant une activité sociale comme le toilettage durant un minimum 45 seconde. L'identité de l'individu initiateur du contact est également relevée.

Les résultants sont résumés avec un indice de d'activité correspondant au nombre de minutes durant lesquelles le poussin s'est déplacé sur le temps total de la vidéo. De même le nombre de fois où l'individu a quitté son partenaire ou l'a rejoint sont ramenés au temps total de l'expérience. Le temps précédant la première rencontre est également relevé. Enfin le temps passé ensemble est calculé en pourcentage du temps total de l'expérience.

Analyses statistiques

Le travail statistique a été effectué à l'aide du logiciel R v2.15.2 (The R Project for Statistical Computing).

Dans le but de définir les caractéristiques reliées au comportement social (temps passé ensemble) ainsi qu'à l'activité des individus, nous avons testé ces comportements à l'aide de trois séries de modèles comprenant comme paramètres explicatifs les caractéristiques individuelles (1) des participants, puis leurs coloration (2) et enfin la coloration et l'âge des parents (3) quand cela était possible. Dans le cas des poussins ayant participé aux adoptions croisées on étudiera l'effet de la couleur et de l'âge chez les parents biologiques mais également chez les parents adoptifs. Nous avons également testé l'influence des facteurs expérimentaux.

Pour cela, nous avons commencé par vérifier graphiquement la normalité des variables. Nous avons ensuite transformé les variables qui le nécessitaient pour les rendre normales (cas du temps passé ensemble et de l'activité). Nous avons utilisé des modèles linéaires mixtes lorsque les données étaient normales et des modèles linéaires généralisés mixtes pour celles de nos variables qui suivaient une loi de Poisson (cas des comportements de quitter ou rejoindre le partenaire ainsi que le temps précédant la première interaction) ou binomiale (cas de l'identité de l'individu à l'origine de la première interaction). Ces modèles ont été mis en place à l'aide de deux fonctions, lme (package nlme) pour les données normales, et la fonction lmer (package lme4) pour les données suivant une loi de Poisson. L'identité de l'individu niché dans celui de la nichée, ainsi que l'effet nichée et l'effet identité de l'expérience sont considérés comme des facteurs aléatoires (on emboite l'identité de l'individu dans la nichée du fait que le poussin n'appartient qu'à une seule nichée). Les modèles sont ensuite sélectionnés par élimination régressive jusqu'à obtenir un modèle ou tous les facteurs sont significatifs. Les effets

principaux non significatifs mais faisant partie d'une interaction significative sont également gardés dans les modèles. Les modèles initiaux sont choisis avec ou sans interaction en fonction de la significativité biologique de ces dernières ou pour des raisons de possibilité de calcul liées au nombre de données. Pour cette dernière raison les interactions sont limitées à celles d'ordre trois. La normalité des résidus des modèles est finalement testée. On considère un effet significatif si la probabilité critique associée à cet effet est inférieure à 0,05.

Dans le cas particulier du temps passé ensemble, qui est commun aux deux protagonistes, il a été décidé de diviser les données en deux groupes en fonction de la hiérarchie expérimentale. Les données des individus "Senior " et "Junior" sont donc traitées et analysées séparément. En effet l'asynchronie d'éclosion entraine une forte hiérarchisation au sein des nichées. Les données étant divisées en deux groupes, l'identité de la vidéo est retirée des effets aléatoires.

Note éthique

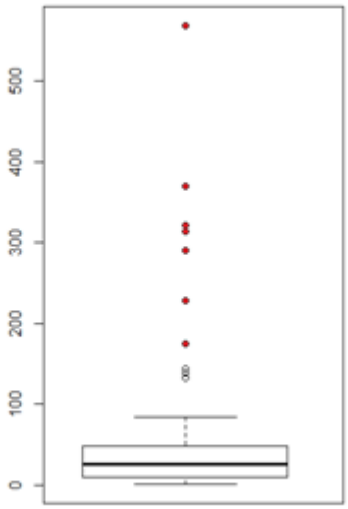
L'étude a été menée avec l'autorisation du Service Vétérinaire du canton de Vaud (N° 2109.1). La réduction temporaire du nombre de poussin au sein de la nichée n'a pas d'effet sur l'approvisionnement en nourriture par les parents (Roulin et al. 2000) et les parents n'abandonnent pas la nichée suite à cette manipulation. On peut également affirmer que la détention des poussins à l'université n'impacte pas de façon négative leur condition physique, la survie des poussins jusqu'à l'envol ne différant pas significativement entre les individus participants aux expériences et ceux restés au nid (Test de Wilcoxon sur la mortalité des poussins capturés ou non : Z=0,98, p-value=0,32 (mortalité des poussins capturés : 18%, mortalité des poussins non capturés : 19%)). De plus une précédente étude à montré que les individus détenus au laboratoire n'étaient pas physiologiquement stressés, avec une absence de hausse du niveau basal de corticostérone comparé à celui observé dans des conditions naturelles. (Dreiss et al.2010).

Résultats

Un total de 115 individus, appartenant à 30 nichées, a participé aux expériences. L'âge des participants varie de 16 à 39 jours à la date de capture (moyenne ± écart type, 30,4 ± 4,9). Durant une expérience, les poussins passent entre 0,3% et 22,9% du temps à se déplacer (9,6 % ± 4,2) et entre 36% et 97% du temps ensemble (78,1 % ± 13,2).

Premier contact entre les individus

Pour des raisons non connues sept paires ont présenté un temps avant la première rencontre considéré comme anormal (plus de six fois supérieur à la moyenne des 101 autres paires, Figure 4). Les poussins présents dans ces expériences ayant, au cours de leur second essai, un temps avant la première rencontre très inférieur, il a été décidé de ne pas tenir compte de ces valeurs outsider dans nos analyses. Lorsque ces valeurs sont prises en compte dans les analyses, les modèles perdent leur significativité.



<u>Figure 4 :</u> Répartition du temps avant le premier contact (en minutes). Les outsiders sont représentés en rouges

Les individus, placés dans des coins opposés au début de l'expérience, se rejoignent en moyenne après 29,7 ± 28,2 minutes. Les poussins se rejoignent entre la première minute et la 144ième minute. Plus les poussins sont actifs plus le temps avant la première rencontre sera court (Figure 5, Table 1, C = -6.77, z = -4.05, p ≤ 0.0001). La température joue, elle aussi un rôle. En effet les températures basses réduisent également le temps écoulé avant la première rencontre (Figure 6, Table 1, C = -7.7 e^{-2}, z = -2.67, p = 0.0077).

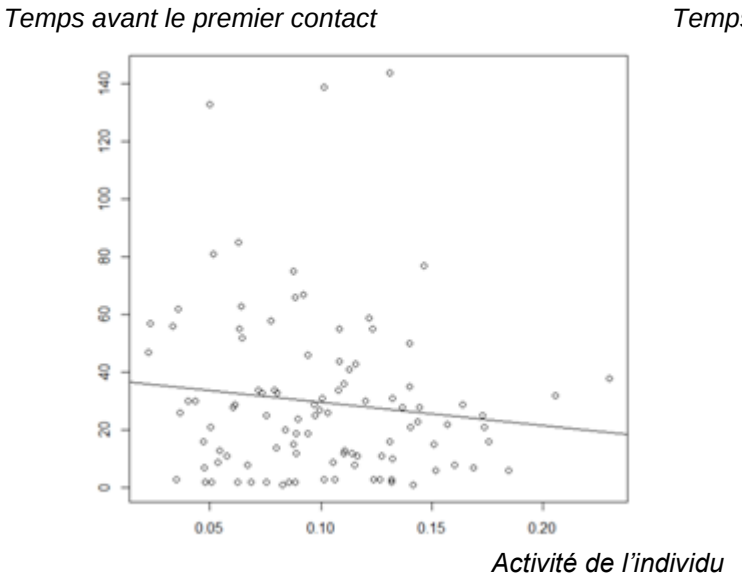


Figure 5 : Temps avant le premier contact (en minutes) en fonction de l'activité de l'individu

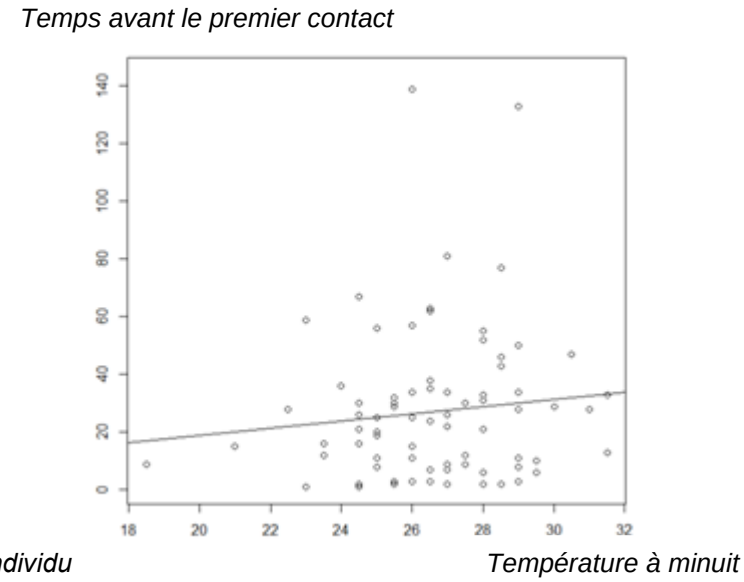


Figure 6 : Temps avant le premier contact (en minutes) en fonction de la température à minuit (en degrés Celsius)

L'interaction entre le nombre de taches sur la poitrine (coloration eumélanique) de l'individu et la température dans le nichoir expérimental à minuit permet de déterminer, quant à elle, l'identité de l'individu initiant le premier contact. En effet pour les températures inférieures à 26 °C, les poussins présentant plus de taches sont préférentiellement à l'origine du premier contact (effet du nombre de tâches sur le temps avant le 1er contact : T≥26°C : C = -9.46e^{-3}, z = -1.14, p = 0.26, T<26°C : C = 2.38 e^{-2}, z = 2.15, p = 0.0318).

Table 1 : Temps précédant la première rencontre en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière.

Modèle sub-optimal : Temps précédant la première rencontre ~ Activité de l'individu + (Age + Coloration moyenne + Nombre de taches + Diamètre des taches) * Température à minuit **Facteurs aléatoires :** Nichée, Identité de l'individu/Nichée			
	Coefficient estimé	Statistique de test	p
Activité de l'individu	-6.77	-4.05	≤ 0.0001
Température à minuit	-7.7 e^{-2}	-2.67	0.0077

<u>Table 2 :</u> Identité de l'individu à l'origine de la première rencontre en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière.

Modèle sub-optimal : Identité de l'individu à l'origine du premier contact ~ Activité de l'individu + (Age + Coloration moyenne + Nombre de taches + Diamètre des taches) * Température à minuit **Facteurs aléatoires :** Nichée, Identité de l'individu/Nichée, Identité de la vidéo			
	Coefficient estimé	Statistique de test	p
Nombre de taches	0.21	2.54	0.0112
Température à minuit	0.39	2.29	0.0219
Nombre de taches : Température à minuit	-7.7 e^{-3}	-2.52	0.0117

Temps passé ensemble

Comme nous l'avons vu précédemment, les poussins passent une majorité de leur temps ensemble (78 ,1% ± 13,2%). Ce temps dépend principalement de l'activité du poussin le plus âgé (Figure 7, Table 3 : Activité du "Senior": E = -1.31, t = -3.95, p = 0.0017, Table 4 : Activité du "Senior" : E = -1.16, t = -3.45, p = 0.0018) mais également de l'âge du poussin dans le cas des "Junior" (Figure 8, Table 4, E = 6.42 e^{-3}, t = 2.38, p = 0.0248), les poussins les plus vieux passant plus de temps ensemble. Dans le cas des Seniors, la triple interaction entre l'âge du poussin, le nombre de taches sur la poitrine et la température entre en jeu. On retrouve que pour les individus les plus jeunes (jusqu'à un âge inférieur à 39 jours) soumis à de basses températures (inférieures à 26 °C), les individus présentant le plus de taches sur la poitrine se retrouvent plus souvent au contact de leur partenaire (Age<39 et T<26°C : E = 2.51 e^{-3}, t = 2.69, p = 0.0308, Age<39 et T≥26°C : E = - 4 ;92 e^{-4}, t = -0.67, p = 0.5082).

Table 3 : Temps passé ensemble pour l'individu en position de "Senior" *en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière.*

Modèle sub-optimal : Temps passé ensemble pour l'individu en position de "Senior" ~ Activité de l'individu + Activité du partenaire + (Age + Coloration moyenne + Nombre de taches + Diamètre des taches) * Température à minuit **Facteurs aléatoires :** Nichée, Identité de l'individu/Nichée			
	Coefficient estimé	Statistique de test	p
Activité de l'individu "Senior"	-1.31	-3.95	0.0017
Age	1.95 e^{-2}	2.54	0.0248
Nombre de taches	9.31 e^{-2}	3.71	0.0008
Température à minuit	2.02 e^{-2}	1.48	0.1626
Age: Nombre de taches	-2.29 e^{-3}	-3.26	0.0062
Nombre de taches: Température à minuit	-3.33 e^{-3}	-3.47	0.0042
Age: Nombre de taches: Température à minuit	8.14 e^{-5}	3.03	0.0097

Table 4 : Temps passé ensemble pour l'individu en position de "Junior" *en fonction de l'activité de l'individu, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière.*

Modèle sub-optimal : Temps passé ensemble pour l'individu en position de "Junior" ~ Activité de l'individu + Activité du partenaire + (Age + Coloration moyenne + Nombre de taches + Diamètre des taches) * Température à minuit **Facteurs aléatoires :** Nichée, Identité de l'individu/Nichée			
	Coefficient estimé	Statistique de test	p
Activité de l'individu "Senior"	-1.16	-3.45	0.0018
Age	6.42 e^{-3}	2.38	0.0248

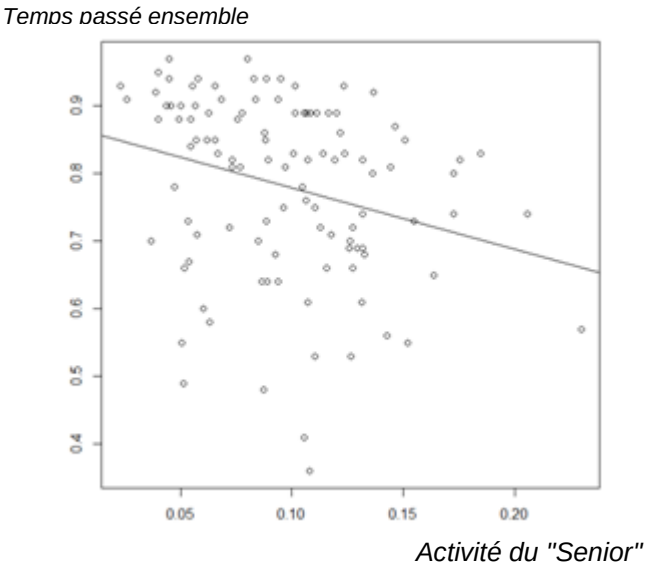


Figure 7 : Temps passé ensemble (en minutes) en fonction de l'activité du "Senior"

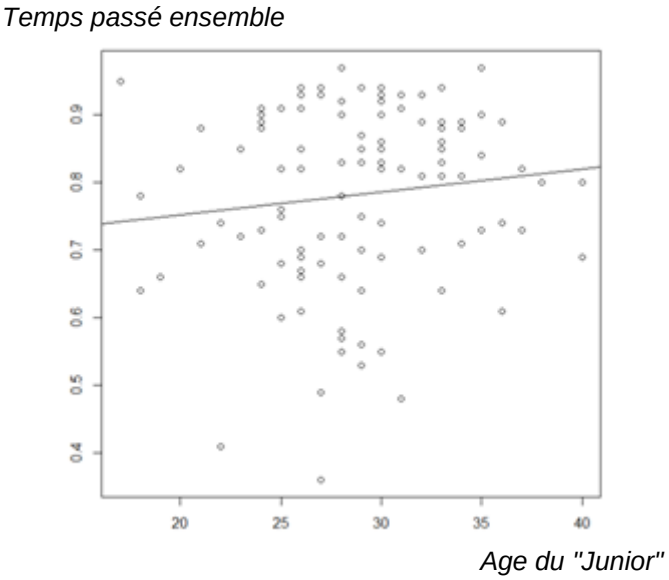


Figure 8 : Temps passé ensemble (en minutes) en fonction de l'âge du "Junior" (en jours)

Compte tenu de l'influence de la température dans le nichoir expérimental, nous nous sommes également intéressés à la température du nichoir d'origine pendant la couvaison ainsi que durant la période d'élevage sur le temps que les poussins passent ensemble lors de l'expérience. Dans le cas des "Seniors", une température élevée du nichoir lors de la couvaison entraine un plus faible temps passé avec le partenaire durant l'expérience (E = -0.0098073, t = -2.410806, p = 0.0302). La température de couvaison ne semble pas avoir d'effet sur le comportement du "Junior" (E =-5.03 e^{-2}, t =-0.87, p = 0.3997). De même la température d'élevage ne semble pas avoir d'effet sur le comportement des individus quelque soit le traitement (pour les "Sénior" E = 8.92 e^{-2}, t = 0.63, p = 0.5362, pour les "Junior" E = - 8 .29 e^{-2}, t = -0.94, p = 0.3643).

Pour ce qui est de la coloration des parents biologiques, plus le père biologique possède de taches sur la poitrine moins les poussins sont ensemble (Figure 9, E = - 2.16 e^{-3}, t = -2.72, p = 0.0146). La couleur générale du père adoptif est elle aussi liée au temps passé ensemble. En effet plus le père adoptif sera foncé (forte coloration phéomélanique) plus les poussins sont ensemble (Figure 10, E = -3.01 e^{-2}, t = -2.81, p = 0.0093).

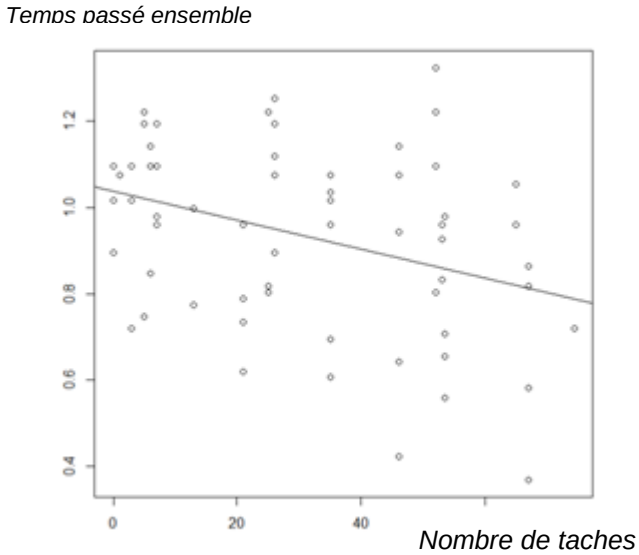


Figure 9 : Temps passé ensemble (en minutes) en fonction du nombre de taches sur la poitrine du père biologique

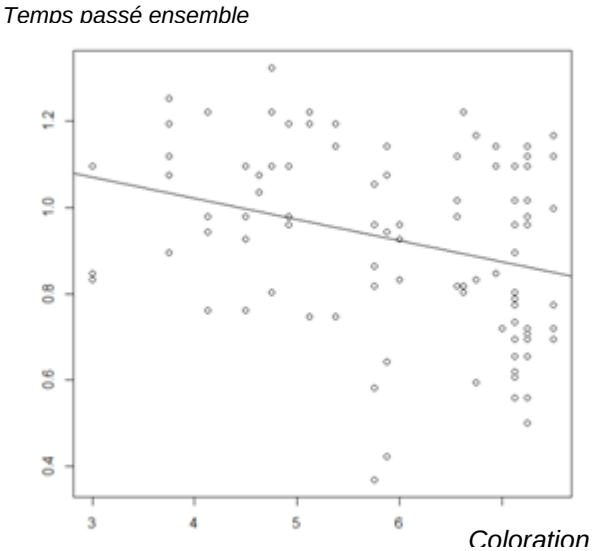


Figure 10 : Temps passé ensemble (en minutes) en fonction de la coloration phéomélanique générale du père adoptif

Activité générale

Les poussins sont en mouvement 9,6% ± 4,2% du temps. Cette activité dépend principalement de l'activité de leur partenaire, les poussins étant plus actifs si leur partenaire l'est (Table 5, E = 0.79, t = 19.85, p ≤ 0.0001), mais également de leur âge, les poussins les plus vieux étant les plus actifs (Table 5, E = 7.26 e^{-4}, t = 2.09, p = 0.0394). L'activité des poussins est inférieure pour des poussins nés de mères plus âgées (E = -2.39 e^{-2}, t = -3.20, p = 0.0049).

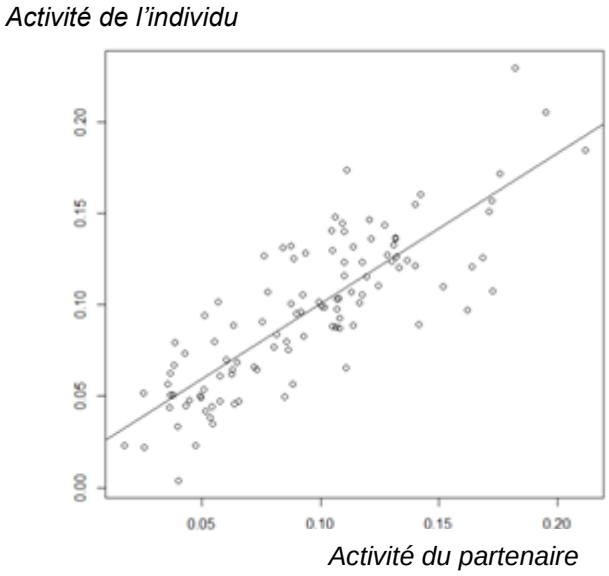


Figure 11 : Activité générale de l'individu en fonction de celle de son partenaire

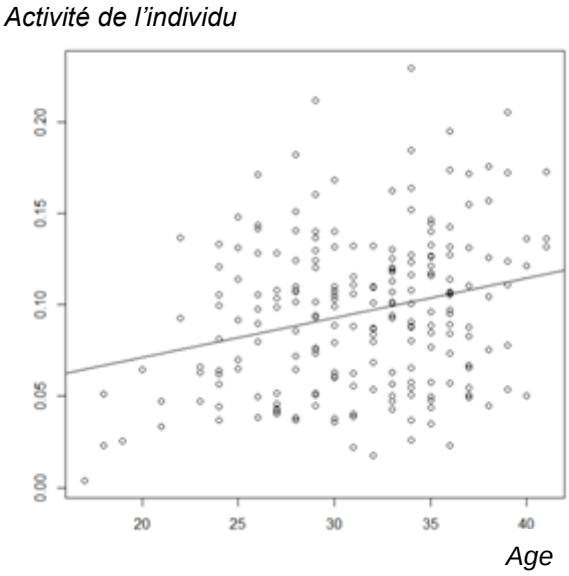


Figure 12 : Activité générale de l'individu en fonction son âge(en jours)

Table 5 : Temps Activité générale de l'individu *en fonction de l'activité* du partenaire*, de son âge, de sa coloration, de la température de l'expérience à minuit et des interactions avec cette dernière.*

Modèle sub-optimal : Activité générale de l'individu ~ Activité du partenaire + (Age + Coloration moyenne + Nombre de taches + Diamètre des taches) * Température à minuit **Facteurs aléatoires :** Nichée, Identité de l'individu/Nichée			
	Coefficient estimé	Statistique de test	p
SDisP.T	0.79	19.85	≤ 0.0001
Age	7.26 e^{-4}	2.09	0.0394

Fin Initiation des interactions

Il existe une très forte corrélation entre les déplacements et les initiations d'interaction (Test de corrélation de Pearson : t = 4.42, p ≤ 0.0001), ainsi qu'entre entre les déplacements et les ruptures d'interaction (t = 7.79, p ≤ 0.0001). Cependant aucun autre facteur, qu'il corresponde à une caractéristique du poussin ou de ses parents, n'a pu être avancé comme explicatif.

Discussion

Notre but, au cours de cette étude, était de déterminer les facteurs influençant les interactions sociales chez les poussins de Chouette effraie. Nous avons montré que les poussins passaient une majorité de leur temps ensemble. La température semble jouer un rôle important dans ce comportement d'attroupement. En effet à basses température les jeunes chouettes entrent en contact plus rapidement et les individus présentant une importante coloration eumélanique ont tendance à initier le contact. De même pour les jeunes poussins en position de "Senior", le temps passé ensemble dépend, en plus de l'activité de l'individu, de l'interaction entre la coloration eumélanique, la température et l'âge, ce qui ne se retrouve pas chez les poussins en position de "Junior". Les poussins

issus d'un père possédant une importante coloration eumélanique ou ceux élevés par des pères à la coloration phéomélanique plus claire passent moins de temps ensemble. Finalement nous avons montré que les individus plus âgés et ceux ayant un partenaire très actif avaient une activité augmentée. De même les poussins issus d'une mère biologique plus jeune ont une activité plus importante.

Activité générale

Le fait que les individus plus âgés se déplacent plus souvent semble se rapporter au fait que la Chouette effraie est classée dans le groupe des oiseaux dits nidicoles. Chez ce type d'oiseaux, la femelle pond des œufs de petite taille et le poussin à l'éclosion est presque nu et aveugle, donc extrêmement dépendant. Ainsi lorsque le poussin grandit il acquiert une certaine indépendance et son activité augmente en parallèle. De plus l'asynchronie d'éclosion, très marquée chez cette espèce entraine une différence de compétitivité entre les ainés et leurs cadets. En effet les poussins les plus vieux sont les premiers à être nourris lors de l'apport de nourriture par les parents, leurs cadets étant nourris seulement lorsque l'ainé est rassasié (Colardelle 2010). Cette différence de qualité générale des poussins ne peut alors que renforcer les différences d'activité entre les jeunes individus et les plus vieux. Il est également possible que les poussins plus âgés soient moins stressés par leurs conditions de captivité et ainsi qu'ils aient un comportement exploratoire plus affirmé que les individus plus jeunes.

Cependant cette différence semble pouvoir être réduite par un mécanisme de mimétisme social. Nous avons pu montrer, précédemment, que l'activité des poussins était sujette à des variations en fonction de l'activité de leur partenaire. Il est possible que les poussins soient moins stressés si leur partenaire explore le nichoir et qu'ils décident de faire de même. Ce comportement peut également être analysé dans la perspective des conflits enfant-enfant. En effet même si la nourriture est ici fournie *ad libitum*, il n'en est pas de même dans la nature. Les poussins auraient alors une plus grande activité afin d'explorer le nichoir et de découvrir d'éventuels proies avant leur partenaire.

Nous avons finalement montré que l'activité diminuait avec l'âge de la mère biologique. Cette caractéristique peut être liée au fait qu'une mère plus vielle produit des descendants de moindre qualité. Cela peut s'expliquer par le fait que, chez la Chouette

effraie, les parents n'augmentent pas l'énergie allouée à la reproduction si cette augmentation se fait à leur détriment (Roulin et al. 1999).

Temps passé ensemble et première interaction

Nous avons montré, au cours de cette étude, que le temps précédant la première interaction était lié à l'activité des individus. De façon évidente, un poussin ayant une grande activité se déplacera plus rapidement au cours de l'expérience et explorera plus rapidement son nouvel environnement augmentant ainsi les chances de rencontrer son partenaire. Le fait que la température modifie ce temps de latence est, quant à lui plus intéressant. Le temps précédant la première interaction est d'autant plus court que la température est basse. Ainsi le comportement d'attroupement peut également correspondre à une réponse comportementale rapide à des changements de l'environnement. La Chouette effraie est en effet considérée comme une espèce altriciale et les poussins de cette espèce ne sont pas capables d'assurer leur propre thermorégulation à l'éclosion. Cette capacité étant acquise en grandissant (Colardelle 2010).

L'identité de l'initiateur de ce premier contact dépend elle aussi de la température. Pour les températures qualifiées de hautes (supérieures à 26° Celsius à minuit), aucun facteur ne peut être mis en avant pour déterminer l'identité de l'individu à l'origine du premier contact. Il est possible de penser que les températures n'étant pas assez basses pour déclencher le comportement d'attroupement permettant de limiter les pertes thermiques, l'individu initiateur du premier contact sera alors celui qui explorera en premier son nouvel environnement et qui rencontrera ainsi son partenaire. Dans le cas de températures qualifiées de basses (inférieures à 26° Celsius à minuit), les individus les plus tachetés sont préférentiellement à l'origine du premier contact. Il a été montré que les individus arborant une coloration eumélanique importante avaient une meilleure gestion de leur dépense énergétique ainsi que de leur prise alimentaire lorsqu'ils sont isolés (Roulin et Ducrest 2011). Dès lors, on pourrait penser que les individus possédant une coloration eumélanique importante, resteraient plus souvent seuls. Or nous observons que ces individus passent plus de temps au contact de leur partenaire. Il est, dès lors, possible de penser que la régulation thermique d'un individu ne se résume pas à la physiologie, mais qu'elle met également en jeu des réponses comportementales rapides chez la jeune chouette. En effet, le regroupement des deux poussins permet à chacun de diminuer sa

dépense énergétique tout en gardant une température confortable. Les poussins fortement colorés seraient alors plus à même d'adapter leur comportement à la température dans le but de diminuer leur dépense énergétique.

Le temps passé ensemble représente, pour la majorité des poussins, une part importante du temps de l'expérience. Nous avons montré que ce temps dépend de plusieurs facteurs dont le plus évident est l'activité du poussin. Il est intéressant de noter que seule l'activité du "Senior" semble impacter ce temps. Le poussin en position de "Senior" est, du fait de son âge et de son stade de développement plus actif que son partenaire. Ainsi le temps passé ensemble dépendra bien plus des allées et venues de cet individu et non de son partenaire, qui se déplaçant moins n'aura que peu d'impact sur ce temps. A contrario, il est possible de penser qu'une partie des poussins en position de "Senior" est à un stade de perte de son duvet. Lors de la perte du duvet chez le poussin de Chouette effraie, les plumes ne sont pas encore entièrement formées (Colardelle 2010) ce qui rendrait l'individu plus sensible aux variations de température alors que le poussin en position "Junior", plus jeune, se verra moins affecté du fait de la présence de l'épais duvet. Le comportement de regroupement sera alors un moyen rapide pour le "Senior" de réguler sa température corporelle lors de changements de température. Cette hypothèse peut être appuyée par le fait que la température ne semble pas affecter le temps que les poussins en position de "Junior" passent avec leur partenaire. Au contraire, les individus les plus âgés passant un temps plus important au contact de leur partenaire, ceci pouvant être une conséquence de la perte progressive du duvet. Si nous nous intéressons aux poussins en position de "Senior", la température lors de l'expérience ainsi que la coloration eumélanique et l'âge de l'individu ont alors un impact. En effet les individus les plus jeunes, soumis à de basses températures, se retrouverons préférentiellement au contact de leur partenaire si ils possèdent une importante coloration eumélanique. Les poussins ont perdu leur duvet à 40 jours, cependant leur plumage n'est pas complet et moins isolant que ce duvet (Colardelle 2010). De plus en fonction du rang du poussin au sein de la nichée, la zone de confort thermique n'est pas identique, celle des ainés étant comprise entre 23°C et 32°C et celle de leurs cadets entre 21°C et 28°C (Colardelle 2010). La zone de confort thermique est non seulement dépendante de l'âge du poussin mais également de leur rang au sein de la nichée. Ainsi les poussins les plus âgés, ayant une zone de confort à plus haute température que leur partenaire, se joindront à lui lors de baisses de température. En adoptant un comportement social de régulation thermique, les individus possédant une importante coloration eumélanique, dépensent moins d'énergie

dans le maintient d'une température interne optimale. Cette hypothèse semble être en accord avec le travail de Roulin et Ducrest (2011). L'adaptation rapide à un changement thermique de l'environnement par la modification du comportement étant privilégiée chez les individus à forte coloration eumélanique, il en découle une meilleure gestion de la balance énergétique chez ces individus.

Alternativement, on peut penser que ce comportement est essentiellement social. En effet, il est possible d'observer de nombreux événements de toilettage mutuel entre les partenaires. Or, on sait que le toilettage réalisé comme activité sociale permet, non seulement de se débarrasser des parasites (Wren et al. 2012) mais également de réduire le stress de l'individu toiletté. Il a été montré que lors des événements de toilettage, les individus produisent des endorphines (Keverne et al. 1989). Chez la Chouette effraie, la proximité des membres d'une fratrie permet également les événements d'allofeeding (Roulin et al. 2012). On pourrait alors penser qu'une température haute (supérieure à 26° Celsius) pousserait le poussin à rester seul pour diminuer sa température corporelle. Au contraire lors de températures plus basses (inférieures à 26° Celsius), le poussin ne souffrirait pas de la chaleur et pourrait alors se rapprocher de son partenaire pour interagir. Les individus ayant une coloration eumélanique importante seraient alors les plus sociaux. Ce point rejoint l'étude de Roulin et al. de 2012 mettant en avant que les individus à forte coloration phéomélanique se comportaient de façon altruiste avec leurs partenaires en leur partageant leur nourriture.

Notre étude à également mis en avant l'effet de la température du nichoir lors de la couvaison sur le temps passé ensemble pour les individus en position de "Senior". On peut penser que la température du nichoir affecte la température de couvaison sachant que les températures observées sont très inférieures à la limite basse de la zone de confort de la Chouette effraie qui se situe entre 23°C et 32°C (Colardelle 2010). Or il a été démontré que des températures plus basses lors de la couvaison entrainaient une dépense énergétique pour la thermorégulation supérieure pour les poussins issus de ces couvées par rapport à des poussins issus de couvées à température d'incubation supérieures (DuRant et al. 2012). Or on peut voir que des températures plus basses dans le nichoir lors de la couvaison entrainaient un temps passé avec le partenaire plus élevé lors des expériences. On peut donc penser que les poussins utilisent cette stratégie comportementale pour diminuer les coûts associés à la thermorégulation. Etonnamment, on ne retrouve pas cette relation chez les poussins en position de "Junior". On peut

penser que ce résultat est du à la présence du duvet, qui représente une meilleure protection thermique, chez ces individus plus jeunes.

Finalement, nous avons montré au cours de ce travail l'influence de la coloration eumélanique du père biologique et phéomélanique du père adoptif. Nos résultats mettent en avant un temps passé ensemble plus important chez les poussins issus de pères biologiques arborant une coloration eumélanique faible. De nombreuses études (Ducrest et al. 2008, Mafli et al. 2011, Van denBrink et al. 2012) mettent en avant le rôle de la coloration eumélanique et phéomélanique comme signal de la qualité individuelle, les individus les plus colorés étant plus résistants. On peut dès lors s'attendre à ce que les poussins issus de père à la coloration eumélanique faible aient une fitness générale inférieure et soient donc moins aptes à se thermoréguler convenablement au niveau physiologique. D'un autre coté les poussins élevés par pères adoptifs peu colorés, passent moins de temps ensemble. On peut alors s'étonner de ce résultat sachant que ces pères arborant une coloration plus faible devraient être moins compétitifs et les poussins élevé par ceux-ci moins aptes à se thermoréguler convenablement au niveau physiologique. De plus l'année de l'étude ayant été particulièrement riche en naissances, on aurait pu s'attendre à une forte compétition entre les couples. Les males les plus colorés étant plus compétitifs, ils se seraient alors approprié les meilleurs territoires. Il est également possible que les ressources aient été suffisamment abondantes cette année pour annuler l'effet d'une éventuelle compétition. Ce résultat ne semble donc pas pouvoir s'expliquer si l'on considère le comportement d'attroupement comme purement dépendant des capacités de thermorégulation des poussins. Ainsi il est également possible de voir se comportement d'attroupement comme un comportement social permettant également la thermorégulation des poussins, rendant l'interprétation de ce dernier bien plus complexe qu'il n'y parait.

Fin / Initiation des interactions

Curieusement, nous n'avons relevé aucun facteur influant sur la fréquence d'initiation ou de rupture des interactions. Ces dernières ne seraient dues qu'au déplacement des individus au cours de l'expérience. Il est cependant, possible que ces ruptures d'interaction soient dues à une volonté de nourrissage du poussin qui en est l'instigateur, cette hypothèse n'ayant pu être testée lors des analyses. Dans un tel cas de

figure les poussins ne quitteraient leur partenaire que pour aller se nourrir et reviendraient ainsi vers lui à la fin de cet événement de nourrissage.

Conclusion

Cette étude se concentre sur les comportements d'attroupement et de l'activité générale chez les poussins de Chouette effraie. Nous avons montré la difficulté à caractériser le comportement d'attroupement, qui peut être vu comme un moyen de régulation thermique ou un comportement social. L'influence de la coloration mélanique ainsi que de la température sur ce comportement conforterait l'hypothèse qu'il est bien plus complexe qu'il n'y parait et qu'il ne peut se résumer à un comportement social. De plus il semble également confirmer l'hypothèse que la coloration mélanique sert de vecteur d'information sur la qualité globale de l'individu. Nous avons également soulevé le rôle de la température de couvaison dans la mise en place et l'efficacité de la thermorégulation. Il faudrait cependant étudier comment la température du nichoir influe sur la température de couvaison. Le comportement d'attroupement ayant été, ici, principalement étudié dans l'optique d'une réduction de pertes thermiques, il serait intéressant de l'étudier du point de vue social. En effet lors de la réunion des poussins, de nombreux événements de toilettage, ou des événements plus rares d'allofeeding entre individus ont pu être observés. Il serait alors intéressant de mettre en relation les données dans le but d'étudier les parts relatives du social et de la thermorégulation dans ce comportement. Il serait également intéressant d'étudier l'effet du mélanisme de la mère sur la température de couvaison. En effet, si le mélanisme influe sur la thermorégulation comme notre étude nous le suggère, des variations de températures au cours de la couvaison pourraient avoir des effets sur la température corporelle de la mère et donc la température de couvaison. De plus, il serait possible d'étudier le rôle de la coloration mélanique ou encore de la température de couvaison sur la capacité des individus à réguler leur température par le comportement. Finalement, la Chouette effraie étant un modèle particulièrement bien étudié dans le cas des liens entre coloration mélanique et traits physiques physiologiques et comportementaux, l'étude d'autres modèles dans ce domaine d'expertise serait souhaitable dans le but de confronter les nombreux résultats obtenus sur ce modèles d'étude.

Bibliographie

BIZE, Pierre; ROULIN, Alexandre (2006): Sibling competition and the risk of falling out of the nest. Animal behaviour, 72: 539-544

COLLARDELLE, Amélie (2010) : Physilogie énergétique de la Chouette efrraie (Tyto alba) : Etude de la thermorégulation. Thèse de doctorat vétérinaire, 134 pages

DANCHIN, Etienne; GIRALDEAU, Luc-Alain ; WAGNER, Richard (2008) : Ecologie comportemantrale 874 p. Chapitre 14 : Aggégations animales : Hypothèses et controverses p 503. Oxford University Press.

DRAKE, Anna; FRASER, David; WEARY, Daniel (2008): Parent-offspring resource allocation in domestic pigs. Behavioral ecology and sociobiology, 62: 309-319

DREISS, Amelie; LAHLAH, Naouel; ROULIN, Alexandre (2010): Siblings adjust sib-sib communication and begging signal to each other. Animal behaviour, 80: 1049-1055

DREISS, Amélie; HENRY, Isabelle ; RUPPLI, Charlène ; ALMASI, Bettina ; ROULIN, Alexandre (2010). Darker eumelanic barn owls better withstand food depletion through resistance to food deprivation and lower appetite. *Oecologia*, *164*(1), 65–71.

DUCREST, Anne-Lyse; KELLER, Laurent; ROULIN, Alexandre (2008): Pleiotropy in the melanocortin system, coloration and behavioural syndromes. Trends in Ecology and Evolution, 23: 502-510

DURANT, HANDRICH (1998). Growth and food requirement flexibility in captive chicks of the European barn owl (*Tyto alba*), *The Zoolofical Society of London, 255,* 137-145*.*

DURANT, Sarah; HOPKINS, William, WILSON, Amanda; HEPP, Gary (2012): Incubation temperature affects the metabolic cost of thermoregulation in a young precocial bird. Functional Ecology 2012, 26, 416–422

FREEMAN, Hani; GOSLING, Samuel (2010): Personality in Nonhuman Primates: A Review and Evaluation of Past Research. American journal of primatology 72: 653-671

JANUS, Magdalena (1989): Reciprocity in play, grooming, and proximity in sibling and non-sibling young rhesus monkeys. International journal of primatology, 10: 243-261

JEFIMOV, Malgorzata; GLABSKA, Marta; WOCJIECHOWSKI, Michal (2011): Social thermoregulation and torpor in the Siberian hamster. The Journal of Experimental Biology 214, 1100-1108

LE GAILLARD, Jean-Francois; FERRIERE, Regis (2008) : Ecologie comportemantrale 874 p. Chapitre 15 : Evolution adaptative des traits sociaux p 547. Oxford University Press.

LOEHR, John; CASEY, Jean; YLONEN, Hannu; et al. (2008): Coat darkness is associated with social dominance and mating behaviour in a mountain sheep hybrid lineage. Animal behavior, 76: 1545-1553

MAFLI, Alia; WAKAMATSU, Kazumasa; ROULIN Alexandre (2011): Melanin-based coloration predicts aggressiveness and boldness in captive eastern Hermann's tortoises. Animal behaviour, 81: 859-863

NOWACK, Julia ; WIPPICH, Marta; MZILIKAZI, Nomakwezi; DAUSMANN, Kathrin (2013): Surviving the Cold, Dry Period in Africa: Behavioral Adjustments as an Alternative to Heterothermy in the African Lesser Bushbaby (Galago moholi). Int J Primatol 34:49–64

PY, DUCREST, DUVOISIN, FUMAGALLI, ROULIN (2006). Ultraviolet reflectance in a melanin-based plumage trait is heritable, *Evolutionary Ecology Research*, 8(3), 483-491.

RIEBLI, Thomas; TABORSKY, Michael; CHEVRET, Noemie; et al. (2012): Behavioural type, status and social context affect behaviour and resource allocation in cooperatively breeding cichlids. Animal Behaviour, 84: 925-936.

ROULIN, Alexandre (1999): Non random pairing by male barn owl *Tyto alba* with respect to a female plumage trait. Behavioural ecology, 10: 688-695

ROULIN, Alexandre (1999) Natural and experimental nest-switching in barn owl *Tyto alba* fledglings. Ardea, **87**(2), 237-246.

ROULIN Alexandre, DUCREST Anne-Lyse & DIKSTRA C (1999) Effect of brood size manipulations on parents and offspring in the barn owl *Tyto alba*., Ardea, **87**(1), 91-100.

ROULIN, Alexandre; KOLLIKER, Mathias; RICHNER, Heinz (2000): Barn owl (Tyto alba) siblings vocally negociate ressources. Proceedins of the Royal society, 267 : 459-463

ROULIN, Alexandre (2001): Food supply differentially affects sibling negotiation and competition in the barn owl (*Tyto alba*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *49*(6), 514–519.

ROULIN, Alexandre (2004). Effects of hatching asynchrony on sibling negotiation, begging, jostling for position and within-brood food allocation in the barn owl, *Tyto alba*, *Evolutionary Ecology Research*, 6, 1083–1098.

ROULIN, Alexandre (2007): Melanin pigmentation negatively correlates with plumage preening effort in barn owls. Functional Ecology, 21: 264-271

ROULIN, Alexandre; BERSIER, Louis-Félix (2007): Nestling barn owls beg more intensely in the presence of their mother than in the presence of their father. Animal behaviour, 74: 1099-1106

ROULIN, Alexandre; DUCREST, Anne-Lyse (2011): Association between melanism, physiology and behaviour: A role for the melanocortin system. European journal of pharmacology, 660: 226-233

ROULIN, Alexandre; DA SILVA, Arnaud; RUPPLI, Charlène (2012): Dominant nestlings displaying female-like melanin coloration behave altruistically in the barn owl. Animal behaviour, 84: 1229-1236

SVENSSON, Lars (2009) : Le guide ornitho, *Delachaux et Niestlé*, 230-231.

VAN DEN BRINK, Valentijn; DREISS, Amelie; ROULIN, Alexandre (2012): Melanin-based coloration predicts natal dispersal in the barn owl, Tyto alba. Animal Behaviour, 84: 805-812

WOCJIECHOWSKI, Michal; JEFIMOV, Malgorzata; Berry Pinshow (2012): Heterothermy, and the Energetic Consequences of Huddling in Small Migrating Passerine Birds. Integrative and Comparative Biology, 51(3) : 409–418

WREN, Brandi; REMIS, Melissa; GUILLESPIE, Thomas (2012): It is better to receive than to give: costs and benefits of social grooming in vervet monkeys (Chlorocebus aethiops). American journal of physical anthropology, 147: 306

AGRO CAMPUS OUEST	Diplôme : Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage Spécialité : Ecologie Fonctionnelle Comportementale et Evolutive Enseignant référent : Dr Manuel Plantegenest

Auteur(s) : Nicolas Villain Date de naissance : 10/06/1989	Organisme d'accueil : Université de Lausanne Adresse : Quartier Unil Sorge 1015 Lausanne Maître de stage : Isabelle Henry
Nb pages : 32	
Année de soutenance : 2013	

Titre français : Interactions sociales et thermorégulation chez les poussins de Chouette effraie

Titre anglais : Social interactions and thermoregulation in Barn owl nestlings

Résumé : Dans les fratries de Chouettes effraies, de nombreux types de comportements sociaux peuvent être observés, depuis des interactions physiques simples comme les combats ou les attroupements jusqu'à des phénomènes de coopération nécessitant des capacités cognitives plus complexes comme la négociation pour le partage de la nourriture ou l'épouillage entre frères et sœurs. Dans cette étude nous avons cherché à savoir si les poussins ajustaient leur comportement en fonction de leur âge, leur sexe, leur plumage ou encore leur ordre hiérarchique. Notre étude a montré que l'âge ainsi que l'activité du partenaire influait sur l'activité de l'individu. De même les mères plus âgées produisaient des poussins moins actifs. Nous avons également montré que les attroupements pouvaient répondre à un besoin de thermorégulation qui différait suivant l'âge et les traits de plumages de l'individu considéré. Une importante coloration eumélanique du père biologique ainsi qu'une faible coloration phéomélanique du père adoptif diminuait le temps passé ensemble par les poussins.

Abstract : A great variety of social behaviour can be seen among Barn owl nestlings. These behaviours vary from simple physical interactions such as fights or social grouping, to social interaction needing higher cognitive abilities such as negotiation for food items or preening. For this study, we investigated whether the chicks adjusted their behaviour depending on individual factors, such as age, coloration, or rank among the other nestlings.

This study shows that older individuals and those paired with active nestlings were more active. As well younger mother produce more active nestlings. This suggests that grouping behaviour could be a response to thermoregulation needs which differ according to the age and eumelanic coloration of the chick. A darker eumelanic coloration displayed by the biological father as well as a lighter pheomelanic coloration of the foster father diminishes the time nestlings spend together.

Mots-clés : interactions sociales, fratries, coloration mélanique, thermorégulation.

Key Words: social interactions, brood, melanin-based coloration, thermoregulation