HAL
open science

Premiers phénotypes individuels de l'ingestion et du comportement alimentaire collectés au DAC chez l'oie

Charlotte Andrieux

To cite this version:

Charlotte Andrieux. Premiers phénotypes individuels de l'ingestion et du comportement alimentaire collectés au DAC chez l'oie. Alimentation et Nutrition. 2018. hal-03157303

HAL Id: hal-03157303

https://hal.inrae.fr/hal-03157303v1

Submitted on 3 Mar 2021

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.

Premiers phénotypes individuels de l'ingestion et du comportement alimentaire collectés au DAC chez l'oie

STAGE DE PRE-SPECIALISATION : FILIERE ANIMALE DURABLE

Stage du 14/05/2018 au 10/08/2018
Bordeaux Sciences Agro | 1 COURS DU GENERAL DE GAULLE, CS 40201
33175 GRADIGNAN CEDEX

Charlotte Andrieux
Maître de stage : Emilie Cobo
Tuteur de stage : Guillaume Durand
INRA | Centre Occitanie Toulouse, UMR GenPhySE, 24 chemin de Borde Rouge, CS 52627 31326
CASTANET TOLOSAN Cedex

RESUME
Pour répondre aux questions de recherche liées à la stéatose spontanée chez l'oie, la mesure individuelle de l'ingestion et du comportement alimentaire d'animaux élevés en lot est indispensable. Ainsi, un distributeur automatique de concentré (DAC) dédié aux canards est en cours d'adaptation aux oies en testant deux distributeurs, l'un équipé de portes à l'entrée du couloir et l'autre non. Deux lots de 34 oies ont été élevés sur chacun de ces deux DAC selon un même protocole d'élevage favorisant l'hyperphagie et l'engraissement hépatique. Les premières analyses montrent que les portes permettent un meilleur isolement de l'animal devant la mangeoire et limitent l'enregistrement de consommations non attribuables à un seul individu. De plus, avec une densité de 34 oies par distributeur, le DAC avec portes n'est pas saturé, le temps maximal d'occupation du distributeur étant de 10,25 h. Equipé de portes, le distributeur permet également le suivi individuel de la croissance et de l'ingestion et la description du comportement alimentaire sur les périodes de rationnement et de relâchement. Avec un GMQ relativement faible en période de rationnement, les oies visitent près de 3,5 fois moins le DAC, ces visites durent 99 s de plus et les consommations sont 1,7 fois supérieures qu'en période de relâchement. Les corrélations entre le poids de foie et ces phénotypes innovants ont été calculées pour chacune des deux périodes. Les consommations totale et journalière d'aliment ainsi que les durées totale et journalière des visites semblent être des variables explicatives du poids de foie que ce soit à l'échelle de la semaine ou de la période. Malgré un faible effectif d'animaux mis en place dans le cadre de cet essai, ces premières conclusions ont permis d'identifier des pistes d'améliorations du distributeur mais aussi d'apporter des premiers éléments de discussion pour les futurs essais portant sur la stéatose spontanée.
Mots clefs : distributeur automatique de concentré, oie, ingestion, comportement alimentaire, stéatose spontanée

ABSTRACT
The first individual phenotypes of ingestion and feeding behavior collected by single place electronic feeder to answer scientific awaiting about spontaneous liver steatosis in geese.
To answer research questions related to spontaneous liver steatosis in geese, individual measurement of ingestion and feeding behavior of batch-fed animals is essential. In this way, single place electronic feeder dedicated to ducks is being adapted to geese by testing two feeders, one fitted with doors at the entrance of the corridor and the other not. Two groups of 34 geese were reared on each of these two feeders according to the same breeding protocol promoting hyperphagia and spontaneous liver steatosis. The first analyses show that the doors allow better isolation of the animal within the feeder and increase the number of recordings attributable to a single animal. Moreover, with a density of 34 geese per feeder, the single place electronic feeder with doors is not saturated, the occupancy limits of this feeder being 10.25 h. Fitted with doors, the feeder allows the daily individual recording of growth, ingestion and description of feeding behavior during feed restriction and ad libitum feeding periods. With a relatively low average daily gain during the feed restriction period, geese visit nearly 3.5 times less the feeder, these visits last 99 s longer and consumptions are 1.7 times higher than during the ad libitum feeding. Correlations between liver weight and these innovative phenotypes were calculated for each of the two periods. Total and daily food consumptions as well as total and daily duration of visits appear to be predicting variables of liver weight at any time scale studied (week or period). Despite the low number of animals raised in this trial, these first conclusions enable to identify ways to improve this feeder and give firsts elements of discussion for future spontaneous steatosis trials.
Keywords: single place electronic feeder, geese, ingestion, feeding behavior, spontaneous liver steatosis

Sommaire

Introduction 6
I-Environnement de travail 8
1.1 L'unité mixte de recherche GenPhySE 8
1.2 L'unité expérimentale des palmipèdes à foie gras (UEPFG) 8
II- Protocole expérimental 9
2.1 Objectifs de l'expérimentation 9
2.2 Matériels et méthodes 9
2.2.1 Les animaux et leur conduite 9
2.2.2 Les distributeurs automatiques de concentré 11
2.2.3 Traitement des données 12
III- Analyses des données recueillies par les DAC : résultats et discussion 14
3.1 Missions accomplies 14
3.2 Résultats et discussion 14
3.2.1 Comparaison des deux distributeurs 14
3.2.2 Résultats de l'ingestion et du comportement alimentaire 18
Conclusion 27

Liste des abréviations

CATI : Centre Automatisé de Traitement de l'Information
DaaMiC : Distribution automatique d'aliments et Mesures individuelles de Consommation
DAC : Distributeur Automatique de Concentré
GA : Génétique Animale
GenPhySE : Génétique, Physiologie et Systèmes d'Elevage
GMQ : Gain Moyen Quotidien
IC : Indice de Consommation
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
LGC : Laboratoire de Génétique Cellulaire
MODGEN : Modélisation génétique et amélioration génétique des monogastriques
PHASE : PHysiologie Animale et Systèmes d'Elevage
SAGA : Station d'Amélioration Génétique des Animaux
SAS : Statistical Analysis System
SICPA : Systèmes d'Information et Calcul pour le Phénotypage Animal
SYSED : Système d'Elevage Durables
TANDEM : Tissus Animaux, Nutrition, Digestion, Ecosystème et Métabolisme
UMR : Unité Mixte de Recherche
UR : Unité de Recherche
UEPFG : Unité Expérimentale des Palmipèdes à Foie Gras
VI : Vitesse d'Ingestion

Table des illustrations

Figure 1 : Photographie du DAC sans porte (A) et des portes en plexiglass disposées à l'entrée du DAC avec portes (B). 10
Figure 2 : Photographies annotées du DAC oie sans porte. A) Vue de profil. B) Vue de face. C) Zoom sur la partie électronique. 12
Figure 3 : Evolution de la proportion des différents types de visite (A) et de la consommation par type de visite (B) par semaine sur les périodes P1 et P2 au DAC avec portes. 17
Figure 4 : Evolution du temps d'occupation cumulé par jour et pour tous les individus élevés au DAC avec portes, sur les périodes P1 et P2. 17
Figure 5 : Temps d'occupation journalier du DAC et des consommations journalières d'aliment cumulés au cours de la journée en P1 (A) et en P2 (B). 18
Figure 6 : Profils de croissance journalière du lot et de deux individus aux croissances extrêmes au cours des périodes P1, en trait plein, et P2, en pointillé, (semaines 15 à 22). 19
Figure 7 : Profils des consommations journalières moyennées par classe de foie (A) et distribution des poids de foie (B) des oies élevées au DAC avec portes. 20
Figure 8 : Suivis des moyennes de consommation totale en fonction du poids de foie sur les périodes P1 et P2. 24
Figure 9 : Evolution de la consommation journalière entre P1 et P2 pour toutes les oies élevées au DAC avec portes en fonction des classes de poids de foie. 26

Tableau 1 : Les variables descriptives de la croissance, l'ingestion et du comportement alimentaire étudiées à différentes échelles de temps. 13
Tableau 2 : Statistiques descriptives des données d'abattage par type de DAC et comparaison des moyennes non-paramétriques par le test de Wilcoxon. 15
Tableau 3 : Proportion des différents types de visite par type de DAC, sur les périodes P1 et P2. 15
Tableau 4 : Proportion de la quantité d'aliment consommé en fonction du type de visite et de DAC sur les périodes P1 et P2 16
Tableau 5 : Evolution de la croissance, du comportement et de la consommation alimentaires individuels au DAC avec portes sur les deux périodes (n = 33 oies en P1 des semaines 15 à 19 semaines et n = 32 oies en P2 des semaines 20 à 22). 21
Tableau 6 : Table des corrélations des différentes variables avec le poids de foie à l'échelle de la semaine. 23
Tableau 7 : Caractéristiques de la croissance, du comportement et de la consommation alimentaires individuels des oies élevées au DAC avec portes en périodes de rationnement (semaines 15 à 19, n = 33 oies) et de relâchement (semaines 20 à 22, n = 32 oies). 24
Tableau 8 : Table des corrélations entre les différentes variables et le poids de foie à l'échelle de la période. 25

Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui ont permis le bon déroulement de mon stage, et plus particulièrement :

- Emilie Cobo, mon encadrante, pour m'avoir accueillie comme stagiaire et aidée dans toutes mes démarches. Merci pour sa disponibilité, son suivi, toutes ses relectures et répétitions de présentation. Sans elle le rapport ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui. Merci également pour le temps qu'elle m'a consacré dont le temps passé à réfléchir sur mes projets futurs.

- Xavier Fernandez, pour ses remarques pertinentes sur les résultats et les réflexions que nous avons eues.

- L'ensemble des personnes de l'UEPFG, pour leur sympathie et leur accueil. Merci de m'avoir fait participer à des travaux d'expérimentation et de m'avoir fait visiter le site.

- Van Hung Tran, mon collègue de bureau, pour sa joie de vivre et sa convivialité.

Enfin je tiens à remercier tous les membres de l'unité GenPhySE, les stagiaires, thésards et post-docs pour leur accueil et les bons moments passés ensemble. Je souhaite particulièrement remercier Eva, Marie-Alix, Maxime et Ludivine pour le tacos qu'on se fera un jour tous ensemble.

Introduction

L'ingestion, ou prise alimentaire, est un caractère physiologique mesuré dorénavant dans la plupart des filières animales. Son étude permet d'améliorer la compétitivité des élevages mais aussi de répondre à la problématique de la sécurité alimentaire, en sélectionnant des animaux dits efficients c'est-à-dire des animaux qui optimisent l'utilisation de l'aliment ingéré pour produire plus tout en maintenant l'ensemble de ses fonctions physiologiques (Phocas et al., 2014). A partir de ce caractère sont estimées des variables d'intérêt comme la vitesse d'ingestion (VI), l'indice de consommation (IC) et l'efficacité alimentaire. Cependant, l'ingestion individuelle est un caractère difficile à mesurer puisqu'elle peut être obtenue soit par extrapolation à partir de la consommation d'un lot d'individus soit en isolant les animaux dans des cages individuelles. Cependant, cette isolement conduit à un changement du comportement alimentaire de l'animal (Fernandez et al., 2016). Pour lever cette problématique, des dispositifs de mesure de la consommation individuelle pour des animaux élevés en lot ont été développés progressivement dans toutes les filières animales notamment en porc (Pomar et al., 2014) et en volaille (Chapuis et al., 2017).

Pour répondre à ce besoin de phénotypage fin dans la recherche en palmipèdes à foie gras, l'INRA a mis au point un DAC (Distributeur Automatique de Concentré) dédié aux canards. Cet outil de mesure est issu de la collaboration entre trois équipes : l'UEPFG (Unité Expérimentale des Palmipèdes à Foie Gras) compte tenu de ses compétences en élevage, le CATI SICPA (Centre Automatisé de Traitement de l'Information Systèmes d'Information et Calcul pour le Phénotypage Animal) de par ses compétences en automatisme et informatique et l'UMR (Unité Mixte de Recherche) GenPhySE (Génétique, Physiologie et Systèmes d'Elevage) du centre INRA Occitanie Toulouse au travers de l'analyse des données. L'outil permet de mesurer l'ingestion et le comportement alimentaire individuel de canards élevés en lot au sol, dans des conditions proches des conditions conventionnelles d'élevage. Il permet d'isoler un individu devant la mangeoire qui est pesée en continue et ainsi d'estimer précisément et individuellement la prise alimentaire en perturbant le moins possible le comportement de l'animal.

Ce distributeur, disponible sur l'UEPFG, a été développé pour les trois types génétiques de canards d'élevage (Cobo et al., 2017a). Aujourd'hui, il est en cours d'adaptation à l'oie et les premiers phénotypes ont été obtenus en 2017 et 2018. L'essai expérimental, sur lequel porte mon stage, vise à définir le type de DAC le mieux adapté au comportement de l'oie, le nombre d'individus pouvant être élevé par DAC mais aussi à collecter les premiers phénotypes de l'ingestion et du comportement alimentaire pendant l'ensemble de la période d'élevage. La mise au point d'un tel outil permettra de répondre à des questions scientifiques émergentes notamment dans le cadre des recherches sur la stéatose hépatique spontanée dont la finalité est d'obtenir un engraissement du foie sans gavage chez les palmipèdes.

Un protocole d'élevage favorisant l'hyperphagie, capacité naturelle à ingérer une forte quantité d'aliment chez les oiseaux migrateurs ayant été établi (Guy et al., 2013, Bonnefont et al., 2015), l'enjeu est désormais de pouvoir estimer l'ingestion individuelle d'oies élevées dans des conditions proches des conditions conventionnelles d'élevage, l'effet d'entraînement à la mangeoire étant un facteur important dans ce type de protocole. De plus, en 2016, Fernandez et al., ont montré que l'hyperphagie est corrélée à la production de foie gras chez l'oie. Ces récents résultats soulignent l'importance de pouvoir mesurer individuellement l'ingestion des palmipèdes à foie gras.

Le présent rapport rend compte de la réalisation de ce stage qui s'inscrit dans un projet pluriannuel financé dans le cadre d'une convention de recherche. Une première partie est dédiée à la présentation de l'environnement de travail. La seconde partie expose le protocole expérimental mis en place et enfin, les résultats obtenus sont présentés et discutés dans la dernière partie.

I-Environnement de travail

L'INRA, Institut National de la Recherche Agronomique, est le premier institut de recherche en Europe. Cet organisme public, réparti sur l'ensemble du territoire français, permet de répondre aux enjeux sociétaux majeurs dans le domaine de l'agronomie. Au total, l'INRA compte 7 903 agents titulaires dont 1 849 chercheurs statutaires et 556 doctorants.

1.1 L'unité mixte de recherche GenPhySE

Au centre de recherche Occitanie-Toulouse, j'ai été accueillie au sein de l'UMR GenPhySE dont les objectifs s'inscrivent dans l'axe scientifique du centre « Génétique et biologie animale intégrative-santé animale et systèmes d'élevages durables ». Le but de cet axe scientifique est de proposer de nouveaux modes de conduite d'élevage, grâce aux outils de la génétique et à des pratiques agricoles adaptées, pour répondre aux enjeux des systèmes d'élevage incluant la santé animale.

L'UMR GenPhySE, créée depuis le 1er janvier 2014 suite à la fusion de trois UR (Unité de Recherche) à savoir la SAGA (Station d'Amélioration Génétique des Animaux), TANDEM (Tissus Animaux, Nutrition, Digestion, Ecosystème et Métabolisme) et le LGC (Laboratoire de Génétique Cellulaire), est rattachée au département scientifique GA (Génétique Animale) en partenariat avec le département PHASE (PHysiologie Animale et Systèmes d'Elevage). Cette UMR est composée de 10 équipes de recherche dont les travaux portent sur les espèces d'élevage telles que les petits ruminants, les porcs, les lapins et les palmipèdes à foie gras. L'unité regroupe 136 agents permanents dont 110 agents de l'INRA et des agents d'Ecoles ou d'Instituts techniques.

Parmi les 10 équipes de recherche, j'ai évolué au sein de l'équipe MODGEN (Modélisation génétique et amélioration génétique des monogastriques). Animée par Hélène Gilbert (Directrice de Recherche), cette équipe est composée de 12 chercheurs, ingénieurs et techniciens permanents et de 6 thésards et post-docs. L'équipe MODGEN a pour objectif de développer et d'appliquer des méthodes statistiques en génétique quantitative et génomique, afin de répondre à d'importantes questions scientifiques, chez les monogastriques et ainsi améliorer les schémas de production. Plus particulièrement, l'objectif se centralise sur le développement de méthodes et de modèles étudiant les interactions entre individus (effets sociaux et maternels), les interactions génotype-milieu (robustesse et adaptation), le génotypage et le phénotypage à haut débit et les évaluations génétiques et génomiques dans les schémas de croisement.

La thématique de la stéatose spontanée est portée par l'équipe SYSED (Système d'Elevage Durables) de l'UMR GenPhySE. Cette équipe contribue à l'émergence de pratiques et systèmes d'élevage intégrant performances économique, sociale et environnementale, et ce, pour trois filières de production : les lapins, les palmipèdes à foie gras et plus récemment, les petits ruminants.

1.2 L'unité expérimentale des palmipèdes à foie gras (UEPFG)

Les essais expérimentaux mettant en jeu des palmipèdes ont lieu sur l'UEPFG. Le protocole présenté dans ce rapport a donc été mené sur cette unité de septembre 2017 à avril 2018. Implantée à Benquet dans les Landes, l'UEPFG est rattachée aux départements pilote PHASE et co-pilote GA. Toutes les étapes de la filière peuvent y être reproduites à savoir la reproduction, l'élevage, le gavage, l'abattage et la transformation des produits.

Au cours de mes visites de l'UEPFG, j'ai aidé sur un chantier d'abattage dont l'objectif était de comparer différents outils automatisés de mesure de la température corporelle chez l'oie et sur une chantier d'éclosion de canetons Pékin pour le renouvellement de la lignée. J'ai également pu découvrir les bâtiments abritant les reproducteurs, le couvoir, les bâtiments d'élevage, les différents parcours, les salles de gavage, l'abattoir et enfin le petit laboratoire permettant le traitement de prélèvements *post mortem*. L'ensemble des processus d'élevage tels que les inséminations artificielles, le fonctionnement du couvoir et les particularités de la conduite en phase de gavage m'ont été présentés.

II- Protocole expérimental

2.1 Objectifs de l'expérimentation

Le premier objectif de l'expérimentation est de comparer deux types de DAC pour mesurer l'ingestion et le comportement alimentaire d'oies élevées en lot au sol. Il s'agit d'analyser l'utilisation du DAC par les animaux selon trois types de visite : les visites simples (un seul individu est présent dans le DAC), les visites non identifiées (problème d'identification au cours d'une visite à cause d'un dysfonctionnement soit de l'antenne de lecture soit de la puce) et les visites multiples (plus d'un individu est présent dans le DAC). Seules les visites simples permettent d'attribuer la consommation individuelle. La quantification de ces visites est donc un bon indicateur de la possibilité d'évaluer l'ingestion individuelle. D'autre part, en plus de s'intéresser à la façon dont les animaux utilisent le DAC, une attention est apportée à la durée d'occupation du dispositif par les oies de façon à estimer la densité optimale d'individus par DAC.

Le second objectif est d'évaluer l'ingestion et le comportement alimentaire des oies en période de rationnement collectif (semaines 15 à 19) et de relâchement (semaines 20 à 22) et de corréler ces caractères avec les poids de foie.

2.2 Matériels et méthodes

2.2.1 Les animaux et leur conduite

2.2.1.a) Le type génétique

L'essai expérimental a porté sur 68 oies mâles de type génétique Maxipalm, issus du couvoir du Périgord. Elles sont arrivées sur l'UEPFG à un jour d'âge, le 12 septembre 2017, et ont été élevées pendant 31 semaines.

2.2.1.b) Elevage des animaux

1° Répartition des animaux

Deux lots de 34 oisons mâles ont été conduits simultanément, dans deux cellules d'un bâtiment. L'un des lots s'alimentait sur un DAC sans porte (Figure 1A) et l'autre sur un DAC équipé de portes à l'entrée (Figure 1B). Ils ont été habitués au DAC dès leur arrivée à un jour d'âge jusqu'au début des enregistrements à 15 jours d'âge, ces derniers s'étant poursuivis sur une période de 29 semaines. La densité par DAC est de 34 animaux avec une densité au m² de 0,9 m² par oie.

Figure 1 : Photographie du DAC sans porte (A) et des portes en plexiglass disposées à l'entrée du DAC avec portes (B).

2° Identification des animaux

Les animaux sont identifiés le premier jour de leur vie, par la pose d'une bague alaire puis à neuf jour d'âge via une puce électronique déposée en sous-cutanée au niveau du sillon frontal.

3°Mode de conduite des animaux

Les deux lots d'animaux ont été conduits dans les mêmes conditions pour pouvoir comparer leur performance zootechnique.

a) Alimentation

Durant les cinq premiers jours de leur vie, les oisons sont nourris *ad libitum* avec un aliment starter standard (starter 07, miettes) puis avec un aliment de démarrage (PAG 1301, granulés de 2,5 mm) du sixième au 42ème jour de vie. Une phase de transition est réalisée sur deux jours en incorporant progressivement le granulé aux miettes. De plus, durant cette période de démarrage, la mangeoire a été progressivement déplacée depuis la zone d'élevage jusqu'à se trouver dans le DAC au septième jour de vie pour habituer les animaux au dispositif.
En phase de croissance, de 43 à 132 jours, un aliment de croissance standard est distribué (PAG 1320, granulé de 4 mm) *ad libitum* jusqu'au 55ème jour puis de façon restreinte en collectif comme suit :

- 350 g/oie/jour de 56 à 62 jours (semaine 9),
- 300 g/oie/jour de 63 à 76 jours (semaines 10 et 11),
- 280 g/oie/jour de 77 à 97 jours (semaines 12 à 14),
- 250 g/oie/jour de 98 à 132 jours (semaines 15 à 19).

Comme précédemment, ce changement d'aliment est accompagné d'une phase de transition alimentaire réalisée sur deux jours en mélangeant les deux types de granulés. Du gritt a aussi été mis à disposition dès l'âge de 15 jours.
Pendant la phase de relâchement qui suit, de 133 à 217 jours (semaines 20 à 31), les oies sont nourries à volonté avec du maïs grain jaune par incorporation progressive du maïs entier (25 % de maïs intégré à la ration le 1er jour de transition, 50 % le 2ème jour et enfin 75 % le 3ème jour).

b) Programme lumineux

Du premier au cinquième jour de vie, l'éclairage est continu dans le but de stimuler la consommation alimentaire des oisons. De cinq à 10 jours d'âge, la stimulation lumineuse a été abaissée à 20 h/jour. Au 10ème jour, l'éclairage était de 18 h/jour puis a diminué progressivement jusqu'à atteindre 10 h/jour au 42ème jour de vie. Une dernière diminution a eu lieu du 119ème au 133ème jour afin de passer de 10 à 7 h/jour d'éclairage.

c) Chauffage

Les cinq premiers jours de vie des oisons, la température ambiante du bâtiment a été maintenue à 28°C. Ensuite, la température a baissé de deux degrés tous les trois jours jusqu'à atteindre 18°C le 20ème jour. Le 70ème jour, le chauffage a été coupé jusqu'à la fin de l'expérimentation.

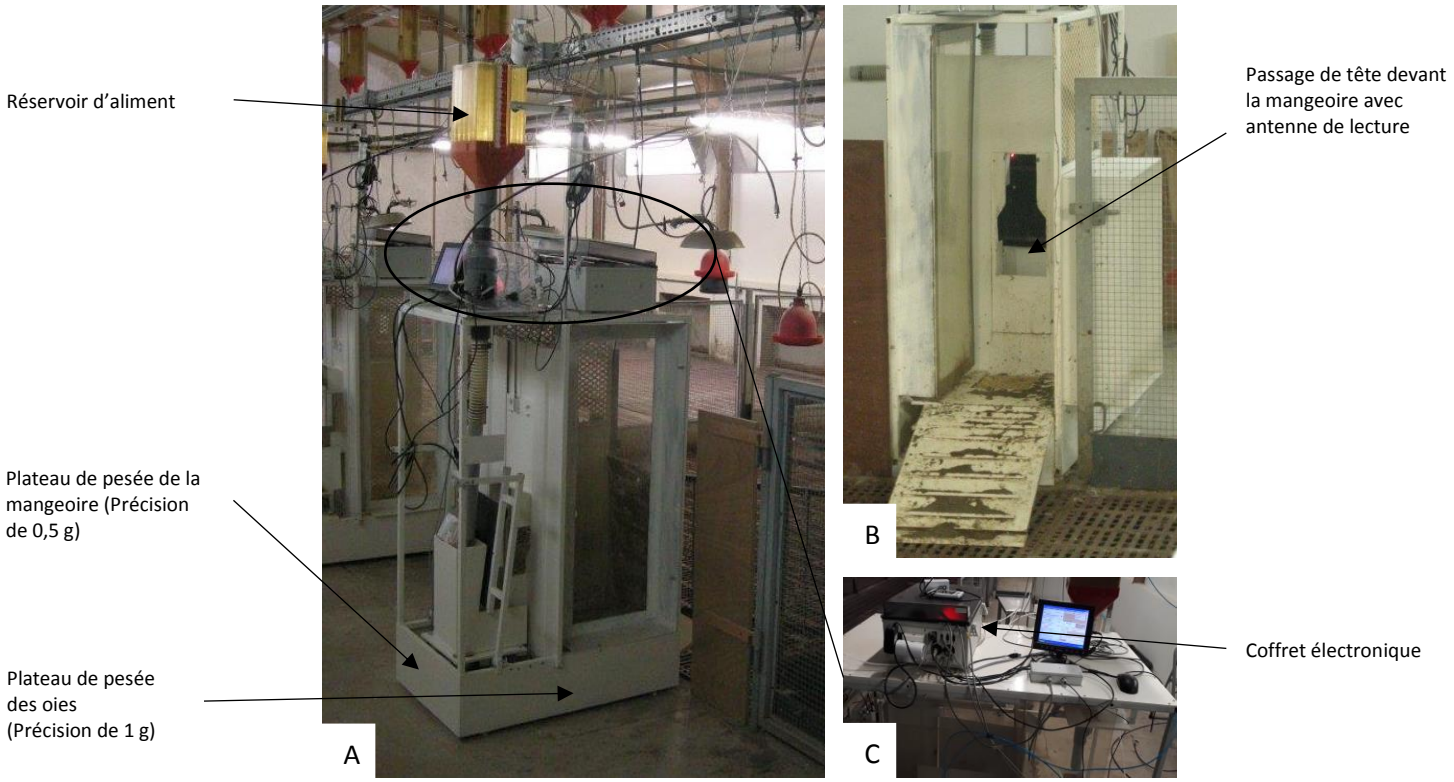
d) Prophylaxie

Les oisons ont été vaccinés contre la maladie de Derzsy, en deux temps : primo vaccination à un jour d'âge et rappel à 21 jours d'âge.

2.2.2 Les distributeurs automatiques de concentré

Chaque lot d'oies dispose d'un DAC avec comme seule différence la présence ou non de portes (Figure 1). Un réservoir d'aliment permet le remplissage automatique de la mangeoire quand son poids est inférieur à 800 g. Au cours d'une visite, le logiciel DaaMiC (Distribution automatique d'aliments et Mesures individuelles de Consommation) enregistre, toutes les demi secondes, la variation des différents capteurs du DAC à savoir la date, l'heure, le numéro de la puce, le poids de l'animal et le poids de la mangeoire (Figure 2).
Les données collectées peuvent être visualisées sur le logiciel DaaMiC et l'interface WebDistri qui permet le suivi et la surveillance des animaux et du matériel électronique et informatique. Le stockage de ces données est assuré par la base de données SICPA Expérimentation. Une autre base de données, appelée SICPA Volailles, est utilisée pour l'enregistrement d'autres mesures telles que les données d'abattage des animaux.

Figure 2 : Photographies annotées du DAC oie sans porte. A) Vue de profil. B) Vue de face. C) Zoom sur la partie électronique.



2.2.3 Traitement des données

2.2.3.a) Outils informatiques et statistiques

Les données brutes des DAC sont extraites grâce à un programme Python de la base de données SICPA Expérimentation sous forme d'un fichier texte .dat. Ensuite, ce fichier est transformé via un scipt SAS (Statistical Analysis System) en un fichier .sas7bdat qui est un format exploitable sous SAS. Les enregistrements étant réalisés toutes les demi secondes, un premier programme SAS a permis le « nettoyage » et l'organisation des données sous la forme d'une ligne par visite. Elle constitue la table des visites à partir de laquelle j'ai travaillée sous SAS. Le traitement des données a été réalisé grâce aux procédures SAS. Par exemple, la procédure MEANS réalise les statistiques descriptives simples d'une ou plusieurs variables d'une table donnée. La procédure UNIVARIATE est plus complète que la précédente puisqu'elle produit les indicateurs statistiques traditionnels et analyse de manière approfondie la distribution d'une série de variables numériques.
Le transfert des données depuis SAS vers Windows via l'outil FileZilla, m'a permis également, de travailler sur Rstudio pour traiter statistiquement les données d'abattage présentées dans la troisième partie du rapport ou Excel pour représenter l'ensemble des données du rapport via des graphiques et des tableaux.

2.2.3.b) Caractères enregistrés

Sur la table des visites, des indicateurs temporels ont été définis, comme la semaine ou la période. Les semaines correspondent aux semaines d'élevage, allant du mardi au lundi. Les deux périodes définies concordent avec deux phases d'alimentation : la période 1 (P1) fait

référence à la période de rationnement à 250 g d'aliment de croissance standard par oie et par jour, soit les semaines 15 à 19 et la période 2 (P2) au relâchement avec une alimentation au maïs entier jaune des semaines 20 à 22. Ces deux périodes sont les plus critiques et les trois premières semaines de relâchement ont été identifiées comme des périodes clés pour la production de foie engraissé (Fernandez et al., 2016).
Etant source d'information, les données des animaux morts au cours de l'essai ont été conservés pour les analyses statistiques. Dans chacun des deux lots d'animaux, une oie est morte en P1. En P2 aucune mortalité n'a été relevée.
Les données ont été traitées à différentes échelles de temps (visite, journée, semaine et période) avec, en première étape, un travail d'analyses descriptives. Les moyennes ainsi que les écarts types de l'ensemble des variables (Tableau 1) ont été calculés. La durée des intervalles entre visite correspond au temps écoulé entre deux visites consécutives au DAC d'un même individu. De plus, pour l'ensemble des variables de chaque période, leur distribution selon une loi Normale a été vérifiée et les données aberrantes au-delà de plus ou moins deux écart-types de la moyenne ont été éliminées des analyses.

Tableau 1 : Les variables descriptives de la croissance, l'ingestion et du comportement alimentaire étudiées à différentes échelles de temps.

	Variables	
Visite	Consommation Durée des visites Durée des intervalles entre visites	Types de visite : visite simple, non identifiée et multiple Vitesse d'ingestion (VI)
Journée	Consommation journalière Consommation par visite* Durée journalière des visites Durée des visites* Durée des intervalles entre visites*	Nombre de visite par jour Poids vif de l'animal* VI*
Semaine	Consommation totale Consommation journalière* Consommation par visite* Durée totale des visites Durée journalière des visites* Durée des visites* Durée des intervalles entre visites*	Nombre total de visites Nombre de visites par jour* Poids vif de l'animal* VI* Gain moyen quotidien (GMQ)*
Période	Consommation totale Consommation journalière* Consommation par visite* Durée totale des visites Durée journalière des visites* Durée des visites* Durée des intervalles entre visites*	Nombre total de visites Nombre de visites par jour* Poids vif de l'animal* VI* GMQ*

Les astérisques (*) signifient que la variable a été moyennée à l'échelle temporelle en question.

2.2.3.c) Modèles statistiques utilisés

Pour comparer les comportements alimentaires des oies sur les deux périodes identifiées, un modèle linéaire mixte a été testé sur le caractère (y_{ij}) avec l'effet fixe de la période (deux niveaux, $période_i$) et la répétition de l'animal (a_j) sur les deux périodes de mesure en effet aléatoire (proc mixed, SAS, 2008).

$y_{ij} = \mu + période_i + a_j + \varepsilon_{ij}$, μ étant la moyenne du caractère et ε les résidus du modèle

A l'échelle de la semaine, un modèle linéaire mixte a été appliqué, incluant l'effet fixe de la semaine (huit niveaux, $semaine_i$) et la répétition de l'animal (a_j) sur les huit semaines de mesure en effet aléatoire (proc mixed, SAS, 2008).

$y_{ij} = \mu + semaine_i + a_j + \varepsilon_{ij}$, μ étant la moyenne du caractère et ε les résidus du modèle

III- Analyses des données recueillies par les DAC : résultats et discussion

3.1 Missions accomplies

Mon stage de 2ème année a pour mission le traitement statistique de données afin de répondre aux objectifs du protocole expérimental. Pour cela, j'ai dû, dans un premier temps, m'approprier le langage SAS mais aussi le script SAS codé pour traiter ces données. Plusieurs tâches sont identifiées :

- mettre en évidence l'impact de la présence ou l'absence de portes sur le comportement des animaux,
- estimer le temps d'occupation des DAC pour identifier s'il y a saturation du dispositif avec 34 oies par DAC,
- calculer les caractères du comportement alimentaire à différentes échelles de temps (visite, journée, semaine et période) en phase de rationnement et de relâchement,
- corréler ces caractères au poids de foie.

3.2 Résultats et discussion

3.2.1 Comparaison des deux distributeurs

3.2.1.a) Etude des données d'abattage en fonction du type de DAC

En fin d'expérimentation, 32 oies élevées au DAC sans porte et 31 oies conduites au DAC avec portes ont été abattues. Les données d'abattage recueillies sont représentées dans le Tableau 2. Les distributions des variables ne suivant par la loi Normale, le test non paramétrique de Wilcoxon a permis de comparer les moyennes des données d'abattage.

Tableau 2 : Statistiques descriptives des données d'abattage par type de DAC et comparaison des moyennes non-paramétriques par le test de Wilcoxon.

Variables (en g)	Type de DAC	Moyenne	Ecart type	Min	Max	*P_value*	Différence des moyennes
Poids vif	Avec portes	6779	1088	5278	9949	0,591	ns
	Sans porte	6505	1096	4567	8530		
Poids ressué	Avec portes	5842	1080	4435	8990	0,522	ns
	Sans porte	5555	1067	3690	7800		
Poids de foie	Avec portes	200	183	68	855	0,606	ns
	Sans porte	169	119	61	605		
Poids du gras abdominal	Avec portes	444	163	222	807	0,983	ns
	Sans porte	433	178	99	740		
Poids du magret	Avec portes	277	39	184	329	0,928	ns
	Sans porte	273	58	121	363		
Poids de la peau du magret	Avec portes	162	53	87	301	0,645	ns
	Sans porte	150	49	44	234		
Poids de la cuisse	Avec portes	728	114	422	888	0,741	ns
	Sans porte	565	112	294	730		

Le traitement statistique des données d'abattage montre qu'il n'y a pas de différence significative des mesures réalisées sur les oies quel que soit le DAC sur lequel elles se sont alimentées.
Dans l'article de Guy et al. (2013), 180 oies sont élevées, dans des conditions similaires à celles de ce protocole, et sont abattues à différents âges. Les 30 individus abattus au bout de 29 semaines d'élevage, ce qui équivaut à la même durée de relâchement que dans notre protocole, ont en moyenne un poids de foie de 304 g. Cette différence de poids de foie entre ces deux études peut s'expliquer par une consommation plus importante pendant les trois premières semaines de relâchement dans l'essai de Guy et al. (2013).

3.2.1.b) Etude des types de visite en fonction du DAC

A partir de la table des visites, différents types de visites ont été identifiés : visite simple (un seul animal est présent dans le DAC), visite multiple (plus d'un animal est présent dans le DAC) et visite non identifiée (pas de lecture de puce). Les proportions de chaque type de visite, toutes périodes confondues, ont été calculées pour les deux DAC et sont représentées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Proportion des différents types de visite par type de DAC, sur les périodes P1 et P2.

	Visites multiples (%)	Visites non identifiées (%)	Visites simples (%)
DAC sans porte	28,55	15,70	55,75
DAC avec portes	3,38	11,82	84,80

Au DAC sans porte, la moitié des visites sont des visites simples. Au DAC avec portes, plus des quatre cinquièmes des visites sont des visites simples. La part des visites multiples sur le DAC sans porte est huit fois plus élevée qu'au DAC avec portes. Pour les deux types de DAC,

la proportion de visites non identifiées est supérieure à 10 % sur les deux périodes soit moins de 0,3 % par jour. Ce type de visite s'explique par des animaux entrant furtivement dans le DAC et par les limites du matériel de lecture de puce. De plus, la quantité d'aliment consommé au cours de chacun de ces types de visite est représentée dans le Tableau 4.

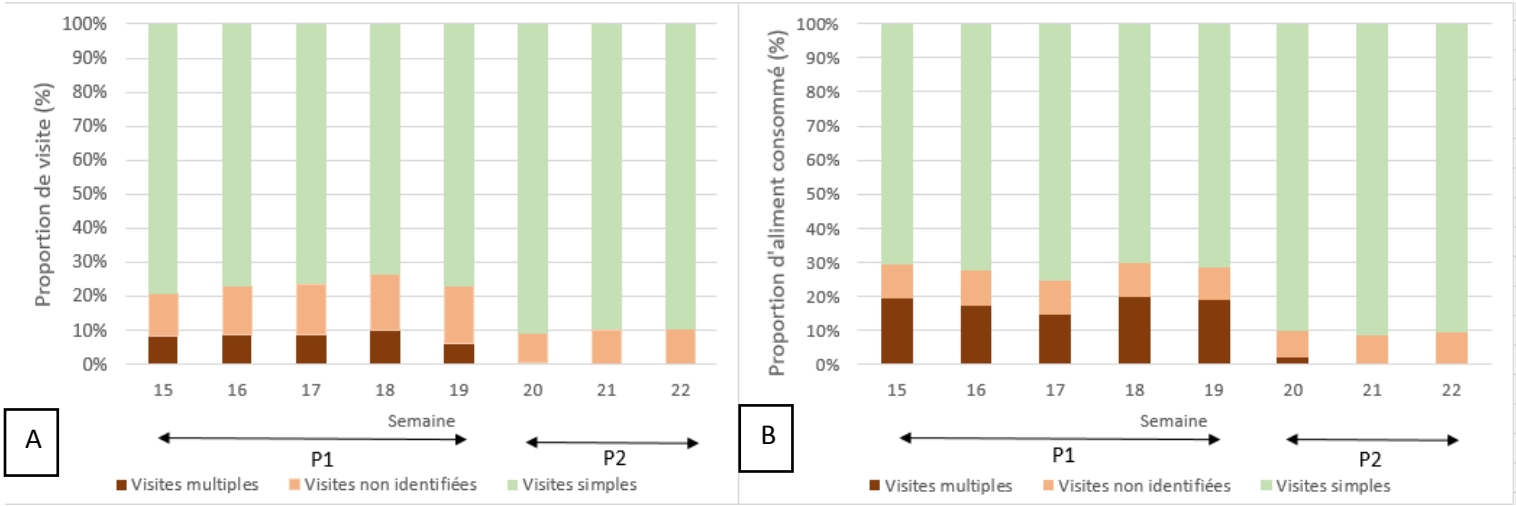
Tableau 4 : Proportion de la quantité d'aliment consommé en fonction du type de visite et de DAC sur les périodes P1 et P2.

	Visites multiples (%)	Visites non identifiées (%)	Visites simples (%)
DAC sans porte	64,41	8,96	26,63
DAC avec portes	9,47	9,43	81,10

Le DAC sans porte offre peu de données exploitables en P1 et P2 puisque seulement 26,63 % de l'aliment distribué est consommé en visite simple soit 165,42 kg. A l'inverse, la part d'aliment consommée en visite simple sur le DAC avec portes est bien supérieur (+ 54,47 points par rapport au DAC sans porte, soit 81,10 % de l'aliment consommé). Les portes permettent donc un isolement de l'animal devant la mangeoire du DAC et limite ainsi les visites multiples. Au vu de ces résultats, seules les données du DAC avec portes seront présentées. Cependant, en raison de la part d'aliment consommé lors des visites multiples (58,28 kg) et non identifiées (57,99 kg), les consommations calculées sont tout de même sous estimées au DAC avec portes (de l'ordre de 20%).

Pour chacune des huit semaines de l'essai, les visites simples représentent plus de 80 % des visites totales et plus de 78 % de la consommation au DAC avec portes (Figure 3). Les semaines 20 à 22, durant lesquelles les animaux ont été alimentés *ad libitum*, sont caractérisées par une part d'aliment consommé majoritairement en visites simples (90,52 %). Des semaines 15 à 19, les animaux visitent le DAC à plusieurs (8,52 %), tout en consommant des grandes quantités (17,99 %). Ce type de visite est probablement lié à une compétition augmentée autour du DAC pendant la phase de rationnement (Poujardieu et al., 1994). D'ailleurs, ces visites s'estompent *ad libitum* sur les semaines 20 à 22. En phase de relâchement, seulement 0,19 % des visites totales sont des visites multiples pour 0,72 % d'aliment consommé. Un phénomène similaire est observé durant la phase de croissance chez les canards mulards de 3 à 7 semaines d'âge (Cobo et al., 2017b), avec 17 % d'aliment consommé en visites multiples la semaine 3 et plus que 6 % en semaine 7.
Le nombre de visites non identifiées et la quantité d'aliment consommée en visites non identifiées restent stables tout au long des deux périodes soit 13,04 % et 9,59 % respectivement.

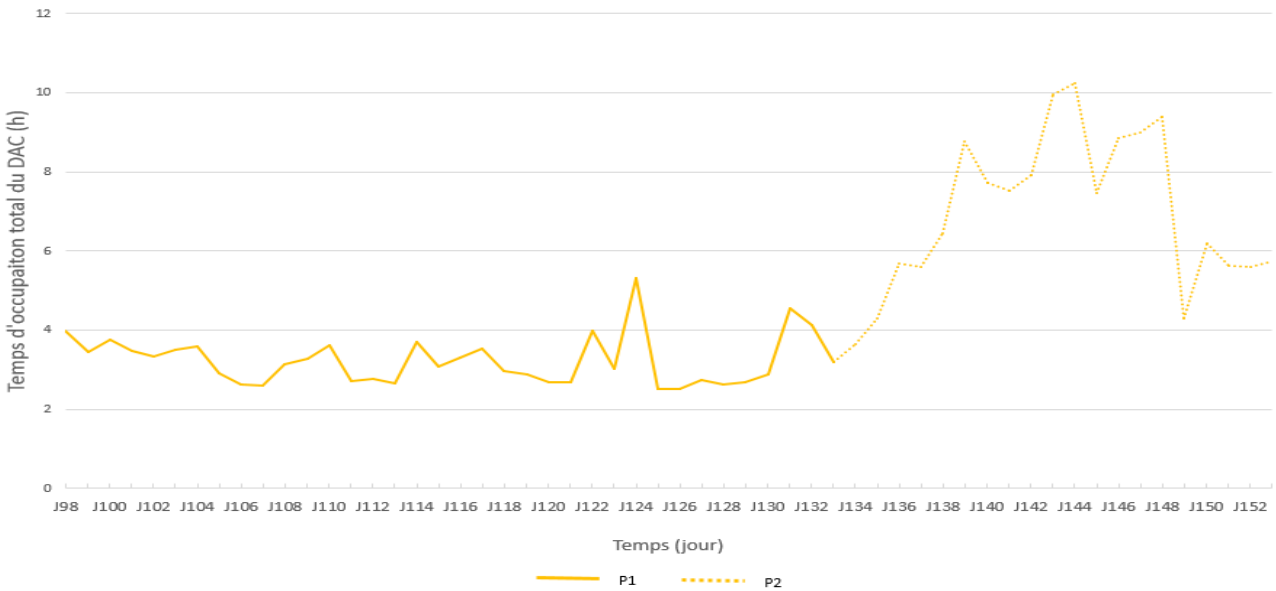
Figure 3 : Evolution de la proportion des différents types de visite (A) et de la consommation par type de visite (B) par semaine sur les périodes P1 et P2 au DAC avec portes.



3.2.1.b) Etude de la densité d'oies par DAC et de son temps d'occupation

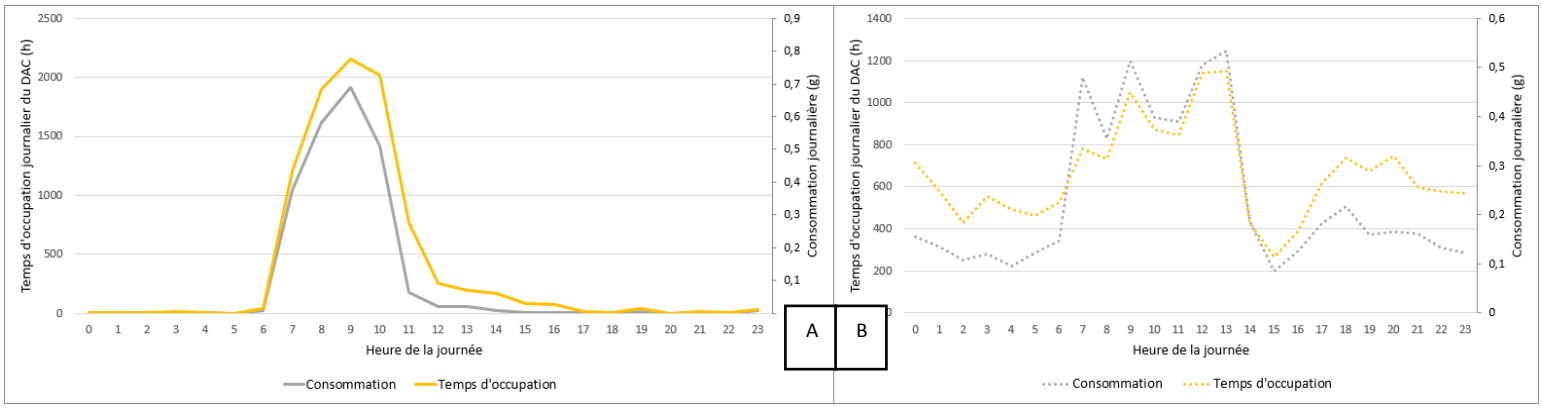
Le temps d'occupation a été étudié pour le DAC avec portes des semaines 15 à 22 correspondant au rationnement (P1) et au relâchement (P2). La densité au DAC est de 33 animaux par DAC en P1 et de 32 animaux en P2. La somme de toutes les durées des visites, pour l'ensemble des animaux a été calculée, et ce, pour tous les jours des deux périodes (Figure 4). En moyenne, par jour, le DAC a été occupé pendant 3,24 h en P1 et 6,82 h en P2. De plus, le maximum de temps d'occupation est de 4,32 h en P1 et de 10,25 h en P2. Ces résultats montrent que le DAC n'est pas saturé, même en période de relâchement où le maïs est distribué *ad libitum*. Cobo et al. (2017b) ont également montré que le DAC équipé de portes était occupé au maximum 9 h par jour, en période de croissance (semaines 3 à 7), pour une densité de 40 canards mulards par DAC.

Figure 4 : Evolution du temps d'occupation cumulé par jour et pour tous les individus élevés au DAC avec portes, sur les périodes P1 et P2.



L'occupation du DAC est représentée par les deux graphiques ci-dessous (Figure 5) pour le DAC avec portes. Les temps d'occupation et les consommations des oies sont cumulés par créneau horaire et rapportés à la journée. Pendant la période de rationnement (P1), la mangeoire du DAC est remplie tous les jours entre 6 et 7 h ce qui coïncide avec les pics d'occupation et de consommation observés en Figure 5A. La totalité de la ration est consommée en 8 h. A partir de 14 h, les animaux visitent peu le distributeur. En période de relâchement (P2) pendant laquelle l'aliment est distribué *ad libitum*, les oies visitent le DAC de nuit comme de jour, la période nocturne étant moins propice à la consommation. Comme si elles avaient conservé le rythme d'alimentation en P1, les oies consomment majoritairement entre 6 h et 14 h soit 8,2 kg en 8 h. Le reste du temps, elles consomment presque deux fois moins d'aliment mais en deux fois plus de temps, soit 4,9 kg de la consommation totale en 16 h.

Figure 5 : Temps d'occupation journalier du DAC et des consommations journalières d'aliment cumulés au cours de la journée en P1 (A) et en P2 (B).

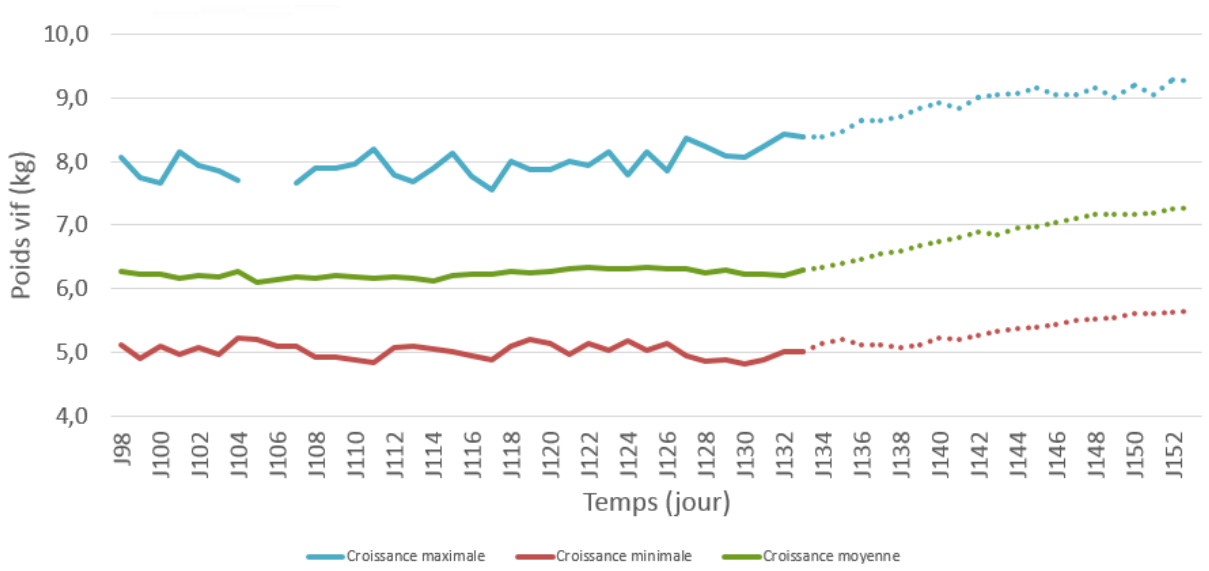


3.2.2 Résultats de l'ingestion et du comportement alimentaire

3.2.2.a) A l'échelle de la journée

A partir de la table des visites, les suivis de la croissance journalière individuels et du lot ont été calculés au cours des périodes P1 et P2 (Figure 6). En moyenne, les animaux ont un poids compris entre 6,10 et 7,26 kg sur l'ensemble des deux périodes. La tendance, pour les 32 oies élevées au DAC avec portes est une perte de poids en période de rationnement (- 0,016 kg) et un gain en période de relâchement (+ 1,111 kg). Le gain moyen quotidien (GMQ) est de 55 g/j sur l'ensemble la période de relâchement. La Figure 6 représente également des individus aux croissances extrêmes. L'oie la plus légère du lot voit son poids diminuer de 0,105 kg en P1 et augmenter de 0,655 kg en P2, pour atteindre un poids vif de 5,656 kg en fin d'essai. A contrario, l'oie la plus lourde du lot présente une croissance supérieure avec + 0,357 kg de poids vif en P1 et + 0,879 kg en P2, avec un poids final en P2 de 9,264 kg. La mesure journalière du poids de l'animal, sans sa manipulation, est une nouveauté dans la recherche sur les palmipèdes.

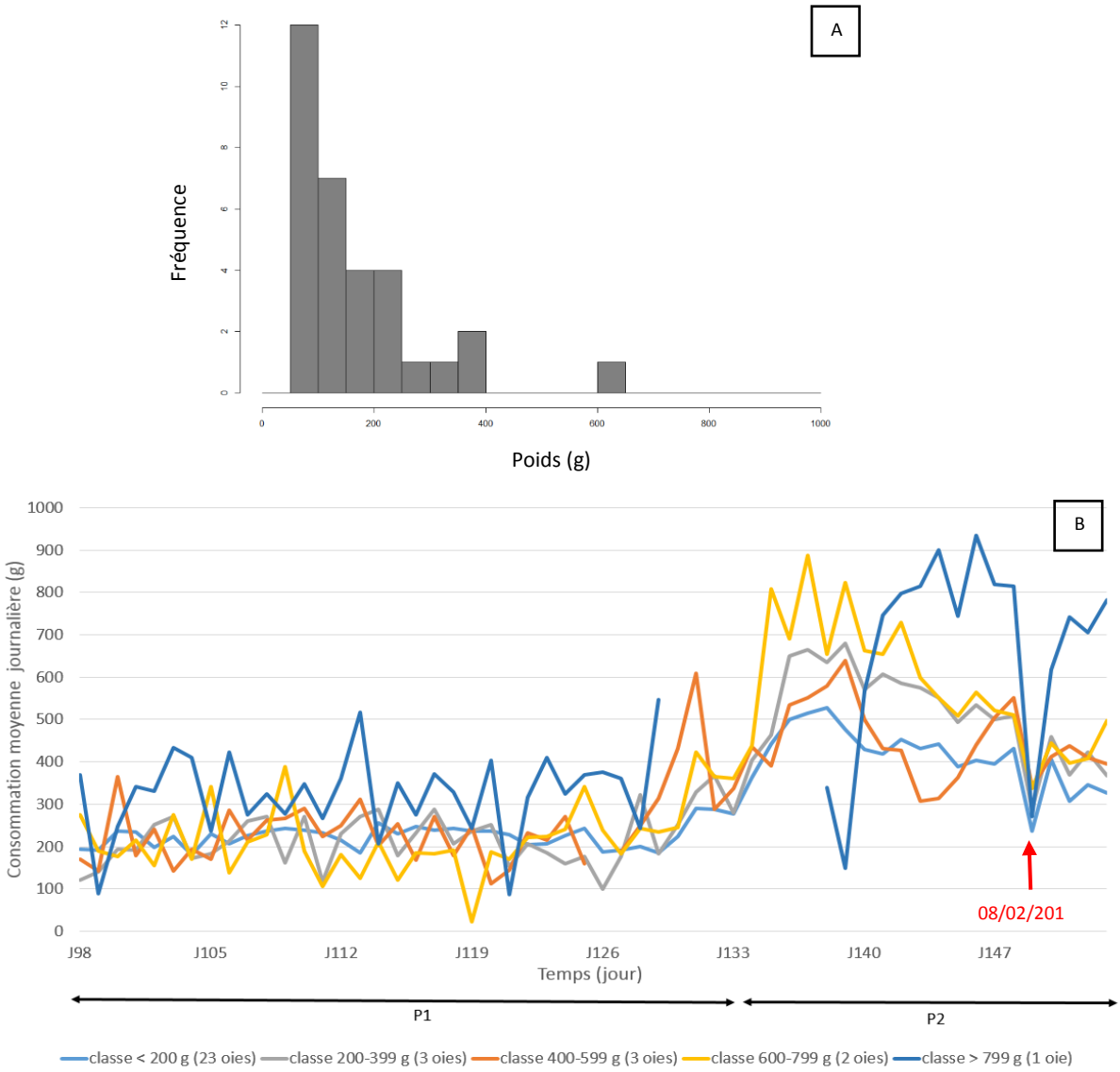
Figure 6 : Profils de croissance journalière du lot et de deux individus aux croissances extrêmes au cours des périodes P1, en trait plein, et P2, en pointillé, (semaines 15 à 22).



La distribution des poids de foie a été représentée en Figure 7A. Sur les 63 oies abattues, près de 72 % des foies pèse moins de 200 g. Les consommations individuelles journalières ont ensuite été moyennées en fonction des différentes classes de poids de foie (Figure 7B). Les nombres d'individus par classe diffèrent entre 1 et 23 oies. Autour du 8 février 2018, les consommations de toutes les classes diminuent fortement à cause d'une intervention technique dans le bâtiment.

Selon les classes de poids de foie, les évolutions de la consommation journalière sont différentes. Les profils de consommation des classes de poids de foie 600-799 g et > 799 g ont tendance à être supérieures sur les deux périodes. Les trois pics de consommation en P1 de plus de 400 g/j sont attribués à l'individu extrême ayant un foie de 855 g. En P2, la consommation est supérieure pour les classes de poids de foie 600-799 g et > 799 g avec des pics d'ingestion relevés à 888 et 934 g/j respectivement, soit presque le double de la consommation maximale de la classe de poids de foie < 200 g estimée à 528 g/j. Le profil de consommation de la classe 400-599 g est inférieur à la classe 200-399 g notamment en début de la période de relâchement. Cette diminution de consommation s'explique par un manque de données collectées sur près de deux semaines pour l'un des trois individus de cette classe mais également par une forte diminution de la consommation pour une deuxième oie. Dans cet échantillon de 32 oies et compte tenu de l'asymétrie de la distribution des poids de foie, les effectifs par classe de poids sont très faibles, en particulier pour les poids de foie supérieurs à 200 g. Ces premières données ne peuvent pas être exploitées pour une étude rigoureuse des relations entre la consommation individuelle et le poids de foie. En revanche, elles donnent des premières indications sur cette relation et démontrent l'intérêt de ce dispositif d'enregistrement de la consommation individuelle.

Figure 7 : Profils des consommations journalières moyennées par classe de foie (A) et distribution des poids de foie (B) des oies élevées au DAC avec portes.



Le repas est une variable biologique difficile à estimer en élevage. En 1990, Sibly et al. propose un modèle se basant sur la distribution logarithmique des fréquences d'intervalle entre visites. Cette distribution permet de déterminer si la prise alimentaire des individus est réalisée en une seule ou plusieurs consommations rapprochées.

Dans le cadre de notre essai, les animaux ont accès librement au DAC et peuvent ainsi faire plusieurs visites consécutives proches dans le temps. Pour définir si les oies réalisent leur repas en une ou plusieurs visites, il a fallu s'intéresser à la durée des intervalles entre visites. Dans notre essai expérimental, les intervalles entres visites ont une distribution logarithmique unimodale pour chacune des périodes, avec comme durée minimale 400 s en P1, soit presque 7 min, et 250 s en P2, soit 4 min. Ainsi, les durées des intervalles entre visites correspondent à une période d'activité non alimentaire. Globalement, les individus effectuent entre 1,085 et 1,088 visites par repas. Drouilhet et al. (2016) ont également mis en évidence cette équivalence entre une visite et un repas dans un essai mettant en jeu des canards mulards élevés avec un

DAC équipé de portes. Cet équipement à l'entrée du couloir du DAC assure tranquillité à l'animal dans le couloir et lui permet de s'alimenter sans être dérangé par ses congénères. Ainsi, dans la suite du rapport, une visite peut être considérée comme un repas.

3.2.2.b) A l'échelle de la semaine

Le Tableau 5 présente les caractéristiques de croissance, de comportement et de consommation alimentaires à l'échelle de la semaine des oies élevées au DAC avec portes.

Tableau 5 : Evolution de la croissance, du comportement et de la consommation alimentaires individuels au DAC avec portes sur les deux périodes (n = 33 oies en P1 des semaines 15 à 19 semaines et n = 32 oies en P2 des semaines 20 à 22).

	Unité	Semaine 15	Semaine 16	Semaine 17	Semaine 18	Semaine 19	Semaine 20	Semaine 21	Semaine 22
Consommation totale	g	1357^{a}	1422^{a}	1460^{a}	1390^{a}	1353^{a}	3044^{c}	3102^{c}	2635^{b}
Consommation journalière	g/j	210,9^{a}	232,9^{a}	233,1^{a}	218,1^{a}	242,2^{a}	464,8^{c}	456,5^{c}	381,0^{b}
Consommation par visite	g	100,7^{b}	122,7^{bd}	141,8^{d}	125,2^{dc}	114,3^{bc}	71,3^{a}	66,1^{a}	66,3^{a}
Nombre de visites par jour		2,3^{a}	2,1^{a}	1,8^{a}	1,8^{a}	2,5^{a}	7,6^{c}	7,8^{c}	6,5^{b}
Durée des visites	s	202^{b}	204^{b}	237^{b}	238^{b}	203^{b}	107^{a}	133^{a}	120^{a}
VI	g/min	32,1^{a}	37,4^{ab}	37,0^{ab}	34,6^{ab}	36,1^{ab}	47,7^{c}	41,7^{bc}	40,8^{bc}
Durée journalière des visites	s/j	420^{a}	381^{a}	393^{a}	404^{a}	450^{a}	782^{b}	843^{b}	773^{b}
Durée des intervalles entre visites	s	43991^{b}	54911^{bc}	61847^{c}	59392^{c}	53072^{bc}	20088^{a}	14751^{a}	15931^{a}
Poids vif	g	6202^{a}	6181^{a}	6185^{a}	6273^{a}	6271^{a}	6422^{a}	6859^{b}	7189^{b}
GMQ	g/j	25^{a}	30^{a}	26^{a}	30^{a}	41^{a}	88^{c}	67^{b}	37^{a}

Moindres carrés moyens obtenus à partir d'un modèle linéaire mixte incluant les effets fixes de la semaine et la répétition de l'animal sur les huit semaines de test en effet aléatoire. Les lettres différant intra ligne correspondent à des différences significatives à 5 % entre moindres carrés moyens pour la variable testée.

Les consommations totale, journalière et par visite en P1 (semaines 15 à 19) sont en concordance avec la dose de rationnement de 250 g/oie/jour en tenant compte de la part d'aliment consommé en visites non identifiées et multiples. Les consommations totale et journalière ne sont pas significativement différentes sur les cinq semaines de la P1 ($P > 0,5233$ et $P > 0,1331$ respectivement). Pour chacune d'entre elles, les consommations en période de rationnement sont significativement inférieures aux consommations en période de relâchement. En semaine 21, les animaux ont consommé trois fois plus d'aliment que sur les semaines de rationnement. En P2, le pic de consommation totale est atteint en semaine 21 alors que la consommation journalière est la plus importante en semaine 20 et diminue tout au long des 3 semaines de relâchement (- 83,8 g). Néanmoins, la consommation journalière est deux fois supérieure en P2 qu'en P1 et est caractérisée par des valeurs individuelles variant entre 308,0 g et 671,3 g de maïs consommé. Cette augmentation semble s'essouffler en semaine 22, semaine significativement différente des semaines 20 et 21 ($P < 0,0004$). En période de rationnement, les consommations par visite, quant à elles, augmentent jusqu'en semaine 17 de + 41,1 g avant de diminuer de – 27,5 g en semaine 19. Elles sont significativement différentes des consommations par visite pendant la période de relâchement ($P < 0,0107$). *Ad libitum*, les consommations par visite sont relativement stables ($P > 0,6553$).

En période de rationnement, les animaux visitent près de 3,5 fois moins le DAC avec des visites plus longues de 97 s et des consommations pratiquement deux fois plus élevées qu'en période de relâchement. La distribution de l'aliment *ad libitum* est caractérisée par des oies fréquentant moins longtemps le DAC et consommant de plus petites quantités d'aliment au cours d'une visite. La vitesse d'ingestion est sensiblement inférieure en P1 qu'en P2. Elle est maximale en semaine 20, suite au passage d'une alimentation restreinte au granulé à une alimentation *ad libitum* au maïs.
Par jour, une oie passe en moyenne, près de deux fois plus de temps au DAC en P2 qu'en P1 (+ 390 s). *Ad libitum*, les visites sont plus courtes (- 97 s) mais plus nombreuses qu'en rationnement (+ 5,2 visites).
Les durées des intervalles entre visites sont significativement supérieures en P1 qu'en P2 ($P < 0,0001$) car en période de rationnement, l'aliment distribué le matin est totalement consommé sur la matinée. En P1, elles tendent à augmenter jusqu'en semaine 17 (+ 17856 s) avant de diminuer en semaine 19 (- 8775 s). En P2, les durées des intervalles entre visites sont trois fois moins élevées qu'en P1 (- 37719 s). Au fil des semaines de la P2, ces durées diminuent de façon non significative (- 4157 s).
Le poids vif des oies est stable tout au long de P1 ($P > 0,6262$) et croît significativement à partir de la deuxième semaine de la P2 ($P < 0,002$). Cette augmentation est également représentée par l'évolution du GMQ, qui double en semaines 20 et 21 ($P < 0,016$) avec 14 % des individus qui perdent du poids tout de même au cours de cette période. En P1 par contre, près de la moitié des animaux perdent du poids, les GMQ représentés dans le Tableau 5 ne tenant compte que des GMQ positifs. En moyennant l'ensemble des GMQ (même les négatifs), les animaux perdent 0,5 g/j en période de rationnement et prennent 53 g/j en période de relâchement.
Comme attendu, le comportement et la consommation alimentaires des oies en période de rationnement et de relâchement sont différents du fait d'une conduite alimentaire diamétralement opposée. Grâce au DAC, il est possible désormais de décrire finement ces différences de comportement par le calcul de plusieurs caractères tout au long de l'élevage des animaux.

Afin d'expliquer la variabilité des poids de foie, des corrélations avec l'ensemble des variables étudiées à l'échelle de la semaine ont été calculés (Tableau 6). Les effectifs diminuant au cours de P1 (n = 33) et P2 (n = 32), le coefficient de Pearson choisi est celui pour N = 35 qui vaut 0,325. En P1, les variables durées totale et journalière des visites se démarquent avec chacune quatre valeurs supérieures à 0,325. En P2, les consommations totale et journalière sont les variables les plus explicatives des poids de foie mesurés. Notamment la variable consommation totale, pour laquelle les trois semaines de relâchement ont des coefficients de corrélation supérieurs au coefficient de Pearson.

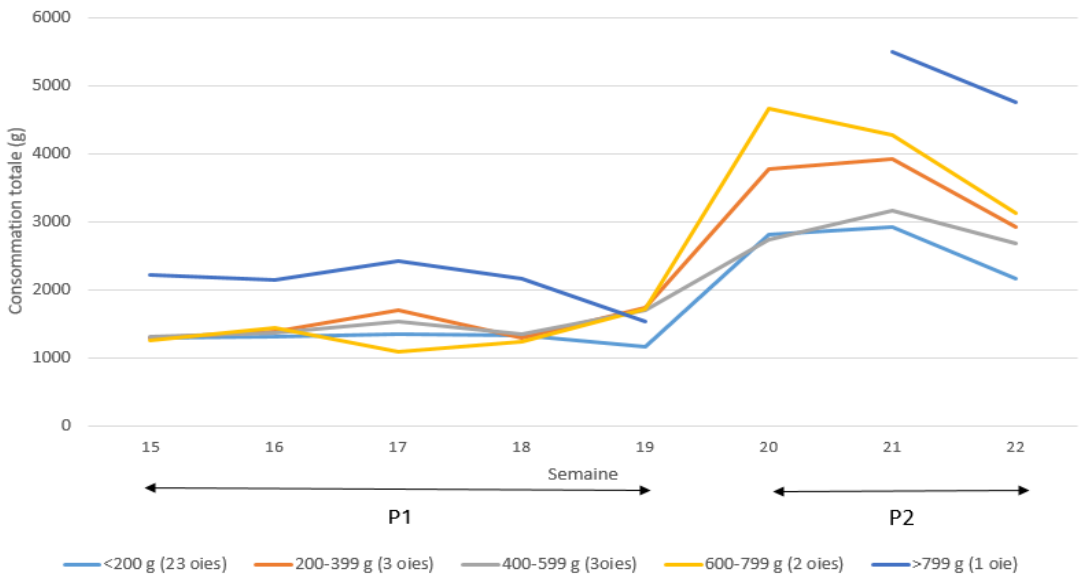
Tableau 6 : Table des corrélations des différentes variables avec le poids de foie à l'échelle de la semaine.

	Sem 15	*Sem 16*	*Sem 17*	*Sem 18*	*Sem 19*	*Sem 20*	*Sem 21*	*Sem 22*
Consommation totale	0,239	0,293	0,399	0,284	0,369	0,343	0,379	0,493
Consommation journalière	0,175	0,212	0,230	0,116	0,576	-0,042	0,425	0,485
Consommation par visite	0,082	-0,040	0,040	0,088	0,187	-0,197	-0,082	-0,006
Nombre de visite total	0,008	0,087	0,083	0,054	0,063	-0,051	0,206	0,299
Nombre de visite par jour	-0,024	0,040	0,018	-0,018	0,107	0,063	0,235	0,297
Durée totale des visites	0,374	0,330	0,567	0,585	0,288	0,050	0,430	0,185
Durée des visites	0,229	0,008	0,203	0,486	0,168	0,386	-0,014	0,108
VI	-0,199	-0,164	-0,331	-0,331	-0,024	-0,334	-0,254	-0,212
Durée journalière des visites	0,359	0,202	0,475	0,561	0,400	0,265	0,027	0,183
Durée des intervalles entre visites	0,016	-0,091	-0,208	-0,166	-0,247	0,328	-0,139	-0,302
Poids vif	0,121	0,103	0,106	0,106	0,121	0,043	0,009	0,131
GMQ	0,219	-0,309	0,127	-0,149	0,005	0,269	0,465	0,281

Les coefficients de corrélation significatifs au seuil de 5 % sont surlignés en vert (supérieurs au coefficient de Pearson 0,325 pour N =35).

La relation entre la consommation totale et le poids de foie des semaines 15 à 22 est illustré en Figure 8. Comme attendu de par les coefficients de corrélation en P2, les différentes classes de poids de foie tracées en fonction de la quantité d'aliment ingérée individuelle par semaine se distinguent en semaines 20, 21 et 22. L'individu extrême avec un poids de foie supérieur à 799 g, n'a pas de valeur en semaine 20 car il n'a été identifié au DAC que les deux derniers jours de cette semaine. Sa consommation totale égale à 489,38 g a été écartée du jeu de données car cette valeur s'éloigne de plus de deux écart-types. Dans le cadre des études sur la stéatose spontanée, ces valeurs extrêmes doivent être conservées, c'est la raison pour laquelle elles ont été intégrées dans le rapport *a posteriori*. De plus, comme à l'échelle de la journée, la classe 200-399 g se trouve en dessous de la classe 400-599 g pour les mêmes raisons que celles décrites précédemment. Fernandez et al. (2016) ont montré chez l'oie élevée en cage individuelle, que différents profils de consommation sont visibles jusqu'à 30 semaines d'élevage. Trois gammes de poids de foie ont été définies pour 30 individus : < 200g, 200-400 g et > 400g. Il a été montré qu'il existe une relation significative entre la consommation totale de maïs par semaine et le poids de foie. Cependant, les données collectées dans le cadre de notre essai, ne confirment pas ces observations pour la classe 400-599 g contrairement aux deux classes supérieures, en raison très probablement des faibles effectifs présents dans les classes de poids de foie supérieurs à 200 g.

Figure 8 : Suivis des moyennes de consommation totale en fonction du poids de foie sur les périodes P1 et P2.



Concernant les deux autres variables explicatives du poids de foie à savoir la durée des visites et la durée totale des visites, le profil des différentes classes se chevauchent, seule la classe supérieure ou égale à 800 g de poids de foie se démarque graphiquement des autres classes.

3.2.2.c) A l'échelle de la période

Le Tableau 7 présente les caractéristiques de la croissance, du comportement et de la consommation alimentaire des oies élevées au DAC avec portes en périodes de rationnement (semaines 15 à 19) et de relâchement (semaines 20 à 22).

Tableau 7 : Caractéristiques de la croissance, du comportement et de la consommation alimentaires individuels des oies élevées au DAC avec portes en périodes de rationnement (semaines 15 à 19, n = 33 oies) et de relâchement (semaines 20 à 22, n = 32 oies).

	Unité	*P1*	*SE*	*P2*	*SE*	*P_value*
Consommation totale	g	6965[a]	299	8590[b]	299	0,0006
Consommation journalière	g/j	227,5[a]	12,9	441,7[b]	12,9	< 0,0001
Consommation par visite	g	117,7[a]	6,2	67,1[b]	6,3	< 0,0001
Nombre de visites par jour		2,1[a]	0,4	7,4[b]	0,4	< 0,0001
Durée des visites	s	215[a]	14	116[b]	14	< 0,0001
VI	g/min	34,6[a]	2,6	43,1[b]	2,6	0,0286
Durée journalière des visites	s/j	414[a]	82	848[b]	83	0,0008
Durée des intervalles entre visites	s	51 639[a]	2 688	14 721[b]	2 730	< 0,0001
Poids vif	g	6 214[a]	132	6 840[b]	134	0,0022
GMQ	g/j	8[a]	5	55[b]	4	< 0,0001

Moindres carrés moyens obtenus à partir d'un modèle linéaire mixte incluant les effets fixes de la semaine et la répétition de l'animal sur les huit semaines de test en effet aléatoire. Les lettres différant intra ligne correspondent à des différences significatives à 5 % entre moindres carrés moyens pour la variable testée.

Pour toutes les variables étudiées, les différences sont significatives entre les deux périodes. Ces résultats s'expliquent par deux conduites alimentaires très différentes puisqu'en P1 les animaux sont rationnés à 250 g/oie/jour et qu'en P2 l'alimentation est relâchée. Ainsi, la libération alimentaire est caractérisée par une consommation totale augmentée (+ 1625 g) et une consommation journalière doublée. La consommation par visite est diminuée de 50,6 g et le nombre de visites multiplié par un facteur de 3,5. Avec des consommations par visite plus faibles (- 50,6 g) et des visites plus nombreuses (+ 5) et moins longues (- 99 s), la vitesse d'ingestion est plus élevée (+ 8,5 g/min) et les durées des intervalles entre visites moins longues (- 36918 s). Entre P1 et P2, le poids vif augmente en moyenne de 626 g et le GMQ est multiplié par un facteur supérieur à six. Comme signalé à l'échelle de la semaine, certains GMQ ont été écartés du jeu de données car ils sont négatifs. C'est le cas uniquement en P1 avec 57 % des individus caractérisés en moyenne par une perte de poids de 0,5 g/j.

Afin d'expliquer la variabilité des poids de foie, des corrélations avec l'ensemble des variables étudiées à l'échelle de la période ont été calculés (Tableau 8). En P1, cinq variables sur douze sont significativement différentes de 0 au seuil de 5% : les consommations totale et journalière et les durées totale et journalière des visites et le GMQ. En P2, seul le coefficient entre le poids de foie et la consommation journalière est significativement différent de 0 au seuil de 5%. Le coefficient entre le poids de foie et la consommation totale est proche de la valeur seuil (0,325). Ces corrélations obtenues à l'échelle du test concordent avec celles calculées à l'échelle de la semaine. Ces résultats devront être confortés par des effectifs importants pour confirmer que ces variables de consommation et de durée peuvent être considérées comme de bons prédicteurs du poids de foie des oies.

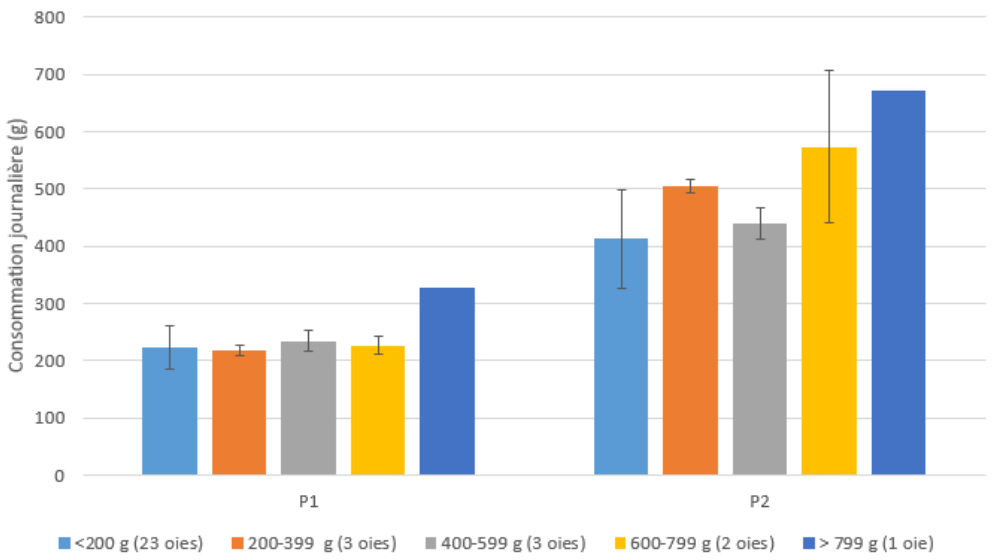
Tableau 8 : Table des corrélations entre les différentes variables et le poids de foie à l'échelle de la période.

	P1	*P2*
Consommation totale	0,456	0,322
Consommation journalière	0,390	0,481
Consommation par visite	0,094	-0,085
Nombre de visite total	0,070	0,149
Nombre de visite par jour	0,035	0,256
Durée totale des visites	0,557	0,018
Durée des visites	0,287	0,059
VI	-0,249	-0,234
Durée journalière des visites	0,522	0,160
Durée des intervalles entre visites	-0,204	-0,213
Poids vif	0,116	0,073
GMQ	0,336	0,215

Les coefficients de corrélation significatifs au seuil de 5% sont surlignés en vert (supérieurs au coefficient de Pearson 0,325 pour N =35).

La consommation journalière individuelle, étant corrélée avec le poids de foie, elle est représentée en Figure 9 en fonction des différentes classes de poids de foie. En P1, seule la classe ayant un poids de foie supérieur ou égal à 800 g se démarque des autres classes (+ 101,6 g/j). En P2, à l'exception de la classe de poids de foie 400-599 g, la consommation journalière augmente avec la classe de poids de foie ce qui est en adéquation avec un coefficient de corrélation plus élevé en P1 qu'en P2 (+ 0,091). De plus, la Figure 9 met en évidence une forte variabilité au sein de certaines classes à cause certainement des faibles effectifs. Les classes < 200 g et 600-799 g de foie ont une forte variabilité en P2 avec une consommation journalière de 412 +/- 86 g/j et 574 +/-134 g/j respectivement.

Figure 9 : Evolution de la consommation journalière entre P1 et P2 pour toutes les oies élevées au DAC avec portes en fonction des classes de poids de foie.



Conclusion

L'adaptation du DAC au comportement des oies est en bonne voie puisque le prototype équipé de portes donne des résultats encourageants pour la suite.
En effet, cet essai expérimental a permis de montrer que le DAC sans porte, notamment au moment du rationnement où la pression autour du DAC est importante, n'est pas adapté pour la collecte de données exploitables. En période de rationnement, seulement la moitié des enregistrements sont analysables au DAC sans portes *vs* plus de trois quart au DAC avec portes. Les portes faciliteraient donc l'isolement d'un animal devant la mangeoire. Pour améliorer l'utilisation du DAC par les animaux et optimiser l'accès d'un seul animal dans le couloir du distributeur, des pistes d'amélioration vont être testées prochainement notamment l'installation de deux régulateurs de flux des animaux à l'entrée et à la sortie du DAC.
La densité d'oies pouvant être élevée par DAC a également été précisée puisqu'avec 34 oies par distributeur, il a été montré que ce dernier n'est pas saturé, le comportement alimentaire des oies n'étant donc pas modifié.
Doté de portes, le DAC est un bon outil pour mesurer individuellement la croissance, l'ingestion et le comportement alimentaire d'oies élevées en lot au sol quelle que soit la conduite alimentaire, *ad libitum* ou rationnée. Plusieurs phénotypes du comportement alimentaire ont été calculés à différentes échelles de temps (visite, journée, semaine et période) sur les cinq semaines de rationnement et les trois semaines de relâchement. Les performances individuelles de croissance peuvent être suivies au quotidien sans stresser les animaux. La différence de comportement alimentaire entre les phases de rationnement et de relâchement a également été illustrée par des critères innovants, calculables à partir des données brutes collectées au DAC. Ainsi, il a été mis en évidence, qu'en période de rationnement, les oies visitent moins le DAC mais consomment plus pendant une visite soit 117,7 g d'aliment consommé par visite et 2,1 visites réalisées par jour. En période de relâchement, la pression étant moindre, les visites sont plus nombreuses soit 7,4 visites par jour mais avec moins de consommation soit 67,1 g d'aliment consommé par visite. Cet outil, collectant des données individuelles, permet de mettre en évidence au sein d'un lot, des différences de comportement et de capacité d'adaptation quand la compétitivité augmente et au moment des transitions alimentaires auxquelles les oies sont sensibles. En période de transition alimentaire granulé-maïs, certaines oies n'ont pas été identifiées au DAC lors de visites simples et multiples pendant quelques jours (d'un à sept jours). De plus, le DAC est également un bon indicateur de la santé des animaux puisqu'il assure le suivi de la croissance et de l'ingestion, deux caractères impactés quand un individu est malade ou blessé.
Corrélés aux poids de foie, ces caractères de l'ingestion et du comportement alimentaire ont mis en évidence des variables explicatives de la stéatose spontanée chez l'oie. En effet, des relations entre le poids de foie et les consommations totale et journalière et les durées totale et journalière des visites ont pu être mises en évidence.
L'ensemble de ces conclusions vont permettre de poursuivre l'adaptation du DAC au comportement de l'oie et d'optimiser le coût d'un tel dispositif en augmentant le nombre d'individus élevés par distributeur. De plus, l'ensemble de ces discussions devront être confortées avec des effectifs plus importants qui permettront d'augmenter la puissance des tests statistiques. Néanmoins, ces premiers résultats permettent d'orienter les prochaines études sur la stéatose spontanée chez l'oie et apportent des nouveaux phénotypes pour la recherche en palmipèdes à foie gras.

Bibliographie

Bonnefont, C., De Leotoing d'Anjony, H., Guy, G., Laverze, J., Brachet, M., Fortun-Lamothe, L., & Fernandez, X. (2015). Effet de la stimulation lumineuse sur le déclenchement de la stéatose hépatique chez l'oie en absence de gavage.

Chapuis, H., Blanchet, M., & Le Mignon, G. (2017). Paramètres génétiques du comportement alimentaire mesuré à l'aide de mangeoires automatisées sur des carnards pékins.

Cobo, E., Lagüe, M., Cornuez, A., Bernadet, M., Martin, X., Ricard, E., & Gilbert, H. (2017a). Comparaison du comportement alimentaire des trois types génétiques de canard d'élevage grâce a un distributeur automatique d'aliment pendant la phase de croissance.

Cobo, E., Lagüe, M., Cornuez, A., Bernadet, M., Martin, X., Ricard, E., & Gilbert, H. (2017b). Evaluation du comportement et de la consommation alimentaire du canard mulard pendant la période de croissance avec 40 canards par distributeur automatique d'aliment.

Drouilhet, L., Monteville, R., Molette, C., Lague, M., Cornuez, A., Canario, L., Ricard, E., & Gilbert, H. (2016). Impact of selection for residual feed intake on production traits and behavior of mule ducks. *Poultry Science*, *95*(9), 1999–2010.

Fernandez, X., Guy, G., Laverze, J. B., Bonnefont, C., Knudsen, C., & Fortun-Lamothe, L. (2016). A kinetic study of the natural induction of liver steatosis in Greylag Landaise geese: The role of hyperphagia. *Animal*, *10*(8), 1288–1295.

Guy, G., Fortun-Lamothe, L., Bénard, G., & Fernandez, X. (2013). Natural induction of spontaneous liver steatosis in Greylag Landaise geese (Anser anser). *Journal of Animal Science*, *91*(1), 455–464.

Phocas, F., Agabriel, J., Dupont-Nivet, M., Geurden, I., Médale, F., Mignon-Grasteau, S., Gilbert, H., & Dourmad, J. Y. (2014). Le phénotypage de l'efficacité alimentaire et de ses composantes, une nécessité pour accroître l'efficience des productions animales. *Productions Animales*, *27*(3), 235–248.

Pomar, C., Pomar, J., Dubeau, F., Joannopoulos, E., & Dussault, J. P. (2014). The impact of daily multiphase feeding on animal performance, body composition, nitrogen and phosphorus excretions, and feed costs in growing-finishing pigs. *Animal*, *8*(5), 704–713.

Poujardieu, B., Rouvier, R., Rousselot-Pailley, D., Guy, G., Rosinski, A., & Wezyk, S. (1994). Croissance et aptitude au gavage d'oies de 3 génotypes. *Sciences*, *43*(2), 197–211.

Sibly, R. M., Nott, H. M. R., & Fletcher, D. J. (1990). Splitting behaviour into bouts. *Animal Behaviour*, *39*, 63–69.