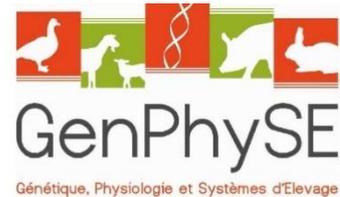




École Supérieure des Agricultures
55, rue Rabelais – B.P. 748
49007 ANGERS CEDEX 01
TEL. : + 33 2 41 23 55 55



INRA GenPhySE
24, chemin de Borde-Rouge
31326 Castanet Tolosan
Tel : +33 5 61 28 51 00



Étude du comportement alimentaire des truies en gestation

Mise en relation avec les performances de
production en lactation

STAGE Recherche et Innovation- 2018

MOTS clefs : truies, gestation, DAC, consommation alimentaire,
comportement alimentaire, données haut-débit

Eva Reucheron
Promotion 117

Remerciements

Tout d'abord, je remercie l'ensemble de l'unité GenPhySE du centre INRA-Occitanie Toulouse de m'avoir accueillie durant ces treize semaines de stage. Je remercie particulièrement l'ensemble des membres de l'équipe ModGen de m'avoir fait découvrir le monde de la recherche.

Je tiens à remercier très chaleureusement Laurianne Canario, ma maître de stage, pour sa confiance, son accueil, son écoute, ses conseils et pour tout ce qu'elle m'a appris pendant mon séjour à Toulouse. Je remercie également les membres de l'unité expérimentale GENESI du Magneraud, Yvon Billon, Laure Ravon et Frédéric Meslier de m'avoir accordé de leur temps et pour toutes leurs explications.

Un grand merci à Alexandre Martin qui a été une aide très précieuse notamment pour la maîtrise du logiciel R. Je remercie également Jean-Louis Weisbecker avec qui j'ai eu le plaisir de partager le bureau pendant 13 semaines

Enfin, je remercie les stagiaires, thésards et post-doctorants de GenPhySE en particulier Charlotte, Ludivine, Marie-Alix, Fernando, David et Maxime avec qui j'ai passé de très bons moments.

Sigles et Abréviations

DAC : Distributeur Automatique de Concentré

DSG : Durée en Salle de Gestation

ELD : Epaisseur de Lard Dorsal

ENSAT : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse

ENVT : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

g : gramme

GENEpi : Génétique et Epigénétique moléculaire des espèces animales utilisées en croisement

GenPhySE : Génétique Physiologie et Systèmes d'Elevage

GenoRobust : Génétique des Systèmes en lien avec l'adaptation et la Robustesse

GMQ : Gain Moyen Quotidien

h : heure

IA : Insémination Artificielle

IFIP : Institut Technique du Porc

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

j : jour

MG2 : Modélisation Génétique et Génomique

ModGen : Modélisation Génétique et amélioration des monogastriques

m : mètre

min : minute

NRJ : Nombre de Repas par Jour

NVE : Nombre de Visites Efficaces

NVG : Nombres de Visites par Gestation

NVI : Nombres de Visites Inefficaces

NVJ : Nombres de Visites par Jour

PV : Poids Vif

QAG : Quantité d'Aliment consommé par Gestation

QAJ : Quantité d'Aliment consommé par Jour

QAR : Quantité d'Aliment consommé par Repas

QAV : Quantité d'Aliment consommé par Visite

SDG : Salle De Gestation

s : seconde

TPG : temps passé au DAC par Gestation

TPJ : temps passé au DAC par Jour

TPR : temps passé au DAC par Repas

TPV : temps passé au DAC par Visite

Table des matières

Remerciements

Sigles et Abréviations

Table des figures

Tables des tableaux

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

BIBLIOGRAPHIC RECORD

Introduction	1
I- Le comportement alimentaire des truies gestantes : Contexte, intérêt et enjeux	2
A- L'INRA et objectifs de l'étude	2
1- Présentation d'organisme d'accueil	2
2- Rappel des enjeux	4
3- Objectifs de l'équipe GenPhySE pour cette étude	5
B- Etude bibliographique.....	6
1- Le comportement global des truies gestantes	6
2- Les termes qui régissent le comportement alimentaire	7
3- Le distributeur automatique de concentré.....	8
4- Le comportement alimentaire des truies	9
5- Performance de lactation et lien avec le comportement alimentaire	10
C - Reformulation de la problématique.....	12
II- Les conditions de récolte, de tri et d'agencement des données.....	14
A- Les conditions d'élevage des truies	14
1- Les conditions de logement.....	14
2- L'alimentation des truies en gestations.....	14
B- La collecte des données	14
C- Les variables	15
1- Les variables de comportement alimentaire.....	15

2-	Les variables de performances de production.....	16
D-	Le tri des données	17
III-	Les résultats.....	19
A-	Les données par jour.....	19
B-	Les données par gestation.....	19
1-	La population	19
2-	Les modèles décrivant les variables du comportement alimentaire.....	20
C-	Les performances de lactation	23
D-	Les corrélations entre les variables.....	24
E-	Les données par numéro du jour de gestation	26
IV-	Discussions.....	27
A-	Les résultats par jour.....	27
B-	Les résultats par gestation.....	28
1-	Les effets influençant le nombre de visites.....	29
2-	Les effets influençant la quantité d'aliment consommé	29
3-	Les effets influençant le temps passé au DAC.....	30
4-	*Les effets influençant la vitesse de consommation.....	30
5-	L'effet de la stalle	30
6-	La taille de groupe	31
C-	Les effets impactant les performances de lactation	31
D-	Discussions autour des corrélations.....	32
E-	Les cinétiques : perspectives d'étude	33
	Conclusion.....	34

BIBLIOGRAPHIE

Annexe

Annexe 1 : Réflexion sur les métiers de la recherche

Annexe 2 : Script

Annexe 3 : Les mesures du comportement en utilisant la visite comme unité

Annexe 4: Détermination du critère de repas

Bibliographie annexe 3 et 4

Annexe 5 : Extrait du jeu de données de gestation

Annexe 6 : Résultat lsmeans

A61 – Sur le nombre de visites par gestation

A62-Sur le nombre de visites par jour

A63 – Sur la quantité cumulée d'aliment consommé

A63 – Sur la quantité d'aliment consommé par visite

A65 – Sur le temps passé au DAC pendant la gestation

A66 – Sur le temps passé au DAC par visite

A67- Sur la vitesse de consommation

Annexe 7 : Corrélation entre variables de gestation et corrélations entre variable de lactation

Table des figures

Figure 1 : Organisation de l'INRA

Figure 2 : Schéma des partenaires de l'INRA

Figure 3 : Relation entre variables du comportement alimentaire selon Nielson

Figure 4 : Schéma de la problématique

Figure 5 : Photo des stalles de l'élevage du Magneraud

Figure 6 : Répartition des durées en salle de gestation

Figure 7 : Répartition des données selon le tri

Figure 8 : Schéma du fonctionnement du programme

Figure 9 : Répartition des visites en fonction de l'heure à laquelle elles ont été réalisées

Figure 10 : Effet de la saison sur le nombre de visite par gestation

Figure 11 : Effet de la stalle sur la quantité d'aliment consommée par visite

Figure 12 : Evolution de nombre de visite au court de la gestation

Figure 13 : Evolution de la quantité d'aliment consommée au cours de la gestation

Figure 14 : Evolution du temps passé au DAC pendant la gestation

Figure 15 : Evolution de la vitesse de consommation au cours de la gestation

Figure 16 : Répartition des 36734 jours de l'étude selon le type de visite qu'il contient

Figure 17 : Répartition des visites en fonction de l'heure et du rang de portée de la truie

Figure 18 : Proportion des cochettes à visiter le DAC pour chaque plage horaire d'une heure

Table des tableaux

Tableau 1 : Résultat de Vargovic *et al.*, (2018) sur le comportement alimentaire des truies gestantes

Tableau 2 : Résultat de Labroue (1996) sur les corrélations entre comportement alimentaire et performances zootechniques

Tableau 3 : Plan d'alimentation

Tableau 4 : Résultats des données par jour

Tableau 5 : Répartition des truies en fonction du rang de portée

Tableau 6 : Significativité des effets

Tableau 7 : Corrélation entre les variables de gestation et les variables de lactation

Tableau 8 : Comparaison de nos résultats avec ceux de Labroue

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

AUTEUR : Eva REUCHERON

Promotion : 117

Signalement du rapport : Etude du comportement alimentaire des truies gestantes, 33 pages, 8 tableaux, 18 figures, 7 annexes

Mots-clés : truies, gestation, DAC, consommation alimentaire, comportement alimentaire, données haut-débit

RÉSUMÉ D'AUTEUR

Plan indicatif	Le travail s'organise en quatre parties. La première a pour objectifs de présenter les missions de l'INRA, de rappeler la problématique et les enjeux qu'elle représente, ce que l'on sait sur le sujet et les informations qui restent inconnues. La seconde partie présente les conditions d'élevage des animaux, la collecte et le tri des données et leur mode d'analyse. La troisième partie expose les résultats et enfin la dernière est consacrée à la discussion.
Buts de l'étude	Les truies gestantes sont désormais élevées en groupe, ce qui se traduit fréquemment par une augmentation des agressions et blessures à l'origine d'une baisse de leurs performances en lactation. Afin de limiter cette réduction de performances, de nombreuses études s'intéressent au comportement global des truies élevées en groupe. Le comportement alimentaire fait partie de cette activité globale mais reste peu étudié. En parallèle, la formation des réserves corporelles des truies dépend de leur activité globale. Or, ces réserves doivent être suffisantes pour assurer, par leur mobilisation, la production laitière qui conditionne la survie et la croissance des porcelets. L'objectif de cette étude est de rechercher s'il existe des corrélations entre le comportement alimentaire en lien avec la reconstruction des réserves adipeuses pendant la gestation, et les performances de production des truies pendant la lactation.
Méthodes et techniques	Les truies utilisées pour cette étude sont de races Large White et constituent une population élevée à l'unité expérimentale INRA de Genesi localisée au Magneraud (17). Leur rang de portée varie entre 1 et 6. L'ensemble du tri des données et des analyses ont été effectués avec le logiciel R. Des représentations graphiques ont été finalisées sous Excel.
Résultats	Nous avons pu confirmer que les truies gestantes ont tendance à ne faire qu'un seul repas par jour. Elles consacrent en moyenne 14 minutes et 33 secondes à se nourrir par jour, soit quasiment 24 heures pendant les 97 jours passés en salle de gestation. Les truies ont également tendance à se nourrir dans les quatre heures après l'ouverture du DAC. Nous avons ensuite pu établir des modèles décrivant les variables du comportement alimentaire. Ces modèles sont influencés par plusieurs effets détaillés dans la troisième partie. Les corrélations phénotypiques entre les variables gestations et les variables de lactation ont également été calculé. Les cinétiques au cours de la gestation de ces mêmes variables ont été tracées.
Conclusion	Il a été possible de mettre en évidence des corrélations phénotypiques entre les variables qui décrivent le comportement alimentaire et les performances zootechniques en lactation. Par exemple, les truies qui mangent moins vite ont tendance à avoir de meilleures performances en lactation

BIBLIOGRAPHIC RECORD

AUTHOR : Eva REUCHERON

Class number : 117

Record information : Study of the sow feeding behavior during gestation period, 18 figures, 8 tables, 7 appendices

Keywords : sows, gestation, ESF, feeding consummation, feeding behaviour, high flow data

AUTHOR SUMMARY

Indicative plan	This study is divided in four parts. The first one attains to present missions of INRA, to remind the topic and stakes linked to the question, to show what's we already know about the subject and what still need to be discovered. The second part explains the breeding condition of sows, the sorting method and the data analysis. The third one present the results and the last part is devoted to the discussion.
Purpose of the study	Pregnant sows are now raised in groups. Since then, an augmentation of aggressions and injuries have been noticed which consequence is the diminution of lactation performances. To avoid this, lots of studies reach to explore global behavior of sows raised in group. Feeding behavior is part of this global activity but it is still not well-described. In parallel, we know that formation of body reserves are depends of sow's global activity. Those body reserves have to be sizable for being widely mobilized in the lactation period and ensure piglets survival and growth. The goal of this study is to search for correlations between feeding behavior in gestation associated with reconstruction of fat reserves during gestation, and production performances of sows during the lactation period.
Techniques and methods	Sows involved in this study are Large White and are part of a population bred in Genesi experimental unit old by INRA and located in Magneraud (17) in France. There rank of litters differ from 1 to 6. All data editing, sorting and analysis were done with the R software. Graphs representation were realized with Excel.
Results	We have been able to approve that pregnant sows tend to eat all their allowance in one single meal per day. The feeding time in average is 14 minutes and 33 second per day, which is almost 24 hours during the 97days spend in the gestation room. Sows use to eat in the 4 hours after the ESF opening. We have been able to identify model which describe the variable of the feeding behavior. Those models are affected by several effects which are describe in part three. Phenotypical correlations between feeding behavior variable and zootechnical performance variable have been calculated. Finally, kinetics of feeding behavior during gestation period have been draw.
Conclusion	This study shows that phenotypical correlation between feeding correlation and zootechnical performances in lactation exists. For instance, sows which are used to eat slowly have better performance in lactation period.

Introduction

Depuis janvier 2013, les truies gestantes sont obligatoirement élevées dans des logements en groupe au minimum à partir de la quatrième semaine après l'insémination artificielle (IA) et ce, jusqu'à la semaine précédant leur mise-bas. Cette évolution de la réglementation s'inscrit dans l'optique de favoriser l'une des cinq composantes du bien-être animal : « pouvoir exprimer les comportements naturels propres à l'espèce » (FAWC,1992). Cependant, le passage en groupe a rendu difficile la gestion individuelle des variations de réserves corporelles des truies et a conduit de nombreux éleveurs à des changements dans la distribution de l'aliment. Certains élevages ont opté pour un passage à des distributeurs automatiques de concentré (DAC). Associé à un dispositif de marquage individuel des animaux, avec le recours à des puces électroniques, l'utilisation de DAC permet l'individualisation de l'alimentation mais favorise également l'expression de comportements sociaux normaux comme, par exemple, l'installation d'une hiérarchie sociale entre les truies. Cela se traduit fréquemment par l'augmentation des agressions et des blessures.

En recherche, l'utilisation des DAC constitue une nouvelle source d'information majeure. En effet, son système informatique permet de collecter de nombreuses données, telles que le nombre de visites à l'auge de la truie, la durée des visites, ou encore la quantité d'aliment consommé par visite. Ces nouvelles données permettent d'étudier en détail le comportement alimentaire des truies au cours de leur cycle de reproduction ce qui n'était pas possible auparavant. Ces développements techniques accompagnent ainsi l'essor du phénotypage fin et haut-débit, c'est-à-dire de l'enregistrement précis et à haute fréquence.

La présente étude propose de s'intéresser à la façon dont se répartit la consommation alimentaire de la truie au cours de la journée et à l'évolution de cette répartition au cours de la période de gestation de la truie. Nous déterminerons les modèles statistiques décrivant des composantes du comportement alimentaire. Ensuite, nous mettrons en relation ces variables du comportement alimentaire en gestation avec les performances en lactation des truies conditionnant indirectement la survie des porcelets et leurs performances de croissance.

Pour se faire, ce rapport s'organise de la façon suivante : une première partie relatant le contexte, l'état de l'art et la reformulation de la problématique, une seconde partie portant sur le protocole de récolte et d'analyse des données, une troisième partie présentant les résultats, et enfin une dernière consacrée aux discussions et perspectives.

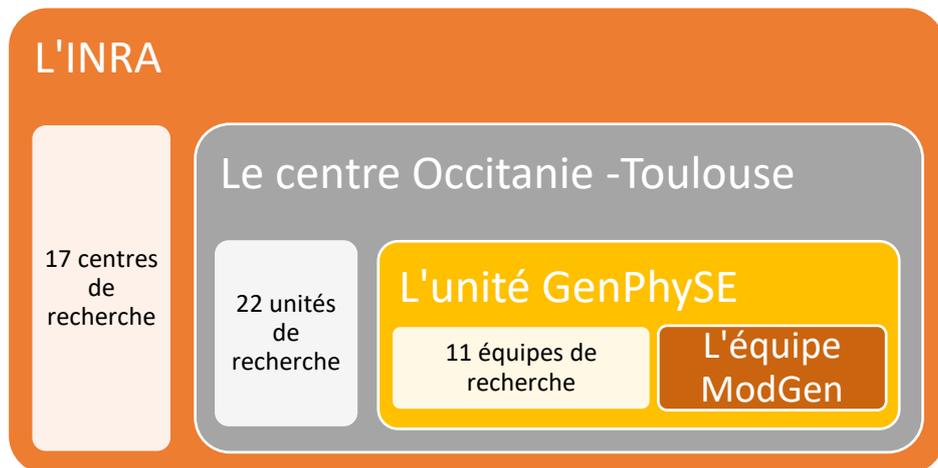


Figure 1 : Organisation de l'INRA

I- Le comportement alimentaire des truies gestantes : Contexte, intérêt et enjeux

A- L'INRA et objectifs de l'étude

1- Présentation d'organisme d'accueil

a- *Historique et organisation de l'INRA*

L'INRA (institut nationale de la recherche agronomique) est un organisme public français, fondé en 1946, chargé de réfléchir aux enjeux actuels dans lesquels s'inscrivent l'agriculture, l'agroalimentaire et l'environnement et de produire des innovations et savoir-faire dans ces domaines. Au sortir de la guerre, la mission de l'INRA était d'améliorer la productivité de l'agriculture afin de « nourrir la France ». Cette mission a progressivement changé dans les années 1980, favorisant une agriculture de qualité à une agriculture productiviste. Aujourd'hui, l'INRA concentre ses recherches pour faire face aux nouveaux enjeux actuels que sont le dérèglement climatique, le respect de l'environnement ou encore l'amélioration du bien-être des animaux d'élevage. (Site internet de l'INRA). L'INRA s'organise en 17 centres de recherche (cf. figure 1) dans lesquels travaillent plus de 1 800 chercheurs (INRA, 2015). Parmi ces centres de recherche, le centre Occitanie-Toulouse regroupe 22 unités de recherche dont l'unité génétique, physiologie et systèmes d'élevage (GenPhySE). L'unité GenPhySE est une unité mixte entre l'INRA, l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse (ENSAT) et l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT). L'objectif de l'unité de recherche est « d'étudier les mécanismes fins d'élaboration de caractères d'intérêt agronomique et leur pilotage par des outils d'évaluation de sélection génétique et des pratiques d'élevage ». (Livret d'accueil GenPhySE). L'unité GenPhySE est elle-même divisée en 11 équipes de recherche. L'une de ces dernières est l'équipe modélisation génétique et amélioration des monogastriques (ModGen). L'équipe ModGen, a pour objectif principal « d'appliquer les statistiques, la génétique et la génomique pour répondre aux questions liées à l'élevage des monogastriques » (Site internet de GenPhySE). ModGen gère des dispositifs d'analyse génétique sur les unités expérimentales disponibles pour les autres équipes de GenPhySE. Les thématiques traitées portent sur les qualités maternelles, le comportement comme indicateur de bien-être et la qualité des viandes. L'objectif premier reste toujours d'améliorer la rentabilité de la production. C'est dans cette optique qu'elle héberge plusieurs études sur le comportement alimentaire des animaux d'élevage. Le but de ces études est de faire émerger des profils d'animaux pouvant être sélectionnés sur leur comportement alimentaire.

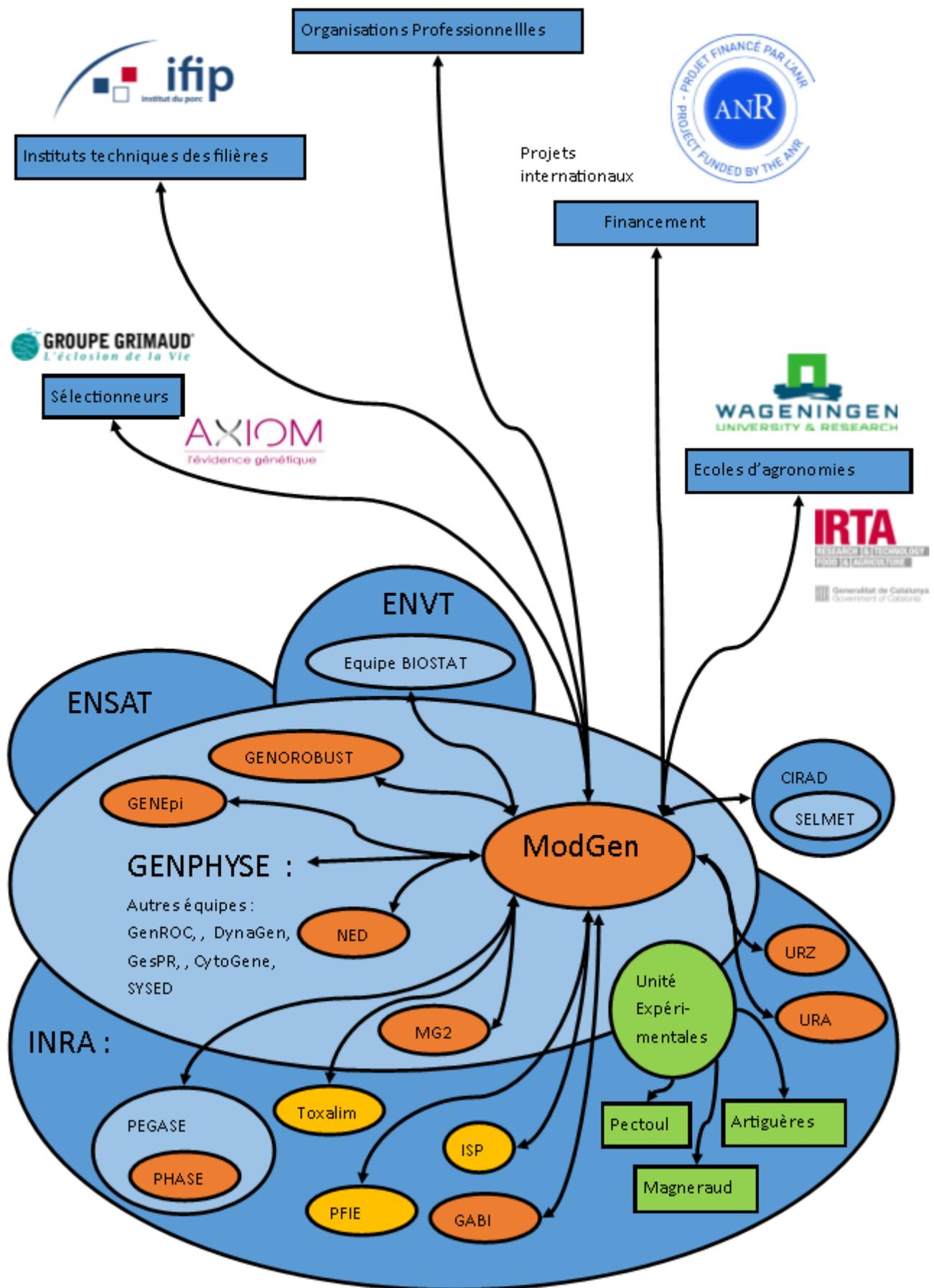


Figure 2 : Schéma des partenaires de l'INRA

b- Composition et Partenaires de ModGen

J'ai été accueillie sur le site de Toulouse-Occitanie, au sein de l'équipe du laboratoire GenPhySE plus particulièrement dans l'équipe ModGen. L'équipe ModGen est composée de 10 chercheurs et de 2 techniciens de recherche. L'équipe accueille également 5 doctorants et 2 post-doctorants. Tout au long de l'année des stagiaires sont aussi reçu pour des missions de 3 à 6 mois. C'est dans ce cadre que j'ai eu l'opportunité de passer trois mois aux côtés d'une des chercheuses de ModGen.

ModGen interagit avec d'autres équipes de GenPhySE : par ordre d'importance : « Génétique et Epigénétique moléculaire des espèces animales utilisées en croisement » (GENEpi) « Génétique de système en lien avec l'adaptation à la Robustesse » (GenoRobust) pour les projets qui impliquent des données moléculaires (cf. Figure 2) et « Modélisation Génétique et Génomique » (MG2) pour les analyses de données. Des journées de transversalité espèce sont également organisées entre les équipes de GenPhySE.

ModGen travaille également sur des projets expérimentaux avec la collaboration d'autres équipes de génétique animale (en orange) ou de santé animale (en jaune) de l'INRA. Elle travaille également en collaboration avec les unités expérimentales des trois filières de monogastriques : Magneraud, Pectoul et Artiguères (en vert)

L'équipe ModGen bénéficie aussi de l'appui de plusieurs partenaires professionnels en particulier les entreprises de sélection dans les trois filières animales qu'elle étudie c'est-à-dire la filière lapin, porc et canard. Nous retrouvons donc parmi ces collaborateurs Grimaud lapin, Grimaud canard, Axiom ou Nucléus. Beaucoup de projet de recherche sont également organisée avec les instituts techniques de ces filières comme l'IFIP (institut technique du porc).

Enfin, ModGen possède une dimension internationale, en effet l'équipe possède des partenariats avec les universités de Wageningen, l'IRTA (recerca i tecnologia agroalimentàries) et l'université de Valence en Espagne pour la modélisation statistique. Cette mobilisation internationale s'exprime également au travers de participation à des congrès internationaux, à l'organisation de cours dans des universités étrangères ou encore le co-encadrement d'étudiants.

Pour le financement de ces études ModGen (et l'INRA d'une façon générale) bénéficie du soutien de l'agence nationale de la recherche au travers de projet internationaux comme PIG_HEAT mais aussi de sources de financement privées (Grimaud lapin).

Le schéma des partenaires est présenté sur le graphique sur la page ci-contre. (cf figure 2)

2- Rappel des enjeux

Chez les truies, la gestation constitue la période de formation des réserves corporelles qui seront ensuite mobilisées pour la lactation, stade où elles sont en déficit d'énergie. En effet, les truies allaitantes ont un niveau d'ingestion spontanée insuffisant pour répondre à leurs besoins nutritionnels qui sont particulièrement élevés pendant la lactation (Noblet *et al.*, 1990). L'alimentation des truies gestantes doit donc permettre de couvrir à la fois les besoins d'entretien, les besoins liés à la gestation et les besoins de reconstitution des réserves corporelles.

En lactation, les besoins nutritionnels des truies sont largement corrélés à la production laitière, estimée à environ 9 à 10 litres par truie par jour (IFIP, 2013). La mobilisation des réserves corporelles pour la lactation et la reprise d'état corporel en début de gestation sont liées à la survie des porcelets et à leur croissance pendant la lactation (Banville *et al.*, 2017). En effet, pendant la lactation, les truies sont capables de moduler leur prise alimentaire et l'utilisation de leurs réserves corporelles afin d'adapter la production laitière au nombre de porcelets qu'elles ont à élever. Si la production laitière est réduite, le poids des porcelets au sevrage sera pénalisé et cela minimise leur chance de survie (Etienne *et al.*, 2000). Les réserves corporelles de la truie, formées en gestation, doivent donc être suffisantes pour subvenir aux besoins nutritionnels de la portée.

Cependant, le comportement global de la truie et en particulier le comportement alimentaire des truies gestantes, qui conditionne en partie la reprise d'état après la lactation et la formation des réserves corporelles, est assez mal connu. L'objectif de cette étude est donc de comprendre le comportement alimentaire des truies gestantes et leur capacité à moduler la prise alimentaire, puis de mettre en relation ces données comportementales avec leurs performances de production c'est-à-dire les caractéristiques de leurs portées.

3- Objectifs de l'équipe GenPhySE pour cette étude

L'unité expérimentale INRA GENESI du Magneraud collecte depuis 2012, les données utiles pour cette étude sur une population de truies de race Large White. Leur enclos de gestation sont équipés chacun d'un distributeur automatique de concentré (DAC). Celui-ci fonctionne avec un système d'identification électronique qui reconnaît les truies grâce à une puce située dans la boucle accrochée à leur oreille. Ce dispositif enregistre à chaque visite au DAC, l'identité de la truie, le temps passé dans le distributeur et la quantité d'aliment ingéré. Les données DAC collectées sur 1 à 3 événements de gestation ont permis la mise au point d'une base de données brutes de plus d'un million de visites. De plus, les animaliers du Magneraud ont effectué des relevés d'épaisseur de lard dorsal (ELD) sur les truies à l'entrée en salle de gestation et au moment du diagnostic de gestation à environ 30 jours (j) post insémination artificielle (IA). Cette base de données a été combinée à une autre base sur les performances des truies en lactation.

Dans un premier temps, pour la première moitié de mon stage, l'objectif de l'étude est de mettre en place une méthode de tri et de mise en forme des données brutes issues du DAC grâce au développement d'un algorithme sous le logiciel R. Un extrait de la base de données brutes vous est présenté en annexe 5. Il s'agit de la mise en place de plusieurs filtres pour éliminer les données incomplètes ou aberrantes. Une fois cela fait, le but est de fusionner les informations acquises par gestation et à la journée pour créer une base de données comprenant toutes les variables fournies par le DAC (cf annexe5), ainsi que de nouvelles variables à étudier comme le nombre de visites par truie et par jour (NVJ), la durée et la vitesse d'ingestion de chaque visite et d'y inclure la notion de repas, défini comme un ensemble de visites peu espacées dans le temps. Ensuite sont appliqués des statistiques de base pour chaque variable (moyenne, variance, valeur minimale & maximale). Enfin l'objectif est de créer des modèles d'explication pour chaque variable du comportement alimentaire.

Dans un second temps, l'objectif est d'analyser la nouvelle base de données pour déterminer des cinétiques de consommation au cours de la gestation et des profils de truies en fonction de la dynamique alimentaire individuelle.

Enfin, grâce aux performances de lactation il s'agira ensuite d'établir les relations entre l'alimentation et l'état d'engraissement, la taille de groupe, la survie et la croissance de la portée.

B- Etude bibliographique

1- Le comportement global des truies gestantes

Depuis la mise en place des directives européennes 2001/88/CE et 2001/93/CE, les truies gestantes sont élevées en groupe pendant la majorité de leur temps de gestation. Ces changements dans la législation ont été motivés par une demande accrue de l'opinion publique en faveur d'une réduction de l'intensivité des systèmes d'élevage et une favorisation du bien-être animal, le tout ayant pour objectif une expression plus intense du comportement normal des truies. Ainsi, plusieurs études ont identifié des différences notables entre le comportement des truies logées individuellement et celles logées collectivement. Ainsi, par exemple, les truies élevées en groupe expriment moins de stéréotypies, c'est-à-dire de comportements répétés constamment sans aucun but ou fonction logique (Fox, 1965). Or, ces stéréotypies sont un indicateur de bien-être animal faible (Broom, 1988). Il apparaît donc nécessaire de favoriser l'élevage en groupe. Cependant d'autres comportements aux conséquences plus néfastes s'expriment également. On peut citer par exemple la hiérarchie de type dominantes-subordonnées qui s'installe rapidement après la période de regroupement (Barnett *et al.*, 1992) en logement collectif, provoquant l'expression de comportements agonistiques, source de stress, de blessures et de lésions (Lambert *et al.*, 1986) avec des répercussions sur le bien-être des animaux. Lorsque des truies sont soumises à une restriction alimentaire (comme c'est le cas en gestation), ces interactions s'expriment en particulier au moment de l'alimentation (Meunier-Salaün *et al.*, 2002) et les relations de dominance jouent un rôle sur l'accès à l'auge.

De plus en plus d'études s'intéressent donc aux comportements manifestés par les truies élevées en groupe. Cependant ces nouveaux comportements restent mal connus. Par exemple, le niveau d'activité physique des truies au cours de leur gestation reste peu exploré. On sait cependant qu'il est fortement lié à la distribution d'aliment (Quiniou, 2003b). Or, cette activité physique constitue l'une des variables qui influencent la formation des réserves corporelles des truies (Noblet *et al.*, 1994). De plus, il est assez difficile de quantifier cette activité avec les moyens technologiques actuels. Il est possible d'effectuer des observations directes ou des enregistrements vidéo mais ces données sont obligatoirement limitées dans le temps et nécessitent beaucoup de moyens autant pour la collecte que pour le dépouillement des vidéos. Afin d'y remédier, de nouveaux matériels sont désormais testés en unités expérimentales. Premièrement, l'utilisation d'accéléromètre fixé à l'animal, a permis d'évaluer le temps passé en position debout à 259 ± 114 minutes (min) par jour, avec en moyenne 29 changements de postures par jour (Bertin *et al.*, 2015). Or, on sait que les besoins énergétiques des truies sont

doublés en position debout (Noblet *et al.*, 1994). La production de chaleur associée à la station debout est en moyenne de 15 kJ/min. Elle représente 15% de la production de chaleur sur le nyctémère (Noblet *et al.*, 1994). Ramonet et Tertre (2014) ont observé des truies élevées au DAC et des truies au réfectoire c'est-à-dire logées en groupe où elles disposent chacune d'un réfectoire où elles peuvent s'isoler. L'arrière du réfectoire est ouvert sur une courette centrale commune. Ils ont montré que le pourcentage de temps passé debout est plus important chez les truies élevées au DAC dynamique (56%) que chez des truies élevées au réfectoire-courette (40%). Il en est de même pour la distance journalière parcourue (respectivement 362 mètres (m) et 101 m). Deuxièmement, le comportement global de la truie étant très lié au comportement d'alimentation, il semble donc pertinent de s'intéresser au patron d'alimentation des truies, c'est-à-dire comment la truie répartit la consommation de la ration qui lui est allouée pour la journée. Mais pour l'instant, le comportement alimentaire des truies gestantes au DAC reste assez peu étudié et on ne connaît pas les relations entre le comportement d'alimentation et les performances de production des truies allaitantes.

Le niveau d'activité des truies gestantes élevées en groupe, bien que mal connu, est fortement corrélé à leur niveau et mode d'alimentation. Etudier l'activité au DAC permettra de mieux comprendre ce comportement global. Il semble également pertinent d'étudier les conséquences de l'activité au DAC sur les performances de production des truies en lactation.

Afin de comprendre le comportement alimentaire de truies gestantes, il convient de rappeler quelles sont les variables qui permettent de le décrire.

2- Les termes qui régissent le comportement alimentaire

Nous pouvons définir le comportement alimentaire comme l'ensemble des prises alimentaires séparées par des périodes de non-alimentation, autrement-dit il s'agit de l'ensemble des événements qui constitue en une visite à une source de nourriture (Slater, 1974). L'unité du comportement alimentaire est donc la visite. Cependant cette notion n'a pas de sens biologique et sa taille (quantité d'aliment ou en durée en minuté) dépend beaucoup de la méthodologie employée pour la mesurer (Tolkamp *et al.*, 2000) (cf Annexe 3). Il semble donc plus pertinent d'utiliser le terme de repas pour décrire le comportement alimentaire. Le repas est un ensemble des prises alimentaires séparées par de petits intervalles (Mayes & Duncan, 1986) les repas sont différenciés entre eux par de grands intervalles de non-alimentation (Sibly *et al.*, 1990). Il est donc parfois utile de définir un critère qui permet de regrouper les visites

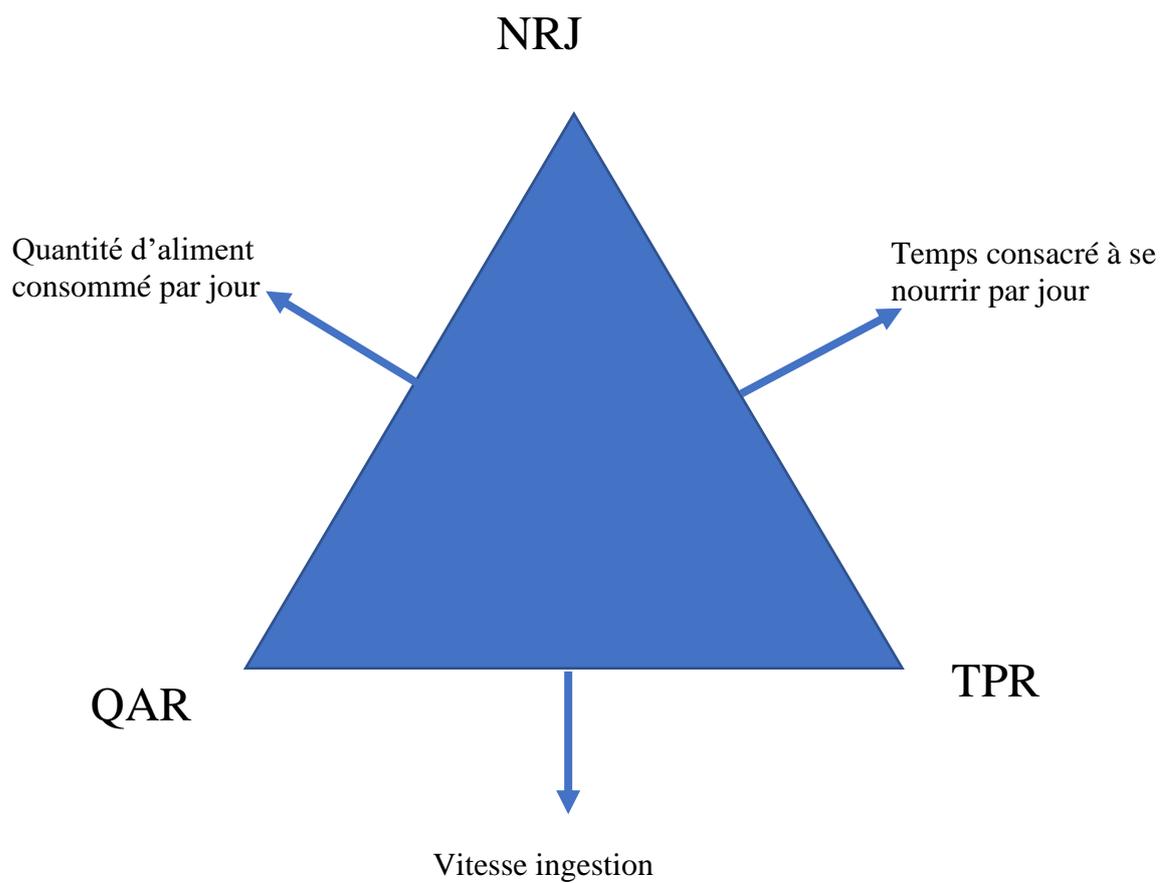


Figure 3 : Schéma extrait de la publication de Nielsen 1998 sur les relations entre variables du comportement alimentaire

en repas et qui permet de séparer les repas entre eux. (cf Annexe 4)

Dans son article Nielsen (1999) détermine trois critères pour décrire le comportement alimentaire :

- Le nombre de repas par jour (NRJ) exprimé en repas/jour
- La quantité d'aliment ingérée par repas (QAR) exprimée en g/repas
- La temps passé à s'alimenter par repas (TPR) égale au temps consacré à se nourrir, exprimée en min/repas

Ces trois variables permettent d'en déduire trois autres (cf figure 3):

- $NRJ * QAR$ = la quantité d'aliment consommée quotidiennement exprimée en g/jour
- QAR / TPR = la vitesse d'ingestion exprimée en g/min/repas
- $NRJ * TPR$ = le temps quotidien consacré à se nourrir, exprimé en min/jour

Les variables qui décrivent le comportement alimentaire sont essentiellement basées sur le nombre de visites, la quantité d'aliment consommé et le temps accordé à l'alimentation sur une échelle de temps donné.

On peut mettre en relation ces variables avec celles qui décrivent l'utilisation des DAC par des truies gestantes. Mais nous allons d'abord effectuer un bref rappel sur le dispositif DAC.

3- Le distributeur automatique de concentré

Le distributeur automatique de concentré est composé de trois éléments : une stalle de distribution d'aliment, un capteur accroché à chaque animal permettant son identification à la stalle et un automate, programmé au préalable, capable de délivrer une quantité précise d'aliment à un animal donné (RMT, 2011). Le DAC permet de continuer à nourrir au cas par cas les truies alors même qu'elles sont élevées en groupe. Il constitue une solution permettant de conserver l'individualisation de la ration. Lorsqu'il est équipé de portes, la truie n'est pas perturbée par ses congénères pendant l'alimentation. Le DAC offre la possibilité aux truies de choisir leur schéma d'alimentation, c'est-à-dire la répartition dans le temps de la consommation de leur ration quotidienne. L'éleveur peut programmer le DAC. Il décide donc quelle quantité chaque animal va recevoir par jour. Il peut ainsi enregistrer une courbe d'alimentation pour toute la durée de gestation. Cela permet alors de remplir les trois objectifs d'alimentation pendant la gestation : éviter les excès en début de gestation pour permettre l'implantation de l'embryon, avoir une alimentation consistante et adéquate pendant la gestation et augmenter la consommation en fin de gestation (Hodgkiss, 1998)

L'éleveur peut également régler le cycle d'alimentation c'est-à-dire à partir de quelle.

heure un DAC est disponible pour les truies. Enfin, il peut régler la dose d'aliment et l'intervalle entre la dose autrement il peut régler la vitesse de libération de l'aliment. Il peut donc l'ajuster en fonction de la vitesse d'ingestion de ses truies (RMT, 2011). Le DAC peut en contrepartie fournir des informations à éleveur. Il est par exemple possible de voir quelle truie ne s'est pas présentée au DAC ou n'a réalisé que des visites inefficaces. Le DAC permet ainsi d'aider à repérer les truies potentiellement malades. Le DAC enregistre aussi à quelle heure les visites ont lieu et combien de temps durent-elles. Cependant, l'utilisation des données de DAC est relativement récente. De nouvelles études se sont ainsi intéressées à la saturation du DAC ou encore l'ordre dans lequel se présentent les truies au DAC afin d'étudier les relations de dominance. (Hunter *et al.*,1988)

Le Dac constitue donc un nouvel outil de collecte de données phénotypiques haut-débit qui permet de mieux évaluer le comportement notamment alimentaire des truies.

A présent, nous allons faire un résumé des connaissances sur le comportement alimentaire des truies gestantes élevées au DAC.

4- Le comportement alimentaire des truies

Jusqu'au début des années 2000, la majorité des études sur le comportement alimentaire des animaux avait pour objectif de comprendre comment le comportement alimentaire était influencé par des stimuli exogènes et endogènes. (Nielsen, 1999). Ainsi, des études sur le comportement alimentaire ont déjà été réalisées sur le porc en croissance et les truies en lactation par Guillemet *et al.*, (2006). Ces auteurs ont attribué à des truies des profils, en fonction du taux de fibre dans leur alimentation. Ils allouent aux truies ayant une ration fibreuse le type "grignoteuses" (beaucoup de petits repas par jour) et aux autres le type "mangeuses de gros repas". Dans son étude Guillemet conclut également que « le comportement alimentaire des truies allaitantes est modulé par leur expérience alimentaire acquise en gestation ». Cependant, le comportement alimentaire des truies gestantes est assez mal connu.

On sait également que les truies en lactation et en gestation ont des comportements alimentaires différents. Ceci s'explique en grand partie par le fait que les truies allaitantes sont nourries ad libitum contrairement aux truies gestantes qui sont rationnées.

Dans son article sur l'incidence du logement (bloquées ou au réfectoire) et du mode d'alimentation (fibreux ou témoin) sur le comportement des truies en gestation et sur leurs performances de reproduction, Cerneau *et al.*, (1997) ont montré que le temps d'ingestion les truies est en moyenne 10 à 12 minutes et que la vitesse de consommation associée est de

Tableau 1 : Résultats de Vargovic *et al.*, (2018) sur le comportement alimentaire des truies gestantes, (écart-type entre parenthèse)

Caractère	Nombre de repas par jour	Quantité d'aliment consommé	Temps consacré à l'alimentation	Vitesse de consommation
Unité	<i>Repas/jour</i>	<i>kg/jour</i>	<i>minute</i>	<i>g/min</i>
Moyenne	1.16 (0.13)	2.27 (0.13)	14.7 (3.73)	168 (51)
Héritabilité	0.03 (0.02)	0.005 (0.01)	0.33 (0.05)	0.18 (0.03)

Tableau 2 : Résultats de Labroue (1996) sur les corrélations entre comportement alimentaire et performances zootechniques

	GMQ	Indice de consommation	ELD
Nombre de visites par jour	0,01	0,00	- 0,07
Quantité d'aliment /repas	0,19***	0,02	0,16**
Durée du repas	0,09	0,04	0,09
Nombre de repas/jour	- 0,02	0,06	-0,06
Quantité d'aliment/jour	0,65**	0,16**	0,36***
Temps consacré à se nourrir /jour	0,17***	0,15**	0,08
Vitesse de consommation	0,20***	- 0,00	0,13

*Significativité : ***P < 0.001; **P < 0.01; *P < 0.05.*

118g/min. Ils ont aussi spécifiés que ces critères ne semblent pas affectés par le type d'alimentation ou de logement.

Les comportements des truies au DAC diffèrent aussi en fonction de la protection de la truie au moment de l'alimentation. Les truies nourrir au DAC sans protection, dont susceptible d'être perturbées pendant l'ingestion font une vingtaine de visite par jour (Chapinal,2008) A l'inverse, les travaux d'Eddison *et al.* (1995) ont prouvé que près de 80% des truies gestantes rationnées au DAC avec portes ne font qu'un seul repas par jour. Dans le même ordre d'idée Edwards et al., (1988) ont trouvé que l'intervalle entre deux visites chez une même truie était d'environ 24h et Hodgkiss (1998) a trouvé que le nombre de visites efficaces/jour (NVE) était de 1,31.

Vargovic *et al.*, (2018) ont également retrouvé ceci dans leur publication sur l'héritabilité du comportement alimentaire des truies gestantes, avec des truies qui faisaient en moyenne $1,16 \pm 0,13$ repas par jour. Les résultats globaux de leurs travaux sont présentés dans le tableau 1.

Concernant le temps passé au DAC, il a été évalué à 25,4 min par Edwards (1988) dont seulement 12,6 min réellement consacrées à se nourrir, 0,7 min pour quitter le DAC et 12,1 min de temps d'occupation du DAC de sans alimentation. Hodgkiss l'estime entre 15 et 20 min/jour.

Becker *et al.*(1986), ont prouver que 90% des truies d'un groupe de 400 consomment leur ration dans les 8 heures après le début du cycle d'alimentation, c'est-à-dire la plage horaire ou le DAC est ouvert pour les visites. Knowles *et al.* (1989) observent aussi un pic de visites au cycle d'alimentation.

Pour l'instant il existe quelques études sur le comportement alimentaire des truies gestantes mais cela reste anecdotique. Cependant elles se rejoignent sur plusieurs points, premièrement : la plupart des truies consomment leur repas en une seule fois, deuxièmement le temps au DAC au quotidien estimé à entre 15 et 20 min.

On peut désormais s'intéresser aux liens qu'ils existent entre le comportement alimentaire et les performances zootechniques

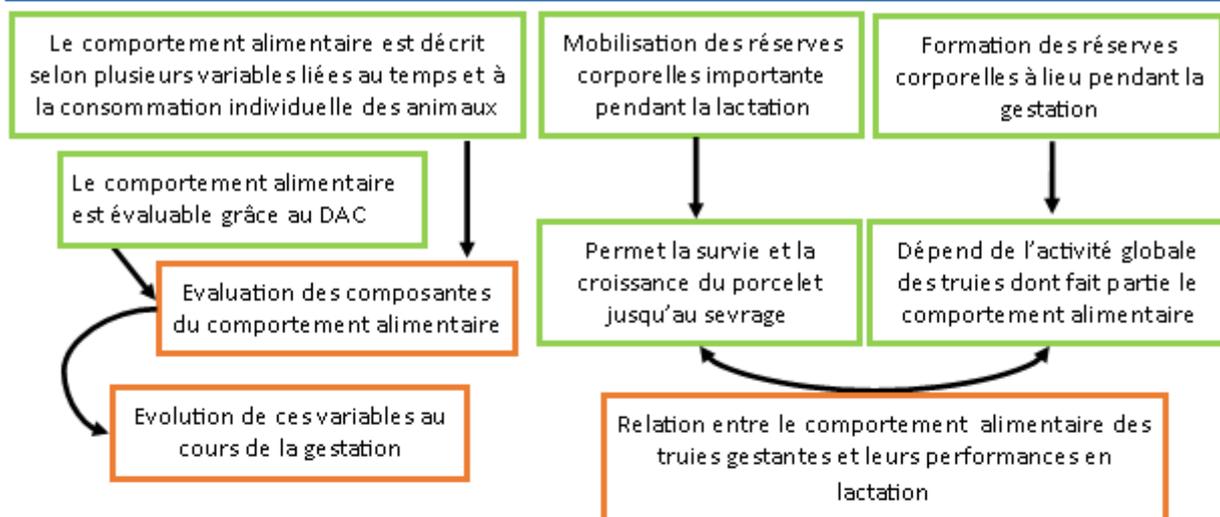
5- Performance de lactation et lien avec le comportement alimentaire

On sait que des corrélations ont déjà été montrées entre le comportement alimentaire des porcs en croissance et leurs performances zootechniques. Ainsi Labroue a prouvé en 1996 qu'il existait des liens entre la consommation alimentaire journalière et l'ELD, d'indice de consommation et le gain moyen quotidien (GMQ) comme le montre le tableau 2. Elle a également

montré que des corrélations existaient entre les performances zootechniques et d'autres variables du comportement comme le temps consacré à se nourrir par jour ou la QAR. Cependant ces corrélations restent plus faibles. Dans leur article de 1993, De Haer *et al.*, ont également mis en évidence des corrélations positives élevées entre les performances et la QAR, et entre les performances et la vitesse d'ingestion. Comme Labroue, ils retrouvent les corrélations négatives entre les performances de production et le nombre de repas quotidiens.

A ce stade, il a été prouvé que le comportement alimentaire avait un impact sur les performances des porcs en croissance mais il n'existe pas d'étude mettant en exergue les relations entre comportement alimentaire et performances zootechniques de lactation chez la truie.

Thème de la recherche : Comportement alimentaire de la truie élevée au DAC
Problème de recherche : Le comportement alimentaire des truies gestantes et son lien avec les performances de reproduction



Comment se caractérise le comportement alimentaire des truies gestantes et dans quelles mesures a-t-il une influence sur les performances de lactation ?



Figure 4 : Schéma de la problématique

C - Reformulation de la problématique

La gestation chez la truie constitue une période clé dans la formation des réserves corporelles, ces dernières étant largement mobilisées en lactation, et sont indispensables à la production laitière afin de favoriser une prise de poids rapide et conséquente chez les porcelets. La reconstruction de ces réserves corporelles est liée à l'activité physique des truies pendant la gestation. Les truies, désormais élevées en groupe, ont un rythme et une activité physique différents. De ce fait, de plus en plus d'études s'intéressent à l'évolution de ce comportement global. La plupart de l'activité physique étant liée à la prise alimentaire, étudier en détail le comportement alimentaire individuel de la truie au DAC représente une façon d'estimer ce comportement global. L'enregistrement systématique des visites au DAC constitue une voie d'évaluation de cette activité alimentaire.

Dans notre étude, une fois les données du DAC triées, plusieurs paramètres seront à estimer et à confronter à la bibliographie. Dans ce sens, on sait que la truie gestante rationnée élevée au DAC avec portes à tendance à ne faire qu'un unique repas par jour. On dispose également de quelques données sur le temps moyen passé au DAC et à la vitesse de consommation. Nos données seront alors à comparer avec ces références. Nous pourrions également confronter nos données de corrélations entre variables du comportement alimentaires à la bibliographie.

Pour l'instant les cinétiques d'évolution de ces variables au cours de la gestation sont assez mal connues. De plus, on sait que les comportements alimentaires peuvent être corrélés aux performances zootechniques. Cela a déjà été prouvé chez le porc en croissance. Mais à ce jour, on ne connaît pas les corrélations phénotypiques et génétiques entre le comportement alimentaire en gestation et les performances de lactation, c'est-à-dire le nombre de porcelets à la naissance, le nombre de porcelets sevrés et les poids de ces derniers.

La présente étude portera donc sur une étude approfondie des caractères décrivant le comportement alimentaire par la mise au point de modèles d'analyse pour les décrire. Puis une évaluation des cinétiques d'évolution de ces variables. Enfin, les corrélations phénotypiques entre les variables comportementales et les performances de lactation enregistrées sur ces mêmes truies seront évaluées.

L'ensemble du tri des données sera réalisé à l'aide de logiciel de traitement de données. Les hypothèses qui seront vérifiées durant cette étude sont les suivantes :

- Les variables qui décrivent le comportement alimentaire sont influencés par plusieurs effets que sont l'ELD au diagnostic de gestation, le rang de portée (RDP), la taille de groupe, la saison et l'environnement d'élevage.

- Il existe des corrélations significatives entre les variables du comportement alimentaire et les performances de lactation
- Les cinétiques d'évolution de variables montrent une période où il existe une variabilité plus importante. Les composantes du comportement alimentaire durant cette période clé sont corrélés aux performances de lactation



Figure 5 : Photo des stalles de l'élevage du Magneraud

Tableau 3 : Plan d'alimentation appliqué aux truies sur la période d'étude

Rang de portée	Epaisseur de Lard au Echographie en mm	Alimentation en Gestation en g
P1	8-10	3000
	11-13	2700
	14-17	2250
	>17	2100
P2	8-11	3500
	12-14	2700
	15-16	2250
	>16	2100
P3+	8-11	3750
	12-14	3300
	15-17	2700
	>17	2250

II- Les conditions de récolte, de tri et d'agencement des données

A- Les conditions d'élevage des truies

1- Les conditions de logement

Les relevés de données ont été réalisés sur les truies de l'unité GENESI du Magneraud (Charente-Maritime). Les truies de race Large White sont élevées par bande répartie dans une ou deux stalles ayant une capacité d'accueil d'une vingtaine d'animaux. Chaque stalle est équipée d'un abreuvoir et d'un DAC avec porte. Les stalles sont divisées en 2 espaces : un espace de couchage et un espace dédié à l'alimentation où se trouve le DAC et une zone d'attente à l'entrée de ce dernier. Le sol est composé de caillebotis permettant l'évacuation des effluents d'élevage. Une photo d'une des stalles est présentée sur la page de gauche.

2- L'alimentation des truies en gestations

Elles sont alimentées au DAC selon le plan d'alimentation présenté dans le tableau 3. Chaque truie reçoit une quantité quotidienne d'aliment qui est fonction de son rang de portée et de son épaisseur de lard dorsal estimée au sevrage de la gestation précédente. Pour les cochettes, l'épaisseur de lard dorsal qui sert de référence est celle mesurée en entrée en gestation. Le plan d'alimentation est ensuite réajusté au moment du diagnostic de gestation, 30 jours après l'IA. Un flushing de 4 jours, durant lequel les truies reçoivent 3 750 g d'aliment quel que soit leur rang de portée, est également réalisé. Enfin, durant le dernier tiers de la gestation, toutes les truies reçoivent 500 g d'aliment supplémentaire. Le plan d'alimentation est donc stable pendant la gestation.

Le plan d'alimentation étant différent avant l'automne 2016, nous avons décidé de ne garder que les gestations réalisées à partir de l'automne 2016 et durant toute l'année 2017.

B- La collecte des données

Le fichier de données brutes était comme illustré en Annexe 5. Chaque ligne représente une visite au DAC. Ainsi, les données étaient ordonnées par date et heure de visite. Le logiciel présent sur le DAC enregistre ainsi pour chaque visite le numéro de truie, (qu'il met en relation avec le numéro de stalle), l'heure de début de visite (D_D_VIS), de fin de visite (D_F_VIS), et la quantité d'aliment délivrée (Q_CONS). Le logiciel a été programmé avec le plan d'alimentation des truies gestantes. Pour chaque visite, il déduit la quantité délivrée de la quantité programmée pour la journée. Ceci nous permet donc au début de la visite suivante de

connaître quelle quantité d'aliment chaque animal doit encore manger (Q_PROG). Cependant, ce DAC n'est pas équipé d'un système de pesée. Il n'est donc pas possible d'estimer les refus à l'auge. De plus, s'il y a refus, l'aliment délivré n'est pas retiré du DAC. Il reste dans l'auge et « profite » à l'animal qui réalise la visite suivante. Par soucis de simplification, pour la suite de l'étude, on considèrera que la quantité d'aliment distribuée correspond à la quantité réellement ingérée par l'animal.

Le DAC est équipé de portes et fonctionne de la manière suivante. Lorsqu'une truie veut se présenter, elle pousse les portes (restées entrouvertes) du DAC. Une fois à l'intérieur du DAC les portes se referment. L'animal n'est donc pas perturbé par ses congénères pendant l'alimentation. La truie se présente ensuite à l'auge équipée d'un capteur qui l'identifie et enregistre l'heure de début de visite. Le DAC ouvre l'auge et délivre à la truie une dose de 150 grammes d'aliment (mesurée de façon volumétrique donc variant de plus ou moins 15 g selon la densité de l'aliment). Tant que l'animal est présent à l'auge et qu'il n'a pas fini de consommer la quantité d'aliment qui lui est programmée, une dose de $150\text{ g} \pm 15$ tombe dans l'auge toutes les 30 secondes (s). Lorsque le DAC délivre la dernière dose il laisse 150 s supplémentaires à la truie pour terminer sa ration. Lorsque l'animal se retire de l'auge et/ou lorsqu'il a terminé sa ration quotidienne le capteur enregistre l'heure de fin de visite, ferme l'auge et ré-entrouvre les portes d'entrée du DAC. Tant que la truie n'a pas fini sa ration quotidienne elle peut retourner dans le DAC et l'auge s'ouvrira. Si une truie a déjà terminé sa ration quotidienne, elle peut tout de même entrer dans le DAC, mais l'auge ne s'ouvrira pas. On qualifie alors ces visites de visites inefficaces. Lorsque toutes les truies d'une bande ont terminé leur ration quotidienne, les portes du DAC se ferment, les truies ne peuvent donc plus entrer dans le DAC.

C- Les variables

1- Les variables de comportement alimentaire

A partir des données issues du DAC, et grâce à l'utilisation d'un programme que j'ai mis au point (détaillée en §II-E-Le tri des données) nous avons pu créer différentes variables. Premièrement la durée de la visite et l'intervalle entre les visites, correspondant à :

$$\text{Durée de la visite} = \text{Date}(\text{fin visite}) - \text{Date}(\text{debut de visite})$$

$$\text{Intervalle entre les visites} = \text{Date}(\text{Debut de la visite } i + 1) - \text{Date}(\text{Fin de la visite } i)$$

Grace à cet ensemble de variables (issues des données DAC et présentées ci-dessus) nous avons pu de déterminer les critères d'analyse suivants :

- A l'échelle de la journée :
 - NVJ : Nombre de visites par jour calculées à partir des données brutes non corrigées
 - NVR : Nombre de visites réelles par jour qui correspond au nombre de visite enregistrées par jour au regard des données corrigées
 - NVE : Nombre de visites efficaces par jour parmi les visites réelles
 - NVI : Nombres de visites inefficaces par jour parmi les visites réelles
 - QAJ : Quantité d'aliment en kg consommée par truie par jour
 - TPJ : temps passé au DAC par jour
 - VCJ : vitesse de consommation moyenne par jour
- A l'échelle de la visite :
 - QAV : Quantité d'aliment en kg consommée par truie par visite
 - TPV : temps passé au DAC par visite
 - VCV : vitesse de consommation moyenne par visite
 - inter.vis : intervalle moyen entre deux visites
- A l'échelle de la gestation :
 - NVG : Nombres de visites réelles cumulées par gestation
 - QAG : Quantité d'aliment en kg consommée par truie au cours d'une gestation
 - TPG : temps passé au DAC par gestation
 - VCG : vitesse de consommation moyenne par gestation

Les distributions et statistiques descriptives de ces variables seront présentées dans la partie résultat.

2- Les variables de performances de production

Pour mesurer les performances de production des truies en lactation, on s'intéressera ici à la survie des porcelets entre la gestation et le sevrage et à la variation de poids de la truie. On comptabilise donc :

- Le nombre total de porcelets à la naissance (vivants et mort-nés)
- Les porcelets nés vivants
- Le poids total de la portée à la naissance
- Le nombre de porcelets allaités par la truie à atteindre le sevrage

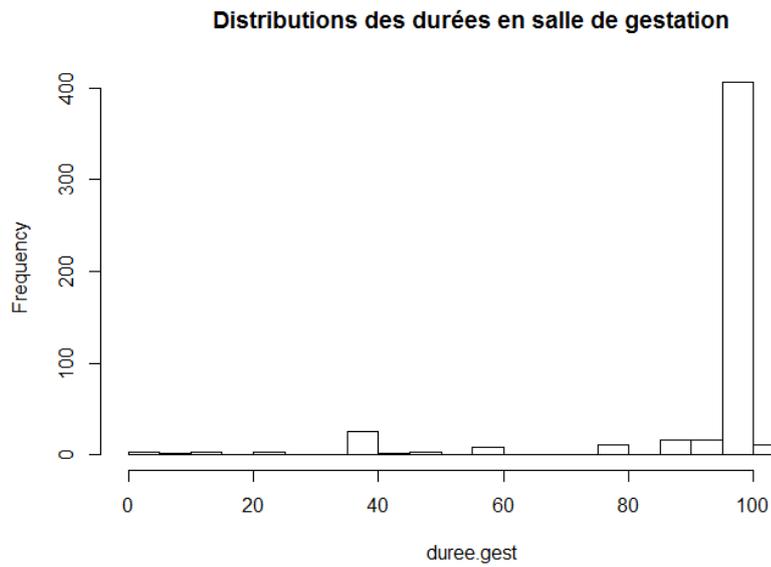


Figure 6 : Répartition des durées en salle de gestation en jour

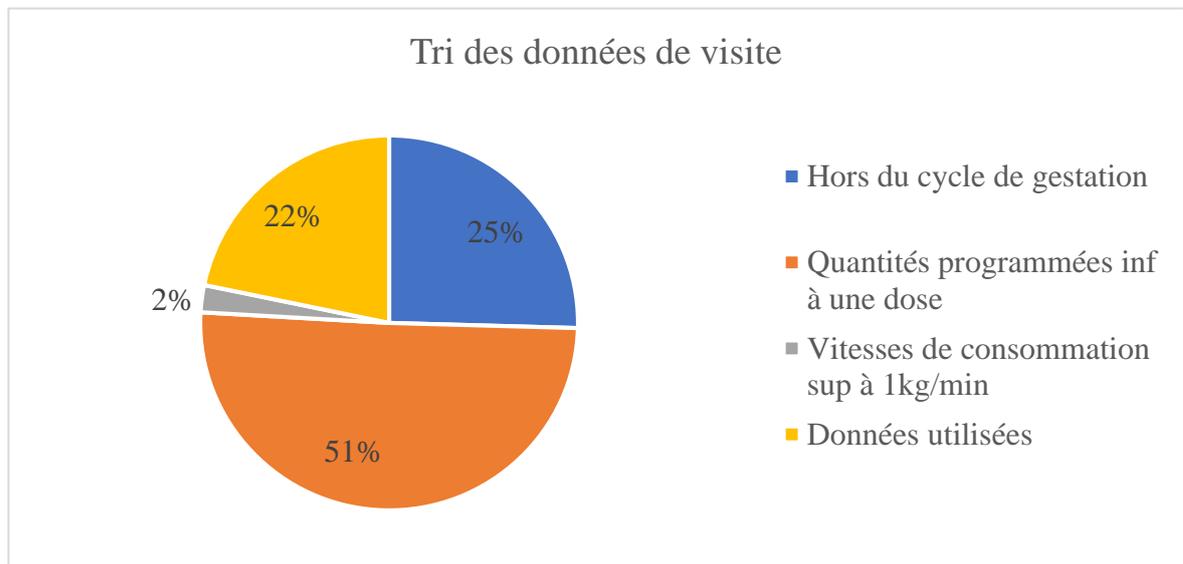


Figure 7 : Répartition des données selon le tri en pourcentage

- Le poids total des porcelets que la truie a allaités au sevrage (28 j)
- La différence de poids de la truie entre l'entrée et la sortie de la maternité

D-Le tri des données

Pour l'instant, il n'existe pas de logiciel ou de programme permettant de compiler et de faire ressortir les données ayant un sens zootechnique, de données brutes issues du DAC. Dans un premier temps, l'essentiel de mon travail a donc été de créer un programme à l'aide du logiciel R Development Core team permettant de garder uniquement les données informatives. A partir du tableau de visite (données brutes du DAC), le programme commençait par créer une nouvelle variable : D_D_PVIS (date de la prochaine visite). Puis le programme calcule la durée de la visite ($duree.vis = D_F_VIS - D_D_VIS$) l'intervalle entre visite ($D_D_PVIS - D_D_VIS$) et la vitesse de consommation ($Q_CONS/duree.vis$). Un premier tri a été réalisé pour ne garder que les données de gestation complète. 12% des gestations ont donc été retirées. Les truies entrent en salle de gestation (SDG) huit jours après l'IA et y restent jusqu'à l'avant dernière semaine avant la mise-bas. Elles y passent donc 97 jours en moyenne. La répartition du temps passé en SDG est présentée en figure 6. On peut constater que cette distribution est conforme aux attentes. Ainsi 7% des durées en SDG sont supérieures à 98 et 7% sont inférieures à 96. Afin d'étudier la cinétique d'alimentation des truies jour par jour, il a été décidé de retirer ces gestations du jeu de données (en bleu dans le graphique en page de gauche). Le programme sépare ensuite le tableau en fonction du numéro de la truie pour former une liste : LISTE.TRUIE. Chaque élément de la liste est l'ensemble des visites ordonnées chronologiquement pour une truie. Un second tri a ensuite été réalisé à partir de LISTE.TRUIE. Premièrement, toutes les visites ayant une consommation aberrante, c'est-à-dire supérieure à 1kg/min, ont été retirées du jeu de données (en gris sur la figure 7). Deuxièmement, comme-dit précédemment, la quantité programmée est délivrée sous forme de doses de 150g. Cette quantité programmée n'est pas obligatoirement un multiple de la dose. La dernière dose est parfois plus petite qu'une dose dite normale. Or, le DAC n'est pas capable de délivrer une quantité d'aliment inférieure à la dose « normale ». S'il reste cette petite dose à manger, la truie pourrait toujours entrer dans le DAC, l'auge s'ouvre mais la dose ne tombe pas. Les truies ont ainsi tendance à se présenter plusieurs fois successivement à l'auge, provoquant l'enregistrement de dates de début (et de fin) de visite mais ne peuvent pas consommer les quelques dizaines de grammes qu'ils leur restent. Cette succession de visites ne se produit pas lorsque toutes les truies ont mangé la quasi-totalité de leur ration car les portes du DAC se ferment. Afin d'éviter ce biais, augmentant considérablement le nombre de visites inefficaces par jour et par truie, nous avons

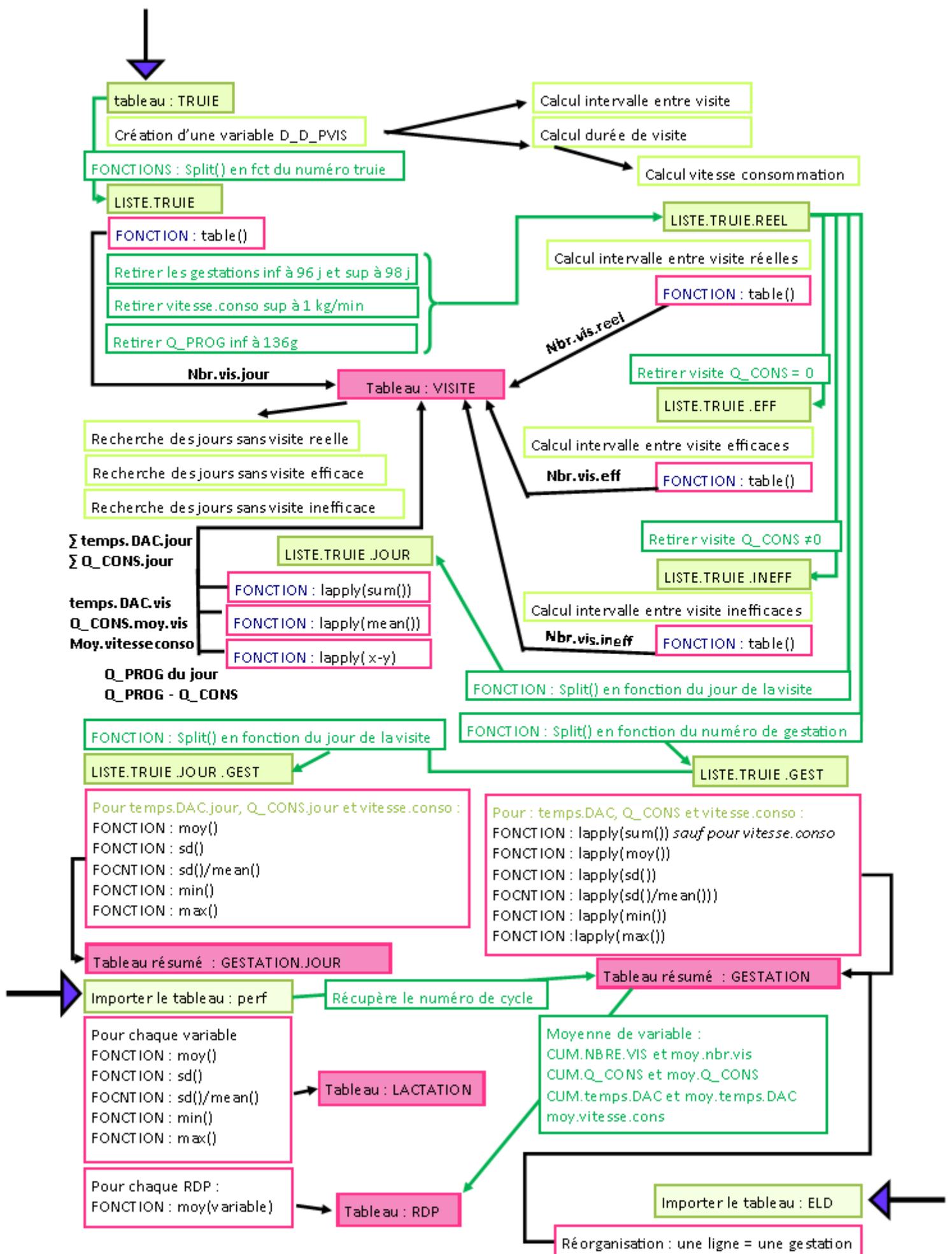


Figure 8 : Schéma du fonctionnement du programme

décidé de supprimer toutes les visites où la quantité programmée restante était inférieure à 135 grammes(en orange sur le graphique). In fine, seul 22% des visites enregistrées au DAC correspondent à des visites vraies, étudiables pour évaluer le comportement alimentaire des truies (cf. figure 7). A partir de LISTE.TRUIE plusieurs listes annexes ont été créées afin de compléter un tableau résumé appelé « visite ». Ce tableau donne pour chaque truie et pour chaque jour le NVJ, le NVR, la QAJ, la QAV, le TPJ, le TPV, la différence entre la quantité consommée par jour et la quantité programmée pour la journée (Q_PROG - QAJ) et enfin le VCJ. Un second tableau résumé a ensuite été conçu à l'aide de LISTE.TRUIE.GEST. Ce tableau résume pour chaque truie et pour chaque gestation le NVC, la QAG, le TPG, et enfin, la moyenne, l'écart-type le coefficient de variation le minimum et le maximum du NVR, du QAV et du TPV.

Puis, un troisième tableau nous donne les mêmes variables que celles du deuxième tableau mais cette fois par numéro de jour de gestation.

Concernant les variables de production, la moyenne, l'écart-type, le coefficient de variation, le minimum et le maximum ont été calculés et résumés dans un tableau intitulé LACTATION.

Afin d'étudier l'influence du rang de portée et de l'ELD, des variables ont été ajoutées au tableau de gestation. Le tableau RDP résume les moyennes des variables de gestation et de lactation en fonction du rang de portée.

Le schéma 8 présenté en page de gauche résume le fonctionnement de ce programme. Les flèches bleues indiquent les entrées de tableaux.

Tableau 4 : Résultats des données par jour

	Moyenne
Nombre de visites par jour (avant tri)	4,7 visites
Nombre de visites par jour (après tri)	1,4visites
Nombre de visites efficaces	1,2 visites
Nombre de visites inefficaces	0,1 visites
QAJ	2551 g
QAV	2292 g
TPJ	14 min 33 s
TPV	13 min 4 s
QAJ – Q_PROG	73 g
VCJ	188 g/min

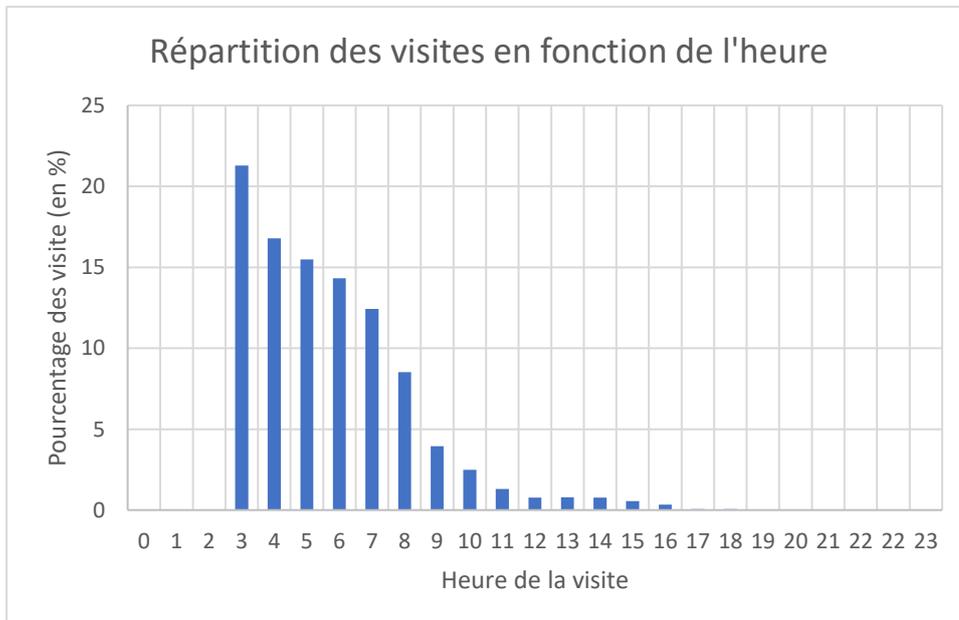


Figure 9 : Répartition des visites en fonction de l'heure à laquelle elles ont été réalisées

III- Les résultats

Les résultats sont présentés de la façon suivante : premièrement une partie descriptive des données par jour, puis une partie modélisation des variables du comportement alimentaire par gestation enfin une partie présentation des cinétiques des variables par gestation.

A- Les données par jour

Dans cette partie nous considérerons chaque jour de gestation comme les individus d'une population. Une fois le tri réalisé, il nous reste un échantillon de 375 gestations avec des observations journalières complètes. Chaque gestation durant entre 96 et 98 jours, nous obtenons un panel de 36 708 jours de gestation. Nous avons réalisé des statistiques descriptives sur les variables d'intérêt présentées dans le tableau 4.

Ces données nous ont permis de constater que les truies avaient tendance à ne faire qu'un seul repas par jour (NVJ = 1.38). Il n'est donc pas nécessaire de calculer un critère de repas. Nous allons considérer la visite comme unité de mesure. On peut également constater que 85% des visites sont efficaces, c'est-à-dire que ce sont des visites où il y a une prise alimentaire effective. Le NVJ étant de 1.38, les truies ont tendance à consommer leur ration en une fois. La quantité d'aliment consommé par jour est donc proche de la quantité d'aliment consommé par visite. Le temps passé au DAC par jour est également proche du temps moyen passé au DAC par visite. On peut également constater que 72 g de ration sont en moyenne non-consommés par les truies à cause du problème de calibrage des doses comme expliquée dans la partie méthodologie. On peut le considérer cette perte comme négligeable puisque cela représente entre 1,9 et 3,4 % de la ration.

Concernant l'heure à laquelle s'alimentent les truies, le cycle d'alimentation commence à 3 heures (h). Avant cette heure, les truies n'ont pas accès au DAC et donc ne peuvent pas s'alimenter. Nous avons pu observer que 21% des visites avaient lieu dans la première heure qui suit l'ouverture du DAC et que 80% des visites avaient lieu avant 8 h. A peine 1% des visites se déroulaient après 16 h.

B- Les données par gestation

1- La population

Nous avons voulu établir des modèles expliquant les variables du comportement alimentaire et tester plusieurs effets dont l'épaisseur.

Tableau 6 : significativité des effets

effet	rang de portée	ELD	taille de groupe	AS	stalle	bande	ration
nombre de visite cumulé	non	oui	non	oui	oui	oui	oui
nombre de visite par jour	non	oui	non	oui	oui	oui	oui
quantité d'aliment consommé cumulé	oui	oui	non	oui	non	oui	oui
quantité d'aliment consommé visite	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui
temps passée au Dac cumulé	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui
temps passé au DAC par visite	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui
vitesse de consommation moyenne	non	oui	non	non	non	oui	non

de lard dorsal, cependant nous ne disposons pas de ces données pour toutes les gestations ainsi seules 304 gestations ont été conservées. Ces gestations ont été réalisées par des truies dont le rang de portée varie entre 1 et 6. Les effectifs vous sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Répartition de l'effectif de truies en fonction du rang de portée

Rang de portée	1	2	3	4	5	6	TOTAL
Effectif	52	87	64	72	17	12	304

Il est ensuite possible de faire des statistiques descriptives sur quelques variables. Les truies réalisaient en moyenne 136 visites par temps de gestation passé au DAC, soit pendant 97 jours en moyenne pour une consommation cumulée moyenne de 251,07 kg et un temps cumulé consacré à se nourrir pendant la gestation de 86 388 s soit 24 heures environ.

Il existe une grande variabilité entre truies selon l'ELD variables. 28 truies ont une épaisseur de lard dorsal inférieure à 11mm, 59 entre 11 et 14mm, 115 entre 14 et 17mm, et 102 supérieures à 17mm. Les truies étudiées étaient élevées dans 18 bandes d'effectif variant entre 11 et 29 truies. Ces bandes sont élevées dans 7 stalles différentes. Elles sont également élevées à des saisons et à des années différentes (2016 ou 2017).

2- Les modèles décrivant les variables du comportement alimentaire

a- Les effets fixes et les effets aléatoires

Nous avons construit des modèles permettant de décrire les variables du comportement alimentaire. Ces dernières peuvent être expliquées par plusieurs variables explicatives. Nous avons testé la significativité de ces variables explicatives appelées effets du modèle. Tous les tests de significativités ont été réalisés en utilisant le test de Fisher avec un niveau de significativité de 5%. Les résultats vous sont présentés dans le tableau 3.

Tous les effets cités dans le tableau sont des effets fixes simples c'est-à-dire que ce sont des effets qui définissent la moyenne du modèle (μ). On suppose donc que les résidus de ces modèles seront distribués indépendamment et identiquement. Cependant à ce stade des analyses, l'individu statistique est la gestation et nous sommes en présence de données longitudinales. On peut donc supposer que les gestations réalisées par une même truie seront plus semblables que celles réalisées par des truies différentes. Il faut donc calculer quelle part de la variation résiduelle est due à la variation entre gestation d'une même truie. On peut ajouter un effet dit « effet aléatoire » qui permet de corriger cela. Ici, il s'agit de l'effet aléatoire,

« truie ». Par soucis de simplification de calcul l'effet « bande » a également été placé en effet aléatoire. Les effets aléatoires sont indiqués avec « r » .

b- Les modèles

In fine, voici les modèles explicatifs des variables de gestation :

$$NVG = \mu + RDP + ELD + AS + STALLE + Ration + bande^r + truie^r + \varepsilon$$

$$NVJ = \mu + RDP + ELD + AS + STALLE + Ration + bande^r + truie^r + \varepsilon$$

$$QAG = \mu + RDP + ELD + AS + Ration + bande^r + truie^r + \varepsilon$$

$$QAV = \mu + RDP + ELD + AS + STALLE + Ration + bande^r + truie^r + \varepsilon$$

$$TPG = \mu + RDP + ELD + AS + STALLE + Ration + bande^r + truie^r + \varepsilon$$

$$TPV = \mu + RDP + ELD + AS + STALLE + Ration + bande^r + truie^r + \varepsilon$$

$$VCG = \mu + RDP + ELD + bande^r + truie^r + \varepsilon$$

c- La méthode de construction des modèles

Tous les effets ont été testés en utilisant une méthode pas à pas (comme détaillée dans le script en annexe 2) et ajoutés au modèle si la p-value du test de Fisher était supérieure à 0.05.

La méthode pas à pas consiste à comparer un modèle avec l'interaction la plus complète c'est-à-dire celle qui regroupe l'ensemble des effets fixes par rapport à un modèle qui contient toutes les interactions regroupant n-1 effets. Un test de Fisher nous permet de savoir quel modèle est le plus significatif. Si le modèle avec les interactions les plus simples ressort plus significatif alors on le compare à un modèle qui contient une interaction de moins. Si ce modèle ressort significatif (p-value du test de Fisher inférieure à 0,05) alors on garde l'interaction qui avait été supprimée. Sinon on continue avec le modèle le plus simple.

Progressivement les interactions les plus complexes sont supprimées et simplifiées jusqu'à arriver aux modèles cités précédemment.

d- L'interprétation des effets

On peut, à partir des résultats, s'intéresser à la façon dont ces effets agissent sur les variables comportementales. Pour cela nous avons calculé les moyennes des moindres carrées pour chaque niveau de chaque effet puis nous avons recherché quels étaient les niveaux qui avaient de l'influence sur ces variables en analysant les contrastes.

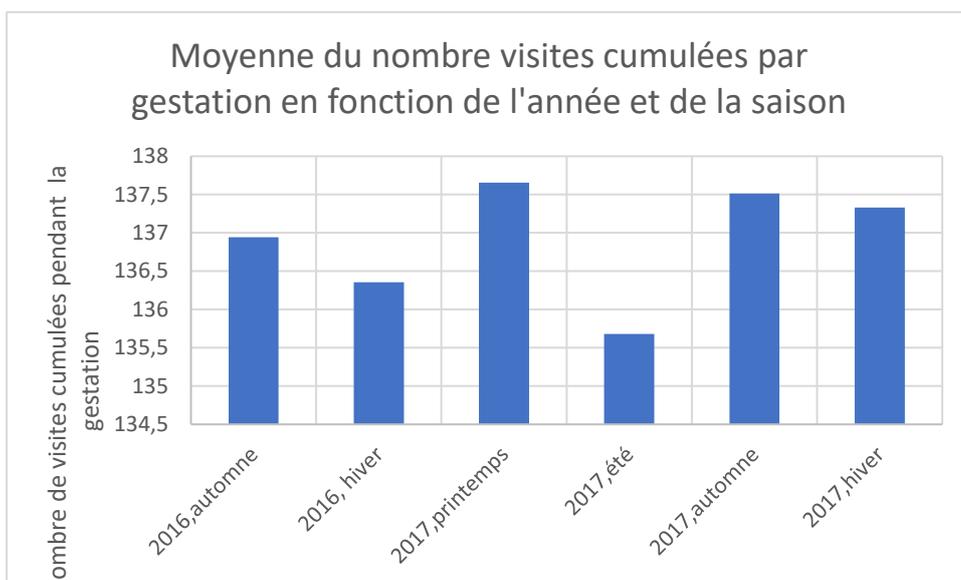


Figure 10 : Effet de la saison sur le nombre de visite par gestation

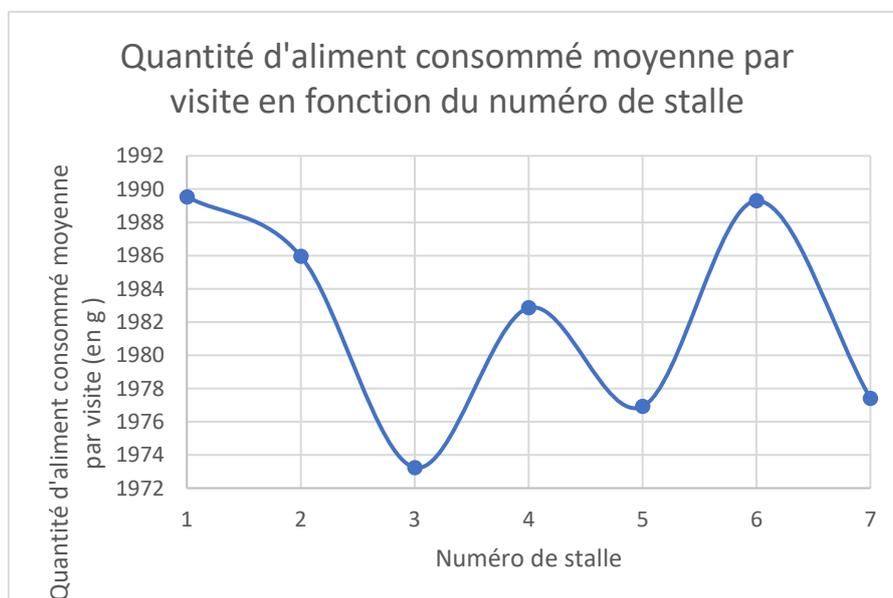


Figure 11 : Effet de la stalle sur la quantité d'aliment consommée par visite

Premièrement, nous nous sommes intéressés à l'influence que pouvait avoir l'année et la saison. Nous avons constaté un effet significatif de la combinaison « été.2017 » sur les variables (cf figure 10). Ainsi, à cette période, les truies ont tendance à moins consommer, elles font donc moins de visites pendant la gestation et par jour et passent moins de temps au DAC pendant leur gestation. On a pu également constater que la quantité cumulée d'aliment consommé est significativement supérieure au printemps 2017.

Concernant le rang de portée, nous pouvons observer un effet du RDP sur le nombre de visites par gestation et par jour. Les cochettes réalisent moins de visites par gestation et par jour que les multipares. On retrouve également cet effet sur la quantité cumulée d'aliment consommé et sur le temps cumulé passé au DAC. En revanche, le RDP n'est pas significatif pour la quantité consommée par visite, le temps passé au DAC par visite et la vitesse moyenne de consommation. De plus, la quantité cumulée d'aliment consommé et le temps cumulé passé au DAC sont significativement plus faibles pour les truies de rangs 5 et plus.

La stalle semble également avoir un effet sur les variables étudiées. Par exemple les truies élevées en stalle 2 ont tendance à faire significativement moins de visites pendant la gestation et moins de visites par jour. A l'inverse, celles élevées en stalle 3 tendent à en faire plus. Les truies élevées en stalles 1 et 6 ont tendance à passer significativement moins de temps cumulé au DAC alors qu'à l'inverse celles élevées en stalles 3,5 et 7 y passent moins de temps (cf figure 11).

Nous nous sommes ensuite intéressés à l'effet de l'épaisseur de lard dorsal, il semble que les truies d'épaisseur de lard supérieur à 17mm font moins de visite. Les truies d'ELD faible (inférieur à 11mm) et d'ELD fort (supérieur 17mm) consomment significativement moins que les truies d'épaisseur intermédiaire. Les truies d'ELD entre 14 et 17mm ont tendance à passer significativement plus de temps au DAC. En revanche, nous n'avons pas constaté d'effet significatif sur la vitesse de consommation et du temps passé au DAC par visite.

La ration (qui reprend les 12 modalités du tableau présenté en tableau 1) a évidemment un effet important sur la quantité consommée par visite mais influence également le temps passé au DAC par visite et le nombre de visite par jour et par gestation. Il est, en revanche, plus compliqué d'identifier l'effet d'une modalité sur la quantité cumulée d'aliment consommé et sur le temps cumulé passé au DAC. Malgré cela, sur ces deux dernières variables, les effets restent significatifs.

L'effet de la taille de groupe a également été testé mais n'était pas significatif.

L'ensemble des effets de chaque modèle ont été représentés graphiquement et sont représentés en annexe 6.

C- Les performances de lactation

En utilisant la même méthode que détaillée précédemment nous avons déterminé les modèles suivants pour les performances de lactation:

$$\text{Nés vivants} = \mu + RDP + \text{bande}^r + \text{truie}^r + \varepsilon$$

$$\text{Nés totaux} = \mu + RDP + \text{bande}^r + \text{truie}^r + \varepsilon$$

$$\text{Poids portée naissance} = \mu + RDP + ELD + AS + \text{bande}^r + \text{truie}^r + \varepsilon$$

$$\text{Sevrés allaités} = \mu + RDP + STALLE + \text{bande}^r + \text{truie}^r + \varepsilon$$

$$\text{poids portée naissance} = \mu + RDP + STALLE + \text{ration} + \text{bande}^r + \text{truie}^r + \varepsilon$$

$$\text{différence poids truie} = \mu + RDP + \text{ration} + \text{bande}^r + \text{truie}^r + \varepsilon$$

On peut constater que le rang de portée a un effet sur le nombre de porcelets nés et sevrés. En effet, les truies de rang de portée 1 ou 2 ont tendance à faire moins de porcelets. Dans le même ordre d'idée, les truies de rang de portée 1 ont un nombre de porcelets allaités sevrés plus faible. On peut aussi constater que le nombre de porcelets sevrés allaités augmente en fonction du RDP entre les rangs 2 et 5. Sur les autres variables (différence de poids et poids de la portée à la naissance) l'effet du rang de portée est significatif mais il n'y a pas de patron clair d'évolution avec le rang de portée.

Concernant l'épaisseur de lard dorsal, elle n'est significative que pour le poids de portée à la naissance. Une épaisseur intermédiaire (entre 11 et 17mm) semble diminuer le poids de la portée.

L'effet de la combinaison année saison a permis de distinguer deux périodes : à la naissance les portées de l'hiver et de l'automne 2016 ont tendance à être plus lourdes que les celles de l'été, du printemps et de l'automne 2017. L'effet de la saison est maintenu pour le poids de portée au sevrage. Il n'est cependant pas significatif pour les autres variables.

Il existe également un effet stalle. Ainsi les truies élevées en stalle 7 ont tendance à sevrer une plus grande proportion des porcelets qui leurs ont été confiés.

Tableau 7 : Corrélations entre les variables de gestation en colonne et les variables de lactation en ligne (écart-type d'erreur d'estimation entre parenthèse). *Les résultats significatifs sont indiqués en caractères gras.*

	NV	NT	PP_NAIS	SEV_ALL	PP_SEV_ALL	DIF_P
NVG	-0,028 (0,058)	-0,028 (0,058)	0,003 (0,058)	0,382 (0,053)	0,089 (0,058)	0,085 (0,058)
QAG	0,287 (0,055)	0,287 (0,055)	0,523 (0,049)	0,172 (0,057)	0,388 (0,053)	0,597 (0,047)
QAV	0,272 (0,055)	0,272 (0,055)	0,419 (0,052)	-0,168 (0,057)	0,203 (0,057)	0,383 (0,054)
TPG	0,299 (0,055)	0,299 (0,055)	0,539 (0,048)	0,137 (0,057)	0,437 (0,052)	0,524 (0,05)
TPV	0,252 (0,056)	0,252 (0,056)	0,389 (0,053)	-0,242 (0,056)	0,209 (0,056)	0,283 (0,056)
VCG	-0,15 (0,057)	-0,15 (0,057)	-0,046 (0,057)	-0,218 (0,056)	-0,145 (0,057)	0,029 (0,058)

NV : nés vivants, NT : nés totaux, PP_NAIS : poids de la portée à la naissance, SEV_ALL : nombre de sevrés allaités, PP_SEV_ALL : poids de sevrés allaités, DIF_P : différence de poids de truie entre entrée et la sortie de maternité.

Enfin, la ration influe sur le poids des sevrés allaités. Il semble plus élevé pour les rations 4 et 6, à l'inverse il est plus faible pour les rations 2 et 5. La différence de poids pour les truies ayant reçu la ration 4 est significativement plus élevée.

D- Les corrélations entre les variables

Nous nous sommes ensuite intéressés à plusieurs types de corrélations. Nous avons calculé les corrélations à partir des valeurs prédites des modèles. Premièrement, les corrélations entre variables de gestation (dans le tableau a de l'annexe 7) ; nous avons pu voir que les truies qui réalisent le plus de visites par jour et par gestation sont celles qui consomment le plus. Ce sont également celles qui passent le plus de temps au DAC. Logiquement les truies qui consomment le plus, passent plus de temps au DAC. Enfin, les truies qui réalisent plus de visites par jour et par gestation ont tendance à avoir une vitesse de consommation inférieure.

Puis, nous nous sommes intéressés aux variables de lactation (tableau b de l'annexe 7). Les variables sont toutes corrélées significativement entre elles. Plus les truies ont de porcelets, plus le poids de leur portée à la naissance sont élevés. Plus le poids de portée à la naissance est élevé plus le poids de la portée au sevrage et le nombre de porcelets au sevrage sont importants. On peut également constater que la différence de poids des truies entre l'entrée et la sortie de maternité est positivement corrélée à toutes les autres variables.

Enfin, nous avons établi les corrélations entre les variables de gestation et les variables de lactation. Elles sont présentées dans le tableau 7. On peut constater que le nombre de visites par gestation est positivement corrélé au nombre de porcelets sevrés. En revanche, il n'est pas corrélé à leur poids atteint au sevrage, il en est de même pour la variation de poids des truies entre l'entrée et la sortie de maternité.

On peut également constater que les truies ayant plus consommé en gestation et par visite ont tendance à faire plus de porcelets, avec un poids de portée supérieur à la naissance et au sevrage. La différence de poids des truies entre l'entrée et la sortie de maternité est aussi positivement corrélée à l'augmentation de la consommation par gestation et par visite. Tout ceci nous permet de conclure que les truies ayant pris l'habitude manger plus en gestation ont tendance à amener des porcelets lourds au sevrage. Concernant le temps passé au DAC pendant la gestation et par visite, la conclusion est la même. Les truies qui passent plus de temps au DAC ont plus de porcelets, des poids de portées à la naissance et au sevrage plus élevés et une différence de poids entre l'entrée et la sortie de maternité plus forte. En conséquence, on peut également observer que le poids de portée des truies ayant plus consommé semble plus élevé,

il en est de même pour le poids de la portée allaitée au sevrage.

A l'inverse, la quantité d'aliment consommé par visite et le temps moyen passé au DAC par visite est négativement corrélé au nombre de porcelets au sevrage. Pour ce qui concerne la vitesse de consommation, elle semble corrélée négativement à toutes les variables pour lesquelles la corrélation est significative, c'est-à-dire le nombre de porcelets nés vivants, le nombre total de porcelets, le nombre de porcelets sevrés et le poids de la portée sevrée. Les truies ayant pris l'habitude de manger plus lentement semblent donc avoir de meilleures performances de lactation.

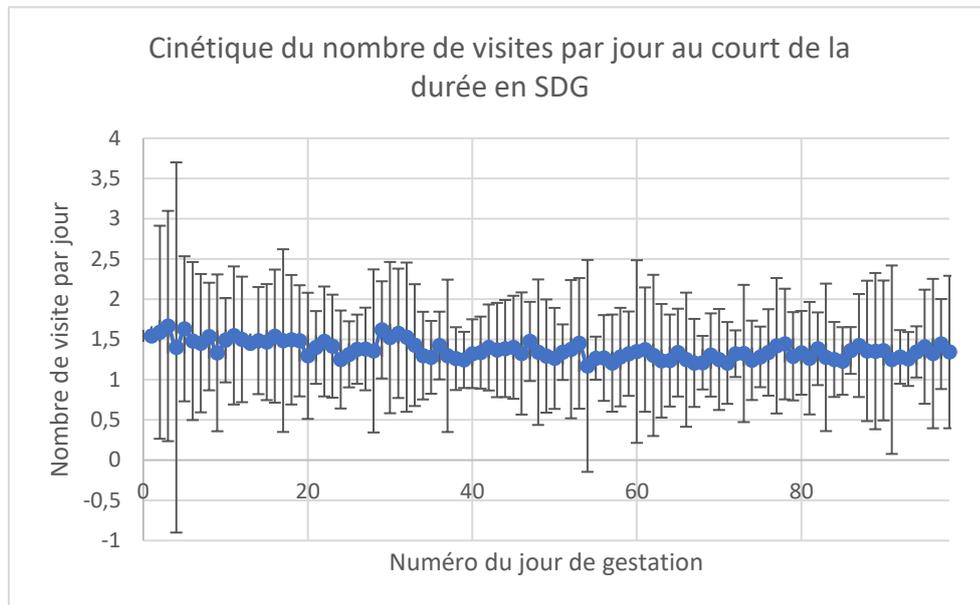


Figure 12 : Evolution de nombre de visites au court de la gestation (en jour de gestation)

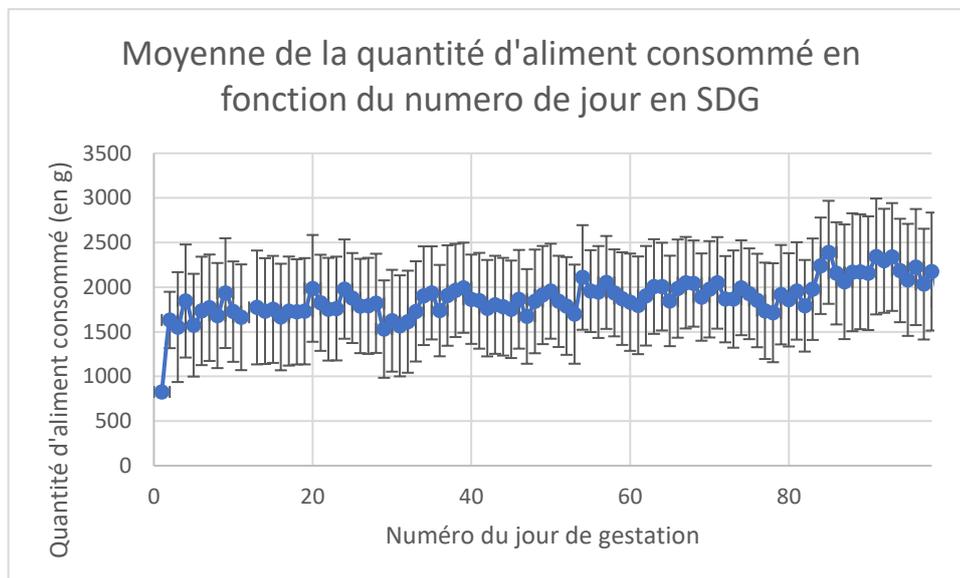


Figure 13 : Evolution de la quantité d'aliment en consommée au cours de la gestation (en jour de gestation)

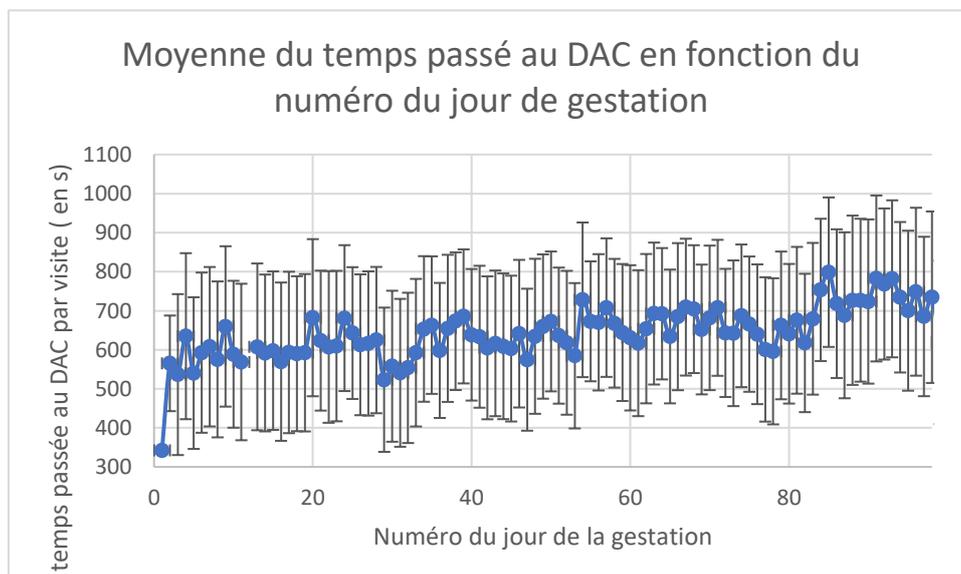


Figure 14 : Evolution du temps passé au DAC pendant la gestation (en jour de gestation)

E- Les données par numéro du jour de gestation

L'un des objectifs de l'étude était d'établir des cinétiques d'évolution des variables du comportement alimentaire en fonction du jour de la gestation. Pour cela, nous avons calculé la moyenne pour chaque variable et pour chaque numéro du jour de gestation (de 1 à 98). Les figures 12 à 15 représentent ces cinétiques.

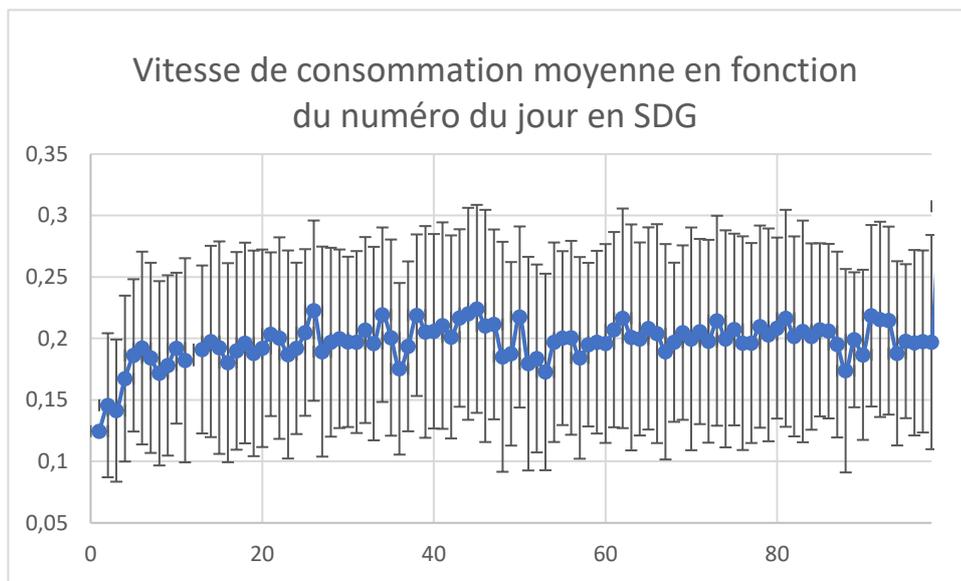


Figure 15 : Evolution de la vitesse de consommation au cours de la gestation (en jour de gestation)

Une fois cela établi, nous avons cherché à définir une période où la variation était importante puis à établir les corrélations entre les variables de lactation et les variables de gestation pour cette période donnée. On cherche donc à savoir s'il existe une période critique où le comportement d'alimentation pourrait avoir un impact sur les performances de lactation. On peut remarquer que durant la première période de 5 jours il y a une plus forte variation du nombre de visites par jour. Or les animaux ont la même quantité d'aliment disponible. Cette différence pourrait être due à un temps d'adaptation au DAC.

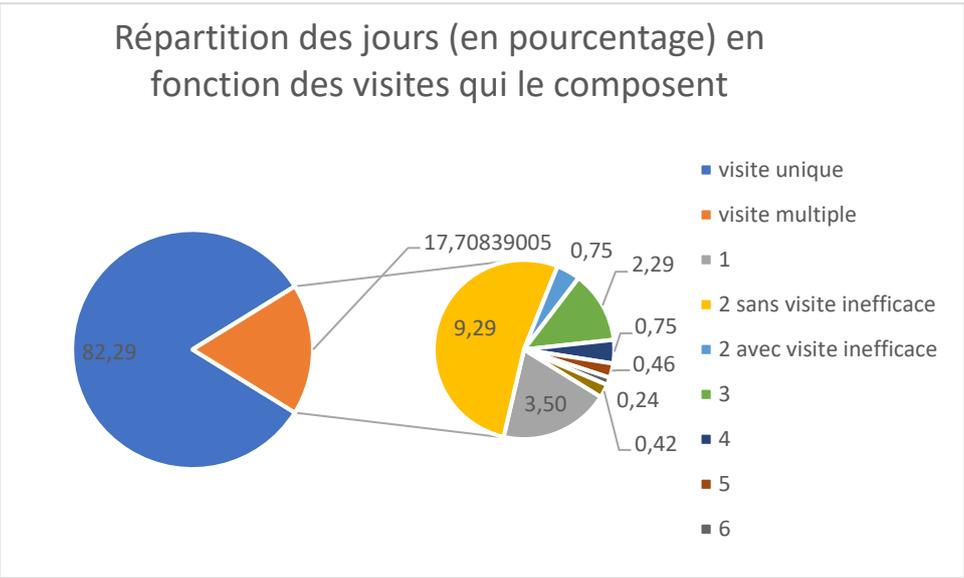


Figure 16 : Répartition des 36734 jours de l'étude selon le type de visite qu'ils contiennent

IV- Discussions

A- Les résultats par jour

Pour entamer la discussion des résultats, nous allons commencer par évoquer le nombre de visites par jour, celui-ci a été estimé à 1,37, soit une tendance à ne faire qu'une visite par jour. A titre de comparaison, les truies en lactation réalisent entre 5 et 10 repas par jour, chaque repas pouvant lui-même être composé de plusieurs visites. Notre résultat semble conforme avec la bibliographie. Vargovic *et al.*, (2018) enregistrent ainsi 1,16 visites par jour. Cependant, Eddison et Roberts dans leur article de 1995 précisent que cette tendance à ne faire qu'un repas par jour ne doit pas être trop généralisée. Selon eux, dans 20% des cas les truies ne réalisent pas une unique visite quotidienne. Dans notre étude, nous avons calculé le pourcentage de cas où il y a plus d'une visite et il semble en effet que dans 18% des cas la truie a réalisé plus d'une visite. Nous avons ensuite étudié en détail ces journées où il y a plusieurs visites. Nous avons pu constater que deux situations sont récurrentes :

- Soit le nombre de visites efficaces est égale à 1, les autres visites de la journée sont donc des visites inefficaces
- Soit la truie fait 2 visites efficaces sans visite inefficace.

La figure 16 illustre la répartition des journées en fonction du nombre de visites. Dans le premier secteur les journées sont séparées en deux catégories : les journées avec une visite unique en bleu clair, les autres cas sont en orange. Dans le second secteur, les autres cas sont répartis en fonction du nombre de visites efficaces qu'ils contiennent.

Pour étudier les journées où il y a plusieurs visites efficaces, il faudrait calculer un critère de repas comme exposé en annexe 4. Une fois le critère calculé et les visites regroupées ou non en repas, il faudrait étudier la proportion de la ration consommée pendant chaque repas. Il faudrait également s'intéresser à l'identité des truies qui expriment ce type de patron d'alimentation. Ainsi, on pourrait identifier si ce sont des truies qui font systématiquement plusieurs visites ou s'il s'agit de truies qui font occasionnellement plusieurs visites. Eddison et Roberts ont ainsi prouvé que seulement 26% des truies faisaient toutes leurs visites en un seul repas. En d'autres termes, dans 80% des cas les truies ont mangé leur ration en une visite mais seulement 26% des truies mangent toujours leur ration en une seule visite. Il serait alors intéressant de le vérifier sur notre jeu de données.

On trouve une vitesse d'ingestion moyenne (188 g/min) plus élevée que ce que l'on peut

trouver dans la littérature. Valgonic *et al.*(2018) l'estime à 168 ± 51 g/min, Renaudeau (2003) à 158 g/min et Cerneau *et al.*(1997) à 118g/min.

Le temps passé au DAC apparaît plus élevé que le temps estimé entre 10 et 12 min par Cerneau *et al.* (1997) et celui estimé à 12,6 min par Edwards *et al.*(1988) mais plus faible que celui estimé par Wavreille *et al.*(2009) à 23,4 min.

Concernant l'heure des visites, plusieurs études ont prouvé que les truies gestantes soumises à une alimentation rationnée ont tendance à aller au DAC rapidement après le début du cycle d'alimentation. (Beckett *et al.*,1986 ; Smith *et al.*,1986). Nos résultats semblent conformes avec cela. Cependant ces résultats dépendent du taux de saturation du DAC, celui-ci étant lié au nombre d'animaux par DAC. Dans l'article de Beckett *et al.*(1986) les 400 truies étaient élevées avec 10 DAC, soit un DAC pour 40 animaux. Dans notre cas, les groupes de truies sont composés d'une vingtaine d'animaux. On divise donc par 2 le nombre d'animaux par DAC. Dans le même ordre d'idée, nous atteignons un taux de 80% de visites en 4 heures après l'ouverture du DAC, alors que dans l'article de Beckett ce taux était atteint au bout de 8h. Il semble donc nécessaire d'étudier plus en détail le niveau de saturation du DAC. Pour cela il faudrait séparer les données non pas par truies mais par stalle (dans notre cas une stalle égale un DAC) et étudier le taux de saturation heure par heure. Dans son étude Beckett atteignait un taux de saturation de 50 à 60% sur l'ensemble de la journée, il est fort possible que cela soit inférieur dans notre cas.

Cependant cette constatation soulève des questions quant au bien-être des truies. En effet, les truies se précipitent pour manger au DAC au milieu de la nuit. Ceci est contraire au cycle nyctéméral naturel des truies, qui mangent pendant la phase diurne. Une des solutions pourrait être d'autoriser l'accès au DAC seulement à partir de 7 h ce qui respectait mieux ce cycle.

B- Les résultats par gestation

Nous allons poursuivre cette discussion par l'analyse des modèles du comportement alimentaire. Pour rappel, dans cette étude, les modèles d'analyse incluaient un ajustement pour la ration distribuée. Les estimations moyennes et les corrélations que nous avons établies se rapportent donc à des individus moyens qui ont tous reçus la même ration ; et sur cette base, nous analysons s'il existe des variations liées au RDP, à l'ELD etc...Nous avons ainsi corrigé les modèles pour les différences liées à la variation de la ration entre truies

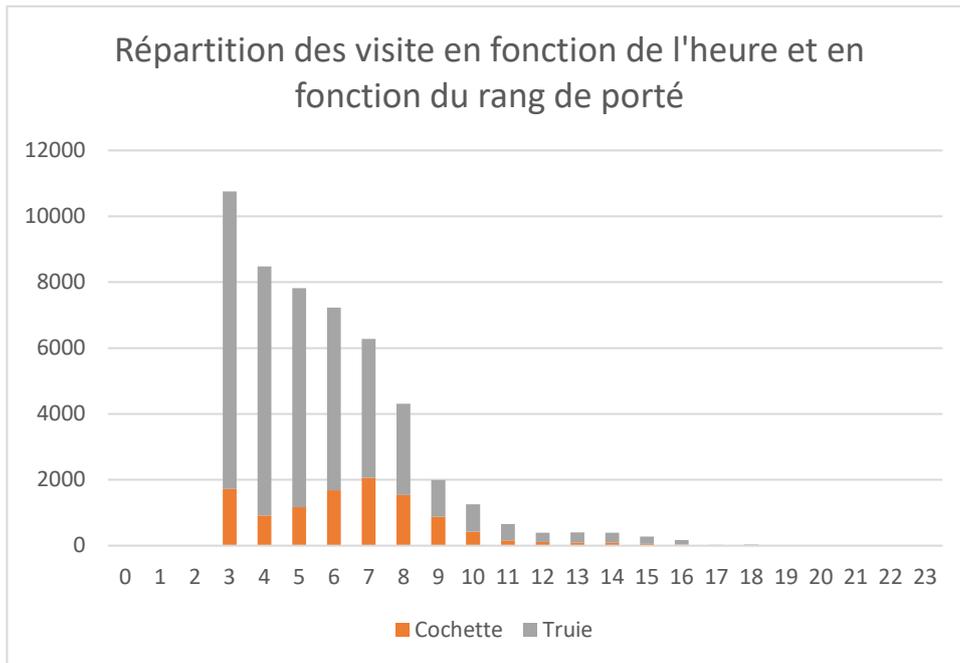


Figure 17 : Répartition des visites en fonction de l'heure et du rang de portée de la truie

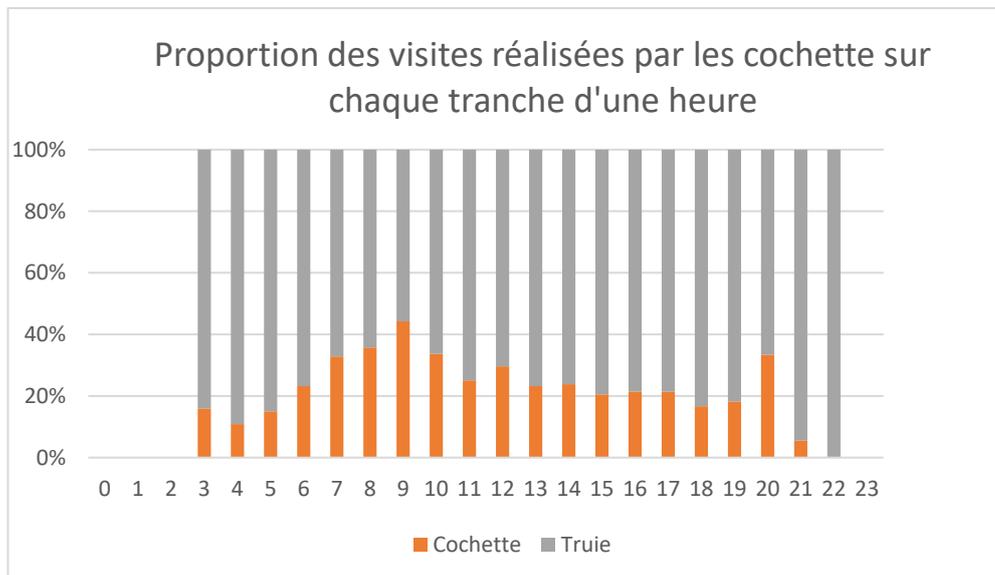


Figure 18 : Proportion des cochettes à visiter le DAC pour chaque plage horaire d'une heure

1- Les effets influençant le nombre de visites

Le nombre de visites est affecté par la saison. L'effet de la saison chaude avait déjà été prouvé par Renaudeau *et al.* (2003). Il avait conclu que la saison chaude diminuait la quantité d'aliment ingéré et donc le nombre de repas. On retrouve ces résultats dans notre étude. Renaudeau avait constaté que les truies diminuaient le nombre de visites mais avait également tendance à préférer faire des visites nocturnes plutôt que diurnes. Afin de compléter cette étude pourrait être intéressant de comparer la distribution par heure des visites d'une saison à l'autre.

En ce qui concernent le rang de portée, Wavreille *et al.* (2009) avait trouvé que les cochettes avaient tendance à faire plus de visites. Cela semble contraire à nos résultats. Cependant, il précise que durant les douze premières heures du cycle alimentaire ce sont les truies multipares qui ont tendance à utiliser plus souvent le DAC. Cette conclusion a également été prouvée par Hogkiss (1998) il semble donc important de s'intéresser au type de truie (cochette ou multipare) qui visitent le DAC en fonction de l'heure afin de voir si leur répartition est conforme à celle de Wavreille. Dans notre étude l'échantillon est composé de 67 gestations réalisées par des cochettes, soit 18% des gestations de l'étude. Or, on peut voir (cf Figures 17 et 18) que durant les trois premières heures suivant l'ouverture du DAC la proportion de cochettes à aller s'alimenter était inférieure à 18% (respectivement 16%, 11%, 15%) alors que les cinq heures suivantes la proportion de cochettes à s'alimenter est beaucoup plus élevée (respectivement 23%, 33%, 36%, 44%, 34%). Il semble donc que comme Wavreille les cochettes ont tendance à s'alimenter après les primipares et multipares. On peut également constater que la distribution de l'heure de visite des cochettes est plus normale, elles semblent donc moins affectées par l'heure d'ouverture du DAC.

Pour prolonger l'étude il faudrait pouvoir s'intéresser à l'ordre dans lesquels s'alimentent les truies et éventuellement s'intéresser au patron d'alimentation associé. Il est possible qu'une hiérarchie dans l'ordre d'alimentation se dessine et que cela ait des répercussions sur leur patron d'alimentation.

2- Les effets influençant la quantité d'aliment consommé

Les résultats de Hodgkiss montrent que la quantité d'aliment volontairement ingéré par l'animal augmente avec l'âge et le poids, en relation avec les besoins de croissance de la truie. Nos résultats tendent à confirmer cela, en effet la quantité ingérée par gestation augmente avec le rang de portée entre le rang 1 et 4. Pour ce qui concerne l'ELD les résultats montrent que les truies plus grasses consomment plus.

En ce qui concerne la quantité d'aliment consommé par jour et par gestation, Renaudeau *et al.* (2003) avait démontré qu'en saison chaude, les truies avaient tendance à diminuer la consommation d'aliment. Selon eux, cela s'explique par deux facteurs : la réduction de la quantité d'aliment consommé par visite et une réduction du nombre de visites. Cependant nos résultats semblent affirmer le contraire. Les truies consommeraient moins en hiver. Cependant ces différences, bien que significatives, restent tout de même très faibles. Le contraste le plus élevé étant de 10g par visite soit moins de 1% de la ration quotidienne. De plus, ces résultats sont à nuancer, en effet, plusieurs saisons n'ont été testées qu'une seule fois (le printemps et l'été). L'effet saison est donc confondu partiellement avec l'effet bande pour ces saisons. Une période d'étude plus longue est nécessaire pour pouvoir réellement estimer une influence de la saison.

3- Les effets influençant le temps passé au DAC

Le temps passé au DAC est affecté par la saison chaude et cela est une conséquence directe de la réduction de la quantité consommée, la corrélation entre ces deux variables étant de 0.96. Dans nos résultats le temps cumulé passé au DAC pendant la gestation est bien le plus faible en été.

Concernant l'effet du RDP, là encore nos résultats contredisent ceux de Wavreille qui avait tendance à trouver que les cochettes passaient plus de temps au DAC que les multipares. Ceci ne se vérifie pas pour nous. On peut tout de même noter que le temps passé au DAC diminue entre les rangs 2 et 5.

4- Les effets influençant la vitesse de consommation

Dans notre étude la vitesse de consommation n'est pas significativement affectée par l'année et la saison. Dans son article sur l'influence de la saison chaude sur le comportement alimentaire des truies, Renaudeau n'a pas non plus enregistré d'effet de la saison sur la vitesse de consommation. La stalle ne l'affecte pas non plus. Il en est de même pour la ration. La truie ne mange pas plus vite (ou plus lentement) lorsqu'elle dispose d'une quantité plus importante d'aliment. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la truie mange souvent sa ration en une seule fois, la vitesse d'ingestion est donc uniquement dépendante de la vitesse de libération de l'aliment par le DAC, qui elle reste stable.

5- L'effet de la stalle

L'effet de la stalle a été retrouvé dans quasiment tous les modèles. Il n'est pas significatif pour la quantité consommée par gestation mais tend à l'être ($P = 0,15$). L'effet de la stalle peut.

s'expliquer par le fait que chaque stalle constitue un environnement physique propre. Cela peut se traduire par des variations de température, d'humidité, de ventilation, de luminosité, etc entre stalles bien qu'elles appartiennent au même bâtiment. Les variations semblent avoir une influence sur le comportement des truies et expliquent en partie leurs différences de fréquence de visite au DAC, de quantité d'aliment consommé ou de temps passé au DAC

6 - La taille de groupe

Dans notre cas et pour tous les modèles des variables du comportement alimentaire la taille de groupe ne ressort pas de façon significative. Or, Walker (1991) a prouvé que la taille de groupe pouvait avoir une influence sur le nombre de visite et la durée de la visite. Ainsi, plus elle augmente plus il y a de visites mais moins les visites sont longues. Il précise cependant que cet effet s'estompe avec le temps. L'une de raison pour laquelle cet effet n'est pas significatif pourrait être que nous travaillons avec de petites tailles de groupe (aux alentours de 20 animaux) ce qui limite la compétition intra-groupe contrairement aux autres articles dans lesquels cet effet a été testé.

C- Les effets impactant les performances de lactation

Le rang de portée a un effet significatif sur tous les modèles. Concernant le nombre de porcelets, Quiniou (2001) a observé que les truies de rang de portée 2 avaient une prolificité plus faible, il en est de même pour les truies de rang de portée supérieur à 4. On retrouve exactement cela dans nos données. Elle conclut que les porcelets issus de truies de rang de portée 2 sont plus lourds, c'est le cas pour nos résultats puisque que le poids de portée au sevrage est plus élevé chez les truies de RDP 2.

Dans nos modèles, il apparait que la saison a un effet significatif sur le poids des porcelets, dans son article Renaudeau avait prouvé qu'élever des truies en lactation à des saisons différentes avaient des répercussions sur le poids des porcelets entre la naissance et 21 jours d'âge. Sa conclusion était la suivante : en saison chaude les porcelets ont une vitesse de croissance moins élevée, ils sont donc moins lourds à 21 jours. Dans notre étude le poids de portée à la naissance est effectivement plus faible pour les truies ayant effectué les gestations en été. Ceci nous amène à penser que cet effet pourrait avoir des conséquences dès le stade de la gestation, les truies gestantes en été pourraient avoir tendance à consommer moins ce qui favoriserait des porcelets plus légers à la naissance.

Tableau 8 : Comparaison de nos résultats avec ceux de Labroue. *Les résultats non significatifs sont indiqués en rouge.*

Corrélations	Labroue <i>et al.</i> 1996	Résultats de notre étude
NVJ - QAV	-0,80	-0,59
NVJ - TPV	-0,72	-0,66
NVJ - VC	-0,08	-0,08
QAV - TPV	0,88	0,96
QAV - VC	0,25	-0,05
TPV - VC	0,19	-0,003

D-Discussions autour des corrélations

A ce jour, il n'existe pas d'étude présentant des tableaux de corrélation de variables du comportement alimentaire chez les truies gestantes. Cependant, cela a déjà été fait chez le porc en croissance comme par exemple dans l'article de Labroue *et al.*(1996). Malgré un patron d'alimentation très différent chez le porc en croissance (en comparaison à la truie en gestation) nous avons pu observer des similitudes dans les corrélations. Nos résultats et leurs sens sont présentés dans le tableau 8.

On peut voir que les corrélations entre variables alimentaires semblent être du même ordre de grandeur chez le porc en croissance et chez la truie gestante. Cela n'est pas vrai pour les corrélations entre la vitesse de consommation et la quantité d'aliment consommé par visite ou le temps passé au DAC par visite. Nous avons trouvé des corrélations nulles, contrairement à Labroue qui observait des relations positives.

Concernant les corrélations entre performance de production et le comportement alimentaire, il a été plus difficile, par manque de référence, de faire des comparaisons avec la littérature. On notera tout de même que, dans son article de 2006, Guillemet a étudié l'impact d'un régime fibreux sur les performances de lactation et le comportement alimentaire. Ses conclusions sont que le régime fibreux augmente le nombre de repas et augmente le poids des porcelets au sevrage. On peut mettre en relation cela avec nos résultats : une corrélation positive entre le nombre de repas et les poids des porcelets au sevrage. Il semble donc que les truies ayant pris l'habitude de répartir leur consommation en plusieurs visites pendant la gestation favorisent la prise de poids de leurs porcelets

Enfin, nos résultats indiquent des corrélations positives entre la variation de poids des truies en lactation et le temps passé au DAC ou la quantité d'aliment consommé. Or, on sait que les truies avec un plus grand appétit pendant la lactation ont une meilleure croissance de leurs porcelets et perdent moins de poids en lactation (Lundgren et al 2014). Ceci s'oppose à nos résultats, les truies qui consomment plus dès la gestation et qui auraient donc un appétit plus élevé, ont effectivement une croissance plus élevée de leurs porcelets mais perdent également plus de poids.

E-Les cinétiques : perspectives d'étude

Par manque de temps, il n'a pas été possible d'analyser en détail des cinétiques d'évolution au cours de la gestation des variables du comportement alimentaire. Pour compléter cette étude, il faudrait analyser la variabilité par période et entre truies. Il faudrait ainsi découper la gestation par exemple en semaines et étudier la variabilité des comportements entre truies. On sait, grâce aux animaliers de l'élevage, que les premières semaines constituent un temps d'adaptation ou de réadaptation au DAC. Le comportement d'alimentation est donc différent et serait plus variable pendant cette période critique. L'objectif sera donc de déterminer des profils divergents d'alimentation entre truies durant cette période avec comme extrême, des truies ayant un profil stable et des truies ayant un profil instable d'alimentation au fil des jours et d'étudier les relations entre ces profils et les performances de lactation.

Conclusion

Les nouvelles directives en faveur du logement en groupe des truies ont amené à l'expression de nouvelles facettes du comportement des truies. L'étude de ce comportement devient une considération de plus en plus importante au sein de la communauté scientifique. En effet, il devient nécessaire d'étudier les conséquences ces expressions nouvelles sur les performances des animaux.

Au travers de cette étude, nous avons pu mettre en place un programme de tri et d'organisation des données du DAC. Nous avons donc organisé nos données de trois manières différentes : par jour, par gestation, par numéro du jour de gestation. Puis, grâce aux données réorganisées, il a été possible de caractériser ce comportement. Nos résultats semblent conformes à ceux de la littérature.

Des corrélations phénotypiques ont été calculées et il semble que certaines performances de lactation soient corrélées avec des composants du comportement alimentaire. On peut citer par exemple la vitesse de consommation qui semble corrélée négativement avec toutes les autres variables.

Les cinétiques des variables du comportement ont également été tracées mais n'ont pas eu le temps de faire l'objet d'un travail d'analyse précis. Si une étude plus approfondie de ces dernières est réalisée et qu'elle permet de mettre en évidence des profils différents chez les truies (par exemple de type « grignoteuses » vs « mangeuse de gros repas », ou « mangeuse rapidement » vs « mange lentement »), il sera alors possible de sélectionner les truies en fonction de leur comportement et ce dans le but de favoriser indirectement certaines performances en lactation.

BIBLIOGRAPHIE

BANVILLE M., DOURMAD J.-Y., SOURDIOUX M., RIQUET J., FLATRES-GRALL L., CANARIO L., 2017. Analyse génétique de la constitution de réserves corporelles par la truie et de la mobilisation des ressources pour la production de porcelets dans la lignée Tai Zumu. Journées de la Recherche Porcine, 49, 1-6.

BARNETT J.L., HEMSWORTH P.H., CRONIN G. M., NEWWMAN E.A., McCALLUM T.H; CHILTON D. 1992. Effects of pen size, partial stalls and method of feeding on welfare-related behavioural and physiological responses of group-housed pigs. Applied Animal Behaviour Science, 34, 207-220

BARNETT J.L., CRONIN G.M., Mc CALLUM T.H, NEWMAN E.A., HENNESSY D.P., 1996. Effects of grouping unfamiliar adult pigs after dark, after treatment with amperozide and by using pens with stalls, on aggression, skin lesions and plasma cortisol concentrations. Applied Animal Behavior Sciences, 50, 121-133.

BECKETT M.P., EDWARDS S.A, SIMRNINS P.H., WALKER A. G., 1986. Electronic identification and individual feeding of sows in a very large group. Animal Production, 42, 468 (abstract).

BERTIN C., RAMONET Y., 2015. Utilisation d'accéléromètres pour mesurer l'activité physique des truies logées en groupes. Journées de la recherche porcines, 47, 229-234.

BROOM D.M., 1988. The scientific assessment of animal welfare. Applied Animal Behavior Science, 20, 5-19.

CERNEAU P., MEUNIER-SALAUN M.-C., LAUDEN P., GODFRIN K., 1997. Journée de la recherche porcine, 29, 175-182.

CHAPINAL N., RUIZ-DE-LA-TONNE J.L., CERISUELO A., BAUCCELLS M.D., GASA J. MANTECA X., 2008. feeder use patterns in group-housed pregnant sows fed with an unprotected electronic sow feeder (fitmix). Journal applied animal welfare sciences, 2, 319-36.

CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE, 2001. Directive 2001/88/CE du Conseil du 23 octobre 2001 modifiant la directive 91/630/CEE établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs. Journal officiel, L 316, 0001 – 0004. Disponible sur <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32001L0088>, Consulté le 20/07/2018

CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE, 2001. Directive 2001/93/CE de la Commission du 9 novembre 2001 modifiant la directive 91/630/CEE établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs. Journal officiel, L 316, 0036 – 0038. Disponible sur <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32001L0093>. Consulté le 20/07/2018

DOURMAD J.-Y., 1994. La reconstitution des réserves corporelles chez la truie multipare en gestation. Journées de la Recherche Porcine en France, 26, 277-284.

EDDISON J.-C., ROBERTS N. E., 1995. Variability in feeding behavior of group-housed sows using electronic feeders. *Animal Science*, 60, 307 – 314.

EDWARDS, S.A., ARMSBY, A.W. and LARGE, J.W., 1988. Effects of feed station design on the behavior of group-housed sows using an electronic individual housing system. *Livestock Production Science*, 19, 511-522.

ÉTIENNE M., LEGAULT C., DOURMAD J.-Y., NOBLET J., 2000. Production laitière de la truie : Estimation, composition, facteurs de variation et évolution. Journées de la Recherche Porcine en France, 32, 253-264.

FARM ANIMALWELFARE COUNCIL, 1992. Fawc updates the fives freedoms. *Vet Rec*, 131, 357

FOX, M.W., 1965. In: *Stereotypic Animal Behavior: Fundamentals and Applications to Welfare*. Eds. A.B. Lawrence and J.Rushen. CAB International, Oxon.

GENPHYSE, Welcome to GenPhySE, disponible sur <https://genphyse.toulouse.inra.fr/> consulté le 28/05/2018

GENPHYSE, Modélisation Génétique et amélioration génétique des monogastriques, disponible sur https://genphyse.toulouse.inra.fr/content/modgen-research-activities_fr consulté le 29/05/2018

GUILLEMET, 2006. Comportement alimentaire et performances de reproduction chez la truie en lactation : impact d'un aliment fibreux pendant la gestation. Journées de la Recherche Porcine, 38, 453-460

HAER (De) L.C.M., VRIES (De) A.G., 1993. Feed intake patterns of and feed digestibility in growing pigs housed individually or in groups. Livestock Production Sciences, 33, 277-292

HODGKISS N.J., 1998. Behaviour, welfare and nutrition of group-housed sows fed in an electronic sow feeding system, University of Plymouth. Thèse

HUNTER E., BROOM D.M., EDWARDS S.A. and SIBLY R.M., 1988. Social hierarchy and feeder access in a group of 20 sows using a computer-controlled feeder. Animal Production, 47, 139-148

IFIP, 2013. Mémento de l'éleveur de porc, Institut du porc, 174

INRA, 2015. Les chiffres clés. Disponible sur <http://institut.inra.fr/Reperes/Chiffres>. Consulté le 28/05/2018

INRA, 2017. Centre INRA Occitanie-Toulouse. disponible sur <http://institut.inra.fr/Reperes/Documents/L-Inra-et-ses-centres/Centre-Inra-Occitanie-Toulouse>. Consulté le 128/05/2018

KNOWLES T.G., EDDISON J.C., VRANCH A.T., BROOKS P.H., 1989. Sow behaviour in computerised feeding systems. Applied Animal Behaviour Science, 22: 85

LABROUE F., GUEBLEZ R., SELLIER P., MEUNIER-SALAUN M.-C., 1994. Feeding behaviour of group-housed Large White and Landrace pigs in French central test stations

LABROUE F., 1995. Facteurs de variation génétiques de la prise alimentaire chez le porc en croissance : le point des connaissances. INRA Prod Anim 1995, 8, 239-250.

LABROUE F., SELLIER P., GUEBLEZ R., MEUNIER-SALAUN M.-C., 1996. Estimation des paramètres génétiques pour les critères de comportement alimentaire dans les races Larges White et Landrace Français. Journées de la recherche porcines , 28, 23-30.

LAMBERT R.J., ELLIS M., ROWLINSON, P. and SAVILLE C.A. 1983. Influence of housing I feeding system on sow behaviour. Animal Production, 36:,532

LAMBERT R.J., ELLIS M., and ROWLINSON P., 1986. An assessment of an electronic feeding system and "dynamic" grouping in loose-housed sows. Animal Production, 42: 468

Livret accueil de GenPhySE, Version5, 05/02/2018

LUNDGREN H., FIKSE W.F., GRANDINSON K., LUNDEHEIM N., CANARIO L., VANGEN O., OLSEN D., RYDHMER L. 2014. Genetic parameters for feed intake, litter weight, body condition and rebreeding success in primiparous Norwegian Landrace Sows. *Animal*, 8:2, 175-183.

MAYES E., DUNCAN P., 1986. Time patterns of feeding behavior in free-ranging horses. *Behaviour*, 96, 105-109

MERCAT M.-J., MORMEDE P., Influences génétiques sur le processus d'adaptation et le comportement alimentaire chez le porc

MEUNIER-SALAÜN M.-C., COURBOULAY V., PÈRE M.-C., POL F., QUESNEL H., 2002 Elevage des truies gestantes en groupe : acquis et perspectives de recherches. *Journées de la recherche porcine*, 34, 239-247.

NIELSEN B.L., 1999. On the interpretation of feeding behaviour measures and the use of feeding rate as an indicator of social. *Applied Animal Behaviour Science*, 63, 79–91

NOBLET J., ETIENNE, 1987b. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in pregnant sows. *Production Sciences*, 16, 243-257.

NOBLET J., 1990. Bases d'estimation du besoin énergétique de la truie au cours du cycle de reproduction. Paris 6. Thèse de doctorat

NOBLET J., SHI X.S., DUBOIS S., 1994. Composantes de la dépense énergétique au cours du nyctémère chez la truie adulte à l'entretien: rôle de l'activité physique. *Inra. Prod. Anim.*, 7, 135-142.

QUINIOU N., RENAUDEAU D., DUBOIS S., NOBLET J., 1998. Influence des températures élevées sur les performances et le comportement alimentaire de la truie en lactation. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 30, 303-309

QUINIOU N., RENAUDEAU D., DUBOIS S., NOBLET J., 2000. Effect of diurnally fluctuating high ambient temperatures on performance and feeding behaviour of multiparous lactating sows, *Animal Science*, 71, 571-575.

QUINIOU N., DAGORN J., GAUDRÉ D., 2001. Variation du poids des porcelets à la naissance et incidence sur les performances zootechniques ultérieures Vol. 24, 2, 11 -17

QUINIOU N., 2003a. Effet du nombre de repas sur les réserves et le comportement des truies gestantes selon le logement, *TechniPorc*, 26, 21-26.

QUINIOU N., 2003b. Effet du nombre de repas sur la reconstitution des réserves et le comportement des truies en gestation selon le mode de logement *Journées de la Recherche Porcine*, 35, 149-154.

RAMONET Y.; TERTRE A., 2013. Activité des truies en groupes dans les différents systèmes de logement. Rapport d'étude. Chambre agriculture de Bretagne
RAMONET Y.; TERTRE A., 2014. Evaluation de l'activité motrice des truies en groupes en élevages de production. *Journées de la recherche porcine*, 46, 267-268.

RENAUDEAU D., ANAIS C., WEISBECKER J.L., NOBLET J., 2003. Influence du climat tropical et de l'augmentation de la teneur en parois végétales dans l'aliment sur les performances et le comportement alimentaire des truies en lactation. *Journées de la recherche porcine*, 35, 133-140.

RMT Bien-être animal et système d'élevage, 2011. Truies en groupe au DAC, Fiche Porc n°2 – Décembre 2011

SIBLY R.M., NOOT H.R.M., FLETCHER D.J., 1990. Splitting behavior into bouts. *Animal Behavior*, 39, 63-69

SLATER, 1974. The temporal pattern of feeding in the Zebra finch. *Animal Behavior*, 22, 506-515

SMITH P., GORMAN N., PAYNE J., 1986. An alternative to stalls and tethers, a straw-based housing system for dry sows using a computerised sow feeder. *Animal Production*, 42, 467

TOLKAMP B.J., SCHWEITZER D.P.N., KYRIAZAKIS I., 2000. The biologically relevant unit for the analysis of short term feeding behavior of dairy cows. *Journal Dairy Sciences*, 83, 2057-2068

VARGOVIC L., BUNTER K.L., HERMESCH S., ATHORN R.Z., 2018. Feeding behaviour traits recorded during gestation are heritable even though feed intake itself is restricted. *Proceedings of the 11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Auckland and Massey Universtiy*. 1130.

WAVREILLE, J. , REMIENCE, V. , CANART, B. , VANDENHEEDE, M. , NICKS, B. & BARTIAUX-THILL, N., 2009 . Bien-être des truies gestantes en groupe dynamique alimentées au distributeur d'aliments concentrés. Les Nouvelles de l'hiver, publication DGA, 40-41.

WALKER N., 1991. The effects on performance and behaviour of number of growing pigs per mono-place feeder. Animal Feed Science and Technology, 35, 3-13.

Annexe

Annexe 1 : Réflexion sur les métiers de la recherche

Tout d'abord, un chercheur est, avant toute chose, en recherche de subventions et de sources de financement. En effet, un pourcentage non négligeable de son temps est consacré à la création de dossier de financement. Ces dossiers font souvent échos à des appels d'offres qui cherchent à proposer des solutions à des problématiques actuelles et à des enjeux internationaux. A titre d'exemple, l'unité ModGen encadre une thèse qui s'intéresse aux facteurs génétiques influençant l'expression de molécules responsables de l'odeur de verrat. Cette thèse est en partie financée par des subventions provenant d'un projet européen de lutte contre la castration des porcs.

Contrairement à ce que je pensais les chercheurs sont loin d'être des personnes qui travaillent seul. Ils participent ainsi à des nombreuses réunions d'équipe, de transversalité espèce et des congrès dans leur domaine de spécialisation (EAAP Croatia 2018, Journées de la recherche porcine, ...). De plus les projets de recherche se font généralement à plusieurs. Dans le même ordre d'idée il n'est pas rare que les thésards et stagiaires soient co-encadrés.

Concernant la recherche d'un point de vue général, j'ai pu constater qu'elle est extrêmement encadrée et répond à des cahiers des charges précis et contrôlés. On connaissait déjà la règle des trois R (réduire, raffiner remplacer) qui visait à diminuer le nombre d'animaux en expérimentation animal. Sur le même principe la règles des trois S (soigner, supprimer et substituer) à pour but de réduire la douleur et favoriser le bien-être des animaux. (Par exemple la question des cornes en élevage bovins ; Supprimer : ne pas couper les cornes des bovins, Substituer : couper les cornes au stade veau plutôt qu'à l'âge adulte (la douleur étant plus faible), Soigner : prodiguer les soins nécessaires à un bon rétablissement de l'animal)

Pour ces collaborations, l'INRA fait aussi appel au secteur privé, et ceci tend à se développer de plus en plus. Cependant l'INRA étant un organisme public, elle ne doit pas favoriser une entreprise privée plutôt qu'une autre. Chaque achat est donc contrôlé et déclaré. Les changements ou retards dans le protocole doivent également être signalé et validé par des commissions puisque ceux-ci engendrent des coûts supplémentaires.

En conclusion, ces trois mois l'INRA m'ont permis de découvrir plus profondément le milieu de la recherche et de me faire une idée plus précise du métier en lui-même et des conditions dans lequel il se réalise.

Annexe 2 : Script

```
#Définir le répertoire de travail
setwd("F:/ESA/IM1/STAGE ri/truie")
truie <- read.table(file="compilGESTlw523.csv",header=TRUE,sep = ";",dec="." )
View(truie)

#Reconaitre les variables comme des dates
truie$D_D_VIS<-strptime(truie$D_D_VIS,format = "%d/%m/%Y:%H:%M:%S")
truie$D_F_VIS<-strptime(truie$D_F_VIS,format = "%d/%m/%Y:%H:%M:%S")
truie$D_D_PVIS<-strptime(truie$D_D_PVIS,format = "%d/%m/%Y:%H:%M:%S")

#Calcul de la durée de visite
truie$duree.visite<-as.numeric(truie$D_F_VIS-truie$D_D_VIS)

#Enregistrer la D_D_PVIS
truie<-truie[order(truie$n_nation),]
truie$D_D_PVIS<-c(truie$D_D_VIS[-1],NA)

#Calcul de l'intervalle entre les visites
truie$inter.vis<-as.numeric(truie$D_D_PVIS-truie$D_F_VIS)

#Calcul de la vitesse de consommation
truie$vitesse.conso<-(truie$Q_CONS/truie$duree.visite)*6/100

#Création d'une liste par truie
LISTE.TRUIE<-split(truie,truie$n_nation)
LISTE.TRUIE.GEST<-lapply(X=LISTE.TRUIE, FUN= function(x)split(x,x$n_cy))
duree.gest<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST, FUN = function(x)(lapply(
X=x,function(x)x$D_F_VIS[nrow(x)]-x$D_D_VIS[1])))

#Calcul du pourcentage de gestation éliminées
length(which(duree.gest<96))
length(which(duree.gest>98))
length(which(duree.gest<96))/length(duree.gest)
length(which(duree.gest>98))/length(duree.gest)
(length(which(duree.gest<96))-length(which(duree.gest<8)))/length(duree.gest)
hist(duree.gest, nclass = 20, main = paste("Distributions des durées en salle de
gestion"))
duree.gest<-data.frame(unlist(duree.gest))

#Retirer les gestations inferieures à 96 jours
gestation96<-function(a){
  loc.gest.fin<-which(a$inter.vis>259200)
  loc.gest.debut<-c(1,loc.gest.fin+1)
  loc.gest.fin<-c(loc.gest.fin,nrow(a))
  duree.gestation<-a$D_F_VIS[loc.gest.fin]-a$D_D_VIS[loc.gest.debut]
  DEB<-0
  FIN<-0
  GEST<-0
  for (r in 1:length(duree.gestation)){
    if(isTRUE(duree.gestation[r]<96)==TRUE){
      DEB<-c(DEB,loc.gest.debut[r])
      FIN<-c(FIN,loc.gest.fin[r])}
  }
  if(FIN[length(FIN)]!=0){
```



```

DEB<-subset(DEB, DEB!=0)
FIN<-subset(FIN, FIN!=0)
for (i in 1:length(FIN)){GEST<-c(GEST,DEB[i]:FIN[i])}
GEST<-subset(GEST, GEST!=0)
a<-a[-GEST,]}
a<-a}
LISTE.TRUEIE<-lapply(X = LISTE.TRUEIE, FUN = function(x)gestation96(x))

```

#Retirer les gestations supérieures à 98 jours

```

gestation98<-function(a){
loc.gest.fin<-which(a$inter.vis>259200)
loc.gest.debut<-(c(1,loc.gest.fin+1))
loc.gest.fin<-c(loc.gest.fin,nrow(a))
duree.gestation<-a$D_F_VIS[loc.gest.fin]-a$D_D_VIS[loc.gest.debut]
DEB<-0
FIN<-0
GEST<-0
for (r in 1:length(duree.gestation)){
if(isTRUE(duree.gestation[r]>98)==TRUE){
DEB<-c(DEB,loc.gest.debut[r])
FIN<-c(FIN,loc.gest.fin[r])}}
if(FIN[length(FIN)]!=0){
DEB<-subset(DEB, DEB!=0)
FIN<-subset(FIN, FIN!=0)
for (i in 1:length(FIN)){GEST<-c(GEST,DEB[i]:FIN[i])}
GEST<-subset(GEST, GEST!=0)
a<-a[-GEST,]}
a<-a}
LISTE.TRUEIE<-lapply(X = LISTE.TRUEIE, FUN = function(x)gestation98(x))

```

#Création d'une liste des visites par jour par truie

```

library(lubridate)
LISTE.TRUEIE.JOUR<-lapply(X=LISTE.TRUEIE, FUN= function(x)split(x,date(x$D_D_VIS)))

```

#Ajout de la date et du n° de truie au tableau visite

```

visite<-data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE, FUN =
function(x)table(date(x$D_D_VIS))))))
TJ<-rownames(as.table(unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE, FUN =
function(x)table(date(x$D_D_VIS))))))
visite$jour<-substr(TJ,18,nchar(TJ))
visite$ntruie<-substr(TJ,1,16)
visite$ngest<- unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.JOUR, FUN = function(x)(lapply( X=x,
FUN = function(x)x$n_cy[1]))))
visite$nbr.vis.jour<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE, FUN =
function(x)table(date(x$D_D_VIS))))
visite<-visite[,-1]

```

#Calcul du nombre de visite par jour par truie

```

visite$nbr.vis.jour<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE, FUN =
function(x)table(date(x$D_D_VIS))))

```

#Retirer les doses programmées inférieures à 135 grammes

```

vraiedose<-function(b){
sup.dose<-which(b$Q_PROG<135)

```



```

if (length(sup.dose)!=0)
  b<-b[-sup.dose,]
else b<-b}
LISTE.TRUIE.REEL<-lapply(X = LISTE.TRUIE, FUN = function(x)vraiedose(x))

#Retirer les visites ou la vitesse de consommation est supérieure à 1 kg/min
vraieconso<-function(b){
  sup.vit<-which(b$vitesse.conso>1)
  if (length(sup.vit)!=0)
    b<-b[-sup.vit,]
  else b<-b}
LISTE.TRUIE.REEL<-lapply(X = LISTE.TRUIE.REEL, FUN = function(x)vraieconso(x))

#Calcul des nouvelles D_D_PVIS
for (indice in names(LISTE.TRUIE.REEL)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.REEL[[indice]])){
    if (j=="D_D_VIS"){
      LISTE.TRUIE.REEL[[indice]][["D_D_PVIS"]]=as.vector(c(LISTE.TRUIE.REEL[[indice]][[j]][-1],NA))}}

#Calcul de l'intervalle entre les visites réelles
for (indice in names(LISTE.TRUIE.REEL)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.REEL[[indice]])){
    if (j=="inter.vis"){
      LISTE.TRUIE.REEL[[indice]][["inter.vis"]]=LISTE.TRUIE.REEL[[indice]][["D_D_PVIS"]]-LISTE.TRUIE.REEL[[indice]][["D_F_VIS"]]}

#Calcul du nombre de visites réelles par jour par truie
tab.vis.reel<-data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.REEL, FUN =
function(x)table(date(x$D_D_VIS))))))
colnames(tab.vis.reel)<- c("nbr.vis.reel")
visite<-cbind(visite, tab.vis.reel[, "nbr.vis.reel"][match(rownames(visite),
rownames(tab.vis.reel))])
colnames(visite)[5]<- c("nbr.vis.reel")

#Creation d'une liste avec les visites efficaces uniquement
viseff<-function(c){
  sup.eff<-which(c$Q_CONS==0)
  if (length(sup.eff)!=0)
    c<-c[-sup.eff,]
  else c<-c}
LISTE.TRUIE.EFF<-lapply(X = LISTE.TRUIE.REEL, FUN = function(x)viseff(x))

#Calcul du nombre de visites efficaces par jour par truie
tab.vis.eff<-data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.EFF, FUN =
function(x)table(date(x$D_D_VIS))))))
colnames(tab.vis.eff)<- c("nbr.vis.eff")
visite<-cbind(visite, tab.vis.eff[, "nbr.vis.eff"][match(rownames(visite),
rownames(tab.vis.eff))])
colnames(visite)[6]<- c("nbr.vis.eff")

#Calcul des D_D_PVIS efficace
for (indice in names(LISTE.TRUIE.EFF)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.EFF[[indice]])){

```



```

    if (j=="D_D_VIS"){
      LISTE.TRUIE.EFF[[indice]][["D_D_PVIS"]]=as.vector(c(LISTE.TRUIE.EFF[[indice]
]][[j]][-1],NA))}}}}

#Calcul de l'intervalle entre les visites réelles
for (indice in names(LISTE.TRUIE.EFF)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.EFF[[indice]])){
    if (j=="inter.vis"){

LISTE.TRUIE.EFF[[indice]][["inter.vis"]]=LISTE.TRUIE.EFF[[indice]][["D_D_PVIS"]]-
LISTE.TRUIE.EFF[[indice]][["D_F_VIS"]]}}}

#Création du tableau avec les visites inefficaces uniquement
visineff<-function(d){
  sup.ineff<-which(d$Q_CONS!=0)
  if (length(sup.ineff)!=0)
    d<-d[-sup.ineff,]
  else d<-d}
LISTE.TRUIE.INEFF<-lapply(X = LISTE.TRUIE.REEL, FUN = function(x)visineff(x))

#Calcul du nombre de visites inefficaces par jour
tab.vis.ineff<-data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.INEFF, FUN =
function(x)table(date(x$D_D_VIS))))))
colnames(tab.vis.ineff)<- c("nbr.vis.ineff")
visite<-cbind(visite, tab.vis.ineff[, "nbr.vis.ineff"][match(rownames(visite),
rownames(tab.vis.ineff))])
colnames(visite)[7]<- c("nbr.vis.ineff")

#Calcul des D_D_PVIS inefficaces
for (indice in names(LISTE.TRUIE.INEFF)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.INEFF[[indice]])){
    if (j=="D_D_VIS"){
      LISTE.TRUIE.INEFF[[indice]][["D_D_PVIS"]]=as.vector(c(LISTE.TRUIE.INEFF[[ind
ice]][[j]][-1],NA))}}}}

#Calcul de l'intervalle entre les visites reelles
for (indice in names(LISTE.TRUIE.INEFF)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.INEFF[[indice]])){
    if (j=="inter.vis"){
      LISTE.TRUIE.INEFF[[indice]][["inter.vis"]]=LISTE.TRUIE.INEFF[[indice]][["D_D
_PVIS"]]-LISTE.TRUIE.INEFF[[indice]][["D_F_VIS"]]}}}

#Afficher les jours sans visites reelles parmi les jours d'enregistrement
jour.ss.vis.reel<-which(is.na(visite$nbr.vis.reel==TRUE))
jour.ss.vis.reel<-data.frame(rownames(visite[jour.ss.vis.reel,]))
colnames(jour.ss.vis.reel)[1]<-c("jour.ss.vis.reel")

#Afficher les jours sans visite efficace parmi les jours d'enregistrement
jour.ss.vis.eff<-which(is.na(visite$nbr.vis.eff==TRUE))
jour.ss.vis.eff<-data.frame(rownames(visite[jour.ss.vis.eff,]))
colnames(jour.ss.vis.eff)[1]<-c("jour.ss.vis.eff")

#Afficher les jours sans visite inefficace parmi les jours d'enregistrement

```



```

jour.ss.vis.ineff<-which(is.na(visite$nbr.vis.ineff==TRUE))
jour.ss.vis.ineff<-data.frame(rownames(visite[jour.ss.vis.ineff,]))
colnames(jour.ss.vis.ineff)[1]<-c("jour.ss.vis.ineff")

#Creation d'une liste divisée par truie et par jour REELS
LISTE.TRUIE.JOUR.REEL<-lapply(X=LISTE.TRUIE.REEL, FUN=
function(x)split(x,date(x$D_D_VIS)))

#Calcul du temps passé au feeder par jour
tab.temps.DAC.jour <- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.JOUR.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sum(x[,42]))))))
colnames(tab.temps.DAC.jour)<- c("temps.DAC.jour")
visite<-cbind(visite, tab.temps.DAC.jour[,
"temps.DAC.jour"][match(rownames(visite), rownames(tab.temps.DAC.jour))])
colnames(visite)[8]<- c("temps.DAC.jour")

#Calcul du temps passé au feeder moyen par visite par jour
visite<-cbind(visite,(visite$temps.DAC.jour/visite$nbr.vis.reel))
colnames(visite)[9]<- c("temps.DAC.visite")

#Calcul du quantité consommée par jour
tab.Q_CONS.jour <- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.JOUR.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sum(x[,8]))))))
colnames(tab.Q_CONS.jour)<- c("Q_CONS.jour")
visite<-cbind(visite, tab.Q_CONS.jour[, "Q_CONS.jour"][match(rownames(visite),
rownames(tab.Q_CONS.jour))])
colnames(visite)[10]<- c("Q_CONS.jour")

#Calcul du quantité consommée moyenne par visite par jour
visite<-cbind(visite,(visite$Q_CONS/visite$nbr.vis.reel))
colnames(visite)[11]<- c("Q_CONS.visite")

#Q_PROG dans tableau de visite
tab.Q_PROG <- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.JOUR, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)x$Q_PROG[1])))))
colnames(tab.Q_PROG)<- c("Q_PROG")
visite<-cbind(visite, tab.Q_PROG[, "Q_PROG"][match(rownames(visite),
rownames(tab.Q_PROG))])
colnames(visite)[12]<- c("Q_PROG")

#Différence entre Q_PROG et Q_CONS
visite<-cbind(visite, visite$Q_PROG-visite$Q_CONS.jour )

#Moyenne de vitesse de consommation
tab.vit.cons <- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.JOUR.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)mean((x[,8]/x[,42])*6/100))))))
colnames(tab.vit.cons)<- c("vitesse.conso")
visite<-cbind(visite, tab.vit.cons[, "vitesse.conso"][match(rownames(visite),
rownames(tab.vit.cons))])
colnames(visite)[14]<- c("vitesse.conso")

#Création d'une liste par truie par gestation (et par jour)
LISTE.TRUIE.GEST.REEL<-lapply(X=LISTE.TRUIE.REEL, FUN= function(x)split(x,x$n_cy))

```



```

LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR<-lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)split(x,date(x$D_D_VIS)))))

#Calcul des D_D_PVIS dans LISTE.TRUIE.GEST.REEL -->supprime intervalle entre les
gestations
for (indice in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[indice]])){
    for (p in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[indice]][[j]])) {
      if (p=="D_D_VIS"){
        LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[indice]][[j]][["D_D_PVIS"]]=as.vector(c(LISTE.TRUIE.G
EST.REEL[[indice]][[j]][[p]][-1],NA))}}}}

#Calcul de l'intervalle entre les visites LISTE.TRUIE.GEST.REEL
for (indice in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL)){
  for (j in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[indice]])){
    for (p in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[indice]][[j]])) {
      if (p=="inter.vis"){
        LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[indice]][[j]][["inter.vis"]]=LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[i
ndice]][[j]][["D_D_PVIS"]]-LISTE.TRUIE.GEST.REEL[[indice]][[j]][["D_F_VIS"]]}}}}}

#durée de gestation
duree.gest<-lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN = function(x)(lapply(
X=x,function(x)x$D_F_VIS[nrow(x)]-x$D_D_VIS[1])))

#-----
#| TABLEAU GESTATION |
#-----

#Nombre de visite cumulées par gestation
GESTATION<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x,function(x)sum(table(date(x$D_D_VIS)))))
colnames(GESTATION)[1]<- c("CUM.NBRE.Vis")

#Nombre de visites moyen par gestation
moy.nbr.visite<-data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x,function(x)mean(table(date(x$D_D_VIS)))))
colnames(moy.nbr.visite)<- c("moy.nbr.visite")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
moy.nbr.visite[, "moy.nbr.visite"][match(rownames(GESTATION),
rownames(moy.nbr.visite))])
colnames(GESTATION)[2]<- c("moy.nbr.visite")
e_t.nbr.visite<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sd(table(date(x$D_D_VIS)))))
colnames(e_t.nbr.visite)<- c("e_t.nbr.visite")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
e_t.nbr.visite[, "e_t.nbr.visite"][match(rownames(GESTATION),
rownames(e_t.nbr.visite))])
colnames(GESTATION)[3]<- c("e_t.nbr.visite")
c_v.nbr.visite<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN =
function(x)(sd(table(date(x$D_D_VIS))/mean(table(date(x$D_D_VIS)))*100))))
colnames(c_v.nbr.visite)<- c("c_v.nbr.visite")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
c_v.nbr.visite[, "c_v.nbr.visite"][match(rownames(GESTATION),
rownames(c_v.nbr.visite))])

```



```

colnames(GESTATION)[4]<- c("c_v.nbr.visite")
min.nbr.visite<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)min(table(date(x$D_D_VIS))))))))
colnames(min.nbr.visite)<- c("min.nbr.visite")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
min.nbr.visite[, "min.nbr.visite"][match(rownames(GESTATION),
rownames(min.nbr.visite))])
colnames(GESTATION)[5]<- c("min.nbr.visite")
max.nbr.visite<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)max(table(date(x$D_D_VIS))))))))
colnames(max.nbr.visite)<- c("max.nbr.visite")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
max.nbr.visite[, "max.nbr.visite"][match(rownames(GESTATION),
rownames(max.nbr.visite))])
colnames(GESTATION)[6]<- c("max.nbr.visite")

#Q_CONS cumulées par gestation
CUM.Q_CONS<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sum(x$Q_CONS))))))
colnames(CUM.Q_CONS)<- c("CUM.Q_CONS")
GESTATION<-cbind(GESTATION, CUM.Q_CONS[, "CUM.Q_CONS"][match(rownames(GESTATION),
rownames(CUM.Q_CONS))])
colnames(GESTATION)[7]<- c("CUM.Q_CONS")

#Moyenne sur la gestation de Q_CONS
moy.Q_CONS<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)mean(x$Q_CONS))))))
colnames(moy.Q_CONS)<- c("moy.Q_CONS")
GESTATION<-cbind(GESTATION, moy.Q_CONS[, "moy.Q_CONS"][match(rownames(GESTATION),
rownames(moy.Q_CONS))])
colnames(GESTATION)[8]<- c("moy.Q_CONS")
e_t.Q_CONS<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sd(x$Q_CONS))))))
colnames(e_t.Q_CONS)<- c("e_t.Q_CONS")
GESTATION<-cbind(GESTATION, e_t.Q_CONS[, "e_t.Q_CONS"][match(rownames(GESTATION),
rownames(e_t.Q_CONS))])
colnames(GESTATION)[9]<- c("e_t.Q_CONS")
c_v.Q_CONS<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)(sd(x$Q_CONS)/mean(x$Q_CONS)*100))))))
colnames(c_v.Q_CONS)<- c("c_v.Q_CONS")
GESTATION<-cbind(GESTATION, c_v.Q_CONS[, "c_v.Q_CONS"][match(rownames(GESTATION),
rownames(c_v.Q_CONS))])
colnames(GESTATION)[10]<- c("c_v.Q_CONS")
min.Q_CONS<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)min(x$Q_CONS))))))
colnames(min.Q_CONS)<- c("min.Q_CONS")
GESTATION<-cbind(GESTATION, min.Q_CONS[, "min.Q_CONS"][match(rownames(GESTATION),
rownames(min.Q_CONS))])
colnames(GESTATION)[11]<- c("min.Q_CONS")
max.Q_CONS<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)max(x$Q_CONS))))))
colnames(max.Q_CONS)<- c("max.Q_CONS")
GESTATION<-cbind(GESTATION, max.Q_CONS[, "max.Q_CONS"][match(rownames(GESTATION),
rownames(max.Q_CONS))])
colnames(GESTATION)[12]<- c("max.Q_CONS")

```



```

#temps.DAC cumulé par gestation
CUM.temps.DAC<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sum(x$duree.visite))))))
colnames(CUM.temps.DAC)<- c("CUM.temps.DAC")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
CUM.temps.DAC[, "CUM.temps.DAC"][match(rownames(GESTATION),
rownames(CUM.temps.DAC))])
colnames(GESTATION)[13]<- c("CUM.temps.DAC")

#Moyenne sur la gestation du temps passé au DAC
moy.temps.DAC<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)mean(x$duree.visite))))))
colnames(moy.temps.DAC)<- c("moy.temps.DAC")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
moy.temps.DAC[, "moy.temps.DAC"][match(rownames(GESTATION),
rownames(moy.temps.DAC))])
colnames(GESTATION)[14]<- c("moy.temps.DAC")
e_t.temps.DAC<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sd(x$duree.visite))))))
colnames(e_t.temps.DAC)<- c("e_t.temps.DAC")
GESTATION<-cbifnd(GESTATION,
e_t.temps.DAC[, "e_t.temps.DAC"][match(rownames(GESTATION),
rownames(e_t.temps.DAC))])
colnames(GESTATION)[15]<- c("e_t.temps.DAC")
c_v.temps.DAC<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN =
function(x)(sd(x$duree.visite)/mean(x$duree.visite)*100))))))
colnames(c_v.temps.DAC)<- c("c_v.temps.DAC")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
c_v.temps.DAC[, "c_v.temps.DAC"][match(rownames(GESTATION),
rownames(c_v.temps.DAC))])
colnames(GESTATION)[16]<- c("c_v.temps.DAC")
min.temps.DAC<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)min(x$duree.visite))))))
colnames(min.temps.DAC)<- c("min.temps.DAC")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
min.temps.DAC[, "min.temps.DAC"][match(rownames(GESTATION),
rownames(min.temps.DAC))])
colnames(GESTATION)[17]<- c("min.temps.DAC")
max.temps.DAC<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)max(x$duree.visite))))))
colnames(max.temps.DAC)<- c("max.temps.DAC")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
max.temps.DAC[, "max.temps.DAC"][match(rownames(GESTATION),
rownames(max.temps.DAC))])
colnames(GESTATION)[18]<- c("max.temps.DAC")

#Moyenne sur la gestation de vitesse.conso
moy.vitesse.cons<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)mean(x$vitesse.conso))))))
colnames(moy.vitesse.cons)<- c("moy.vitesse.cons")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
moy.vitesse.cons[, "moy.vitesse.cons"][match(rownames(GESTATION),
rownames(moy.vitesse.cons))])
colnames(GESTATION)[19]<- c("moy.vitesse.cons")

```



```

e_t.vitesse.cons<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)sd(x$vitesse.cons))))))
colnames(e_t.vitesse.cons)<- c("e_t.vitesse.cons")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
e_t.vitesse.cons[, "e_t.vitesse.cons"][match(rownames(GESTATION),
rownames(e_t.vitesse.cons))])
colnames(GESTATION)[20]<- c("e_t.vitesse.cons")
c_v.vitesse.cons<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN =
function(x)(sd(x$vitesse.cons)/mean(x$vitesse.cons)*100))))))
colnames(c_v.vitesse.cons)<- c("c_v.vitesse.cons")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
c_v.vitesse.cons[, "c_v.vitesse.cons"][match(rownames(GESTATION),
rownames(c_v.vitesse.cons))])
colnames(GESTATION)[21]<- c("c_v.vitesse.cons")
min.vitesse.cons<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)min(x$vitesse.cons))))))
colnames(min.vitesse.cons)<- c("min.vitesse.cons")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
min.vitesse.cons[, "min.vitesse.cons"][match(rownames(GESTATION),
rownames(min.vitesse.cons))])
colnames(GESTATION)[22]<- c("min.vitesse.cons")
max.vitesse.cons<- data.frame(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply( X=x, FUN = function(x)max(x$vitesse.cons))))))
colnames(max.vitesse.cons)<- c("max.vitesse.cons")
GESTATION<-cbind(GESTATION,
max.vitesse.cons[, "max.vitesse.cons"][match(rownames(GESTATION),
rownames(max.vitesse.cons))])
colnames(GESTATION)[23]<- c("max.vitesse.cons")

#-----
#| TABLEAU GESTATION.JOUR |
#-----

#creation du tableau
GESTATION.JOUR<-data.frame()

#calcul du nombre de vsite par jour
NBRE.vis.jour<-vector()
for (z in 1:99){
  for (indice in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR)){
    for (j in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]])){
      for (p in
(names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]]))[as.numeric(z)]){
        NBRE.vis.jour<-
c(NBRE.vis.jour,nrow(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]][[p]]))}
        GESTATION.JOUR[as.numeric(z),1]<-mean(NBRE.vis.jour)
        GESTATION.JOUR[as.numeric(z),2]<-sd(NBRE.vis.jour)
        GESTATION.JOUR[as.numeric(z),3]<-mean(NBRE.vis.jour)/sd(NBRE.vis.jour)
        GESTATION.JOUR[as.numeric(z),4]<-min(NBRE.vis.jour)
        GESTATION.JOUR[as.numeric(z),5]<-max(NBRE.vis.jour)
        NBRE.vis.jour<-vector()}
    }
  }
}

#calcul du Q_CONS.jour
Q_CONS<-vector()

```



```

for (z in 1:99){
  for (indice in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR)){
    for (j in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]])){
      for(p in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]])[as.numeric(z)]){
        Q_CONS<-c(Q_CONS,LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]][[p]]$Q_CONS)}}}
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),6]<-mean(Q_CONS)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),7]<-sd(Q_CONS)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),8]<-mean(Q_CONS)/sd(Q_CONS)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),9]<-min(Q_CONS)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),10]<-max(Q_CONS)
    Q_CONS<-vector()}

```

#calcul du temps.DAC.jour

```

temps.DAC<-vector()
for (z in 1:99){
  for (indice in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR)){
    for (j in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]])){
      for(p in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]])[as.numeric(z)]){
        temps.DAC<-
c(temps.DAC,LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]][[p]]$duree.vis)}}}
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),11]<-mean(temps.DAC)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),12]<-sd(temps.DAC)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),13]<-mean(temps.DAC)/sd(temps.DAC)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),14]<-min(temps.DAC)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),15]<-max(temps.DAC)
    temps.DAC<-vector()}}

```

#calcul de la vitesse de conso

```

vitesse.cons<-vector()
for (z in 1:99){
  for (indice in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR)){
    for (j in names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]])){
      for(p in (names(LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]])))[as.numeric(z)]{
        vitesse.cons<-
c(vitesse.cons,LISTE.TRUIE.GEST.REEL.JOUR[[indice]][[j]][[p]]$vitesse.cons)}}}
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),16]<-mean(vitesse.cons)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),17]<-sd(vitesse.cons)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),18]<-mean(vitesse.cons)/sd(vitesse.cons)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),19]<-min(vitesse.cons)
    GESTATION.JOUR[as.numeric(z),20]<-max(vitesse.cons)
    vitesse.cons<-vector()}}

```

#nom des colonnes

```

colnames(GESTATION.JOUR)[1]<- c("moy.NBRE.vis.jour")
colnames(GESTATION.JOUR)[2]<- c("e_t.NBRE.vis.jour")
colnames(GESTATION.JOUR)[3]<- c("c_v.NBRE.vis.jour")
colnames(GESTATION.JOUR)[4]<- c("min.NBRE.vis.jour")
colnames(GESTATION.JOUR)[5]<- c("max.NBRE.vis.jour")
colnames(GESTATION.JOUR)[6]<- c("moy.Q_CONS")
colnames(GESTATION.JOUR)[7]<- c("e_t.Q_CONS")
colnames(GESTATION.JOUR)[8]<- c("c_v.Q_CONS")
colnames(GESTATION.JOUR)[9]<- c("min.Q_CONS")
colnames(GESTATION.JOUR)[10]<- c("max.temsp.DAC")

```



```

colnames(GESTATION.JOUR)[11]<- c("moy.temps.DAC")
colnames(GESTATION.JOUR)[12]<- c("e_t.temps.DAC")
colnames(GESTATION.JOUR)[13]<- c("c_v.temps.DAC")
colnames(GESTATION.JOUR)[14]<- c("min.temps.DAC")
colnames(GESTATION.JOUR)[15]<- c("max.temps.DAC")
colnames(GESTATION.JOUR)[16]<- c("moy.vitesse.cons")
colnames(GESTATION.JOUR)[17]<- c("e_t.vitesse.cons")
colnames(GESTATION.JOUR)[18]<- c("c_v.vitesse.cons")
colnames(GESTATION.JOUR)[19]<- c("min.vitesse.cons")
colnames(GESTATION.JOUR)[20]<- c("max.vitesse.cons")

#PERFORMANCES EN LACTATION
perf <- read.table(file="perfnewRAC.csv",header=TRUE,sep = ";",dec="." );
View(perf)

#Ajout d'une colonne numero de truie et numero de gestation
GESTATION[24]<-perf$n_cy
colnames(GESTATION)[24]<-c("n_cy")

#|-----|
#|lactation|
#|-----|
LACTATION<-data.frame(row.names = c("moyenne", "ecart_type", "coef_de_variation",
"min", "max"))
for(t in 4:17){
  LACTATION[1,(t-3)]<-mean(perf[,t],na.rm = TRUE)
  LACTATION[2,(t-3)]<-sd(perf[,t],na.rm = TRUE)
  LACTATION[3,(t-3)]<-mean(perf[,t],na.rm = TRUE)/sd(perf[,t],na.rm = TRUE)
  LACTATION[4,(t-3)]<-min(perf[,t],na.rm = TRUE)
  LACTATION[5,(t-3)]<-max(perf[,t],na.rm = TRUE)}
View(LACTATION)
collac<-colnames(perf[4:17])
colnames(LACTATION)<-collac

#|---|
#|RDP|
#|---|

RDP<-data.frame()
for( v in 1:6){
  RDP[v,1]<-length(which(GESTATION$n_cy == v))
  R<-which(GESTATION$n_cy == v)
  RDP[v,2]<-mean(GESTATION$CUM.NBRE.Vis[R])
  RDP[v,3]<-mean(GESTATION$CUM.Q_CONS[R])
  RDP[v,4]<-mean(GESTATION$CUM.temps.DAC[R])
  RDP[v,5]<-mean(GESTATION$moy.nbr.visite[R])
  RDP[v,6]<-mean(GESTATION$moy.Q_CONS[R])
  RDP[v,7]<-mean(GESTATION$moy.temps.DAC[R])
  RDP[v,8]<-mean(GESTATION$moy.vitesse.cons[R])
  S<-which(perf$n_cy == v)
  RDP[v,9]<-mean(perf$P_E_MAT[S])
  RDP[v,10]<-mean(perf$NV[S])
  RDP[v,11]<-mean(perf$MN[S])
  RDP[v,12]<-mean(perf$MAC[S],na.rm = TRUE)
  RDP[v,13]<-mean(perf$MOM[S])

```



```

RDP[v,14]<-mean(perf$RET[S])
RDP[v,15]<-mean(perf$ADO[S])
RDP[v,16]<-mean(perf$PP_NAIS[S])
RDP[v,17]<-mean(perf$ALL_21J[S],na.rm = TRUE)
RDP[v,18]<-mean(perf$PP_21J[S])
RDP[v,19]<-mean(perf$SEV_GEN[S])
RDP[v,20]<-mean(perf$SEV_ALL[S])
RDP[v,21]<-mean(perf$PP_SEV_ALL[S],na.rm = TRUE)
RDP[v,22]<-mean(perf$P_S_MAT[S],na.rm = TRUE)}

RDP[23]<-row.names(RDP)
colnames(RDP)<-
c("effectifs","CUM.NBRE.Vis","CUM.Q_CONS","CUM.temps.DAC","moy.nbr.visite","moy.Q_CONS",
"moy.temps.DAC","moy.vitesse.cons",collac)
colnames(RDP)[23]<-c("n_cy")

#|---|
#|ELD|
#|---|
ELD <- read.csv(file="usGest523.csv",header=TRUE,sep = ";",dec="."); View(ELD)
ELD$dus2<-ELD$dus
ELD$us_mean2<-ELD$us_mean
ELD$stade2<-ELD$stade
DIAG<-which(ELD$stade == "DIAG_GEST")
ELD$dus[DIAG]<-NA
ELD$us_mean[DIAG]<-NA
ELD$stade[DIAG]<-NA
ENTREE<-which(ELD$stade == "ENTREE_GEST")
ELD$dus2[ENTREE]<-NA
ELD$us_mean2[ENTREE]<-NA
ELD$stade2[ENTREE]<-NA
for(g in ENTREE){
  for(h in DIAG){
    if(ELD$n_nation[g]==ELD$n_nation[h]){
      if (ELD$n_cy[g]==ELD$n_cy[h]){
        ELD$dus2[g]<-ELD$dus2[h]
        ELD$dus2[h]<-NA
        ELD$us_mean2[g]<-ELD$us_mean2[h]
        ELD$us_mean2[h]<-NA
        ELD$stade2[g]<-ELD$stade2[h]
        ELD$stade2[h]<-NA}}}}

supeld<-vector()
for(m in 1:938)
  if (is.na(ELD$dus[m])==TRUE)
    if (is.na(ELD$dus2[m])==TRUE)
      supeld<-c(supeld,m)

ELD<-ELD[-supeld,]

TEST<-data.frame(rownames(GESTATION))
colnames(TEST)[1]<-c("n_nation_complet")
ELD$n_nation.n_cy<-paste(ELD$n_nation,".", ELD$n_cy,sep= "")
ELD.REEL<-merge(x=TEST, y=ELD, by.x="n_nation_complet", by.y="n_nation.n_cy",all.x
= TRUE)

```



```
ELD.REEL<-ELD.REEL[,-c(2,3,6,9)]
colnames(ELD.REEL)<-
c("n_nationcomplet", "D_US_ENTREE", "US_ENTREE", "D_US_DIAG", "US_DIAG")
```

```
##216 données pour ELD_ENTREE
```

```
hist(ELD.REEL$US_ENTREE)
ELD.REEL$type_USENT<-NA
for( o in 1:375)
  if (is.na(ELD.REEL$US_ENTREE[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_ENTREE[o]<=11)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USENT[o]<-"A"
vide<-which(is.na(ELD.REEL$type_USENT)==TRUE)
for( o in vide)
  if (is.na(ELD.REEL$US_ENTREE[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_ENTREE[o]<=14)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USENT[o]<-"B"
vide<-which(is.na(ELD.REEL$type_USENT)==TRUE)
for( o in vide)
  if (is.na(ELD.REEL$US_ENTREE[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_ENTREE[o]<=17)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USENT[o]<-"C"
vide<-which(is.na(ELD.REEL$type_USENT)==TRUE)
for( o in vide)
  if (is.na(ELD.REEL$US_ENTREE[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_ENTREE[o]>17)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USENT[o]<-"D"
```

```
##304 données pour ELD_DIAG
```

```
hist(ELD.REEL$US_DIAG)
ELD.REEL$type_USDIA<-NA
for( o in 1:375)
  if (is.na(ELD.REEL$US_DIAG[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_DIAG[o]<=11)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USDIA[o]<-"1"
vide<-which(is.na(ELD.REEL$type_USDIA)==TRUE)
for( o in vide)
  if (is.na(ELD.REEL$US_DIAG[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_DIAG[o]<=14)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USDIA[o]<-"2"
vide<-which(is.na(ELD.REEL$type_USDIA)==TRUE)
for( o in vide)
  if (is.na(ELD.REEL$US_DIAG[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_DIAG[o]<=17)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USDIA[o]<-"3"
vide<-which(is.na(ELD.REEL$type_USDIA)==TRUE)
for( o in vide)
  if (is.na(ELD.REEL$US_DIAG[o]) ==FALSE)
    if((ELD.REEL$US_DIAG[o]>17)== TRUE)
      ELD.REEL$type_USDIA[o]<-"4"
```

```
View(ELD.REEL)
```

```
#heure de la visite
```

```
for(v in 1:24)
  print(length(unlist(lapply(X = LISTE.TRUE.REEL, FUN =
function(x)which(hour(x$D_D_VIS)<v))))))
```

```
#repartition cochette vs multi
```



```

cochette<-function(c){
  coc<-which(c$n_cy!=1)
  if (length(coc)!=0)
    c<-c[-coc,]
  else c<-c}
LISTE.TRUIE.COC<-lapply(X = LISTE.TRUIE.REEL, FUN = function(x)cochette(x))

multipare<-function(c){
  mul<-which(c$n_cy==1)
  if (length(mul)!=0)
    c<-c[-mul,]
  else c<-c}
LISTE.TRUIE.MUL<-lapply(X = LISTE.TRUIE.REEL, FUN = function(x)multipare(x))

for(v in 1:24)
  print(length(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.COC,FUN =
function(x)which(hour(x$D_D_VIS)<v))))))
for(v in 1:24)
  print(length(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.MUL,FUN =
function(x)which(hour(x$D_D_VIS)<v))))))

print(length(unlist(lapply(X = LISTE.TRUIE.MUL,FUN =
function(x)isFALSE(nrow(x)==0)==TRUE))))

isFALSE(nrow(LISTE.TRUIE.COC$FR17MAG201710157)==0)

#Repartition des jourS en fontion des visites
length(which(visite$nbr.vis.reel==1))
vis1<-which(visite$nbr.vis.reel!=1)
for(t in 1:6)
  print(length(which(visite$nbr.vis.eff[vis1]==t))/nrow(visite))
print(length(which(visite$nbr.vis.eff[vis1]>6)))
print(length(which(is.na(visite$nbr.vis.eff[vis1])==TRUE))/nrow(visite))

#histogramme et droite de henry
myplot<-function(x){
  old.par<-par(no.readonly = TRUE)
  on.exit(par(old.par))
  par(mfrow = c(1,2))
  hx<-hist(x,plot = FALSE)
  dx<-density(x)
  hist(x,freq = FALSE)
  lines(dx)
  qqnorm(x, main = "Droite de Henry")
  qqline(x)}
myplot(GESTATION$CUM.NBRE.Vis)
myplot(GESTATION$moy.nbr.visite)
myplot(GESTATION$CUM.Q_CONS)
myplot(GESTATION$moy.Q_CONS)
myplot(GESTATION$CUM.temps.DAC)
myplot(GESTATION$moy.temps.DAC)
myplot(GESTATION$moy.vitesse.cons)

```



```

#tableau avona
for(i in 1:375)
  if(GESTATION$n_cy[i]==6){GESTATION$n_cyb[i]<-5}else{GESTATION$n_cyb[i]<-
GESTATION$n_cy[i]}

GLOBAL<-data.frame(row.names = row.names(GESTATION))
GLOBAL$n_nation<-perf$n_nation
GLOBAL$n_cy<-GESTATION$n_cy
GLOBAL$n_cyb<-GESTATION$n_cyb
GLOBAL$US_DIAG<-ELD.REEL$US_DIAG
GLOBAL$type_USDIA<-ELD.REEL$type_USDIA
GLOBAL$bande<-perf$bande
GLOBAL$tailleGp<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply(X = x, FUN = function(x)mean(x$tailleGp))))))
GLOBAL$STALLE<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN = function(x)(lapply(X
= x, FUN = function(x)x$N_STALLE[1]))))
GLOBAL$ANNEE<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN = function(x)(lapply(X =
x, FUN = function(x)year(x$D_D_VIS[1]))))
GLOBAL$SAISON<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN = function(x)(lapply(X
= x, FUN = function(x)month(x$D_D_VIS[1]))))

for( o in 1:375)
  if((GLOBAL$SAISON[o])==1) {GLOBAL$SAISON[o]<-"1"} else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==2) {GLOBAL$SAISON[o]<-"1"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==3) {GLOBAL$SAISON[o]<-"2"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==4) {GLOBAL$SAISON[o]<-"2"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==5) {GLOBAL$SAISON[o]<-"2"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==6) {GLOBAL$SAISON[o]<-"3"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==7) {GLOBAL$SAISON[o]<-"3"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==8) {GLOBAL$SAISON[o]<-"3"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==9) {GLOBAL$SAISON[o]<-"4"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==10) {GLOBAL$SAISON[o]<-"4"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==11) {GLOBAL$SAISON[o]<-"4"}else{
  if((GLOBAL$SAISON[o])==12) {GLOBAL$SAISON[o]<-
"1"}}}}}}}}}}}}}}

GLOBAL$tailleGp<-NA
for( o in 1:375)
  if((GLOBAL$tailleGp0[o]<=19.84)== TRUE)
    GLOBAL$tailleGp[o]<-"1"
vide<-which(is.na(GLOBAL$tailleGp)==TRUE)
for( o in vide)
  if((GLOBAL$tailleGp0[o]<=22.68)== TRUE)
    GLOBAL$tailleGp[o]<-"2"
vide<-which(is.na(GLOBAL$tailleGp)==TRUE)
for( o in vide)
  if((GLOBAL$tailleGp0[o]<=24.31)== TRUE)
    GLOBAL$tailleGp[o]<-"3"
for( o in vide)
  if((GLOBAL$tailleGp0[o]>24.31)== TRUE)
    GLOBAL$tailleGp[o]<-"4"

GLOBAL$AS<-paste(GLOBAL$ANNEE, ".",GLOBAL$SAISON, sep="")

GLOBAL$CUM.NBRE.Vis<-GESTATION$CUM.NBRE.Vis
GLOBAL$moy.nbr.visite<-GESTATION$moy.nbr.visite
GLOBAL$CUM.Q_CONS<-GESTATION$CUM.Q_CONS
GLOBAL$moy.Q_CONS<-GESTATION$moy.Q_CONS

```



```
GLOBAL$CUM.temps.DAC<-GESTATION$CUM.temps.DAC
GLOBAL$moy.temps.DAC<-GESTATION$moy.temps.DAC
GLOBAL$moy.vitesse.cons<-GESTATION$moy.vitesse.cons
```

```
vides<-which(is.na(GLOBAL$type_USDIA)==TRUE)
GLOBAL<-GLOBAL[-vides,]
```

```
GLOBAL$n_nation<-as.factor(GLOBAL$n_nation)
GLOBAL$n_cy<-as.factor(GLOBAL$n_cy)
GLOBAL$n_cyb<-as.factor(GLOBAL$n_cyb)
GLOBAL$type_USDIA<-as.factor(GLOBAL$type_USDIA)
GLOBAL$bande<-as.factor(GLOBAL$bande)
GLOBAL$STALLE<-as.factor(GLOBAL$STALLE)
GLOBAL$ANNEE<-as.factor(GLOBAL$ANNEE)
GLOBAL$SAISON<-as.factor(GLOBAL$SAISON)
GLOBAL$tailleGp<-as.factor(GLOBAL$tailleGp)
GLOBAL$AS<-as.factor(GLOBAL$AS)
```

```
summary(GLOBAL$n_cy)
summary(GLOBAL$n_cyb)
summary(GLOBAL$type_USDIA)
summary(GLOBAL$bande)
summary(GLOBAL$STALLE)
summary(GLOBAL$ANNEE)
summary(GLOBAL$SAISON)
summary(GLOBAL$tailleGp)
summary(GLOBAL$AS)
```

```
#####
```

```
#ANOVA
```

```
#####
```

```
#CUM.NBRE.VIS
```

```
lm1<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
```

```
lm2<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
```

```
anova(lm1,lm2)
```

```
lm3<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
```

```
anova(lm2,lm3)
```

```
lm4<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
```

```
anova(lm3,lm4)
```

```
lm5<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
```

```
anova(lm4,lm5)
```

```
lm6<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA)
```

```
anova(lm4,lm6)
```

```
lm6A<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS)
```

```
anova(lm6A,lm6)
```

```
lm6B<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE)
```

```
anova(lm6B,lm6A)
```

```
lm6C<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$bande)
```

```
anova(lm6C,lm6B)
```

```
#-->lm6C
```


#moy.nbr.visite

```
lm8<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
lm9<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm8,lm9)
lm10<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm9,lm10)
lm11<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
anova(lm10,lm11)
lm12<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
anova(lm11,lm12)
lm13<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA)
anova(lm11,lm13)
```

```
lm13A<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS)
anova(lm13A,lm13)
lm13B<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE)
anova(lm13B,lm13A)
lm13C<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$bande)
anova(lm13C,lm13B)
#-->lm13C
```

#CUM.Q_CONS

```
lm14<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
lm15<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm14,lm15)
lm16<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm15,lm16)
lm17<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
anova(lm16,lm17)
lm18<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm16,lm18)
```

```
lm16A<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$AS)
anova(lm16A,lm16)
lm16B<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$AS + GLOBAL$STALLE)
anova(lm16B,lm16A)
lm16C<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$AS + GLOBAL$bande)
anova(lm16C,lm16A)
#-->lm16C
```

#moy.Q_CONS

```
lm21<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
lm22<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm21,lm22)
lm23<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm22,lm23)
lm24<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
```



```

anova(lm23,lm24)
lm25<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
anova(lm24,lm25)
lm26<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA )
anova(lm24,lm26)

lm26A<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS)
anova(lm26A,lm26)
lm26B<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
GLOBAL$STALLE)
anova(lm26B,lm26A)
lm26C<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$bande)
anova(lm26C,lm26B)
#-->lm26C

#CUM.temps.DAC
lm28<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
lm29<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm28,lm29)
lm30<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm29,lm30)
lm31<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
anova(lm30,lm31)
lm32<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm30,lm32)

lm30A<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$AS)
anova(lm30A,lm30)
lm30B<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$AS + GLOBAL$STALLE)
anova(lm30B,lm30A)
lm30C<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$AS + GLOBAL$STALLE + GLOBAL$bande)
anova(lm30C,lm30B)
#-->lm30C

#temps.DAC.moy
lm34<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
lm35<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm34,lm35)
lm36<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm35,lm36)
lm37<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp)
anova(lm36,lm37)
lm38<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA +GLOBAL$tailleGp)
anova(lm37,lm38)
lm39<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA)
anova(lm37,lm39)

lm39A<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS)
anova(lm39A,lm39)

```



```

lm39B<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS
+GLOBAL$STALLE)
anova(lm39B,lm39A)
lm39C<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS
+GLOBAL$STALLE +GLOBAL$bande)
anova(lm39C,lm39B)
#-->lm39C

#vitesse.conso
lm41<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
lm42<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$n_cy*GLOBAL$tailleGp + GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp)
anova(lm41,lm42)
#-->lm41

lm41A<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp
+ GLOBAL$AS)
anova(lm41A,lm41)
lm41B<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp
+ GLOBAL$STALLE)
anova(lm41B,lm41)
lm41C<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp
+ GLOBAL$bande)
anova(lm41C,lm41)
#-->lm41C

lm41C<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb*GLOBAL$type_USDIA*GLOBAL$tailleGp
+ GLOBAL$bande)
aaa<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp
+GLOBAL$bande)
bbb<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA +GLOBAL$bande)
anova(aaa,bbb)

GLOBAL$n_cyUS<-paste(GLOBAL$n_cyb,"/",GLOBAL$type_USDIA, sep="")
GLOBAL$n_cyUS<-as.factor(GLOBAL$n_cyUS)
GLOBAL$n_cytGp<-paste(GLOBAL$n_cy,"/",GLOBAL$tailleGp, sep="")
GLOBAL$n_cytGp<-as.factor(GLOBAL$n_cytGp)

#effet aléatoire
library(lme4)
lmer6C<-lmer(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyUS + GLOBAL$AS + GLOBAL$STALLE +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(lmer6C)

library(lsmmeans)
n_cyUSlsmmeanlmer6C=lsmmeans(lmer6C,"GLOBAL$n_cyUS")
n_cyUSlsmmeanlmer6C
n_cyUSpairslmer6C=pairs(n_cyUSlsmmeanlmer6C)
print(n_cyUSpairslmer6C)

STALLElsmmeanlmer6C=lsmmeans(lmer6C,"GLOBAL$STALLE")
STALLEpairslmer6C=pairs(STALLElsmmeanlmer6C)
STALLEpairslmer6C
ASlsmmeanlmer6C=lsmmeans(lmer6C,"GLOBAL$AS")
ASpairslmer6C=pairs(ASlsmmeanlmer6C)
ASpairslmer6C

lmer13C<-lmer(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyUS + GLOBAL$AS + GLOBAL$STALLE
+(1|GLOBAL$n_nation))

```



```

summary(lmer13C)
n_cyUSlsmeanlmer13C=lsmeans(lmer13C,"GLOBAL$n_cyUS")
n_cyUSpairsmlmer13C=pairs(n_cyUSlsmeanlmer13C)
n_cyUSpairsmlmer13C
STALLElsmeanlmer13C=lsmeans(lmer13C,"GLOBAL$STALLE")
STALLEpairsmlmer13C=pairs(STALLElsmeanlmer13C)
STALLEpairsmlmer13C
ASlsmeanlmer13C=lsmeans(lmer13C,"GLOBAL$AS")
ASpairsmlmer13C=pairs(ASlsmeanlmer13C)
ASpairsmlmer13C

lmer16C<-lmer(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyUS + GLOBAL$n_cytGp + GLOBAL$AS +
(1|GLOBAL$n_nation))
summary(lmer16C)
n_cyUSlsmeanlmer16C=lsmeans(lmer16C,"GLOBAL$n_cyUS")
n_cyUSpairsmlmer16C=pairs(n_cyUSlsmeanlmer16C)
n_cyUSpairsmlmer16C
n_cytGplsmeanlmer16C=lsmeans(lmer16C,"GLOBAL$n_cytGp")
n_cytGppairsmlmer16C=pairs(n_cytGplsmeanlmer16C)
n_cytGppairsmlmer16C
ASlsmeanlmer16C=lsmeans(lmer16C,"GLOBAL$AS")
ASpairsmlmer16C=pairs(ASlsmeanlmer16C)
ASpairsmlmer16C

lmer26C<-lmer(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyUS + GLOBAL$AS+ GLOBAL$STALLE +
(1|GLOBAL$n_nation))
summary(lmer26C)
n_cyUSlsmeanlmer26C=lsmeans(lmer26C,"GLOBAL$n_cyUS")
n_cyUSpairsmlmer26C=pairs(n_cyUSlsmeanlmer26C)
n_cyUSpairsmlmer26C
STALLElsmeanlmer26C=lsmeans(lmer26C,"GLOBAL$STALLE")
STALLEpairsmlmer26C=pairs(STALLElsmeanlmer26C)
STALLEpairsmlmer26C
ASlsmeanlmer26C=lsmeans(lmer26C,"GLOBAL$AS")
ASpairsmlmer26C=pairs(ASlsmeanlmer26C)
ASpairsmlmer26C

lmer30C<-lmer(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyUS + GLOBAL$n_cytGp + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + (1|GLOBAL$n_nation))
n_cyUSlsmeanlmer30C=lsmeans(lmer30C,"GLOBAL$n_cyUS")
n_cyUSpairsmlmer30C=pairs(n_cyUSlsmeanlmer30C)
n_cyUSpairsmlmer30C
n_cytGplsmeanlmer30C=lsmeans(lmer30C,"GLOBAL$n_cytGp")
n_cytGppairsmlmer30C=pairs(n_cytGplsmeanlmer30C)
n_cytGppairsmlmer30C
STALLElsmeanlmer30C=lsmeans(lmer30C,"GLOBAL$STALLE")
STALLEpairsmlmer30C=pairs(STALLElsmeanlmer30C)
STALLEpairsmlmer30C
ASlsmeanlmer30C=lsmeans(lmer30C,"GLOBAL$AS")
ASpairsmlmer30C=pairs(ASlsmeanlmer30C)
ASpairsmlmer30C

lmer39C<-lmer(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyUS + GLOBAL$AS +GLOBAL$STALLE
+(1|GLOBAL$n_nation))
summary(lmer39C)
n_cyUSlsmeanlmer39C=lsmeans(lmer39C,"GLOBAL$n_cyUS")
n_cyUSpairsmlmer39C=pairs(n_cyUSlsmeanlmer39C)
n_cyUSpairsmlmer39C
STALLElsmeanlmer39C=lsmeans(lmer39C,"GLOBAL$STALLE")

```



```
STALLEpairslmer39C=pairs(STALLElsmeanlmer39C)
STALLEpairslmer39C
ASlsmeanlmer39C=lsmeans(lmer39C,"GLOBAL$AS")
ASpairslmer39C=pairs(ASlsmeanlmer39C)
ASpairslmer39C
```

```
GLOBAL$inter<-paste(GLOBAL$n_cyb,"/",GLOBAL$type_USDIA,"/",GLOBAL$tailleGp,
sep="")
```

```
lmer41C<-lmer(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$inter + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(lmer41C)
interlsmeanlmer41C=lsmeans(lmer41C,"GLOBAL$inter")
interpairslmer41C=pairs(interlsmeanlmer41C)
interpairslmer41C
```

#test sans les interactions

```
TESTlmer6C<-lmer(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS
+ GLOBAL$STALLE + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(TESTlmer6C)
n_cyblsmeanlmer6CTEST=lsmeans(TESTlmer6C,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanlmer6CTEST
n_cybpairslmer6CTEST=pairs(n_cyblsmeanlmer6CTEST)
n_cybpairslmer6CTEST
type_USDIALsmeanlmer6CTEST=lsmeans(TESTlmer6C,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanlmer6CTEST
type_USDIAPairslmer6CTEST=pairs(type_USDIALsmeanlmer6CTEST)
type_USDIAPairslmer6CTEST
STALLElsmeanlmer6CTEST=lsmeans(lmer6C,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanlmer6CTEST
STALLEpairslmer6CTEST=pairs(STALLElsmeanlmer6CTEST)
STALLEpairslmer6CTEST
ASlsmeanlmer6CTEST=lsmeans(lmer6C,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanlmer6CTEST
ASpairslmer6CTEST=pairs(ASlsmeanlmer6CTEST)
ASpairslmer6CTEST
```

```
TESTlmer13C<-lmer(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb +GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$AS + GLOBAL$STALLE + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(TESTlmer13C)
n_cylsmeanlmer13CTEST=lsmeans(TESTlmer13C,"GLOBAL$n_cyb")
n_cylsmeanlmer13CTEST
n_cypairslmer13CTEST=pairs(n_cylsmeanlmer13CTEST)
n_cypairslmer13CTEST
type_USDIALsmeanlmer13CTEST=lsmeans(TESTlmer13C,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanlmer13CTEST
type_USDIAPairslmer13CTEST=pairs(type_USDIALsmeanlmer13CTEST)
type_USDIAPairslmer13CTEST
STALLElsmeanlmer13CTEST=lsmeans(TESTlmer13C,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanlmer13CTEST
STALLEpairslmer13CTEST=pairs(STALLElsmeanlmer13CTEST)
STALLEpairslmer13CTEST
ASlsmeanlmer13CTEST=lsmeans(TESTlmer13C,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanlmer13CTEST
ASpairslmer13CTEST=pairs(ASlsmeanlmer13CTEST)
ASpairslmer13CTEST
```



```

TESTlmer16C<-lmer(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA +
GLOBAL$tailleGp+ GLOBAL$AS + GLOBAL[,23] + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(TESTlmer16C)
n_cyblsmeanlmer16CTEST=lsmeans(TESTlmer16C,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanlmer16CTEST
n_cybpairslmer16CTEST=pairs(n_cyblsmeanlmer16CTEST)
n_cybpairslmer16CTEST
type_USDIALsmeanlmer16CTEST=lsmeans(TESTlmer16C,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanlmer16CTEST
type_USDIAPairslmer16CTEST=pairs(type_USDIALsmeanlmer16CTEST)
type_USDIAPairslmer16CTEST
tailleGpllsmeanlmer16CTEST=lsmeans(TESTlmer16C,"GLOBAL$tailleGp")
tailleGpllsmeanlmer16CTEST
tailleGppairslmer16CTEST=pairs(tailleGpllsmeanlmer16CTEST)
tailleGppairslmer16CTEST
ASlsmeanlmer16CTEST=lsmeans(TESTlmer16C,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanlmer16CTEST
ASpairslmer16CTEST=pairs(ASlsmeanlmer16CTEST)
ASpairslmer16CTEST

```

```

TESTlmer26C<-lmer(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
GLOBAL$STALLE + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(TESTlmer26C)
n_cyblsmeanlmer26CTEST=lsmeans(TESTlmer26C,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanlmer26CTEST
n_cybpairslmer26CTEST=pairs(n_cyblsmeanlmer26CTEST)
n_cybpairslmer26CTEST
type_USDIALsmeanlmer26CTEST=lsmeans(TESTlmer26C,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanlmer26CTEST
type_USDIAPairslmer26CTEST=pairs(type_USDIALsmeanlmer26CTEST)
type_USDIAPairslmer26CTEST
STALLElsmeanlmer26CTEST=lsmeans(TESTlmer26C,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanlmer26CTEST
STALLEpairslmer26CTEST=pairs(STALLElsmeanlmer26CTEST)
STALLEpairslmer26CTEST
ASlsmeanlmer26CTEST=lsmeans(TESTlmer26C,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanlmer26CTEST
ASpairslmer26CTEST=pairs(ASlsmeanlmer26CTEST)
ASpairslmer26CTEST

```

```

TESTlmer30C<-lmer(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb +GLOBAL$tailleGp +
GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS + GLOBAL$STALLE +(1|GLOBAL$bande) +
(1|GLOBAL$n_nation))
n_cyblsmeanlmer30CTEST=lsmeans(TESTlmer30C,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanlmer30CTEST
n_cybpairslmer30CTEST=pairs(n_cyblsmeanlmer30CTEST)
n_cybpairslmer30CTEST
tailleGpllsmeanlmer30CTEST=lsmeans(TESTlmer30C,"GLOBAL$tailleGp")
tailleGpllsmeanlmer30CTEST
tailleGppairslmer30CTEST=pairs(tailleGpllsmeanlmer30CTEST)
tailleGppairslmer30CTEST
type_USDIALsmeanlmer30CTEST=lsmeans(TESTlmer30C,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanlmer30CTEST
type_USDIAPairslmer30CTEST=pairs(type_USDIALsmeanlmer30CTEST)
type_USDIAPairslmer30CTEST
STALLElsmeanlmer30CTEST=lsmeans(TESTlmer30C,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanlmer30CTEST
STALLEpairslmer30CTEST=pairs(STALLElsmeanlmer30CTEST)
STALLEpairslmer30CTEST

```



```

ASlsmeanlmer30CTEST=lsmeans(TESTlmer30C, "GLOBAL$AS")
ASlsmeanlmer30CTEST
ASpairslmer30CTEST=pairs(ASlsmeanlmer30CTEST)
ASpairslmer30CTEST

TESTlmer39C<-lmer(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA+
GLOBAL$AS +GLOBAL$STALLE +(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(TESTlmer39C)
n_cyblsmeanlmer39CTEST=lsmeans(TESTlmer39C, "GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanlmer39CTEST
n_cybpairslmer39CTEST=pairs(n_cyblsmeanlmer39CTEST)
n_cybpairslmer39CTEST
type_USDIALsmeanlmer39CTEST=lsmeans(TESTlmer39C, "GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanlmer39CTEST
type_USDIAPairslmer39CTEST=pairs(type_USDIALsmeanlmer39CTEST)
type_USDIAPairslmer39CTEST
STALLElsmeanlmer39CTEST=lsmeans(TESTlmer39C, "GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanlmer39CTEST
STALLEpairslmer39CTEST=pairs(STALLElsmeanlmer39CTEST)
STALLEpairslmer39CTEST
ASlsmeanlmer39CTEST=lsmeans(TESTlmer39C, "GLOBAL$AS")
ASlsmeanlmer39CTEST
ASpairslmer39CTEST=pairs(ASlsmeanlmer39CTEST)
ASpairslmer39CTEST

TESTlmer41C<-lmer(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$tailleGp +
GLOBAL$type_USDIA + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
summary(TESTlmer41C)
n_cyblsmeanlmer41CTEST=lsmeans(TESTlmer41C, "GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanlmer41CTEST
n_cybpairslmer41CTEST=pairs(n_cyblsmeanlmer41CTEST)
n_cybpairslmer41CTEST
tailleGplmeanlmer41CTEST=lsmeans(TESTlmer41C, "GLOBAL$tailleGp")
tailleGplmeanlmer41CTEST
tailleGppairslmer41CTEST=pairs(tailleGplmeanlmer41CTEST)
tailleGppairslmer41CTEST
type_USDIALsmeanlmer41CTEST=lsmeans(TESTlmer41C, "GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanlmer41CTEST
type_USDIAPairslmer41CTEST=pairs(type_USDIALsmeanlmer41CTEST)
type_USDIAPairslmer41CTEST

C1<-which(GLOBAL$n_cyb == 1)
C2<-which(GLOBAL$n_cyb == 2)
C3<-which(GLOBAL$n_cyb == 3)
C4<-which(GLOBAL$n_cyb == 4)
C5<-which(GLOBAL$n_cyb == 5)
C3<-c(C3,C4,C5)

GLOBAL$ration<-NA

for(o in C1)
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=11)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"1"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C1])==TRUE))
for( o in C1[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=13)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"2"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C1])==TRUE))
for( o in C1[vide])

```



```

    if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=17)== TRUE)
      GLOBAL$ration[o]<-"3"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C1])==TRUE))
for( o in C1[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]>17)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"4"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C1])==TRUE))

for( o in C2)
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=11)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"5"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C2])==TRUE))
for( o in C2[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=14)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"6"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C2])==TRUE))
for( o in C2[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=16)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"7"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C2])==TRUE))
for( o in C2[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]>16)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"8"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C2])==TRUE))

for( o in C3)
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=11)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"9"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C3])==TRUE))
for( o in C3[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=14)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"10"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C3])==TRUE))
for( o in C3[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]<=17)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"11"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C3])==TRUE))
for( o in C3[vide])
  if((GLOBAL$US_DIAG[o]>17)== TRUE)
    GLOBAL$ration[o]<-"12"
vide<-which(is.na((GLOBAL$ration[C3])==TRUE))

GLOBAL$ration<-as.factor(GLOBAL$ration)

#####
#test significativité des effets simples (SAUF usdia ET n_cy gardés par défaut)
#####
A<-lmer(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
B<-lmer(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$STALLE +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
anova(A,B)
B<-lmer(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
anova(A,B)
#--> on garde As et stalle

```



```
A<-lmer(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE+ (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
B<-lmer(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$STALLE+
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
anova(A,B)
```

```
B<-lmer(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
anova(A,B)
```

#--> on garde As et stalle

```
A<-lmer(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp +
GLOBAL$AS+ (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
B<-lmer(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp+
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

```
B<-lmer(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

#--> on garde AS, on ne garde pas taille de gp

```
A<-lmer(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
GLOBAL$STALLE+ (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
B<-lmer(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

```
B<-lmer(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$STALLE+
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

#--> On garde As (p = 0.13) et stalle

```
A<-lmer(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE+ (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
B<-lmer(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

```
B<-lmer(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$STALLE +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

#--> On garde As et stalle

```
A<-lmer(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration+ (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
B<-lmer(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

```
B<-lmer(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$STALLE +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

#--> On garde As et stalle

```
A<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$tailleGp
+ (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
B<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + (1|GLOBAL$bande)
+ (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
anova(A,B)
```

#--> On ne garde pas taille de groupe

#test de l'effet de ration


```
A<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE)
B<-lm(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE +GLOBAL$ration)
anova(A,B)
```

```
A<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE)
B<-lm(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration)
anova(A,B)
```

```
A<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS)
B<-lm(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$ration)
anova(A,B)
```

```
A<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
GLOBAL$STALLE)
B<-lm(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS+
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration)
anova(A,B)
```

```
A<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE)
B<-lm(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration)
anova(A,B)
```

```
A<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA+ GLOBAL$AS
+GLOBAL$STALLE)
B<-lm(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA+ GLOBAL$AS
+GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration)
anova(A,B)
```

```
A<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$type_USDIA)
B<-lm(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$ration)
anova(A,B)
```

```
model1<-lmer(GLOBAL$CUM.NBRE.Vis ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
```

```
n_cyb1smeanmodel1=lsmeans(model1,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyb1smeanmodel1
n_cyb1pairsmodel1=pairs(n_cyb1smeanmodel1)
n_cyb1pairsmodel1
type_USDIA1smeanmodel1=lsmeans(model1,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIA1smeanmodel1
type_USDIA1pairsmodel1=pairs(type_USDIA1smeanmodel1)
type_USDIA1pairsmodel1
AS1smeanmodel1=lsmeans(model1,"GLOBAL$AS")
AS1smeanmodel1
AS1pairsmodel1=pairs(AS1smeanmodel1)
AS1pairsmodel1
STALLE1smeanmodel1=lsmeans(model1,"GLOBAL$STALLE")
STALLE1smeanmodel1
STALLE1pairsmodel1=pairs(STALLE1smeanmodel1)
STALLE1pairsmodel1
ration1smeanmodel1=lsmeans(model1,"GLOBAL$ration")
```



```

rationlsmeanmodel1
rationpairsmodel1=pairs(rationlsmeanmodel1)
rationpairsmodel1

model2<-lmer(GLOBAL$moy.nbr.visite ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
n_cyblsmeanmodel2=lsmeans(model2,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanmodel2
n_cybpairsmodel2=pairs(n_cyblsmeanmodel2)
n_cybpairsmodel2
type_USDIALsmeanmodel2=lsmeans(model2,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanmodel2
type_USDIApairsmodel2=pairs(type_USDIALsmeanmodel2)
type_USDIApairsmodel2
ASlsmeanmodel2=lsmeans(model2,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanmodel2
ASpairsmodel2=pairs(ASlsmeanmodel2)
ASpairsmodel2
STALLElsmeanmodel2=lsmeans(model2,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanmodel2
STALLEpairsmodel2=pairs(STALLElsmeanmodel2)
STALLEpairsmodel2
rationlsmeanmodel2=lsmeans(model2,"GLOBAL$ration")
rationlsmeanmodel2
rationpairsmodel2=pairs(rationlsmeanmodel2)
rationpairsmodel2

model3<-lmer(GLOBAL$CUM.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$ration + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
n_cyblsmeanmodel3=lsmeans(model3,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanmodel3
n_cybpairsmodel3=pairs(n_cyblsmeanmodel3)
n_cybpairsmodel3
type_USDIALsmeanmodel3=lsmeans(model3,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanmodel3
type_USDIApairsmodel3=pairs(type_USDIALsmeanmodel3)
type_USDIApairsmodel3
ASlsmeanmodel3=lsmeans(model3,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanmodel3
ASpairsmodel3=pairs(ASlsmeanmodel3)
ASpairsmodel3
rationlsmeanmodel3=lsmeans(model3,"GLOBAL$ration")
rationlsmeanmodel3
rationpairsmodel3=pairs(rationlsmeanmodel3)
rationpairsmodel3

model4<-lmer(GLOBAL$moy.Q_CONS ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
n_cyblsmeanmodel4=lsmeans(model4,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanmodel4
n_cybpairsmodel4=pairs(n_cyblsmeanmodel4)
n_cybpairsmodel4
type_USDIALsmeanmodel4=lsmeans(model4,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanmodel4
type_USDIApairsmodel4=pairs(type_USDIALsmeanmodel4)
type_USDIApairsmodel4
ASlsmeanmodel4=lsmeans(model4,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanmodel4
ASpairsmodel4=pairs(ASlsmeanmodel4)

```



```

ASpairsmodel4
STALLElsmeanmodel4=lsmeans(model4,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanmodel4
STALLEpairsmodel4=pairs(STALLElsmeanmodel4)
STALLEpairsmodel4
rationlsmeanmodel4=lsmeans(model4,"GLOBAL$ration")
rationpairsmodel4=pairs(rationlsmeanmodel4)
rationpairsmodel4

model5<-lmer(GLOBAL$CUM.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
n_cyblsmeanmodel5=lsmeans(model5,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanmodel5
n_cybpairsmodel5=pairs(n_cyblsmeanmodel5)
n_cybpairsmodel5
type_USDIALsmeanmodel5=lsmeans(model5,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanmodel5
type_USDIAPairsmodel5=pairs(type_USDIALsmeanmodel5)
type_USDIAPairsmodel5
ASlsmeanmodel5=lsmeans(model5,"GLOBAL$AS")
ASlsmeanmodel5
ASpairsmodel5=pairs(ASlsmeanmodel5)
ASpairsmodel5
STALLElsmeanmodel5=lsmeans(model5,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanmodel5
STALLEpairsmodel5=pairs(STALLElsmeanmodel5)
STALLEpairsmodel5
rationlsmeanmodel5=lsmeans(model5,"GLOBAL$ration")
rationpairsmodel5=pairs(rationlsmeanmodel5)
rationpairsmodel5

model6<-lmer(GLOBAL$moy.temps.DAC ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA + GLOBAL$AS +
GLOBAL$STALLE + GLOBAL$ration + (1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
n_cyblsmeanmodel6=lsmeans(model6,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanmodel6
n_cybpairsmodel6=pairs(n_cyblsmeanmodel6)
n_cybpairsmodel6
type_USDIALsmeanmodel6=lsmeans(model6,"GLOBAL$type_USDIA")
type_USDIALsmeanmodel6
type_USDIAPairsmodel6=pairs(type_USDIALsmeanmodel6)
type_USDIAPairsmodel6
STALLElsmeanmodel6=lsmeans(model6,"GLOBAL$STALLE")
STALLElsmeanmodel6
STALLEpairsmodel6=pairs(STALLElsmeanmodel6)
STALLEpairsmodel6
ASlsmeanmodel6=lsmeans(model6,"GLOBAL$AS")
ASpairsmodel6=pairs(ASlsmeanmodel6)
ASpairsmodel6
rationlsmeanmodel6=lsmeans(model6,"GLOBAL$ration")
rationpairsmodel6=pairs(rationlsmeanmodel6)
rationpairsmodel6

model7<-lmer(GLOBAL$moy.vitesse.cons ~ GLOBAL$n_cyb + GLOBAL$type_USDIA +
(1|GLOBAL$bande) + (1|GLOBAL$n_nation))
n_cyblsmeanmodel7=lsmeans(model7,"GLOBAL$n_cyb")
n_cyblsmeanmodel7
n_cybpairsmodel7=pairs(n_cyblsmeanmodel7)
n_cybpairsmodel7
type_USDIALsmeanmodel7=lsmeans(model7,"GLOBAL$type_USDIA")

```



```

type_USDIAlsmeanmodel7
type_USDIApairsmodel7=pairs(type_USDIAlsmeanmodel7)
type_USDIApairsmodel7

for(i in 1:375)
  if(GESTATION$n_cy[i]==6){GESTATION$n_cyb[i]<-5}else{GESTATION$n_cyb[i]<-
GESTATION$n_cy[i]}

PERFLAC<-data.frame(row.names = row.names(GESTATION))
PERFLAC$n_nation<-perf$n_nation
PERFLAC$n_cy<-perf$n_cy
PERFLAC$n_cyb<-GESTATION$n_cyb
PERFLAC$US_DIAG<-ELD.REEL$US_DIAG
PERFLAC$type_USDIA<-ELD.REEL$type_USDIA
PERFLAC$bande<-perf$bande
PERFLAC$tailleGp0<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN =
function(x)(lapply(X = x, FUN = function(x)mean(x$tailleGp))))))
PERFLAC$STALLE<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN = function(x)(lapply(X
= x, FUN = function(x)x$N_STALLE[1]))))
PERFLAC$ANNEE<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN = function(x)(lapply(X
= x, FUN = function(x)year(x$D_D_VIS[1]))))
PERFLAC$SAISON<-unlist(lapply(X = LISTE.TRUEIE.GEST.REEL, FUN = function(x)(lapply(X
= x, FUN = function(x)month(x$D_D_VIS[1]))))

for( o in 1:375)
  if((PERFLAC$SAISON[o])==1) {PERFLAC$SAISON[o]<-"1"} else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==2) {PERFLAC$SAISON[o]<-"1"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==3) {PERFLAC$SAISON[o]<-"2"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==4) {PERFLAC$SAISON[o]<-"2"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==5) {PERFLAC$SAISON[o]<-"2"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==6) {PERFLAC$SAISON[o]<-"3"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==7) {PERFLAC$SAISON[o]<-"3"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==8) {PERFLAC$SAISON[o]<-"3"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==9) {PERFLAC$SAISON[o]<-"4"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==10) {PERFLAC$SAISON[o]<-"4"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==11) {PERFLAC$SAISON[o]<-"4"}else{
  if((PERFLAC$SAISON[o])==12) {PERFLAC$SAISON[o]<-
"1"}}}}}}}}}}}}}}

PERFLAC$tailleGp<-NA
for( o in 1:375)
  if((PERFLAC$tailleGp0[o]<=19.84)== TRUE)
    PERFLAC$tailleGp[o]<-"1"
vide<-which(is.na(PERFLAC$tailleGp)==TRUE)
for( o in vide)
  if((PERFLAC$tailleGp0[o]<=22.68)== TRUE)
    PERFLAC$tailleGp[o]<-"2"
vide<-which(is.na(PERFLAC$tailleGp)==TRUE)
for( o in vide)
  if((PERFLAC$tailleGp0[o]<=24.31)== TRUE)
    PERFLAC$tailleGp[o]<-"3"
for( o in vide)
  if((PERFLAC$tailleGp0[o]>24.31)== TRUE)
    PERFLAC$tailleGp[o]<-"4"

PERFLAC$AS<-paste(PERFLAC$ANNEE, ".",PERFLAC$SAISON, sep="")

PERFLAC$NV<-perf$NV

```



```

PERFLAC$NT<-(perf$NV + perf$MN)
PERFLAC$PP_NAIS<-perf$PP_NAIS
PERFLAC$SEV_ALL<-perf$SEV_ALL
PERFLAC$PP_SEV_ALL<-perf$PP_SEV_ALL
PERFLAC$DIF_P<-(perf$P_E_MAT - perf$P_S_MAT)

vides<-which(is.na(PERFLAC$type_USDIA)==TRUE)
PERFLAC<-PERFLAC[-vides,]

C1<-which(PERFLAC$n_cyb == 1)
C2<-which(PERFLAC$n_cyb == 2)
C3<-which(PERFLAC$n_cyb == 3)
C4<-which(PERFLAC$n_cyb == 4)
C5<-which(PERFLAC$n_cyb == 5)
C3<-c(C3,C4,C5)

PERFLAC$ration<-NA

for(o in C1)
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=11)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"1"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C1])==TRUE))
for( o in C1[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=13)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"2"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C1])==TRUE))
for( o in C1[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=17)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"3"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C1])==TRUE))
for( o in C1[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]>17)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"4"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C1])==TRUE))

for( o in C2)
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=11)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"5"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C2])==TRUE))
for( o in C2[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=14)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"6"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C2])==TRUE))
for( o in C2[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=16)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"7"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C2])==TRUE))
for( o in C2[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]>16)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"8"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C2])==TRUE))

for( o in C3)
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=11)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"9"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C3])==TRUE))
for( o in C3[vide])

```



```

    if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=14)== TRUE)
      PERFLAC$ration[o]<-"10"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C3])==TRUE))
for( o in C3[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]<=17)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"11"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C3])==TRUE))
for( o in C3[vide])
  if((PERFLAC$US_DIAG[o]>17)== TRUE)
    PERFLAC$ration[o]<-"12"
vide<-which(is.na((PERFLAC$ration[C3])==TRUE))

PERFLAC$ration<-as.factor(PERFLAC$ration)
PERFLAC$n_nation<-as.factor(PERFLAC$n_nation)
PERFLAC$n_cy<-as.factor(PERFLAC$n_cy)
PERFLAC$n_cyb<-as.factor(PERFLAC$n_cyb)
PERFLAC$type_USDIA<-as.factor(PERFLAC$type_USDIA)
PERFLAC$bande<-as.factor(PERFLAC$bande)
PERFLAC$STALLE<-as.factor(PERFLAC$STALLE)
PERFLAC$ANNEE<-as.factor(PERFLAC$ANNEE)
PERFLAC$SAISON<-as.factor(PERFLAC$SAISON)
PERFLAC$tailleGp<-as.factor(PERFLAC$tailleGp)
PERFLAC$AS<-as.factor(PERFLAC$AS)

summary(PERFLAC$n_cy)
summary(PERFLAC$n_cyb)
summary(PERFLAC$type_USDIA)
summary(PERFLAC$bande)
summary(PERFLAC$STALLE)
summary(PERFLAC$ANNEE)
summary(PERFLAC$SAISON)
summary(PERFLAC$tailleGp)
summary(PERFLAC$AS)
summary(PERFLAC$ration)

PERFLAC2<-subset(PERFLAC,is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL) == FALSE)
PERFLAC3<-subset(PERFLAC,is.na(PERFLAC$DIF_P) == FALSE)

#-----|
#ANOVA|
#-----|
#NV
LM1<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA*PERFLAC$tailleGp)
LM2<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$type_USDIA*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM1,LM2)
LM3<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM2,LM3)
LM4<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$tailleGp)
anova(LM3,LM4)
LM5<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM3,LM5)
#-->LM3

LM3A<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$AS)
anova(LM3A,LM3)

```



```
LM3B<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$STALLE)
anova(LM3B,LM3)
LM3C<-lm(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$bande)
anova(LM3C,LM3)
#-->LM3C
```

#NT

```
LM6<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA*PERFLAC$tailleGp)
LM7<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$type_USDIA*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM6,LM7)
LM8<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM7,LM8)
LM9<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$tailleGp)
anova(LM8,LM9)
LM10<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM8,LM10)
LM11<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM10,LM11)
#-->LM11
```

```
LM11A<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$AS)
anova(LM11A,LM11)
LM11B<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$STALLE)
anova(LM11B,LM11)
LM11C<-lm(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$bande)
anova(LM11C,LM11)
#LM11C
```

#PP_NAIS

```
LM12<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA*PERFLAC$tailleGp)
LM13<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$type_USDIA*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM12,LM13)
LM14<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM13,LM14)
LM15<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$tailleGp)
anova(LM14,LM15)
LM16<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM14,LM16)
LM17<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp)
anova(LM16,LM17)
#-->LM16
```

```
LM16A<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp +
PERFLAC$AS)
anova(LM16A,LM16)
LM16B<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp +
PERFLAC$AS + PERFLAC$STALLE)
anova(LM16B,LM16A)
LM16C<-lm(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$n_cyb*PERFLAC$tailleGp +
PERFLAC$AS + PERFLAC$bande)
anova(LM16C,LM16A)
#LM16C
```


#SEV_ALL

LM18<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$type_USDIA*PERFLAC\$tailleGp)
LM19<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$type_USDIA +
PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$tailleGp + PERFLAC\$type_USDIA*PERFLAC\$tailleGp)
anova(LM18,LM19)
LM20<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$type_USDIA +
PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$tailleGp)
anova(LM19,LM20)
LM21<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$type_USDIA + PERFLAC\$tailleGp)
anova(LM20,LM21)
LM22<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$type_USDIA + PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$tailleGp)
anova(LM20,LM22)
LM23<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$tailleGp)
anova(LM22,LM23)
#-->LM23

LM23A<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$tailleGp + PERFLAC\$AS)
anova(LM23A,LM23)
LM23B<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$tailleGp + PERFLAC\$AS +
PERFLAC\$STALLE)
anova(LM23B,LM23A)
LM23C<-lm(PERFLAC\$SEV_ALL ~ PERFLAC\$n_cyb*PERFLAC\$tailleGp + PERFLAC\$AS +
PERFLAC\$STALLE + PERFLAC\$bande)
anova(LM23C,LM23B)
#->LM23C

#PP_SEV_ALL

LM24<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$type_USDIA*PERFLAC2\$tailleGp)
LM25<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$type_USDIA +
PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$tailleGp + PERFLAC2\$type_USDIA*PERFLAC2\$tailleGp)
anova(LM24,LM25)
LM26<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$type_USDIA +
PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$tailleGp)
anova(LM25,LM26)
LM27<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$type_USDIA +
PERFLAC2\$tailleGp)
anova(LM26,LM27)
LM28<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$type_USDIA +
PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$tailleGp)
anova(LM26,LM28)
#-->LM26

LM26A<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$type_USDIA +
PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$tailleGp + PERFLAC2\$AS)
anova(LM26A,LM26)
LM26B<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$type_USDIA +
PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$tailleGp + PERFLAC2\$AS + PERFLAC2\$STALLE)
anova(LM26B,LM26A)
LM26C<-lm(PERFLAC2\$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$type_USDIA +
PERFLAC2\$n_cyb*PERFLAC2\$tailleGp + PERFLAC2\$AS + PERFLAC2\$bande)
anova(LM26C,LM26A)
#-->LM6C

#DIF_P

LM29<-lm(PERFLAC3\$DIF_P ~ PERFLAC3\$n_cyb*PERFLAC3\$type_USDIA*PERFLAC3\$tailleGp)


```

LM30<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$type_USDIA +
PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$tailleGp + PERFLAC3$type_USDIA*PERFLAC3$tailleGp)
anova(LM29,LM30)
LM31<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$type_USDIA +
PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$tailleGp)
anova(LM30,LM31)
LM32<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$type_USDIA + PERFLAC3$tailleGp)
anova(LM31,LM32)
LM33<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$type_USDIA + PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$tailleGp)
anova(LM31,LM33)
#-->LM31

LM31A<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$type_USDIA +
PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$tailleGp + PERFLAC3$AS)
anova(LM31A,LM31)
LM31B<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$type_USDIA +
PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$tailleGp + PERFLAC3$STALLE)
anova(LM31B,LM31)
LM31C<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$type_USDIA +
PERFLAC3$n_cyb*PERFLAC3$tailleGp + PERFLAC3$STALLE + PERFLAC3$bande)
anova(LM31C,LM31B)
#-->LM31C

PERFLAC$n_cyUS<-paste(PERFLAC$n_cyb,"/",PERFLAC$type_USDIA, sep="")
PERFLAC$n_cyUS<-as.factor(PERFLAC$n_cyUS)
PERFLAC$n_cytGp<-paste(PERFLAC$n_cy,"/",PERFLAC$tailleGp, sep="")
PERFLAC$n_cytGp<-as.factor(PERFLAC$n_cytGp)
PERFLAC2$n_cyUS<-paste(PERFLAC2$n_cyb,"/",PERFLAC2$type_USDIA, sep="")
PERFLAC2$n_cyUS<-as.factor(PERFLAC2$n_cyUS)
PERFLAC2$n_cytGp<-paste(PERFLAC2$n_cy,"/",PERFLAC2$tailleGp, sep="")
PERFLAC2$n_cytGp<-as.factor(PERFLAC2$n_cytGp)
PERFLAC3$n_cyUS<-paste(PERFLAC3$n_cyb,"/",PERFLAC3$type_USDIA, sep="")
PERFLAC3$n_cyUS<-as.factor(PERFLAC3$n_cyUS)
PERFLAC3$n_cytGp<-paste(PERFLAC3$n_cy,"/",PERFLAC3$tailleGp, sep="")
PERFLAC3$n_cytGp<-as.factor(PERFLAC3$n_cytGp)

#effet aléatoire
library(lme4)
LMerNV<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyUS + PERFLAC$n_cytGp + (1|PERFLAC$n_nation))
summary(LMerNV)
n_cyUSlsmeanLMerNV=lsmeans(LMerNV,"PERFLAC$n_cyUS")
n_cyUSlsmeanLMerNV
n_cyUSpairsLMerNV=pairs(n_cyUSlsmeanLMerNV)
n_cyUSpairsLMerNV
n_cytGplsmeanLMerNV=lsmeans(LMerNV,"PERFLAC$n_cytGp")
n_cytGplsmeanLMerNV
n_cytGppairsLMerNV=pairs(n_cytGplsmeanLMerNV)
n_cytGppairsLMerNV

LMerNT<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cytGp + (1|PERFLAC$n_nation))
summary(LMerNV)
n_cytGplsmeanLMerNT=lsmeans(LMerNT,"PERFLAC$n_cytGp")
n_cytGplsmeanLMerNT
n_cytGppairsLMerNT=pairs(n_cytGplsmeanLMerNT)
n_cytGppairsLMerNT

LMerPP_NAIS<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$n_cytGp +
(1|PERFLAC$n_nation))

```



```

summary(LMerPP_NAIS)
type_USDIAlsmeanLMerPP_NAIS=lsmeans(LMerPP_NAIS,"PERFLAC$type_USDIA")
type_USDIAlsmeanLMerPP_NAIS
type_USDIApairsLMerPP_NAIS=pairs(type_USDIAlsmeanLMerPP_NAIS)
type_USDIApairsLMerPP_NAIS
n_cytGplsmeanLMerPP_NAIS=lsmeans(LMerPP_NAIS,"PERFLAC$n_cytGp")
n_cytGplsmeanLMerPP_NAIS
n_cytGppairsLMerPP_NAIS=pairs(n_cytGplsmeanLMerPP_NAIS)
n_cytGppairsLMerPP_NAIS

LMerSEV_ALL<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cytGp + PERFLAC$AS + PERFLAC$STALLE +
(1|PERRFLAC$n_nation))
summary(LMerSEV_ALL)
n_cytGplsmeanLMerSEV_ALL=lsmeans(LMerSEV_ALL,"PERFLAC$n_cytGp")
n_cytGplsmeanLMerSEV_ALL
n_cytGppairsLMerSEV_ALL=pairs(n_cytGplsmeanLMerSEV_ALL)
n_cytGppairsLMerSEV_ALL
ASlsmeanLMerSEV_ALL=lsmeans(LMerSEV_ALL,"PERFLAC$AS")
ASlsmeanLMerSEV_ALL
ASpairsLMerSEV_ALL=pairs(ASlsmeanLMerSEV_ALL)
ASpairsLMerSEV_ALL
STALLElsmeanLMerSEV_ALL=lsmeans(LMerSEV_ALL,"PERFLAC$STALLE")
STALLElsmeanLMerSEV_ALL
STALLEpairsLMerSEV_ALL=pairs(STALLElsmeanLMerSEV_ALL)
STALLEpairsLMerSEV_ALL

LMerPP_SEV_ALL<-lmer(PERFLAC2$SEV_ALL ~ PERFLAC2$n_cyUS + PERFLAC2$n_cytGp +
PERFLAC2$AS + (1|PERFLAC2$n_nation))
summary(LMerPP_SEV_ALL)
n_cyUSlsmeanLMerPP_SEV_ALL=lsmeans(LMerPP_SEV_ALL,"PERFLAC2$n_cyUS")
n_cyUSlsmeanLMerPP_SEV_ALL
n_cyUSpairsLMerPP_SEV_ALL=pairs(n_cyUSlsmeanLMerPP_SEV_ALL)
n_cyUSpairsLMerPP_SEV_ALL
n_cytGplsmeanLMerPP_SEV_ALL=lsmeans(LMerPP_SEV_ALL,"PERFLAC2$n_cytGp")
n_cytGplsmeanLMerPP_SEV_ALL
n_cytGppairsLMerPP_SEV_ALL=pairs(n_cytGplsmeanLMerPP_SEV_ALL)
n_cytGppairsLMerPP_SEV_ALL
ASlsmeanLMerPP_SEV_ALL=lsmeans(LMerPP_SEV_ALL,"PERFLAC2$AS")
ASlsmeanLMerPP_SEV_ALL
ASpairsLMerPP_SEV_ALL=pairs(ASlsmeanLMerPP_SEV_ALL)
ASpairsLMerPP_SEV_ALL

LMerDIF_P<-lmer(PERFLAC3$SEV_ALL ~ PERFLAC3$n_cytGp + PERFLAC3$n_cyUS +
PERFLAC3$STALLE + (1|PERFLAC3$n_nation))
summary(LMerDIF_P)
n_cyUSlsmeanLMerDIF_P=lsmeans(LMerDIF_P,"PERFLAC3$n_cyUS")
n_cyUSlsmeanLMerDIF_P
n_cyUSpairsLMerDIF_P=pairs(n_cyUSlsmeanLMerDIF_P)
n_cyUSpairsLMerDIF_P
n_cytGplsmeanLMerDIF_P=lsmeans(LMerDIF_P,"PERFLAC3$n_cytGp")
n_cytGplsmeanLMerDIF_P
n_cytGppairsLMerDIF_P=pairs(n_cytGplsmeanLMerDIF_P)
n_cytGppairsLMerDIF_P
STALLElsmeanLMerDIF_P=lsmeans(LMerDIF_P,"PERFLAC3$STALLE")
STALLElsmeanLMerDIF_P
STALLEpairsLMerDIF_P=pairs(STALLElsmeanLMerDIF_P)
STALLEpairsLMerDIF_P

```


#AVEC INTERACTIONS SIMPLES

```
library(lme4)
TESTLMerNV<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$tailleGp
+ (1|PERFLAC$n_nation))
summary(TESTLMerNV)
n_cyblsmeanLMerNVTEST=lsmeans(TESTLMerNV,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanLMerNVTEST
n_cybpairsLMerNVTEST=pairs(n_cyblsmeanLMerNVTEST)
n_cybpairsLMerNVTEST
type_USDIAlsmeanLMerNVTEST=lsmeans(TESTLMerNV,"PERFLAC$type_USDIA")
type_USDIAlsmeanLMerNVTEST
type_USDIApairsLMerNVTEST=pairs(type_USDIAlsmeanLMerNVTEST)
type_USDIApairsLMerNVTEST
tailleGplsmeanLMerNVTEST=lsmeans(TESTLMerNV,"PERFLAC$tailleGp")
tailleGplsmeanLMerNVTEST
tailleGppairsLMerNVTEST=pairs(tailleGplsmeanLMerNVTEST)
tailleGppairsLMerNVTEST
```

```
TESTLMerNT<-lmer(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$tailleGp +
(1|PERFLAC$n_nation))
summary(TESTLMerNT)
n_cyblsmeanLMerNTTEST=lsmeans(TESTLMerNT,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanLMerNTTEST
n_cybpairsLMerNTTEST=pairs(n_cyblsmeanLMerNTTEST)
n_cybpairsLMerNTTEST
tailleGplsmeanLMerNTTEST=lsmeans(TESTLMerNT,"PERFLAC$tailleGp")
tailleGplsmeanLMerNTTEST
tailleGppairsLMerNTTEST=pairs(tailleGplsmeanLMerNTTEST)
tailleGppairsLMerNTTEST
```

```
TESTLMerPP_NAIS<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$AS + (1|PERFLAC$n_nation))
summary(TESTLMerPP_NAIS)
n_cyblsmeanLMerPP_NAISTEST=lsmeans(TESTLMerPP_NAIS,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanLMerPP_NAISTEST
n_cybpairsLMerPP_NAISTEST=pairs(n_cyblsmeanLMerPP_NAISTEST)
n_cybpairsLMerPP_NAISTEST
type_USDIAlsmeanLMerPP_NAISTEST=lsmeans(TESTLMerPP_NAIS,"PERFLAC$type_USDIA")
type_USDIAlsmeanLMerPP_NAISTEST
type_USDIApairsLMerPP_NAISTEST=pairs(type_USDIAlsmeanLMerPP_NAISTEST)
type_USDIApairsLMerPP_NAISTEST
tailleGplsmeanLMerPP_NAISTEST=lsmeans(TESTLMerPP_NAIS,"PERFLAC$tailleGp")
tailleGplsmeanLMerPP_NAISTEST
tailleGppairsLMerPP_NAISTEST=pairs(tailleGplsmeanLMerPP_NAISTEST)
tailleGppairsLMerPP_NAISTEST
ASlsmeanLMerPP_NAISTEST=lsmeans(TESTLMerPP_NAIS,"PERFLAC$AS")
ASlsmeanLMerPP_NAISTEST
ASpairsLMerPP_NAISTEST=pairs(ASlsmeanLMerPP_NAISTEST)
ASpairsLMerPP_NAISTEST
```

```
TESTLMerSEV_ALL<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cyb +PERFLAC$tailleGp +
PERFLAC$AS + PERFLAC$STALLE + (1|PERFLAC$n_nation))
summary(TESTLMerSEV_ALL)
n_cyblsmeanLMerSEV_ALLTEST=lsmeans(TESTLMerSEV_ALL,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanLMerSEV_ALLTEST
n_cybpairsLMerSEV_ALLTEST=pairs(n_cyblsmeanLMerSEV_ALLTEST)
n_cybpairsLMerSEV_ALLTEST
tailleGplsmeanLMerSEV_ALLTEST=lsmeans(TESTLMerSEV_ALL,"PERFLAC$tailleGp")
```



```

tailleGpIsmeanLMerSEV_ALLTEST
tailleGppairsLMerSEV_ALLTEST=pairs(tailleGpIsmeanLMerSEV_ALLTEST)
tailleGppairsLMerSEV_ALLTEST
ASIsmeanLMerSEV_ALLTEST=lsmeans(TESTLMerSEV_ALL, "PERFLAC$AS")
ASIsmeanLMerSEV_ALLTEST
ASpairsLMerSEV_ALLTEST=pairs(ASIsmeanLMerSEV_ALLTEST)
ASpairsLMerSEV_ALLTEST
STALLEIsmeanLMerSEV_ALLTEST=lsmeans(TESTLMerSEV_ALL, "PERFLAC$STALLE")
STALLEIsmeanLMerSEV_ALLTEST
STALLEpairsLMerSEV_ALLTEST=pairs(STALLEIsmeanLMerSEV_ALLTEST)
STALLEpairsLMerSEV_ALLTEST

TESTLMerPP_SEV_ALL<-lmer(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2$n_cyb + PERFLAC2$type_USDIA
+ PERFLAC2$tailleGp + PERFLAC2$AS + (1|PERFLAC2$n_nation))
summary(TESTLMerPP_SEV_ALL)
n_cyUSIsmeanLMerPP_SEV_ALLTEST=lsmeans(TESTLMerPP_SEV_ALL, "PERFLAC2$n_cyUS")
n_cyUSIsmeanLMerPP_SEV_ALL
n_cyUSpairsLMerPP_SEV_ALL=pairs(n_cyUSIsmeanLMerPP_SEV_ALL)
n_cyUSpairsLMerPP_SEV_ALL
n_cytGpIsmeanLMerPP_SEV_ALL=lsmeans(TESTLMerPP_SEV_ALL, "PERFLAC2$n_cytGp")
n_cytGpIsmeanLMerPP_SEV_ALL
n_cytGppairsLMerPP_SEV_ALL=pairs(n_cytGpIsmeanLMerPP_SEV_ALL)
n_cytGppairsLMerPP_SEV_ALL
ASIsmeanLMerPP_SEV_ALL=lsmeans(TESTLMerPP_SEV_ALL, "PERFLAC2$AS")
ASIsmeanLMerPP_SEV_ALL
ASpairsLMerPP_SEV_ALL=pairs(ASIsmeanLMerPP_SEV_ALL)
ASpairsLMerPP_SEV_ALL

TESTLMerDIF_P<-lmer(PERFLAC3$SEV_ALL ~ PERFLAC3$n_cytGp + PERFLAC3$n_cyUS +
PERFLAC3$STALLE + (1|PERFLAC3$n_nation))
summary(TESTLMerDIF_P)
n_cyUSIsmeanTESTLMerDIF_P=lsmeans(TESTLMerDIF_P, "PERFLAC3$n_cyUS")
n_cyUSIsmeanTESTLMerDIF_P
n_cyUSpairsTESTLMerDIF_P=pairs(n_cyUSIsmeanTESTLMerDIF_P)
n_cyUSpairsTESTLMerDIF_P
n_cytGpIsmeanTESTLMerDIF_P=lsmeans(TESTLMerDIF_P, "PERFLAC3$n_cytGp")
n_cytGpIsmeanTESTLMerDIF_P
n_cytGppairsTESTLMerDIF_P=pairs(n_cytGpIsmeanTESTLMerDIF_P)
n_cytGppairsTESTLMerDIF_P
STALLEIsmeanTESTLMerDIF_P=lsmeans(TESTLMerDIF_P, "PERFLAC3$STALLE")
STALLEIsmeanTESTLMerDIF_P
STALLEpairsTESTLMerDIF_P=pairs(STALLEIsmeanLMerDIF_P)
STALLEpairsTESTLMerDIF_P

#significativité des effets simple
aa<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$tailleGp +
(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
bb<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA+ (1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$tailleGp + (1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$type_USDIA + (1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
#--> on garde n_cy par défaut (tendance à p = 0.11)

```



```

aa<-lmer(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$tailleGp + (1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
bb<-lmer(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb+ (1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$tailleGp + (1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
#--> on garde n_cy

```

```

aa<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$tailleGp +
PERFLAC$AS + (1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
bb<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$AS
+(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA + PERFLAC$AS
+(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$AS
+(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA
+(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
#-->on garde n_cy , USDIA (tendance), et AS

```

```

aa<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$AS +
PERFLAC$STALLE + (1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
bb<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$AS + PERFLAC$STALLE +
(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$tailleGp + PERFLAC$AS +
(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$STALLE+ PERFLAC$AS +
(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$STALLE+ PERFLAC$tailleGp +
(1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
#on garde n-cy et stalle

```

```

aa<-lmer(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2$n_cyb + PERFLAC2$type_USDIA +
PERFLAC2$tailleGp + PERFLAC2$AS + PERFLAC2$ration +(1|PERFLAC2$bande) +
(1|PERFLAC2$n_nation))
bb<-lmer(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2$type_USDIA + PERFLAC2$tailleGp +
PERFLAC2$AS + (1|PERFLAC2$bande) + (1|PERFLAC2$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2$n_cyb + PERFLAC2$tailleGp + PERFLAC2$AS +
PERFLAC2$ration + (1|PERFLAC2$bande) + (1|PERFLAC2$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2$n_cyb + PERFLAC2$type_USDIA + PERFLAC2$AS
+ (1|PERFLAC2$bande) + (1|PERFLAC2$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lm(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2n_cyb + PERFLAC2$tailleGp +
PERFLAC2$type_USDIA + (1|PERFLAC2$bande) + (1|PERFLAC2$n_nation))
anova(aa,bb)
#on garde et n-cy AS

```



```

aa<-lmer(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb + PERFLAC3$type_USDIA + PERFLAC3$tailleGp
+ PERFLAC3$AS + PERFLAC3$ration+(1|PERFLAC3$bande) + (1|PERFLAC3$n_nation))
bb<-lmer(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$type_USDIA + PERFLAC3$tailleGp + PERFLAC3$AS
+PERFLAC3$ration+(1|PERFLAC3$bande) + (1|PERFLAC3$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb + PERFLAC3$tailleGp + PERFLAC3$AS +
PERFLAC3$ration+(1|PERFLAC3$bande) + (1|PERFLAC3$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lmer(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb + PERFLAC3$type_USDIA + PERFLAC3$AS
+PERFLAC3$ration+(1|PERFLAC3$bande) + (1|PERFLAC3$n_nation))
anova(aa,bb)
bb<-lm(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3n_cyb + PERFLAC3$tailleGp + PERFLAC3$type_USDIA
+PERFLAC3$ration+ (1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
anova(aa,bb)
#on garde n-cy

#resultat effet ration
vraiLMerNV<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb +(1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
vraiLMerNT<-lmer(PERFLAC$NT ~ PERFLAC$n_cyb + (1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
vraiLMerPP_NAIS<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$AS + (1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
vraiLMerSEV_ALL<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$STALLE +
(1|PERFLAC$bande) +(1|PERFLAC$n_nation))
vraiLMerPP_SEV_ALL<-lmer(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2$n_cyb + PERFLAC2$AS +
PERFLAC3$ration+ (1|PERFLAC$bande) +(1|PERFLAC$n_nation))
vraiLMerDIF_P<-lmer(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb + PERFLAC3$ration +
(1|PERFLAC$bande) +(1|PERFLAC$n_nation))

#AVEC effet ration et interaction simple sigifificative
library(lme4)
vraiLMerNV<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb +(1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
summary(vraiLMerNV)
n_cyblsmeanvraiLMerNV=lsmeans(vraiLMerNV,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanvraiLMerNV
n_cybpairsvraiLMerNV=pairs(n_cyblsmeanvraiLMerNV)
n_cybpairsvraiLMerNV

vraiLMerNT<-lmer(PERFLAC$NV ~ PERFLAC$n_cyb +(1|PERFLAC$bande) +
(1|PERFLAC$n_nation))
summary(vraiLMerNT)
n_cyblsmeanvraiLMerNT=lsmeans(vraiLMerNT,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanvraiLMerNT
n_cybpairsvraiLMerNT=pairs(n_cyblsmeanvraiLMerNT)
n_cybpairsvraiLMerNT

vraiLMerPP_NAIS<-lmer(PERFLAC$PP_NAIS ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$type_USDIA +
PERFLAC$AS + (1|PERFLAC$bande) + (1|PERFLAC$n_nation))
summary(vraiLMerPP_NAIS)
n_cyblsmeanvraiLMerPP_NAIS=lsmeans(vraiLMerPP_NAIS,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanvraiLMerPP_NAIS
n_cybpairsvraiLMerPP_NAIS=pairs(n_cyblsmeanvraiLMerPP_NAIS)
n_cybpairsvraiLMerPP_NAIS
type_USDIAlsmeanvraiLMerPP_NAIS=lsmeans(vraiLMerPP_NAIS,"PERFLAC$type_USDIA")

```



```

type_USDIAlsmeanvraiLMerPP_NAIS
type_USDIApairsvraiLMerPP_NAIS=pairs(type_USDIAlsmeanvraiLMerPP_NAIS)
type_USDIApairsvraiLMerPP_NAIS
ASlsmeanvraiLMerPP_NAIS=lsmears(vraiLMerPP_NAIS,"PERFLAC$AS")
ASlsmeanvraiLMerPP_NAIS
ASpairsvraiLMerPP_NAIS=pairs(ASlsmeanvraiLMerPP_NAIS)
ASpairsvraiLMerPP_NAIS

vraiLMerSEV_ALL<-lmer(PERFLAC$SEV_ALL ~ PERFLAC$n_cyb + PERFLAC$STALLE +
(1|PERFLAC$bande) +(1|PERFLAC$n_nation))
summary(vraiLMerSEV_ALL)
n_cyblsmeanvraiLMerSEV_ALL=lsmears(vraiLMerSEV_ALL,"PERFLAC$n_cyb")
n_cyblsmeanvraiLMerSEV_ALL
n_cybpairsvraiLMerSEV_ALL=pairs(n_cyblsmeanvraiLMerSEV_ALL)
n_cybpairsvraiLMerSEV_ALL
STALLElsmeanvraiLMerSEV_ALL=lsmears(vraiLMerSEV_ALL,"PERFLAC$STALLE")
STALLElsmeanvraiLMerSEV_ALL
STALLEpairsvraiLMerSEV_ALL=pairs(STALLElsmeanvraiLMerSEV_ALL)
STALLEpairsvraiLMerSEV_ALL

vraiLMerPP_SEV_ALL<-lmer(PERFLAC2$PP_SEV_ALL ~ PERFLAC2$n_cyb + PERFLAC2$AS +
PERFLAC2$ration+ (1|PERFLAC2$bande) +(1|PERFLAC2$n_nation))
summary(vraiLMerPP_SEV_ALL)
n_cyblsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL=lsmears(vraiLMerPP_SEV_ALL,"PERFLAC2$n_cyb")
n_cyblsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL
n_cybpairsvraiLMerPP_SEV_ALL=pairs(n_cyblsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL)
n_cybpairsvraiLMerPP_SEV_ALL
ASlsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL=lsmears(vraiLMerPP_SEV_ALL,"PERFLAC2$AS")
ASlsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL
ASpairsvraiLMerPP_SEV_ALL=pairs(ASlsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL)
ASpairsvraiLMerPP_SEV_ALL
rationlsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL=lsmears(vraiLMerPP_SEV_ALL,"PERFLAC2$ration")
rationlsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL
rationpairsvraiLMerPP_SEV_ALL=pairs(rationlsmeanvraiLMerPP_SEV_ALL)
rationpairsvraiLMerPP_SEV_ALL

vraiLMerDIF_P<-lmer(PERFLAC3$DIF_P ~ PERFLAC3$n_cyb + PERFLAC3$ration +
(1|PERFLAC3$bande) +(1|PERFLAC3$n_nation))
summary(vraiLMerDIF_P)
n_cyblsmeanvraiLMerDIF_P=lsmears(vraiLMerDIF_P,"PERFLAC3$n_cyb")
n_cyblsmeanvraiLMerDIF_P
n_cybpairsvraiLMerDIF_P=pairs(n_cyblsmeanvraiLMerDIF_P)
n_cybpairsvraiLMerDIF_P
rationlsmeanvraiLMerDIF_P=lsmears(vraiLMerDIF_P,"PERFLAC3$ration")
rationlsmeanvraiLMerDIF_P
rationpairsvraiLMerDIF_P=pairs(rationlsmeanvraiLMerDIF_P)
rationpairsvraiLMerDIF_P

correlation<-data.frame()
colonne<-c(model1,model2,model3,model4,model5, model6, model7)
ligne<-c(vraiLMerNV,vraiLMerNT,vraiLMerPP_NAIS,vraiLMerSEV_ALL)

vector<-vector()
for(r in colonne){
  for(s in ligne){
    f<-cor(predict(r),predict(s))
  }
}

```



```

vector<-c(vector,f) }}

correlation<-(matrix(vector,4,7))

z1<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict1<-predict(model1)[-z1]
z2<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict2<-predict(model2)[-z2]
z3<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict3<-predict(model3)[-z3]
z4<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict4<-predict(model4)[-z4]
z5<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict5<-predict(model5)[-z5]
z6<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict6<-predict(model6)[-z6]
z7<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict7<-predict(model7)[-z7]

zz1<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz1<-predict(model1)[-zz1]
zz2<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz2<-predict(model2)[-zz2]
zz3<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz3<-predict(model3)[-zz3]
zz4<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz4<-predict(model4)[-zz4]
zz5<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz5<-predict(model5)[-zz5]
zz6<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz6<-predict(model6)[-zz6]
zz7<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz7<-predict(model7)[-zz7]

correlation<-data.frame(correlation)

correlation[5,1]<-cor(predict1,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlation[5,2]<-cor(predict2,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlation[5,3]<-cor(predict3,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlation[5,4]<-cor(predict4,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlation[5,5]<-cor(predict5,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlation[5,6]<-cor(predict6,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlation[5,7]<-cor(predict7,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))

correlation[6,1]<-cor(predictzz1,predict(vraiLMerDIF_P))
correlation[6,2]<-cor(predictzz2,predict(vraiLMerDIF_P))
correlation[6,3]<-cor(predictzz3,predict(vraiLMerDIF_P))
correlation[6,4]<-cor(predictzz4,predict(vraiLMerDIF_P))
correlation[6,5]<-cor(predictzz5,predict(vraiLMerDIF_P))
correlation[6,6]<-cor(predictzz6,predict(vraiLMerDIF_P))
correlation[6,7]<-cor(predictzz7,predict(vraiLMerDIF_P))

colnames(correlation)<-colnames(GLOBAL[13:19])
row.names(correlation)<- colnames(PERFLAC[13:18])

sd<-data.frame()
cor.test.plus <- function(x) {
  Standard.Error = unname(sqrt((1 - x^2)/(304-2)))}
for(r in 1:7) {

```



```

sd[1,r]<-cor.test.plus(correlation[1,r])
sd[2,r]<-cor.test.plus(correlation[2,r])
sd[3,r]<-cor.test.plus(correlation[3,r])
sd[4,r]<-cor.test.plus(correlation[4,r])

cor.test.plus2 <- function(x) {
  Standard.Error = unname(sqrt((1 - x^2)/(302-2)))}
for( r in 1 : 7)
  sd[5,r]<-cor.test.plus2(correlation[5,r])

cor.test.plus3 <- function(x) {
  Standard.Error = unname(sqrt((1 - x^2)/(294-2)))}
for( r in 1 : 7)
  sd[6,r]<-cor.test.plus3(correlation[6,r])

cor.sd<-data.frame(matrix(nrow = 6, ncol = 7))
for(r in 1: 6)
  for(s in 1:7)
    cor.sd[r,s]<-paste(round(correlation[r,s],3), "(" ,round(sd[r,s],3), ")" ,sep = "")

vectorlact<-vector()
for(r in ligne){
  for(s in ligne){
    f<-cor(predict(r),predict(s))
    vectorlact<-c(vectorlact,f)}}
correlationlact<-matrix(vectorlact,4,4)
correlationlact<-data.frame(correlationlact)

z01<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict01<-predict(vraiLMerNV)[-z01]
z02<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict02<-predict(vraiLMerNT)[-z02]
z03<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict03<-predict(vraiLMerPP_NAIS)[-z03]
z04<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict04<-predict(vraiLMerSEV_ALL)[-z04]
z06<-which(is.na(PERFLAC$PP_SEV_ALL)==TRUE)
predict06<-predict(vraiLMerDIF_P)[-z06]

zz01<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz01<-predict(vraiLMerNV)[-zz01]
zz02<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz02<-predict(vraiLMerNT)[-zz02]
zz03<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz03<-predict(vraiLMerPP_NAIS)[-zz03]
zz04<-which(is.na(PERFLAC$DIF_P)==TRUE)
predictzz04<-predict(vraiLMerSEV_ALL)[-zz04]
predictzz05<-predict(vraiLMerPP_SEV_ALL)[-c(41,129,133,176,200,235,254,170)]

correlation<-data.frame(correlation)

correlationlact[1,5]<-cor(predict01,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlationlact[2,5]<-cor(predict02,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlationlact[3,5]<-cor(predict03,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlationlact[4,5]<-cor(predict04,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))

```



```

correlationlact[5,5]<-cor(predict(vraiLMerPP_SEV_ALL),predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlationlact[6,5]<-cor(predict06,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))

correlationlact[5,1]<-cor(predict01,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlationlact[5,2]<-cor(predict02,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlationlact[5,3]<-cor(predict03,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))
correlationlact[5,4]<-cor(predict04,predict(vraiLMerPP_SEV_ALL))

correlationlact[1,6]<-cor(predictzz01,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[2,6]<-cor(predictzz02,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[3,6]<-cor(predictzz03,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[4,6]<-cor(predictzz04,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[5,6]<-cor(predictzz05,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[6,6]<-cor(predict(vraiLMerDIF_P),predict(vraiLMerDIF_P))

correlationlact[6,1]<-cor(predictzz01,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[6,2]<-cor(predictzz02,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[6,3]<-cor(predictzz03,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[6,4]<-cor(predictzz04,predict(vraiLMerDIF_P))
correlationlact[6,5]<-cor(predictzz05,predict(vraiLMerDIF_P))

sdlact<-data.frame()

for(r in 1:7) {
  sdlact[1,r]<-cor.test.plus(correlationlact[1,r])
  sdlact[2,r]<-cor.test.plus(correlationlact[2,r])
  sdlact[3,r]<-cor.test.plus(correlationlact[3,r])
  sdlact[4,r]<-cor.test.plus(correlationlact[4,r])}

cor.test.plus2 <- function(x) {
  Standard.Error = unname(sqrt((1 - x^2)/(302-2)))}
for( r in 1 : 7)
  sdlact[5,r]<-cor.test.plus2(correlationlact[5,r])

cor.test.plus3 <- function(x) {
  Standard.Error = unname(sqrt((1 - x^2)/(294-2)))}
for( r in 1 : 7)
  sdlact[6,r]<-cor.test.plus3(correlationlact[6,r])

cor.sdlact<-data.frame(matrix(nrow = 6, ncol = 6))
for(r in 1: 6)
  for(s in 1:6)
    cor.sdlact[r,s]<-
paste(round(correlationlact[r,s],3), "(" ,round(sdlact[r,s],3), ")" , sep = "")

vectorgest<-vector()
for(r in colonne){
  for(s in colonne){
    f<-cor(predict(r),predict(s))
    vectorgest<-c(vectorgest,f)}}
correlationgest<-matrix(vectorgest,7,7)
correlationgest<-data.frame(correlationgest)

sdgest<-data.frame()

for(r in 1:7) {
  sdgest[1,r]<-cor.test.plus(correlationgest[1,r])
  sdgest[2,r]<-cor.test.plus(correlationgest[2,r])}

```



```

sdgest[3,r]<-cor.test.plus(correlationgest[3,r])
sdgest[4,r]<-cor.test.plus(correlationgest[4,r])
sdgest[5,r]<-cor.test.plus(correlationgest[5,r])
sdgest[6,r]<-cor.test.plus(correlationgest[6,r])
sdgest[7,r]<-cor.test.plus(correlationgest[7,r])}

cor.sdgest<-data.frame(matrix(nrow = 7, ncol = 7))
for(r in 1: 7)
  for(s in 1:7)
    cor.sdgest[r,s]<-
paste(round(correlationgest[r,s],3), "(", round(sdgest[r,s],3), ")", sep = "")

write.csv2(correlation, "correlation.csv")
write.csv2(correlationlact, "correlationlact.csv")
write.csv2(correlationgest, "correlationgest.csv")

write.csv2(cor.sd, "corsd.csv")
write.csv2(cor.sdlact, "corsdlact.csv")
write.csv2(cor.sdgest, "corsdgest.csv")

```


Annexe 3 : Les mesures du comportement en utilisant la visite comme unité

Tolkamp explique que l'étude des « short-term feeding behavior » (STFB, comportement alimentaire à court terme) permettrait d'expliquer le comportement alimentaire quotidien. Cependant, pour mesurer les STFB, il est possible d'utiliser diverses techniques telles que les observations directes, l'analyse de vidéo, l'enregistrement des mouvements de la mâchoire ou encore les visites au DAC. Toutes ces techniques consistent à enregistrer les STFB séparés par des grands intervalles de non-alimentation, mais la taille moyenne de ceux-ci est variable en fonction des critères employés pour les mesurer. Par exemple, Mezt (1975) n'enregistre pas les intervalles entre les repas inférieurs à 4 min, Dado & Allen (1993) ont utilisé une méthodologie qui ne comptabilisait que les intervalles supérieurs à 30s, et à l'inverse, les méthodologies type DAC, utilisées par Tolkamp (2000), n'enregistrent pas les intervalles entre les repas. Il en ressort qu'il est difficile de comparer les études sur le comportement alimentaire entre elles si elles n'utilisent pas la même méthode et la même échelle. Il semble donc plus pertinent d'utiliser le terme de repas pour décrire le comportement alimentaire. Le repas est un ensemble de prise alimentaire séparé par de petits intervalles (Mayes & Duncan, 1986) qui peuvent être différenciés entre eux par de grands intervalles de non-alimentation (Sibly *et al.*, 1990). Il est donc important de définir le critère qui permet de regrouper les visites (STFB) en repas et permettant de séparer les repas entre eux.

Ainsi, toujours selon Tolkamp, le critère adéquat pour regrouper les visites en repas est « le plus grand intervalle entre deux prises alimentaires appartenant à un même repas ». Il peut être déterminé arbitrairement ou bien par différentes méthodes statistiques. La méthode la plus fiable reste de déterminer un modèle de distribution du logarithme des fréquences des intervalles entre les prises alimentaires (Tolkamp & Kyrilazak, 1999). Ce modèle est construit en l'ajustant aux observations.

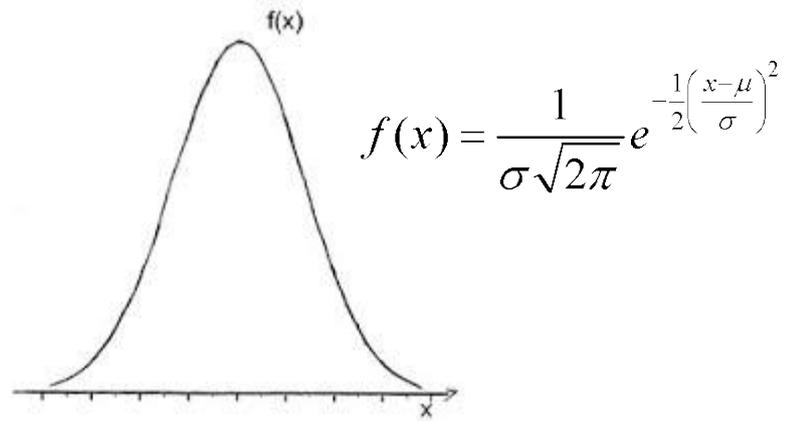


Figure A41 : Courbe et formule de Gauss

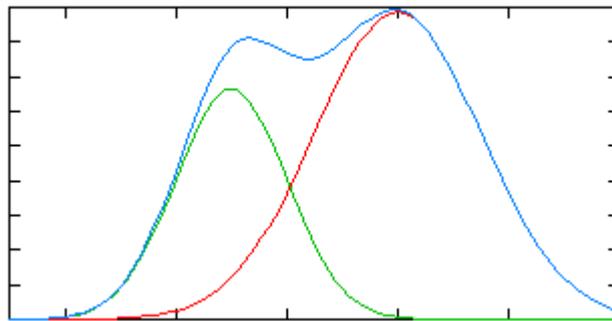


Figure A42 : Forme de la courbe de Gauss (en vert et rouge) et de la courbe double gaussienne (en bleu)

Annexe 4: Détermination du critère de repas

Dans son étude sur la vache laitière, Tolkamp a imaginé un modèle avec une distribution double-gaussienne (cf. Figures A41 et A42). La première distribution regroupe les courts intervalles au sein d'un repas et la seconde regroupe les intervalles entre les repas. Le modèle est donc le suivant :

$$y(t) = p * \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\log(t) - \mu_1}{2\sigma_1}\right)^2} + (1 - p) * \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\log(t) - \mu_2}{2\sigma_2}\right)^2}$$

Avec :

p = la proportion d'intervalles appartenant à la première distribution

$(1 - p)$ = la proportion d'intervalles appartenant à la deuxième distribution

$\log(t)$ = le log transformé de la longueur de l'intervalles entre les visites

μ_1, μ_2 = la moyenne des intervalles appartenant respectivement à la première et à la deuxième distribution

σ_1, σ_2 = L'écart-type des intervalles appartenant respectivement à la première et à la deuxième distribution

Le critère de repas est ainsi estimé à l'intersection des deux courbes.

Tolkamp a aussi réfléchi à un autre modèle regroupant, cette fois, trois courbes de Gauss. La troisième distribution correspond aux intervalles au sein de repas où les vaches ont accès à l'eau. Le modèle est donc le suivant :

$$y(t) = p * \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\log(t) - \mu_1}{2\sigma_1}\right)^2} + (1 - p - q) * \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\log(t) - \mu_2}{2\sigma_2}\right)^2} + q * \frac{1}{\sigma_3 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\log(t) - \mu_3}{2\sigma_3}\right)^2}$$

Avec :

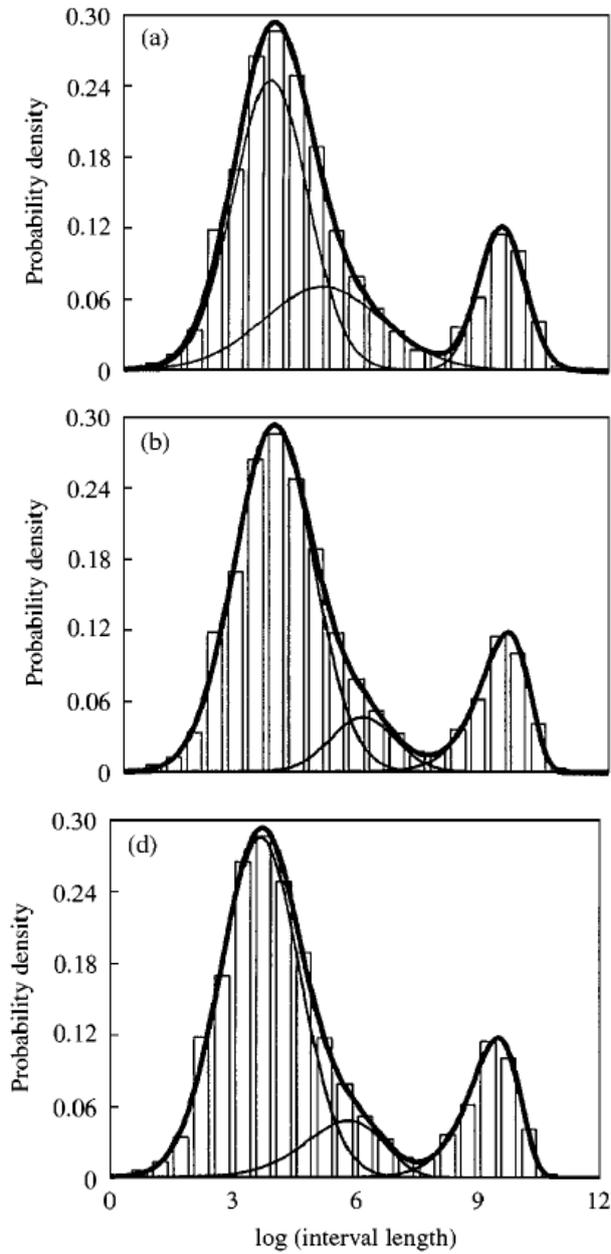
p = la proportion d'intervalles appartenant à la première distribution

$(1 - p - q)$ = la proportion d'intervalles appartenant à la deuxième distribution

q = la proportion d'intervalles appartenant à la troisième distribution

μ_n, σ_n correspondent respectivement à la moyenne et à l'écart-type associé à la n^{ième} population.

$\log(t)$ = le log transformé de la longueur de l'intervalle entre les visites



Légende :

(a) Modèle G-G-G

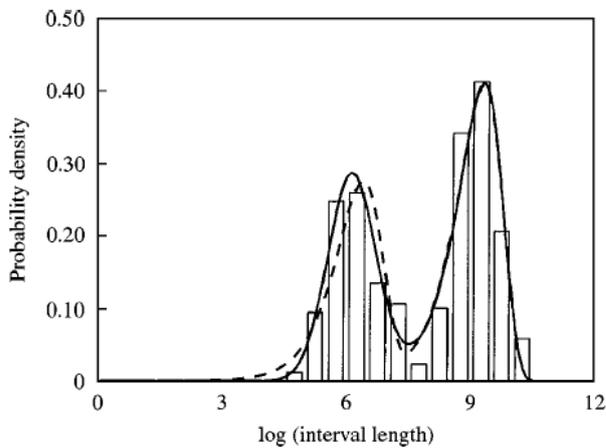
(b) Modèle G-G-W

(d) Modèle G-W-W

Trait fin : Contribution de chaque population

Trait gras : Modèle

Figure A43 : Les fonctions de densité de probabilité selon le modèle



Légende :

Trait plein : modèle G-W

Trait discontinu : modèle W-W

Figure A44 : La fonction de densité des modèles

Le critère de repas est désormais estimé à l'intersection des deux distributions ayant les plus grandes moyennes. Ainsi, les visites séparées par des intervalles plus courts que le critère de repas, ont été regroupées en repas.

Plus tard, ces études ont été reprises par Yeates (2001) qui propose de transformer le modèle et changer une/les distribution(s) gaussienne(s) par une/des distribution(s) de Weibull à deux paramètres. Il en déduit que, en ce qui concerne le modèle à trois distributions, la première population est toujours mieux décrite par le modèle gaussien, et que la troisième population est toujours mieux décrite par le modèle de Weibull. Deux modèles peuvent alors décrire la population d'intervalles : G-G-W et G-W-W. Il conclut que le G-G-W décrit mieux la population (cf. Figure A43). Le critère de repas est alors estimé 28.6 min avec un nombre moyen de 5.91 repas/vache. Pour ce qui concerne le modèle avec deux distributions, Yeates en conclu que modèle G-W décrit mieux la population d'intervalles (cf Figure A44). Le critère de repas est de 22 min avec en moyenne 5.88 repas par vache. La méthode utilisée pour déterminer le critère de repas avec les distributions de Weibull est la méthode Newton-Raphson.

Bibliographie annexe 3 et 4

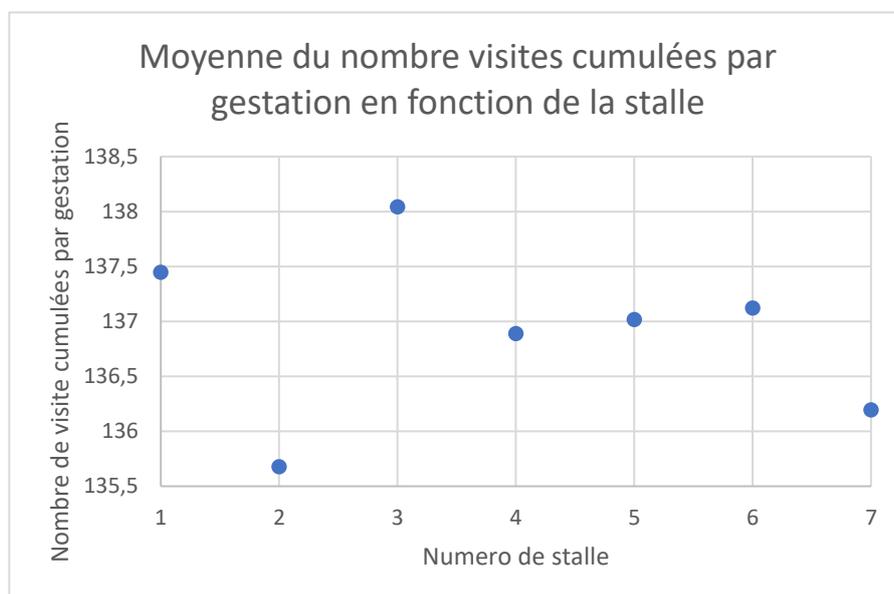
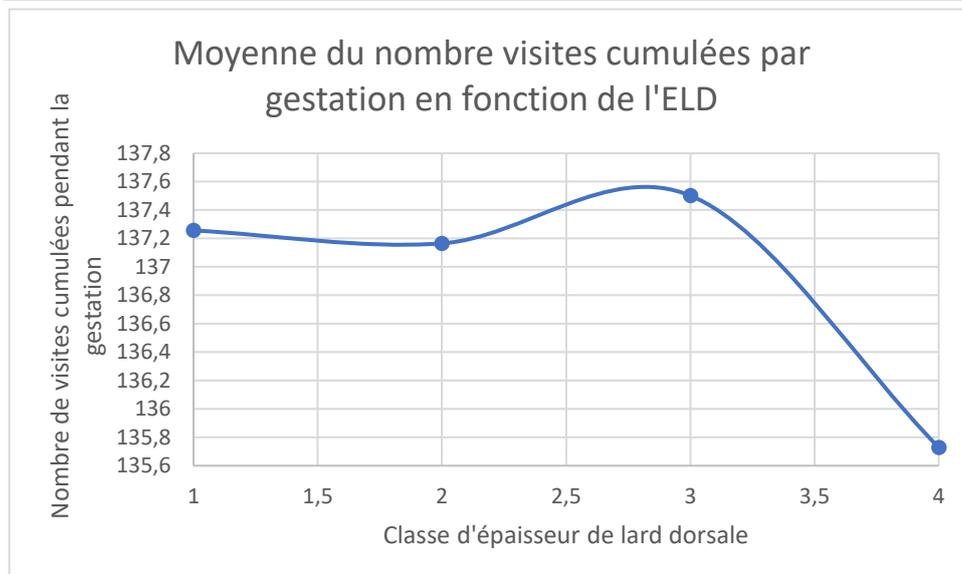
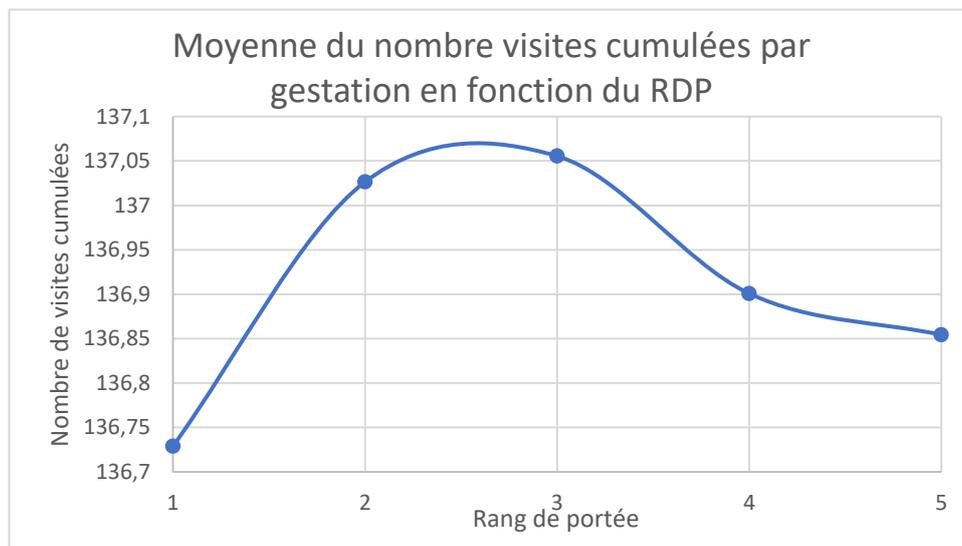
- DADO & ALLEN, 1993. Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility and ruminal pH of cattle. *Journal of Dairy Science*, 76, 1589–1600
- METZ, 1975. Time Patterns of Feeding and Rumination in Domestic Cattle. *Communications Agricultural University*, 75, 12
- STAMER, JUNGE, KALM, 1997. Temporal pattern of feeding of dairy cows kept in groups. *Arch. Tierzücht.* 40,195–214
- TOLKAMP & KYRLAZAK, 1999. A comparison of five methods that estimate meal criteria for cattle. *Animal science*, 69, 501-514
- YEATES *et al.*, 2001. The use of Mixed Distribution Models to Determine Bout Criteria for Analysis of Animal Behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 213, 413-425

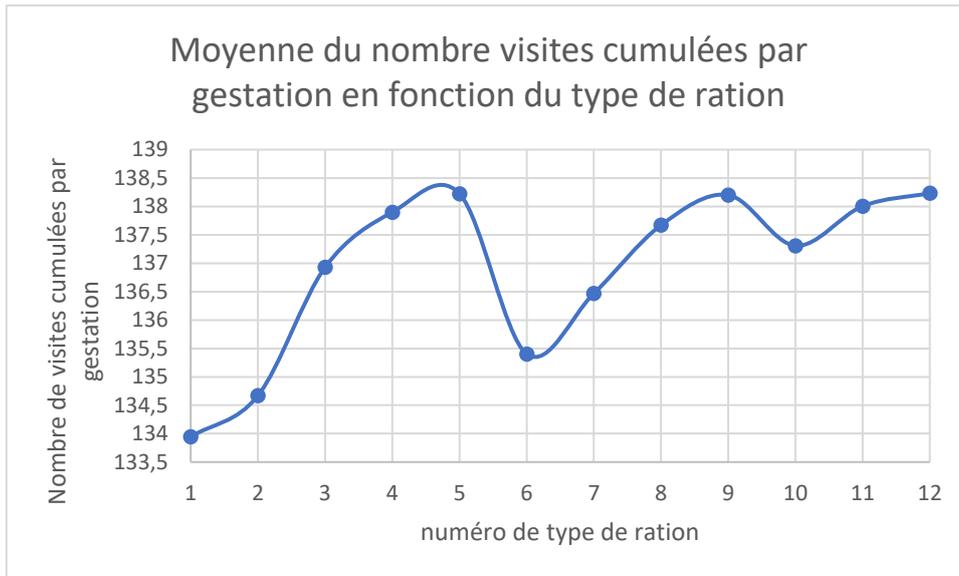
Annexe 5 : Extrait du jeu de données de gestation

n_nation	bande	n_cy	N_STALLE	D_D_VIS	D_F_VIS	Q_CONS	Q_PROG
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	10MAR2017:07:42:50	10MAR2017:07:56:13	2220	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	11MAR2017:08:05:21	11MAR2017:08:07:46	296	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	11MAR2017:08:07:48	11MAR2017:08:10:50	444	1924
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	11MAR2017:08:10:51	11MAR2017:08:16:04	888	1480
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	11MAR2017:08:16:06	11MAR2017:08:22:10	592	592
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	12MAR2017:07:54:14	12MAR2017:07:55:26	148	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	12MAR2017:07:55:30	12MAR2017:08:09:15	2072	2072
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	13MAR2017:07:36:49	13MAR2017:07:42:54	1184	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	13MAR2017:07:42:58	13MAR2017:07:51:11	1036	1036
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	14MAR2017:05:40:17	14MAR2017:05:40:19	0	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	14MAR2017:06:39:27	14MAR2017:06:53:59	2220	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	15MAR2017:07:06:34	15MAR2017:07:20:40	2220	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	16MAR2017:07:11:16	16MAR2017:07:24:30	2220	2220
FR17MAG201515921	GJS201707	2	6	16MAR2017:08:33:15	16MAR2017:08:33:39	0	0

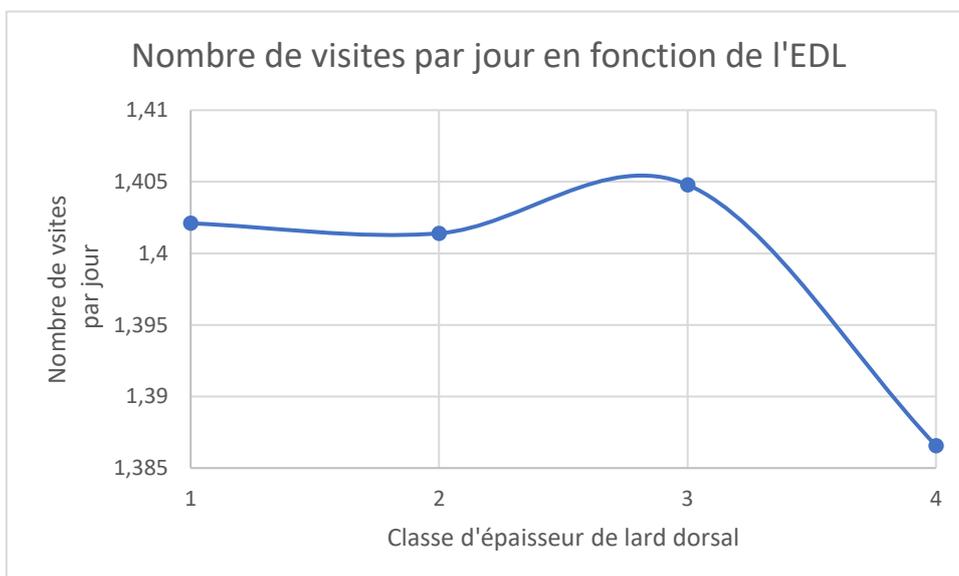
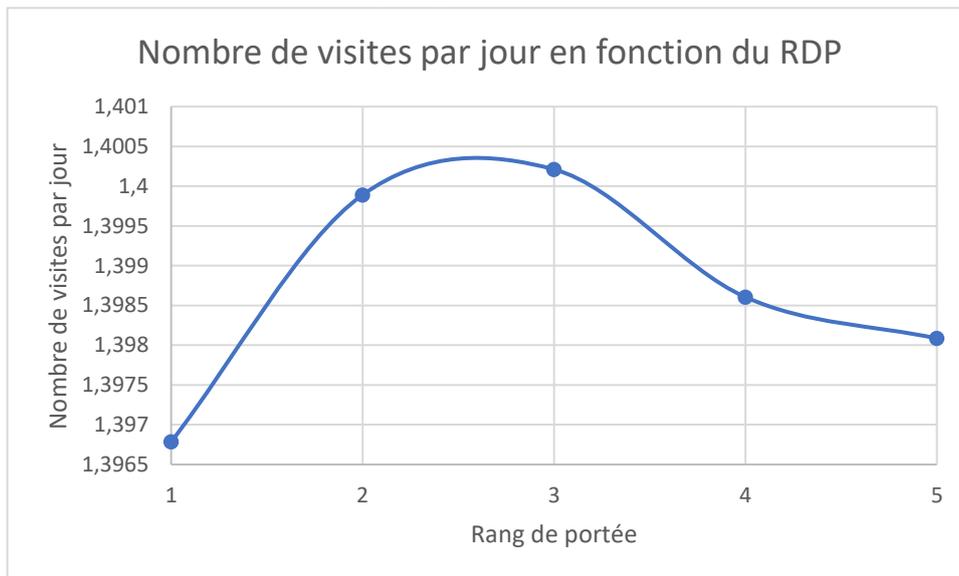
Annexe 6 : Résultat Ismeans

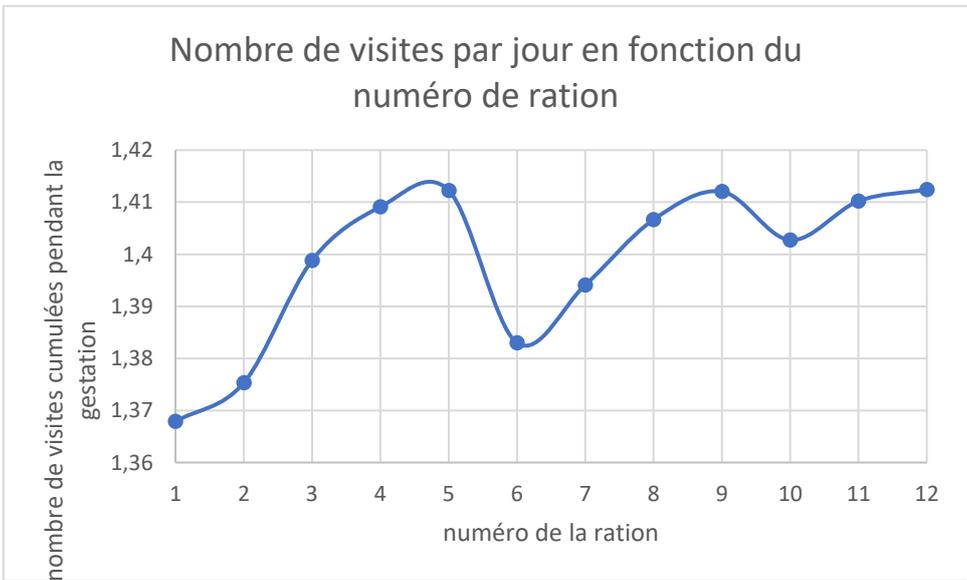
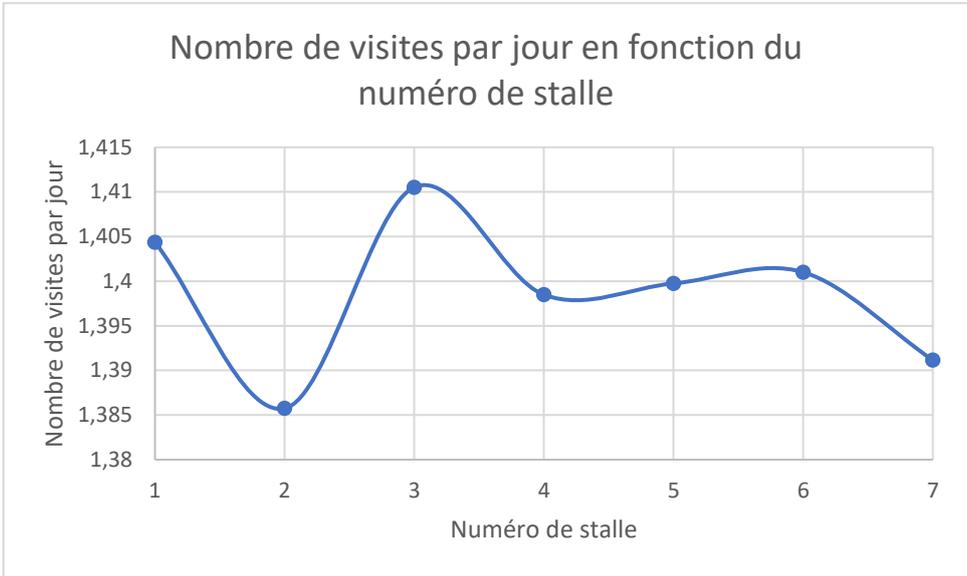
A61 – Sur le nombre de visites par gestation



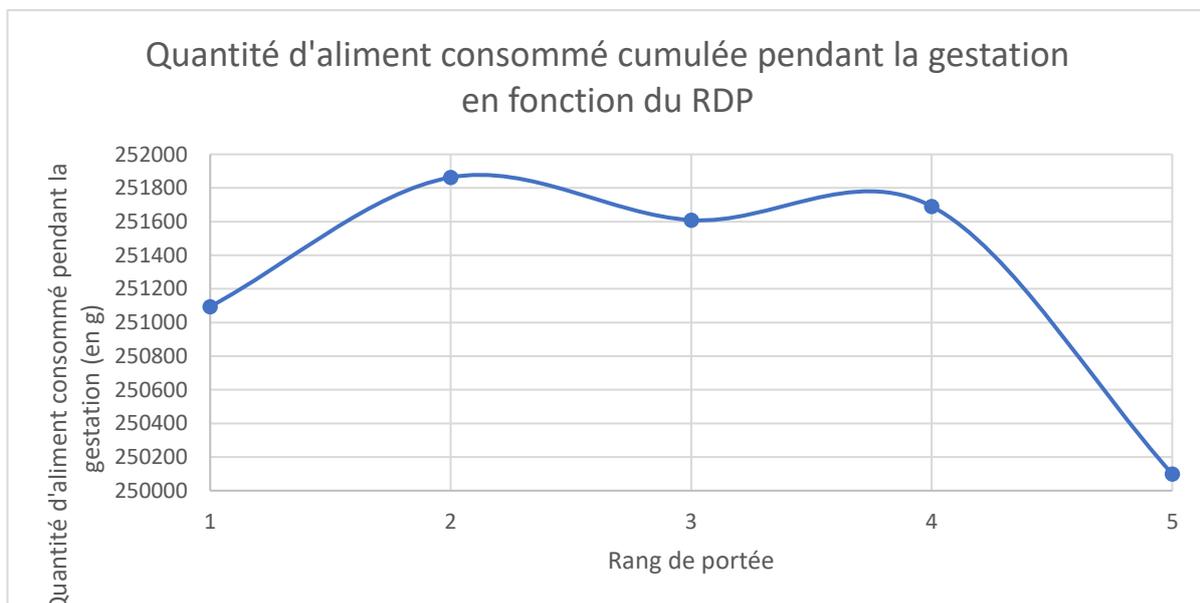
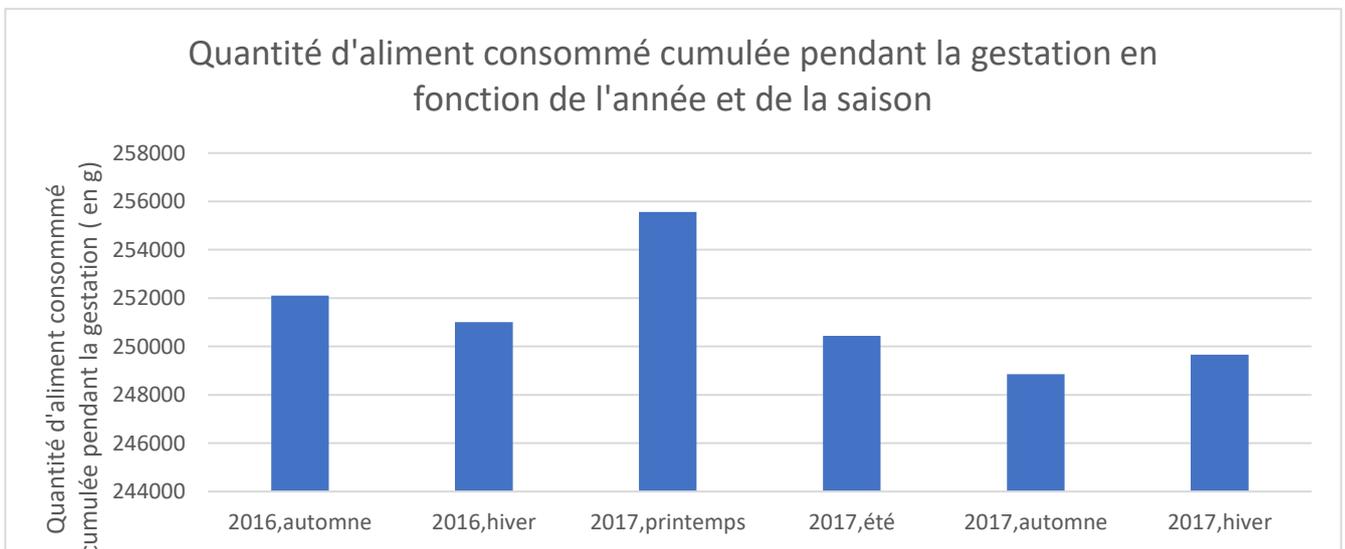
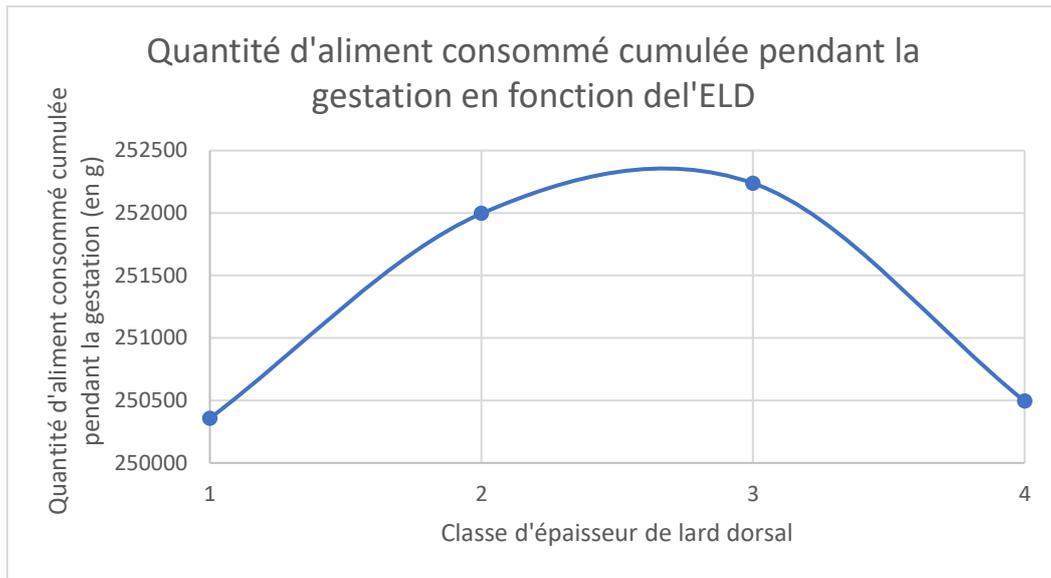


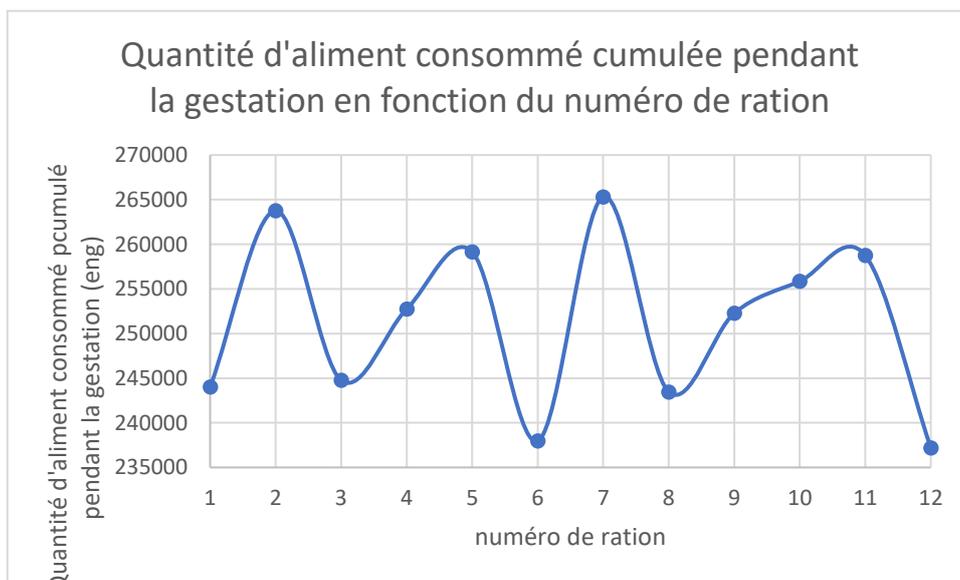
A62-Sur le nombre de visites par jour



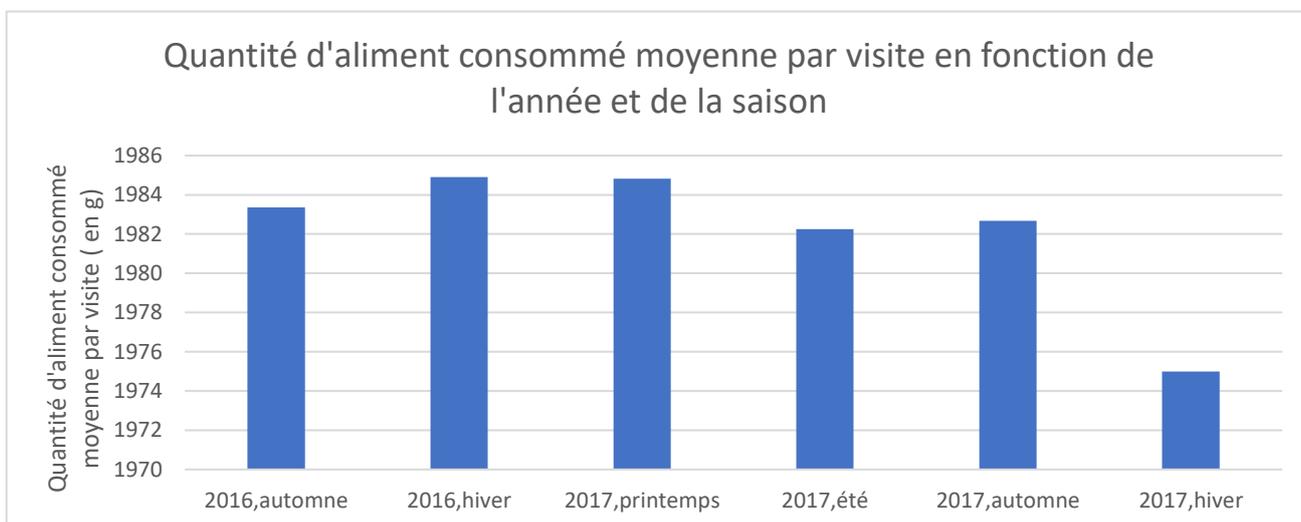
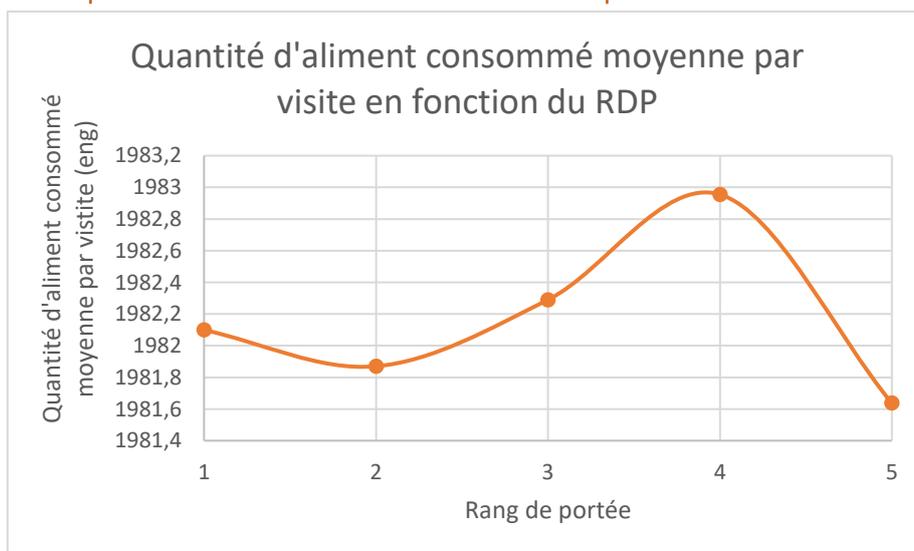


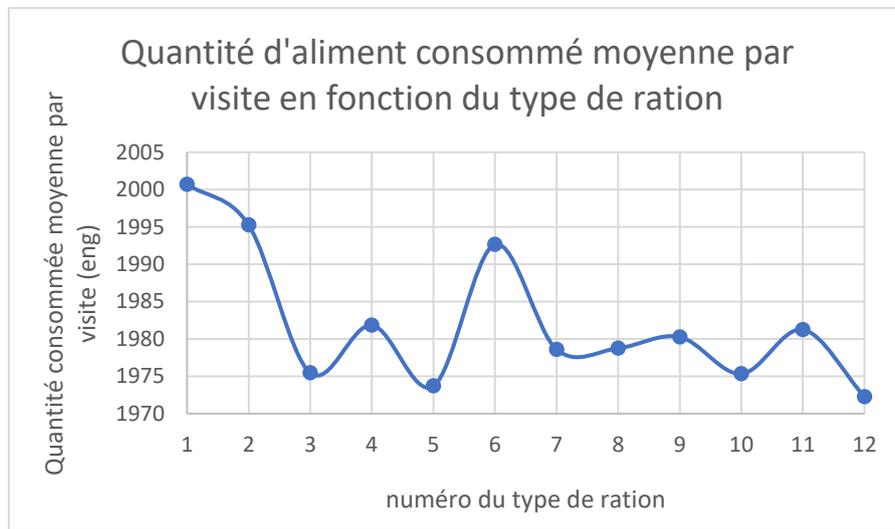
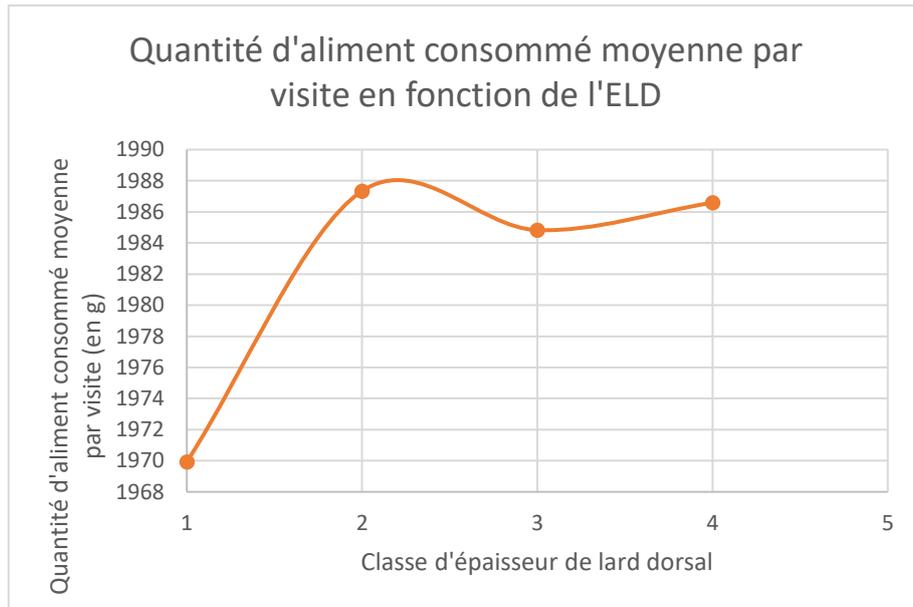
A63 – Sur la quantité cumulée d'aliment consommé



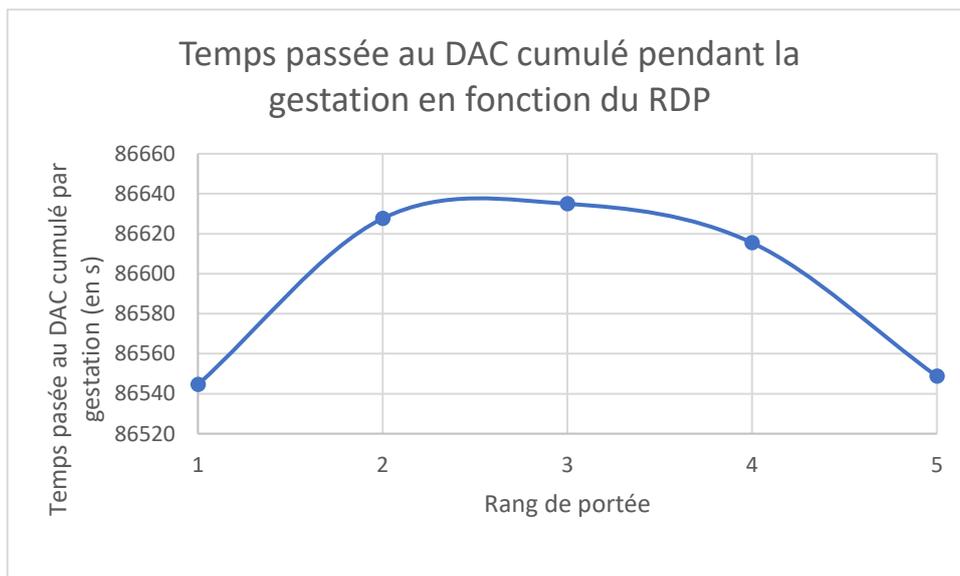


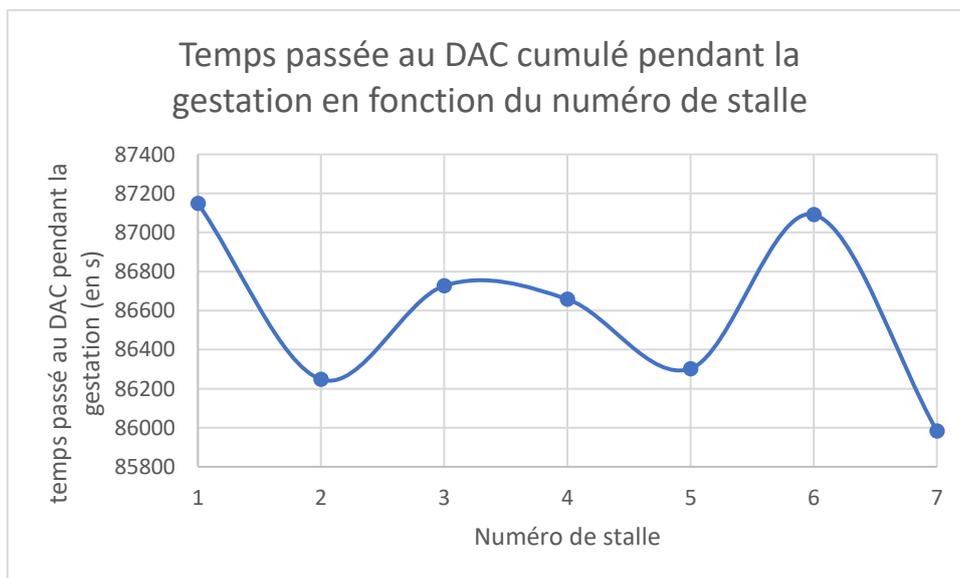
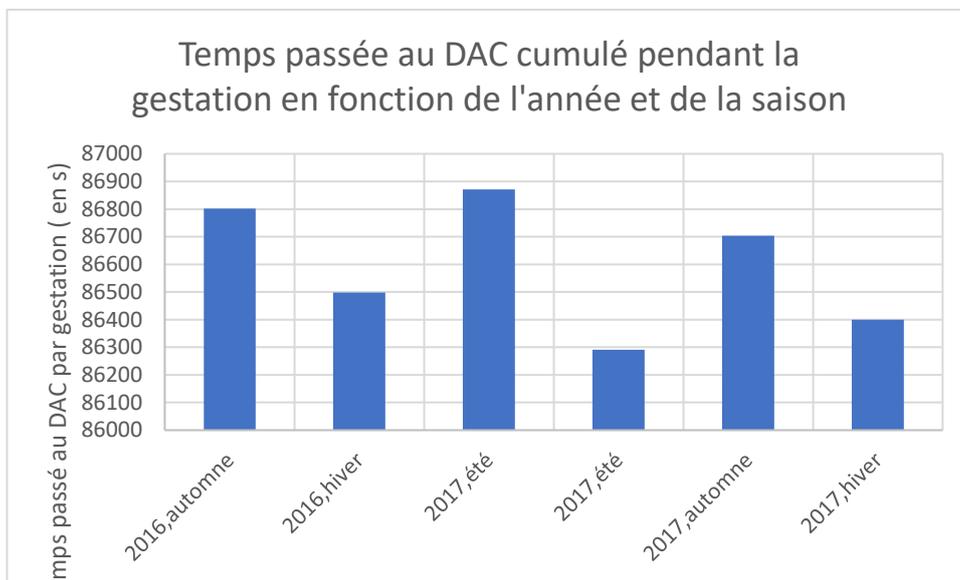
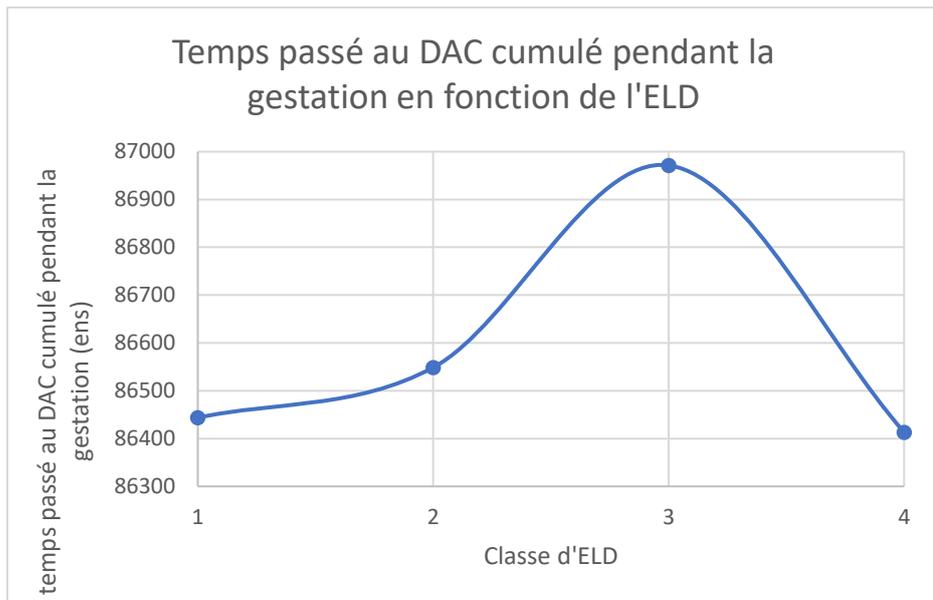
A63 – Sur la quantité d'aliment consommé par visite

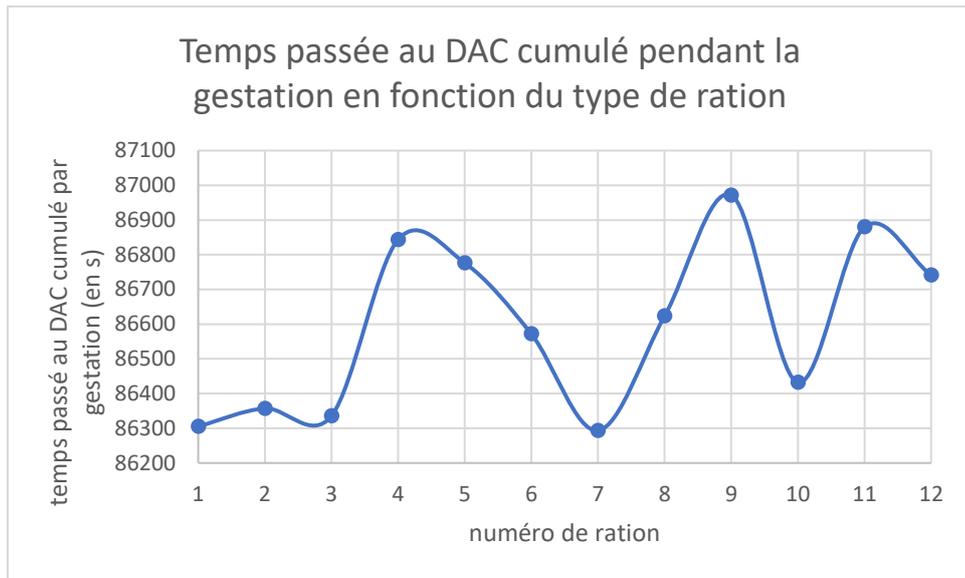




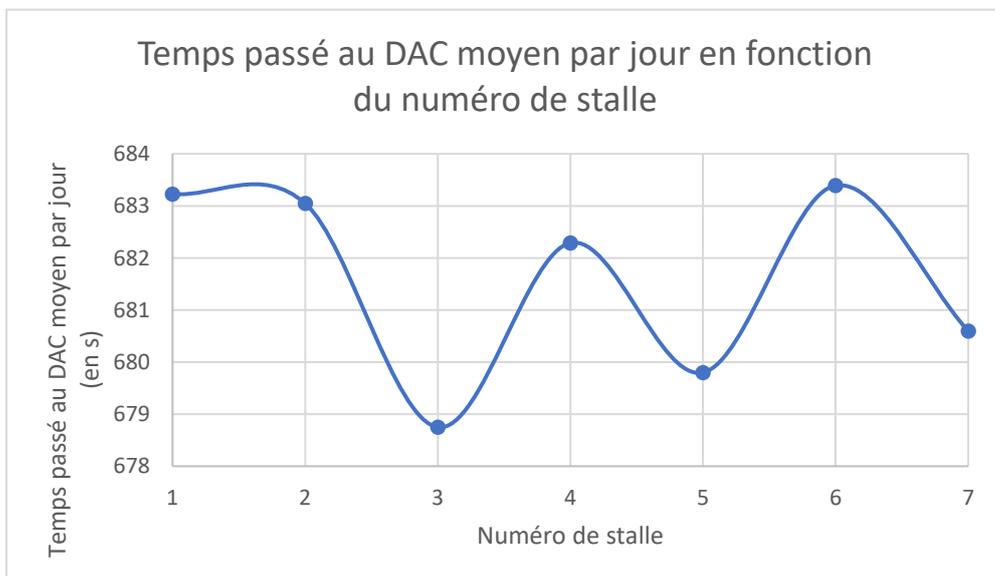
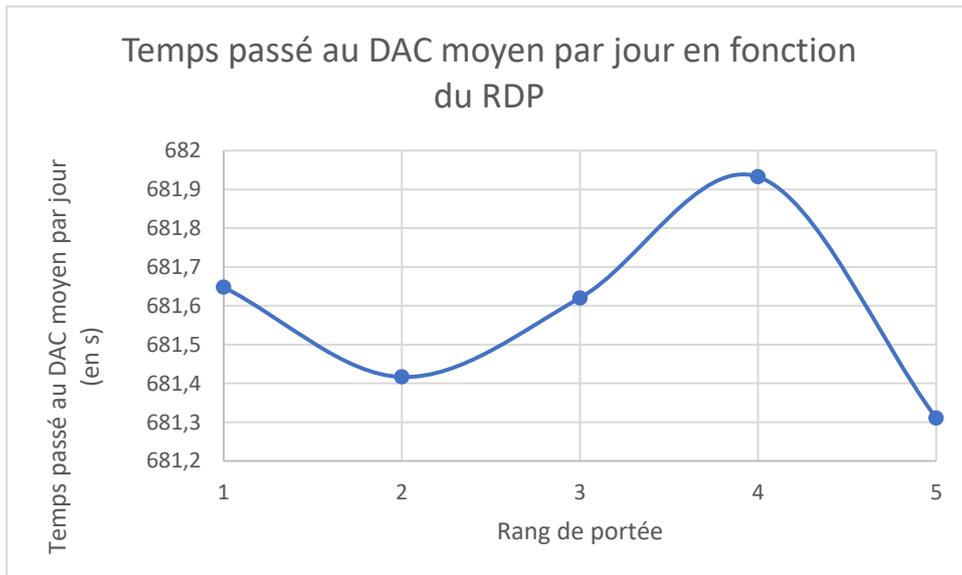
A65 – Sur le temps passé au DAC pendant la gestation



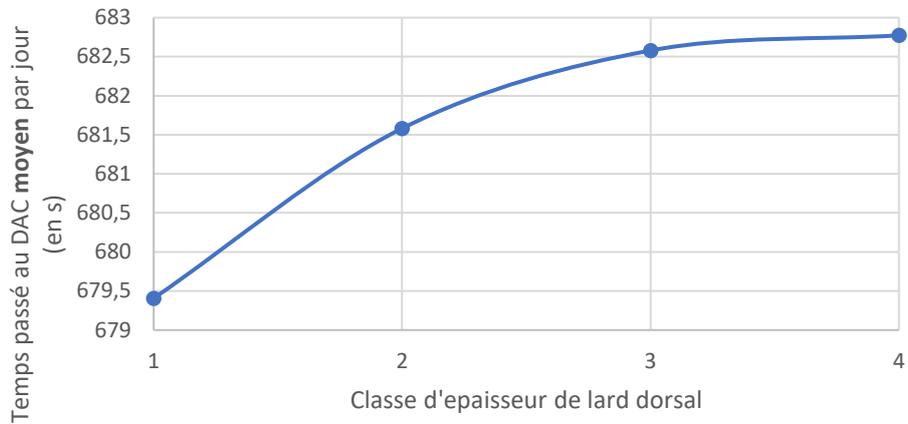




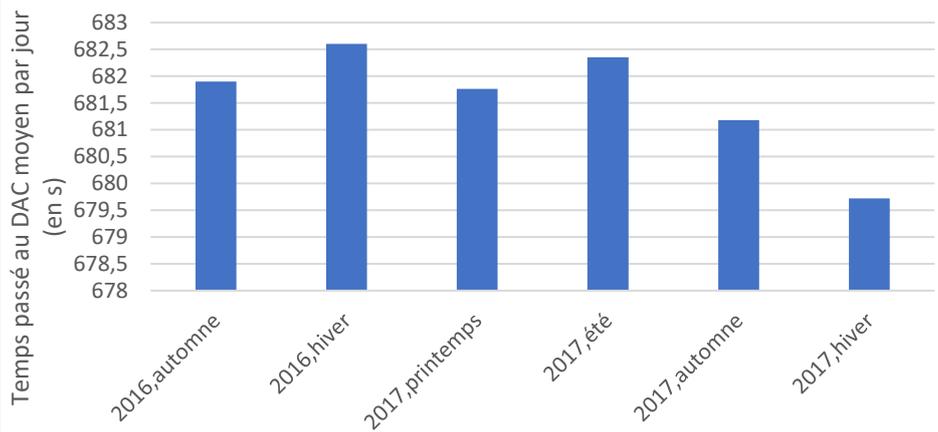
A66 – Sur le temps passé au DAC par visite



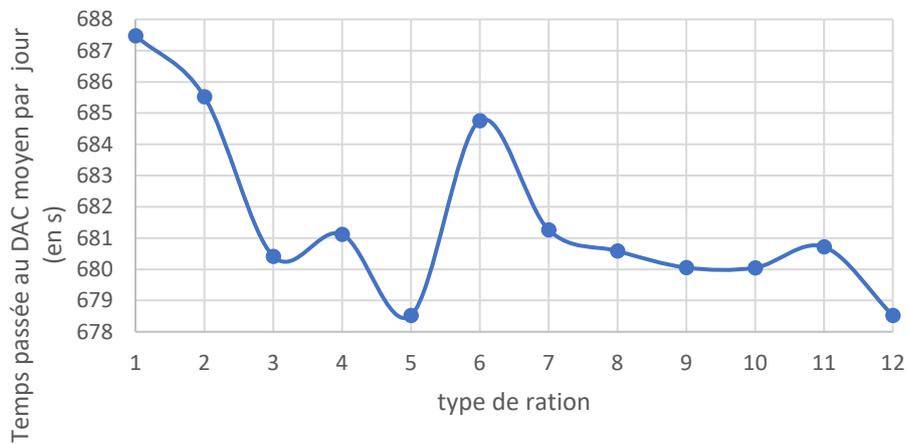
Temps passé au DAC moyen par jour en fonction de l'ELD



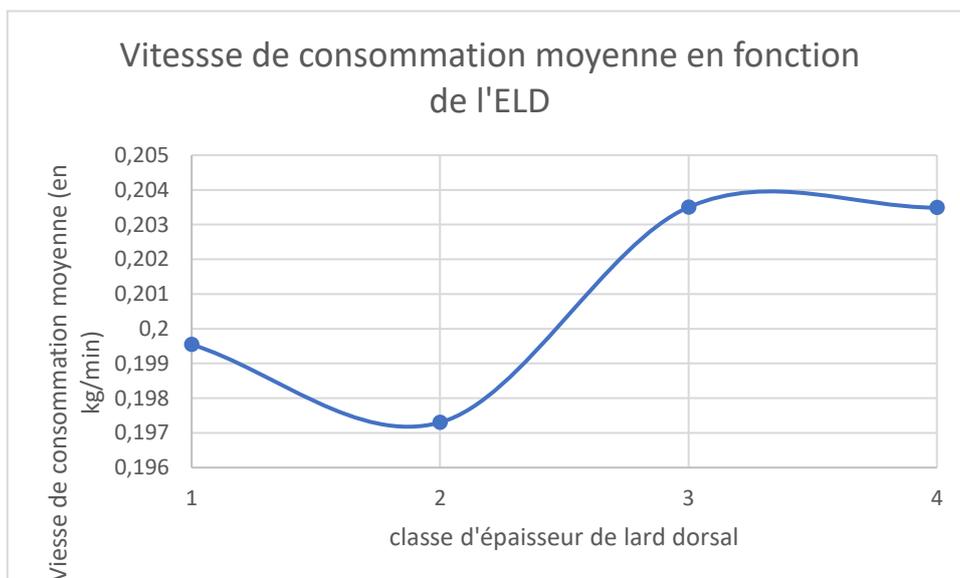
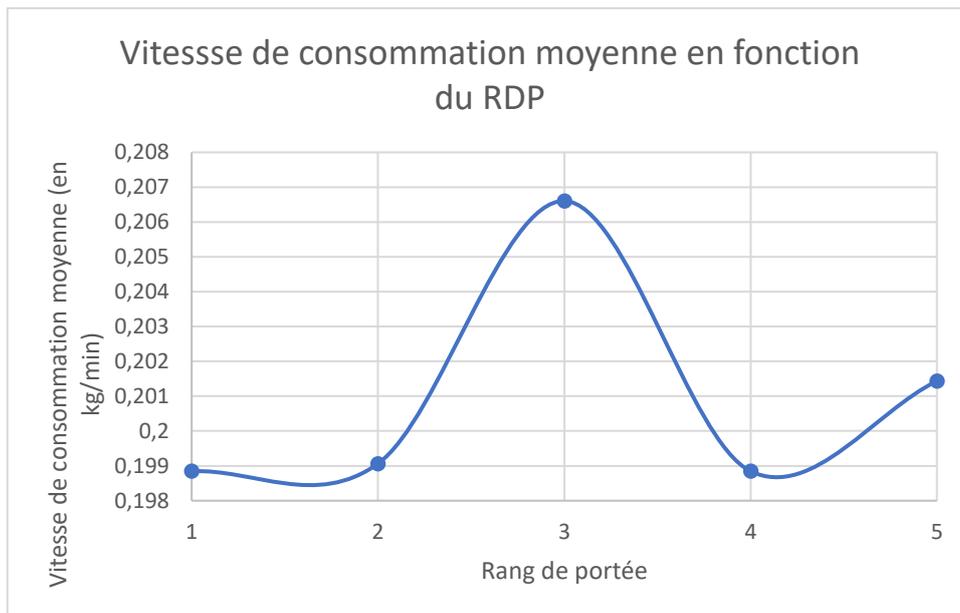
Temps passé au DAC moyen par jour en fonction du numéro de stalle



Temps passé au DAC moyen par jour en fonction du numéro de ration



A67- Sur la vitesse de consommation



Annexe 7 : Corrélation entre variables de gestation et corrélations entre variable de lactation

Tableau A7a : Corrélation entre les variables de gestation (écart-type d'erreur d'estimation entre parenthèse). *Les résultats non-significatifs sont en rouge.*

Caractères	NVC	NVJ	QAG	QAV	TPG	TPV	VCG
NVC	1 (0)	1 (0,001)	0,108 (0,057)	-0,59 (0,046)	0,106 (0,057)	-0,662 (0,043)	-0,076 (0,057)
NVJ		1 (0)	0,109 (0,057)	-0,588 (0,047)	0,106 (0,057)	-0,659 (0,043)	-0,082 (0,057)
QAG			1 (0)	0,63 (0,045)	0,949 (0,018)	0,508 (0,05)	-0,015 (0,058)
QAV				1 (0)	0,582 (0,047)	0,961 (0,016)	-0,003 (0,058)
TPG					1 (0)	0,541 (0,048)	-0,094 (0,057)
TPV						1 (0)	-0,05 (0,057)
VCG							1 (0)

Tableau A7b : Corrélation entre les variables de gestation et les variables de lactation (écart-type d'erreur d'estimation entre parenthèse), *L'ensemble des résultats sont significatifs*

Caractère	NV	NT	PP_NAIS	SEV_ALL	PP_SEV_ALL	DIF_P
NV	1 (0)	1 (0)	0,778 (0,036)	0,287 (0,055)	0,318 (0,055)	0,444 (0,052)
NT		1 (0)	0,778 (0,036)	0,287 (0,055)	0,318 (0,055)	0,444 (0,052)
PP_NAIS			1 (0)	0,245 (0,056)	0,519 (0,049)	0,55 (0,048)
SEV_ALL				1 (0)	0,531 (0,049)	0,402 (0,053)
PP_SEV_ALL					1 (0)	0,518 (0,049)
DIF_P						1 (0)