# VETAGRO SUP
## CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2012 - Thèse n°010

***INFLUENCE DU REALLOTEMENT ET DU NIVEAU ENERGETIQUE DE LA RATION SUR LA REACTIVITE DES TAURILLONS EN ENGRAISSEMENT : ETUDE EXPERIMENTALE SUR 140 BOVINS MALES CHAROLAIS***

# THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 22 juin 2012
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*FOLLEAS Florian*
Né le 27 mars 1987
à Saint-Etienne (42)

# Liste des enseignants du campus vétérinaire de VetAgro Sup

| NOM | Prénom | Grade | Unité Pédagogique |
|---|---|---|---|
| ALOGNINOUWA | Théodore | Professeur 1ere cl | Pathologie du bétail |
| ALVES-DE-OLIVEIRA | Laurent | Maître de conférences hors cl | Gestion des élevages |
| ARCANGIOLI | Marie-Anne | Maître de conférences cl normale | Pathologie du bétail |
| ARTOIS | Marc | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| BECKER | Claire | Maître de conférences cl normale | Pathologie du bétail |
| BELLI | Patrick | Maître de conférences associé | Pathologie morphologique et clinique |
| BELLUCO | Sara | Maître de conférences cl normale | Pathologie morphologique et clinique |
| BENAMOU-SMITH | Agnès | Maître de conférences cl normale | Equine |
| BENOIT | Etienne | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| BERNY | Philippe | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| BONNET-GARIN | Jeanne-Marie | Professeur 2eme cl | Biologie fonctionnelle |
| BOULOCHER | Caroline | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| BOURDOISEAU | Gilles | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| BOURGOIN | Gilles | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| BRUYERE | Pierre | Maître de conférences Contractuel | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| BUFF | Samuel | Maître de conférences cl normale | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| BURONFOSSE | Thierry | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| CACHON | Thibaut | Maître de conférences Contractuel | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| CADORE | Jean-Luc | Professeur 1ere cl | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| CALLAIT-CARDINAL | Marie-Pierre | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| CAROZZO | Claude | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| CHABANNE | Luc | Professeur 1ere cl | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| CHALVET-MONFRAY | Karine | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| COMMUN | Loic | Maître de conférences cl normale | Gestion des élevages |
| DELIGNETTE-MULLER | Marie-Laure | Professeur 2eme cl | Biologie fonctionnelle |
| DEMONT | Pierre | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| DESJARDINS PESSON | Isabelle | Maître de conférences Contractuel | Equine |
| DJELOUADJI | Zorée | Maître de conférences stagiaire | Santé Publique et Vétérinaire |
| ESCRIOU | Catherine | Maître de conférences cl normale | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| FAU | Didier | Professeur 1ere cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| FOURNEL | Corinne | Professeur 1ere cl | Pathologie morphologique et clinique |
| FRANCK | Michel | Professeur 1ere cl | Gestion des élevages |
| FRIKHA | Mohamed-Ridha | Maître de conférences cl normale | Pathologie du bétail |
| GANGL | Monika | Maître de conférences Contractuel | Equine |
| GARNIER | François | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| GENEVOIS | Jean-Pierre | Professeur cl ex | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| GILOT-FROMONT | Emmanuelle | Professeur 2eme cl | Biologie Fonctionnelle |
| GONTHIER | Alain | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| GRAIN | Françoise | Professeur 2eme cl | Gestion des élevages |
| GRANCHER | Denis | Maître de conférences hors cl | Gestion des élevages |
| GREZEL | Delphine | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| GUERIN | Pierre | Professeur 2eme cl | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| GUERIN-FAUBLEE | Véronique | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| HUGONNARD | Marine | Maître de conférences cl normale | Pathologie médicale des animaux de compagnie |

| NOM | Prénom | Grade | Unité Pédagogique |
|---|---|---|---|
| JUNOT | Stéphane | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| KECK | Gérard | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| KODJO | Angeli | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| LACHERETZ | Antoine | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| LAMBERT | Véronique | Maître de conférences cl normale | Gestion des élevages |
| LE-GRAND | Dominique | Maître de conférences hors cl | Pathologie du bétail |
| LEBLOND | Agnes | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| LEFRANC-POHL | Anne-Cécile | Maître de conférences cl normale | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| LEPAGE | Olivier | Professeur 1ere cl | Equine |
| LOUZIER | Vanessa | Maître de conférences cl normale | Biologie Fonctionnelle |
| MARCHAL | Thierry | Maître de conférences hors cl | Pathologie morphologique et clinique |
| MIALET | Sylvie | Inspecteur de la santé publique vétérinaire (ISPV) faisant fonction de MC | Santé Publique et Vétérinaire |
| MOUNIER | Luc | Maître de conférences cl normale | Gestion des élevages |
| PEPIN | Michel | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| PIN | Didier | Maître de conférences cl normale | Pathologie morphologique et clinique |
| PONCE | Frédérique | Maître de conférences cl normale | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| PORTIER | Karine | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| PROUILLAC | Caroline | Maître de conférences cl normale | Biologie fonctionnelle |
| REMY | Denise | Professeur 2eme cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| ROGER | Thierry | Professeur 1ere cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| SABATIER | Philippe | Professeur 2eme cl | Biologie fonctionnelle |
| SAWAYA | Serge | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| SERGENTET | Delphine | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| THIEBAULT | Jean-Jacques | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| VIGUIER | Eric | Professeur 1ere cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| VIRIEUX-WATRELOT | Dorothée | Maître de conférences Contractuel | Pathologie morphologique et clinique |
| ZENNER | Lionel | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |

# Remerciements

***A Monsieur le Professeur Dominique Peyramond,***
De la faculté de médecine Claude Bernard de Lyon,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,
Hommages respectueux.

***A Monsieur le Docteur Luc Mounier,***
Du campus vétérinaire de VetAgroSup de Lyon,
Pour nous avoir proposé ce travail et encadré tout au long de son élaboration,
Pour son soutien, sa disponibilité et pour ses précieux conseils,
Qu'il trouve dans ces lignes le témoignage de notre reconnaissance la plus sincère.

***A Monsieur le Docteur Laurent Alvès de Oliveira,***
Du campus vétérinaire de VetAgroSup,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter de juger notre travail et de faire partie de notre jury de thèse,
Qu'il reçoive ici l'expression de nos sincères remerciements.

***A Madame le Professeur Emmanuelle Gilot-Fromont,***
Du campus vétérinaire de VetAgroSup,
Qui a accepté de nous aider dans la réalisation de ce travail,
Pour ses explications et ses corrections,
Sincères remerciements.

***A toute l'équipe de l'INRA de Bourges,***
En particulier à l'équipe du site d'Avord,
Pour votre accueil et pour avoir permis la réalisation de ce projet,
Sincères remerciements.

.

# Sommaire

**LISTE DES ENSEIGNANTS DU CAMPUS VETERINAIRE DE VETAGRO SUP 3**

**REMERCIEMENTS 5**

**SOMMAIRE 9**

**TABLE DES FIGURES 15**

**TABLE DES TABLEAUX 18**

**INTRODUCTION 21**

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE 23**

**I) REACTIVITE ET COMPORTEMENT DES BOVINS 25**
A) LA NOTION DE BIEN-ETRE 25
1) Définitions 25
2) Contexte réglementaire 26
3) Attentes sociétales 27
4) Evaluation du bien-être 27
B) L'ETUDE DES COMPORTEMENTS 29
1) Définitions 29
2) Perception du milieu : Notion d'Umwelt 29
3) Influence de l'homme 30
4) Evaluation comportementale et réactivité 31
**II) FACTEURS INFLUENÇANT LA REACTIVITE 32**
A) FACTEURS ANTENATAUX 32
1) L'espèce 32
2) La race 32
3) La génétique 32
4) Le stress prénatal 33
B) FACTEURS PHYSIOLOGIQUES 34
1) L'âge 34
2) L'état de santé 34
3) Le sexe 35
C) FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX 35
1) La température et la saison 35
2) L'habitat en intérieur ou en extérieur 36
3) Le sol 36
4) L'espace disponible 37
a) Au niveau de l'aire de couchage 37
b) Au niveau de l'auge 37
5) Autres paramètres d'ambiance 37
D) CONDUITE D'ELEVAGE 38
1) La vie en groupe ou l'isolement 38
2) Le réallotement et les perturbations sociales 38
3) Les techniques d'élevage 39

4) L'alimentation 40
a) Fréquence de distribution 40
b) Composition de la ration 40
5) L'abreuvement 41
6) L'attitude des éleveurs 41
7) Autres paramètres 42
**III) PARTICULARITES DE L'ELEVAGE DES TAURILLONS 44**
A) IMPORTANCE DES BROUTARDS DANS LE PAYSAGE AGRICOLE FRANÇAIS 44
B) IMPORTANCE DES JEUNES BOVINS MALES DANS LA PRODUCTION DE VIANDE BOVINE 44
C) PRATIQUES COURANTES EN ELEVAGE DE TAURILLONS 44
1) Le réallotement 44
2) L'alimentation 45
3) La métaphylaxie 45
D) CONSEQUENCES PRATIQUES 45

**PROBLEMATIQUE 47**

**MATERIEL ET METHODE 49**

**I) CONTEXTE DE L'ETUDE 51**
**II) DONNEES GENERALES 51**
A) LES ANIMAUX 51
B) CONDITIONS D'ELEVAGE 51
C) FACTEURS DE VARIATION 52
1) Réallotement des animaux 52
2) Homogénéité des lots 53
3) Alimentation 53
D) RECAPITULATIF 54
**III) DESCRIPTION DES TESTS 55**
A) TEST DE REACTIVITE A LA MANIPULATION 55
1) Objectif 55
2) Fréquence 55
3) Mise en œuvre 55
4) Pré-requis à l'analyse des résultats 56
B) TEST DE REACTIVITE A LA CONTENTION 57
1) Objectif 57
2) Fréquence 57
3) Mise en œuvre 57
DOSAGE DU CORTISOL PLASMATIQUE 58
1) Objectif 58
2) Fréquence 58
3) Mise en œuvre 58
4) Traitement immédiat des prélèvements 58
C) PROTOCOLE DE CHARGEMENT DES ANIMAUX 59
1) Objectif 59
2) Fréquence 59
3) Mise en œuvre 59
**5) ANALYSES STATISTIQUES 59**

**RESULTATS ET DISCUSSION 61**

**I) TEST DE REACTIVITE A LA MANIPULATION 63**
A) TEMPS DE TRAJET 63

1) Présentation des résultats 63
2) Temps de trajet total 63
a) Distribution de la variable à expliquer 63
b) Modèle linéaire et analyse de variance 64
c) Effets significatifs 64
- Effet de l'itération 64
- Effet du niveau énergétique de la ration 65
3) Temps de trajet aller 66
a) Distribution de la variable à expliquer 66
b) Modèle linéaire et analyse de variance 67
c) Effets significatifs 67
- Effet de l'itération 67
- Effet de l'interaction entre l'année et le niveau énergétique de la ration 68
- Effet du niveau énergétique de la ration 68
4) Temps de trajet retour 69
a) Distribution de la variable à expliquer 69
b) Modèle linéaire et analyse de variance 70
c) Effets significatifs 70
- Effet de l'itération 70
- Effet du niveau énergétique de la ration 71
B) TEMPS DE BLOCAGE 72
1) Présentation des résultats 72
2) Temps de blocage aller 72
a) Distribution de la variable à expliquer 72
b) Modèle linéaire et analyse de variance 73
c) Effets significatifs 74
- Effet de l'interaction entre le réallotement et le niveau énergétique de la ration 74
- Effet de l'interaction entre l'itération et l'homogénéité des poids 74
C) DISPOSITIONS PARTICULIERES LORS DU CHARGEMENT 75
1) Particularités 75
2) Présentation des résultats 76
3) Temps total pour rallier le corral 76
a) Distribution de la variable à expliquer 76
b) Modèle linéaire et analyse de variance 77
c) Effets significatifs 78
- Effet de l'année 78
- Effet de l'itération 78
- Effet de l'interaction entre le réallotement et le niveau énergétique de la ration 79
D) OBSERVATIONS COMPORTEMENTALES DANS LE CORRAL 80
1) Présentation des résultats 80
1) Vocalises 81
a) Distribution de la variable à expliquer 81
b) Modèle linéaire et analyse de variance 82
c) Effets significatifs 82
- Effet de l'itération 82
- Effet de l'interaction entre l'année et l'homogénéité des poids 83
- Effet de l'homogénéité des poids 84
2) Comportements agonistiques 85
a) Distribution de la variable à expliquer 85
b) Modèle linéaire et analyse de variance 85
c) Effet de l'itération 85
**II) TEST DE REACTIVITE A LA CONTENTION 87**
A) MOUVEMENTS TOTAUX 87
1) Présentation des résultats 87
2) Comparaison du premier passage en cage pour chaque test 88

a) Distribution de la variable à expliquer 88
b) Modèle linéaire et analyse de variance 88
c) Effets significatifs 89
- Effet de l'année 89
- Effet de l'itération 89
- Effet de l'interaction entre l'année et l'itération 90
3) Comparaison du second passage en cage pour chaque test 91
a) Distribution de la variable à expliquer 91
b) Modèle linéaire et analyse de variance 91
c) Effets significatifs 92
- Effet de l'itération 92
- Effet de l'interaction entre l'année et l'itération 92
- Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration 93
4) Comparaison des deux passages successifs pour la première itération 94
a) Distribution de la variable à expliquer 94
b) Modèle linéaire et analyse de variance 94
c) Effets significatifs 95
- Effet de l'allotement 95
- Effet de l'interaction entre l'allotement et l'homogénéité des poids 96
5) Comparaison des deux passages successifs pour la seconde itération 97
a) Distribution de la variable à expliquer 97
b) Modèle linéaire et analyse de variance 97
c) Effets significatifs 98
- Effet de l'année d'étude 98
- Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration 98
6) Comparaison globale 100
a) Distribution de la variable à expliquer 100
b) Modèle linéaire et analyse de variance 100
c) Effets significatifs 101
- Effet de l'année 101
- Effet de l'itération 102
- Effet de l'interaction entre l'année et l'itération 102
- Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration 103
B) MOUVEMENTS BRUSQUES 104
1) Présentation des résultats 104
2) Comparaison du premier passage en cage pour chaque test 105
a) Distribution de la variable à expliquer 105
b) Modèle linéaire et analyse de variance 105
c) Effets significatifs 106
- Effet de l'année 106
- Effet de l'interaction entre l'année d'étude et le réallotement 106
- Effet de l'homogénéité des poids au sein des lots 108
3) Comparaison du second passage en cage pour chaque test 108
a) Distribution de la variable à expliquer 108
b) Modèle linéaire et analyse de variance 109
c) Effets significatifs 110
- Effet de l'année d'étude 110
- Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration 110
4) Comparaison des deux passages successifs pour la première itération 111
5) Comparaison des deux passages successifs pour la seconde itération 111
a) Distribution de la variable à expliquer 111
b) Modèle linéaire et analyse de variance 111
c) Effets significatifs 112
- Effet de l'année d'étude 112
- Effet de l'itération 113

6) Comparaison globale 114
a) Distribution de la variable à expliquer 114
b) Modèle linéaire et analyse de variance 114
c) Effets significatifs 115
- Effet de l'année d'étude 115
- Effet de l'itération 115
- Effet de l'interaction entre l'année d'étude et le réallotement 116
- Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et l'homogénéité des poids au sein des lots 117
C) VITESSE DE SORTIE DE LA CAGE 117
1) Présentation des résultats 117
2) Analyse statistique 118
a) Distribution de la variable à expliquer 118
b) Modèle linéaire et analyse de variance 119
c) Effets significatifs 119
- Effet de l'année d'étude 119
- Effet de l'itération 120
**III) DOSAGE DU CORTISOL 121**
A) PRESENTATION DES RESULTATS 121
B) DONNEES GENERALES 121
a) Distribution de la variable à expliquer 121
b) Modèle linéaire et analyse de variance 122
c) Effets significatifs 123
- Effet de l'année d'étude 123
- Effet de l'itération 123
- Effet du réallotement 124
- Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et l'homogénéité des poids au sein des lots 124
C) ANALYSE DES PRELEVEMENTS AU COURS DE LA PERIODE D'ENGRAISSEMENT 126
a) Distribution de la variable à expliquer 126
b) Modèle linéaire et analyse de variance 126
c) Effets significatifs 127
- Effet de l'année d'étude 127
- Effet de l'itération 128
- Effet de l'interaction entre l'année d'étude et l'itération 128
- Effet de l'homogénéité des poids au sein des lots 128
- Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et l'homogénéité des poids au sein des lots 129
D) ANALYSE DU PRELEVEMENT APRES TRANSPORT 130
a) Distribution de la variable à expliquer 130
b) Modèle linéaire et analyse de variance 130
c) Effets significatifs 131
- Effet de l'année d'étude 131
- Effet du réallotement 131
- Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et le réallotement 132

**DISCUSSION GENERALE 135**

**I) A PROPOS DES RESULTATS 137**
A) IMPACT DE L'ANNEE D'ETUDE 137
B) IMPACT DE L'ITERATION 138
C) IMPACT DE L'ALLOTEMENT EN DEBUT D'ENGRAISSEMENT 139
D) IMPACT DE L'HOMOGENEITE DES POIDS AU SEIN DES LOTS 140
E) IMPACT DU NIVEAU ENERGETIQUE DE LA RATION 140

**II) A PROPOS DES TESTS UTILISES** **142**
A) TEST DE REACTIVITE A LA MANIPULATION 142
B) TEST DE REACTIVITE A LA CONTENTION 143
C) DOSAGE DU CORTISOL PLASMATIQUE 143

**CONCLUSION** **145**

**BIBLIOGRAPHIE** **147**

# Table des figures

Figure 1: Le bien-être, un état dépendant de la perception de l'animal ..... 26
Figure 2: Atteinte des indicateurs de bien-être d'un animal en fonction de l'intensité et de la durée d'exposition à un stimulus aversif..... 28
Figure 3: Le déroulement d'un comportement ..... 29
Figure 4: Le mécanisme du stress prénatal (d'après Roussel et al. 2007) ..... 33
Figure 5: Distribution des coefficients de variations du poids à l'entrée en SCI en fonction de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité supposées des lots ..... 53
Figure 6: Exemple de graphes de Henry permettant d'accepter (à gauche) ou de rejeter (à droite) l'hypothèse de normalité de la distribution des résidus ..... 60
Figure 7: Distribution du temps de trajet total ..... 64
Figure 8: Effet de l'itération sur le temps de trajet total ..... 65
Figure 9: Effet du niveau énergétique de la ration sur le temps de trajet total..... 66
Figure 10: Distribution du temps de trajet aller ..... 66
Figure 11: Effet de l'itération sur le temps de trajet aller ..... 67
Figure 12: Effet de l'interaction "Année*Alimentation" sur le temps de trajet aller ..... 68
Figure 13: Aperçu de l'effet du niveau énergétique de la ration sur le temps de trajet aller ..... 69
Figure 14: Distribution du temps de trajet retour ..... 69
Figure 15: Effet de l'itération sur le temps de trajet retour..... 71
Figure 16: Effet du niveau énergétique de la ration sur le temps de trajet retour ..... 71
Figure 17: Distribution du temps de blocage aller ..... 73
Figure 18 : Effet de l'interaction "Allotement*Alimentation" sur le temps de blocage aller ..... 74
Figure 19: Aperçu de l'effet de l'interaction "Itération*Poids" sur le temps de blocage aller ..... 75
Figure 20: Distribution du temps d'arrivée au corral..... 77
Figure 21: Effet de l'année sur le temps d'arrivée au corral ..... 78
Figure 22: Effet de l'itération sur le temps d'arrivée au corral ..... 79
Figure 23: Effet de l'interaction "Allotement*Alimentation" sur le temps d'arrivée au corral..... 80
Figure 24: distribution des logarithmes du nombre de vocalises ..... 81
Figure 25: Effet de l'itération sur le nombre de vocalises dans le corral ..... 83
Figure 26: Effet de l'interaction "Année*Poids" sur le nombre de vocalises au corral..... 84
Figure 27: aperçu de l'effet de l'homogénéité des poids sur le nombre de vocalises ..... 84
Figure 28: Distribution du logarithme du nombre de comportements agonistiques au corral ..... 85
Figure 29: Effet de l'itération sur le nombre de comportements agonistiques au corral .... 86
Figure 30: Distribution des moyennes de mouvements totaux de chaque lot lors du premier passage en cage ..... 88
Figure 31: Effet de l'année sur le nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage..... 89
Figure 32: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage ..... 89
Figure 33: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur le nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage ..... 90
Figure 34: Distribution de la moyenne de mouvements totaux de chaque lot lors du second passage en cage ..... 91

Figure 35: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage ..... 92
Figure 36: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur le nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage ..... 93
Figure 37: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage ..... 94
Figure 38: Distribution de la moyenne de mouvements totaux lors du premier test de réactivité à la contention ..... 94
Figure 39: Effet de l'allotement sur le nombre de mouvements totaux lors du premier test de réactivité à la contention ..... 96
Figure 40: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Allotement" sur le nombre de mouvements totaux lors premier test de réactivité à la contention ..... 96
Figure 41: Distribution de la moyenne de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention ..... 97
Figure 42: Effet de l'année sur le nombre de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention ..... 98
Figure 43: Effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention ..... 99
Figure 44: Distribution de la moyenne de mouvements totaux de chaque lot ..... 100
Figure 45: Effet de l'année sur le nombre de mouvements totaux ..... 101
Figure 46: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements totaux ..... 102
Figure 47: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur le nombre de mouvements totaux ..... 103
Figure 48: Effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements totaux ..... 104
Figure 49: Distribution de la moyenne de mouvements brusques de chaque lot lors du premier passage en cage ..... 105
Figure 50: Effet de l'année sur le nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage ..... 106
Figure 51: Effet de l'interaction "Année*Allotement" sur la moyenne du nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage ..... 107
Figure 52: Effet de l'interaction "Année*Allotement" sur le nombre moyen de mouvements brusques de chaque lot lors du premier passage en cage ..... 107
Figure 53: Aperçu de l'effet de l'homogénéité des poids au sein des lots sur le nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage ..... 108
Figure 54: Distribution de la moyenne de mouvements brusques de chaque lot lors du second passage en cage ..... 109
Figure 55: Effet de l'année sur le nombre de mouvements brusques lors du second passage en cage ..... 110
Figure 56: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements brusques lors du second passage en cage ..... 110
Figure 57: Distribution de la moyenne de mouvements brusques de chaque lot lors du second test de réactivité à la contention ..... 111
Figure 58: Effet de l'année sur le nombre de mouvements brusques lors du second test de réactivité à la contention ..... 113
Figure 59 : Effet de l'itération sur le nombre de mouvements brusques lors du second test de réactivité à la contention ..... 113
Figure 60: Distribution de la moyenne de mouvements brusques ..... 114
Figure 61: Effet de l'année d'étude sur le nombre de mouvements brusques ..... 115
Figure 62: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements brusques ..... 116

Figure 63: Effet de l'interaction "Année*Allotement" sur le nombre de mouvements brusques ..... 116
Figure 64: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements brusques ..... 117
Figure 65: distribution des logarithmes de la vitesse moyenne de sortie de la cage ..... 118
Figure 66: Effet de l'année sur la vitesse moyenne de sortie de cage ..... 119
Figure 67: Effet de l'itération sur la vitesse moyenne de sortie de cage ..... 120
Figure 68: Distribution des moyennes de cortisolémie ..... 122
Figure 69: Effet de l'année d'étude sur les taux moyens de cortisol ..... 123
Figure 70:Effet de l'itération sur les taux moyens de cortisol ..... 123
Figure 71: Effet du réallotement sur les taux moyens de cortisol ..... 124
Figure 72: Effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur les taux moyens de cortisol . 125
Figure 73: Distribution des moyennes de cortisolémie des trois premiers prélèvements 126
Figure 74: Effet de l'année d'étude sur les taux moyens de cortisol des trois premiers prélèvements ..... 127
Figure 75: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur les taux moyens de cortisol des trois premiers prélèvements ..... 128
Figure 76: Aperçu de l'effet de l'homogénéité des poids au sein des lots sur le taux de cortisol lors des trois premiers prélèvements ..... 129
Figure 77: Aperçu de l'effet de l'interaction "Alimentation*Poids" sur le taux de cortisol lors des trois premiers prélèvements ..... 129
Figure 78: Distribution des moyennes de cortisolémie après transport ..... 130
Figure 79: Effet de l'année d'étude sur les taux moyens de cortisol après transport..... 131
Figure 80: Effet du réallotement sur les taux moyens de cortisol après transport ..... 132
Figure 81: Aperçu de l'effet de l'interaction "Alimentation*Allotement" sur le taux de cortisol après transport ..... 132
Figure 82: Effet de l'interaction "Allotement*Alimentation" sur le temps d'arrivée au corral ..... 141

# Table des tableaux

Tableau 1: Moyennes et écart-types des temps de trajet ..... 63
Tableau 2: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de trajet total ..... 64
Tableau 3: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de trajet aller ..... 67
Tableau 4: Moyennes et écart-types du temps de trajet aller pour les différents groupes de l'interaction "Année*Alimentation" ..... 68
Tableau 5: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de trajet retour ..... 70
Tableau 6: Moyennes et écart-types des temps de blocage ..... 72
Tableau 7: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de blocage aller ..... 73
Tableau 8: Moyennes et écart-types du temps de blocage aller pour les différents groupes de l'interaction "Allotement*Alimentation" ..... 74
Tableau 9: Résultats obtenus lors du protocole de chargement des animaux et du trajet aller des trois tests de réactivité à la manipulation ..... 76
Tableau 10: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps d'arrivée au corral ..... 77
Tableau 11: Moyennes et écart-types du temps d'arrivée au corral pour les différents groupes de l'interaction "Allotement*Alimentation" ..... 79
Tableau 12: Moyennes et écart-types du nombre total de vocalises et de comportements agonistiques réalisés lors de l'attente au corral ..... 81
Tableau 13: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le logarithme du nombre de vocalises ..... 82
Tableau 14: Moyennes et écart-types du nombre de vocalises pour les différents groupes de l'interaction "Année*Poids" ..... 83
Tableau 15: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le logarithme du nombre de comportements agonistiques ..... 85
Tableau 16: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux ..... 87
Tableau 17: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du premier passage en cage ..... 88
Tableau 18: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage pour les différents groupes de l'interaction "Année*Itération" ..... 90
Tableau 19: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du second passage en cage ..... 91
Tableau 20: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage pour les différents groupes de l'interaction "Année*Itération" ..... 93
Tableau 21: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du premier test de réactivité à la contention ..... 95
Tableau 22: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du second test de réactivité à la contention ..... 97
Tableau 23: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention pour les différents groupes de l'interaction "Poids*Alimentation" ..... 99
Tableau 24: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux ..... 101

Tableau 25: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux pour les différents groupes de l'interaction "Année*Itération" ..... 102
Tableau 26: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux pour les différents groupes de l'interaction "Poids*Alimentation" ..... 103
Tableau 27: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements brusques ..... 104
Tableau 28: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots lors du premier passage en cage..... 105
Tableau 29: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage pour les différents groupes de l'interaction "Année*Allotement" ..... 106
Tableau 30: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots lors du premier passage en cage..... 109
Tableau 31: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots lors du second test de réactivité à la contention112
Tableau 32: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots..... 114
Tableau 33: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements brusques pour les différents groupes de l'interaction "Année*Allotement" ..... 116
Tableau 34: Moyennes et écart-types des vitesses de sortie de cage ..... 118
Tableau 35: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le logarithme de la vitesse moyenne de sortie..... 119
Tableau 36: Moyennes et écart-types des taux de cortisol..... 121
Tableau 37: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de cortisolémie..... 122
Tableau 38: Moyennes et écart-types des taux moyens de cortisol pour les différents groupes de l'interaction "Poids*Alimentation" ..... 125
Tableau 39: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de cortisolémie des trois premiers prélèvements..... 127
Tableau 40: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de cortisolémie après transport ..... 130

# Introduction

La production de taurillons est une filière importante de l'élevage bovin. Principal débouché pour l'élevage allaitant, elle consiste en l'élevage d'animaux jeunes récemment sevrés jusqu'à l'obtention d'animaux lourds destinés à l'abattage. Cette production est soutenue par des ateliers spécialisés dans lesquels les pratiques d'élevage visent à optimiser les performances des animaux, réduire les temps d'élevage et faciliter la gestion globale des animaux. A ces fins, le regroupement d'animaux d'origines diverses et la constitution de lots d'animaux de poids homogènes sont des pratiques courantes censées faciliter et optimiser la conduite alimentaire. De plus, pour réduire les temps et donc les coûts de production, ces ateliers cherchent à obtenir un gain moyen quotidien (GMQ) maximal, notamment en utilisant une alimentation riche en énergie.

Caractérisée par une forte intensification, cette production tend à réduire au minimum les interventions humaines. Cependant certaines interventions restent inévitables. Se pose alors la question de la sécurité du manipulateur face à des animaux lourds, craintifs et non-habitués à sa présence. Ainsi, ce travail cherchera à montrer si les pratiques d'élevage précédemment citées influent sur le comportement des animaux dans des situations impliquant la présence de l'homme.

L'intérêt de cette étude est double : d'une part, montrer si les pratiques d'élevage constituent un risque supplémentaire pour le manipulateur, et d'autre part, voir si ces pratiques affectent profondément et durablement le comportement des animaux, et par voie de conséquence, son bien-être et ses performances.

Pour cela, nous chercherons à voir si une différence de réactivité des animaux est observée dans des situations fixées par le protocole. En d'autres termes, nous nous intéresserons au seuil de sensibilité des animaux face à une situation imposée, en étudiant principalement leur réponse comportementale.

Dans le travail qui suit, nous reviendrons dans un premier temps sur le lien entre le comportement et le bien-être animal. Nous nous intéresserons ensuite à la genèse des comportements et aux implications qui en découlent en terme d'interprétation comportementale. Nous chercherons également à faire un état des lieux des connaissances scientifiques sur les facteurs connus comme ayant un impact sur la réactivité des animaux dans diverses situations, en concentrant notre recherche sur les bovins.

Dans un second temps, nous présenterons l'étude réalisée ainsi que les détails des différents protocoles. Nous présenterons alors les résultats obtenus, que nous discuterons au fur et à mesure.

Dans un dernier temps, nous discuterons ces résultats les uns par rapport aux autres afin d'essayer de faire une synthèse de notre étude et nous les comparerons aux données scientifiques actuelles.

# Partie bibliographique

# I) Réactivité et comportement des bovins

La question du bien-être en élevage est devenue récurrente au cours des dernières décennies. Le grand public est de plus en plus impliqué et la réglementation évolue rapidement (European Commission, 2007). Face à ces changements, les professionnels doivent s'adapter ; l'un des moyens possibles étant d'utiliser les réactions comportementales des animaux pour améliorer leur adaptation aux pratiques d'élevage.

## A) La notion de bien-être

### *1) Définitions*

La condition animale a été l'objet de questionnements multiples aux cours des siècles. De la pensée de Descartes, qui parle d'animal machine et place l'homme en « maître et possesseur de la nature », aux philosophes des Lumières, les contradictions ont été fréquentes. Aujourd'hui la pensée commune, qui considère l'animal comme étant un être sensible, s'inspire des réflexions de Jérémy Bentham (Larrère, 2007). A la fin du XVII$^{ème}$ siècle, ce philosophe anglais affirmait que « l'animal est capable de ressentir du plaisir et de la souffrance ». Par ses réflexions, il est parfois considéré comme le père fondateur du bien-être.

En écho, Dawkins (1980) souligne que « le bien-être n'est pas seulement physique » mais qu'il est également « l'absence d'émotions négatives ». Ceci pose alors le problème de la représentation que l'animal se fait de son milieu, de son environnement. En 1976, Hughes définissait le bien-être comme « un état de complète santé mentale et physique lorsqu'un individu est en harmonie avec son environnement ». En 1991, Broom introduit le concept de « coping » que l'on peut traduire par capacité d'adaptation (Vessier, et al., 2007). Pour lui, l'état de bien-être ou de mal-être d'un animal est « fonction de ses efforts pour s'adapter à son environnement ». Une troisième notion est particulièrement importante, c'est la notion de représentation de l'environnement. En effet, l'animal est capable de percevoir son environnement et le bien-être de l'animal va dépendre de cette perception. Ainsi, face à une situation que l'animal perçoit comme non-menaçante, celui-ci va pouvoir s'adapter (« to cope with ») via des ajustements physiologiques ou comportementaux pour être en harmonie avec son environnement et atteindre un état de bien-être (Figure 1). A contrario, en cas de situation perçue comme menaçante, les ajustements que l'animal va mettre en place seront inadaptés ou insuffisants et il n'y aura alors pas d'adaptation à la situation d'où une souffrance de l'animal (Veissier, et al., 2000).

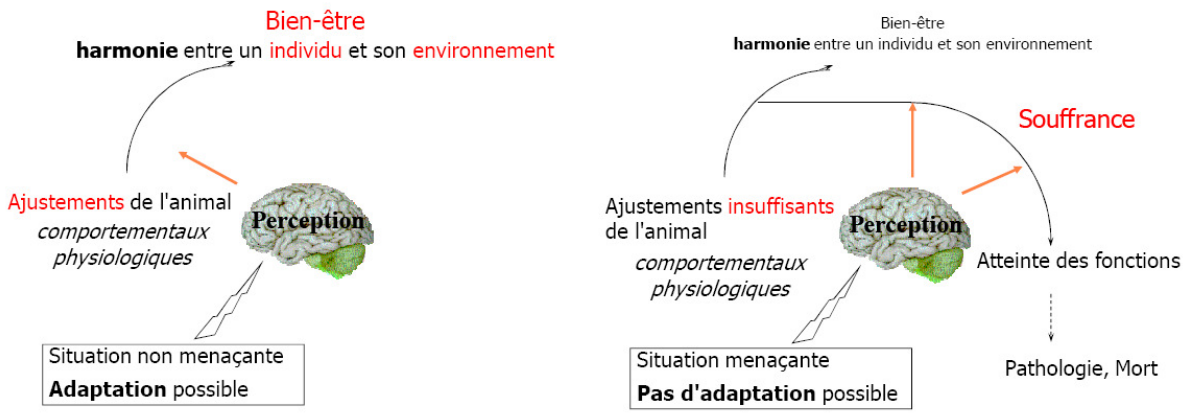


**Figure 1: Le bien-être, un état dépendant de la perception de l'animal**

Finalement, le bien-être n'est pas un concept unitaire, mais un concept multidimensionnel qui prend en compte différents paramètres de l'animal, tel que son état physiologique, sa capacité à avoir une vie naturelle, son état émotionnel, …. En guise de consensus, le principe des cinq libertés énoncé par le Farm Animal Welfare Council en 1993 sert de base à une définition opérationnelle du bien-être et constitue la base de la réglementation en vigueur. L'état de bien-être ne peut être atteint que si les cinq principes sont respectés, à savoir :

- absence de faim et de soif
- absence d'inconfort
- bonne santé et absence de blessure, douleur ou maladie
- possibilité d'exprimer le comportement normal de l'espèce
- absence de peur, de détresse ou d'anxiété

## 2) Contexte réglementaire

Le contexte règlementaire relatif au bien-être animal est en perpétuelle évolution, aussi bien à l'échelon national, qu'européen ou mondial.

Au niveau national, la première pierre a été posée en 1850 avec la loi Grammont qui stipule que « sera puni […] quiconque aura exercé publiquement et abusivement de mauvais traitements envers des animaux domestiques ». Cependant, la loi fondatrice est la loi 76-629, ou loi dite « nature » datant du 10 juillet 1976 qui stipule que « tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce. »

Comme retranscrit dans le Code Rural, il est désormais interdit d'exercer de « mauvais traitements envers les animaux domestiques ainsi qu'envers les animaux sauvages apprivoisés ou tenus en captivité » et nécessaire de « leur éviter des souffrances lors de manipulations inhérentes aux diverses techniques d'élevage, de parcage, de transport et d'abattage. » (Articles 214-1 et 214-3 du Code Rural)

Au niveau de l'Union Européenne, les recommandations, rapports scientifiques et directives se succèdent, avec une distinction entre les espèces et les modes d'élevage. Les espèces ciblées sont prioritairement les porcs et les volailles en élevage intensif. Une retranscription en droit national est ensuite nécessaire.

Telle la loi « Nature », le traité d'Amsterdam, signé en 1999, a fait passer les animaux d'un statut de biens marchands à celui d'êtres sensibles.

Dernièrement le traité de Lisbonne, entré en vigueur le 1er décembre 2009, a pleinement fait entrer le bien-être animal dans la constitution européenne en déclarant que « […] l'Union et les Etats membres tiennent pleinement compte des exigences du bien-être des animaux en tant qu'êtres sensibles. ».

Enfin au niveau mondial, la Déclaration Universelle des Droits de l'Animal a été proclamée solennellement le 15 octobre 1978.

### 3) Attentes sociétales

Selon Dantzer (Burgat, et al., 2001), «l'intensification de l'élevage a considérablement modifié les conditions de vie des animaux d'élevage. La claustration, les grands effectifs, la restriction de l'espace disponible, l'appauvrissement en stimulations de l'environnement et la perturbation des relations sociales sont devenus la règle. Cette situation est jugée d'autant moins tolérable pour une frange croissante de l'opinion publique, qu'elle est considérée comme étant à l'origine d'une profonde souffrance physique et mentale chez les animaux qui y sont soumis. » (Burgat, et al., 2001). La prise en considération de la condition animale par l'opinion publique a accompagné le développement de l'élevage intensif et notamment des systèmes hors-sol.

Ainsi, aux exigences du consommateur sur la qualité des produits (qualité sanitaire, traçabilité,…) s'ajoutent aujourd'hui des exigences sur la qualité de vie des animaux. Pour l'eurobaromètre 229 (European Commission, 2007), 30 000 personnes de 29 pays européens ont été interrogées. Les résultats montrent que 34% des sondés accordent une note de 10/10 à l'importance du bien-être animal en élevage, démontrant ainsi une véritable volonté d'une grande partie de la population européenne. A l'inverse, seulement 2% des sondés n'accordent qu'une note de 1/10 au bien-être. De plus, 60% des personnes interrogées estiment que le bien-être animal s'est amélioré au cours des 10 dernières années et 75% d'entre elles pensent que celui-ci doit encore s'améliorer.

L'influence de l'opinion publique est donc indéniable, et est le moteur des modifications réglementaires. Au regard des textes législatifs et des évolutions déjà réalisées, les pays scandinaves semblent être les pionniers au niveau européen.

### 4) Evaluation du bien-être

L'évaluation du bien-être animal nécessite une approche pluridisciplinaire regroupant zootechnie, éthologie, médecine, physiologie. Pour Dawkins (1983), « le bien-être est un état subjectif de l'animal, qui nécessite une évaluation objective par l'homme ». A cette fin, des critères d'évaluation ont été proposés (Vessier, et al., 2007). Ils regroupent :

- Des indicateurs physiologiques comme par exemple la modification du fonctionnement de l'axe corticotrope.
- Des indicateurs zootechniques comme le gain de poids, la production laitière, la qualité de la viande,…
- Des indicateurs sanitaires, reflets de la présence de maladies ou de blessures.
- Des indicateurs comportementaux.

Les indicateurs sanitaires sont aisément observables. Cependant, la santé de l'animal est l'indicateur le moins sensible et est le plus souvent le témoin d'un profond mal-être (Figure 2).

Le niveau de production est également facilement mesurable mais n'est également que peu sensible. Les indicateurs physiologiques tels le taux de cortisol basal sont précocement perturbés. Cependant, ils ne sont généralement pas pris en compte en routine car difficiles à mettre en œuvre sur le terrain. Enfin, le comportement est le critère le plus sensible mais nécessite une attention particulière pour son évaluation car les modifications peuvent être subtiles.

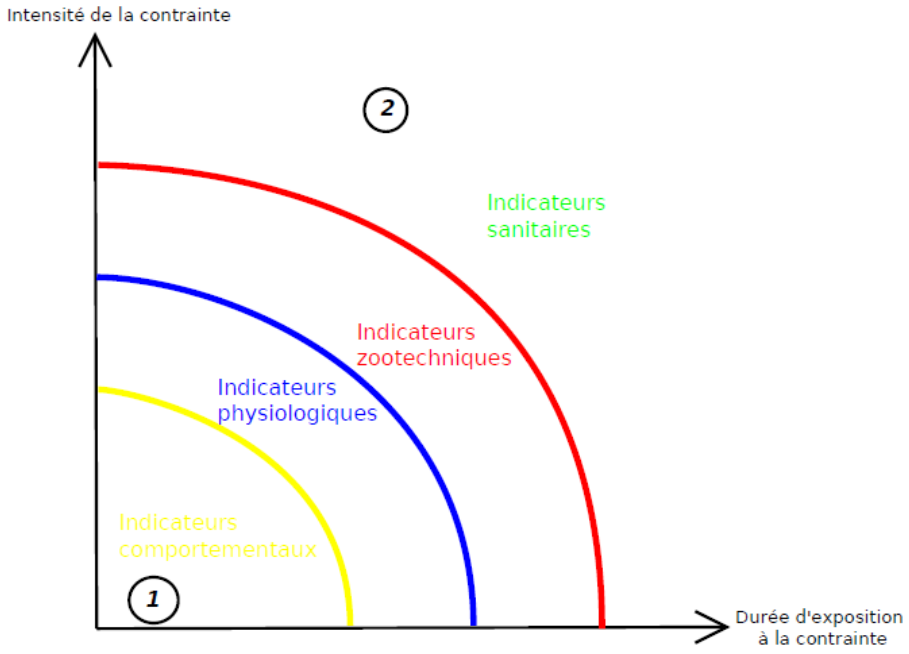


**Figure 2: Atteinte des indicateurs de bien-être d'un animal en fonction de l'intensité et de la durée d'exposition à un stimulus aversif**

*Situation 1 : Pour une contrainte peu intense et de courte durée imposée à un animal, seul l'indicateur de bien-être le plus sensible sera affecté, à savoir le comportement de l'animal.*

*Situation 2 : Pour une contrainte intense imposée à un animal pendant un temps relativement long, tous les indicateurs de bien-être sont affectés, jusqu'aux indicateurs les moins sensibles comme les indicateurs sanitaires, témoignant ainsi d'un profond mal-être.*

**La notion de bien-être n'est pas un concept unitaire. En guise de consensus, le Farm Animal Welfare Council a énoncé les cinq libertés indispensables à l'accession à un état de bien-être.**

**Face à la prise de conscience de l'opinion publique et une réglementation en évolution, les éleveurs doivent désormais prendre en compte cette notion en élevage.**

**Améliorer le bien-être animal passe par une identification des causes de mal-être en s'appuyant sur des critères sanitaires, zootechniques, physiologiques mais aussi sur des critères comportementaux.**

## B) L'étude des comportements

### 1) Définitions

Un comportement est une manifestation observable de ce que fait un animal vivant. Il résulte d'une interaction entre un déterminant externe, le stimulus, et un déterminant interne à l'animal, que l'on peut appeler motivation et qui dépend des capacités cognitives de l'animal, de son état physiologique, de son expérience, ... Le stimulus est la cause immédiate du comportement mais ce dernier ne peut s'exprimer qu'en fonction de la motivation. En effet la motivation module le seuil nécessaire que doit atteindre le stimulus pour déclencher le comportement (Campan, et al., 2002a).

On décompose classiquement un comportement en trois phases successives : la phase appétitive, la phase consommatoire et la phase post-consommatoire (Figure 3). La réalisation de ce cycle est fonction de la motivation de l'animal ainsi que de la présence ou absence de stimuli et de l'intensité de ces derniers. La motivation est elle-même modulée par la réalisation du comportement. Classiquement, la motivation diminue lorsque le comportement est réalisé puis augmente au fil du temps. Citons comme exemple le comportement alimentaire : la motivation correspond à la faim de l'animal. Une faim intense ou la présence d'un aliment appétant augmente la probabilité de réalisation du comportement alimentaire. Après l'ingestion, la faim, et donc la motivation, diminuent.

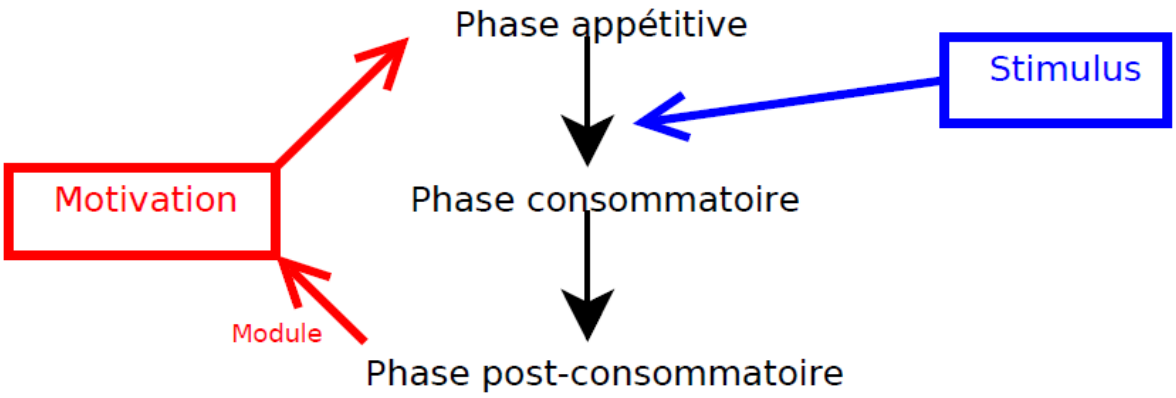


**Figure 3: Le déroulement d'un comportement**

Les comportements constituent l'interface entre le milieu et l'animal, le moyen que l'animal a à interagir avec son environnement.

### 2) Perception du milieu : Notion d'Umwelt

Le milieu est l'espace de la mise en place des comportements au cours de l'évolution et de la vie des individus. Il est indissociable de l'individu.

La perception de ce milieu diffère entre chaque espèce animale et entre les individus d'une même espèce. Elle dépend des facultés sensorielles mais aussi des expériences antérieures, des facultés d'intégration et des capacités cognitives. Ainsi un stimulus ou un évènement peut être perçu différemment par deux individus distincts :

- plus ou moins aversif ou plus ou moins positif s'il est reconnu associé à une expérience antérieure négative ou positive
- neutre si les capacités cognitives sont faibles ou s'il n'a jamais été rencontré.

Pour un évènement donné, l'animal fait appel à son expérience antérieure, à ses souvenirs, et y répond par des manifestations comportementales et physiologiques. Il met en place une émotion.

Pour résumer ces notions, Von Uexküll a introduit la notion d'Umwelt. Il le définit comme une réalité subjective construite par l'animal, un univers propre qui lui est spécifique, qu'il construit et modifie en fonction de ses capacités sensorielles et de ses expériences. Cette représentation du monde est propre à chaque individu et ne peut pas être appréhendée directement par l'homme (Campan, et al., 2002b). Ainsi un évènement qui peut paraître banal à un homme ne sera pas ressenti de la même façon par un animal et peut déclencher une réaction de la part de celui-ci. Le comportement pourra donc servir pour appréhender indirectement la représentation d'une situation par l'animal, la perception de son environnement.

Le comportement d'un animal dépend de sa perception du milieu et des évènements. Cette perception dépend elle-même des expériences antérieures de l'animal et notamment pour les animaux domestiques de leur relation avec l'homme.

### *3) Influence de l'homme*

L'influence de l'homme dans l'expression des comportements est indéniable, particulièrement pour les espèces domestiques. L'exemple le plus marquant est celui des processus de dressage et d'apprentissage. Mais l'impact de l'homme est bien plus vaste. Consciemment ou inconsciemment, par les relations qu'il entretient avec ses animaux, par les traitements ou manipulations qu'il impose, il modifie la perception de l'animal face un stimulus ou un évènement particulier. Même si l'animal est capable de différencier différentes personnes et de réagir au cas par cas, il généralise facilement son sentiment de peur ou de confiance qu'il développe depuis son jeune âge en fonction de la nature des relations que l'homme entretient avec lui (Boivin, et al., 2009). De plus, l'homme peut moduler l'intensité des comportements ou leur fréquence via des processus de renforcement, positifs ou négatifs.

L'homme a un rôle non négligeable dans la genèse des émotions des animaux. Il peut modeler le répertoire comportemental de l'animal, modifier la perception face un stimulus.

**Les comportements constituent l'interface entre l'animal et le milieu. Ils permettent à l'animal d'interagir avec son environnement.**

**La mise en place d'un comportement fait suite à un stimulus et est modulé par la motivation de l'animal au moment de la stimulation. Cependant, la forme et l'intensité de la réponse comportementale dépendent de la représentation que se fait l'animal du monde qui l'entoure, de ses capacités cognitives et de son expérience antérieure, notamment de ses relations avec l'homme. L'impact de l'homme sur le comportement de l'animal est donc indéniable.**

Après avoir étudié les mécanismes généraux de l'apparition des comportements, intéressons-nous aux moyens d'étude et d'évaluation de ceux-ci.

### 4) Evaluation comportementale et réactivité

Afin d'évaluer le comportement et la réactivité des animaux, différents critères sont classiquement utilisés :

- La modification ou la suppression d'un comportement normal, comme par exemple une diminution d'appétit, un changement dans le comportement exploratoire ou social (augmentation des interactions agressives, isolement prononcé,…).
- La modification du rythme des activités en s'appuyant sur le budget-temps, sur la fréquence de réalisation d'une activité, ...
- L'apparition d'activités anormales telles qu'une activité à vide (comportement pour lequel l'animal est fortement motivé et qui survient en l'absence des stimuli habituels) ou une stéréotypie (activité répétée, de forme fixe et sans but apparent).

L'évaluation comportementale peut toutefois s'avérer délicate. Les modifications sont parfois subtiles et difficilement décelables isolément.

Dans l'étude qui suit nous tenterons de voir si différents facteurs, comme le réallotement ou le niveau énergétique de la ration, peuvent moduler la réactivité des bovins mâles à l'engraissement. L'objectif est de notifier objectivement les réactions comportementales des animaux dans plusieurs situations données et de comparer ces réactions entre les différents groupes. La réactivité des différents groupes pourra être considérée comme affectée si les manipulations des animaux sont plus ou moins aisées, si la fréquence des interactions est différente, si des manifestations de peur sont observées, …

La réactivité ne peut se concevoir qu'en comparant différents lots entre eux dans une situation supposée identique. Elle peut être définie comme un niveau de sensibilité face un stimulus. Un groupe d'animaux sera plus réactif qu'un autre face à une situation si les comportements exprimés sont plus intenses, plus fréquents, ou de nature différente.

Pour évaluer la réactivité, nous ne prendrons en compte que certains paramètres d'évaluation parmi les critères précédemment cités. Nous comparerons ces critères dans différentes situations. L'étude de la réactivité des animaux nous permettra donc de juger indirectement de la perception des bovins mâles de la situation (réallotement, niveau énergétique de la ration).

Dans la partie suivante, nous allons donc essayer de voir quels sont les facteurs qui sont actuellement connus comme pouvant potentiellement influencer cette réactivité.

# II) Facteurs influençant la réactivité

De nombreux facteurs peuvent influencer la réactivité des animaux. Parmi eux, nous distinguerons les facteurs anténataux, les facteurs physiologiques, les facteurs environnementaux et la conduite d'élevage.

## A) Facteurs anténataux

### *1) L'espèce*

Les différentes espèces animales ne réagissent pas de la même manière face à un évènement. Les réactions de peur sont moins marquées pour les espèces domestiques que pour les espèces sauvages.

De plus, même parmi les espèces domestiquées, toutes n'expriment pas la peur avec la même intensité. Le comportement d'exploration des porcs et des bovins face à un nouvel objet est significativement différent. Les porcs semblent être plus néophobes que les bovins face à un objet inconnu (Hemsworth, et al., 1996).

### *2) La race*

Au sein d'une espèce fixée, des différences comportementales interraciales peuvent également être notées (Boissy, et al., 2005).

Ainsi, dans le cadre de cette étude, si nous nous intéressons plus précisément aux bovidés, il a été montré que la race Hérens est moins réactive que la race Brune des Alpes face à un nouvel objet ou à un évènement imprévu (Plusquellec, et al., 2001). De même, les réactions à une contention sont généralement plus importantes dans la race Angus que dans la race Hereford (Morris, et al., 1994) et les Simmentales sont décrites comme étant plus difficiles à manipuler que les Angus (Gauly, et al., 2001).

### *3) La génétique*

L'influence de la souche génétique dans la mise en place des comportements a été largement prouvée dans les espèces de laboratoire (D'Eath, et al., 2010; Miczek, et al., 2001).

Pour les espèces de rente, les publications sont moins nombreuses. Chez les bovins, l'héritabilité des comportements et de la docilité a été prouvée dans la race Limousine (Phocas, et al., 2006; Le Neindre, et al., 1995). En élevage, les caractères sociaux, les caractères de dominance et la difficulté à la contention sont des critères habituellement pris en considération dans les plans de sélection. Malgré tout, l'héritabilité ($h^2$) des comportements est faible. Elle est estimée entre 0.02 et 0.39 pour le comportement social et la peur de l'homme (D'Eath, et al., 2010) et à 0.22 pour la docilité (Le Neindre, et al., 1995).

### 4) Le stress prénatal

Selon une étude menée chez le rat de laboratoire, le stress d'une femelle gestante peut avoir des conséquences importantes sur sa progéniture, selon l'intensité de ce stress et le stade de gestation (Braastad, 1998). Ainsi, les indicateurs zootechniques sont généralement affectés par un stress prénatal : diminution du poids à la naissance, immaturité du système immunitaire, … On note également que les individus issus d'une femelle stressée pendant sa gestation présentent une néophobie plus marquée, des capacités d'apprentissage moins élevées et des réactions de peur, de défense ou d'agressivité exacerbées. Le comportement maternel ou sexuel peut aussi être affecté. Ces modifications affectent principalement la première génération mais peuvent également se répercuter sur les générations suivantes (Braastad, 1998) .

Des résultats similaires ont été observés chez le porc. Les porcelets issus de cochettes stressées au cours de leur gestation étaient hypo-réactifs au sevrage (Ison, et al., 2010).

L'atteinte de la progéniture s'explique par deux mécanismes (Figure 4). Suite au stress, le taux de glucocorticoïdes endogènes de la mère augmente. Or les corticoïdes vont perturber le développement du système nerveux et de l'axe corticotrope des fœtus. De plus, la mère peut apporter une réponse comportementale à l'évènement stressant en modifiant son comportement maternel par exemple. Le jeune âge étant une période sensible, c'est-à-dire une période pendant laquelle l'animal est particulièrement sensible aux stimuli extérieurs, une modification du comportement maternel suite à des éléments stressants peut affecter durablement le comportement et la réactivité de la descendance.

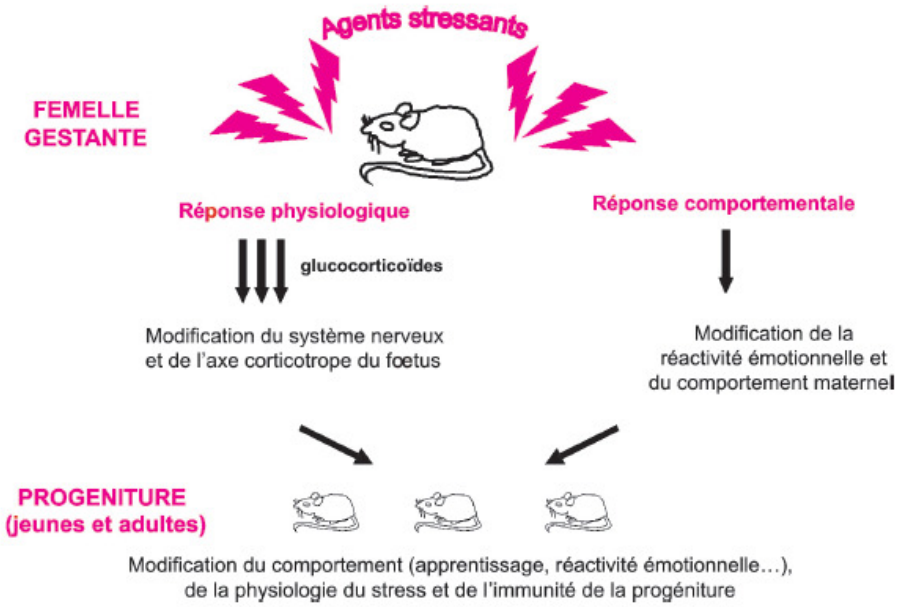


**Figure 4: Le mécanisme du stress prénatal (d'après Roussel et al. 2007)**

Si l'on imagine que les mécanismes sont les mêmes chez les animaux de production, on peut supposer que des stress subis par la mère peuvent avoir des conséquences importantes sur la production et le comportement de ses descendants. Ainsi, une augmentation de la mortalité et de la morbidité, une diminution des performances de croissance et de reproduction, une difficulté à la manipulation ou encore une augmentation de la réactivité pourraient avoir le stress prénatal comme cause possible, au moins partiellement (Roussel, et al., 2007). Toutefois, rien de tel n'a encore été démontré chez les bovins.

**La réactivité des animaux dépend bien entendu de l'espèce. Les espèces sauvages sont plus réactives et plus craintives que les espèces domestiquées. Cependant, au sein d'une espèce donnée, on note d'importantes différences de réactivité pouvant être expliquées par la race ou la souche génétique.**

**Enfin, il semblerait que l'environnement et les évènements subis par la mère au cours de la gestation aient un impact non-négligeable sur le comportement de la descendance et donc sur la réactivité.**

## B) Facteurs physiologiques

### *1) L'âge*

Le répertoire comportemental d'un animal (ou éthogramme), ainsi que son budget-temps, évolue avec l'âge de l'animal (Gottardo, et al., 2004). Ainsi chez les bovins laitiers, les comportements de jeu du jeune âge laissent place aux comportements sexuels ou maternels à l'âge de la maturité sexuelle. Les comportements autocentrés, comme par exemple le léchage, voient leur fréquence diminuer après le sevrage (Hepola, et al., 2006).

Les réactions de peur et notamment la peur de l'homme semblent diminuer avec l'âge chez les bovins. Cependant cette observation ne peut pas être dissociée d'une éventuelle influence des expériences antérieures (Windschnurer, et al., 2009).

A contrario, certaines études montrent une influence du poids sur les réactions de peur. Les animaux les plus lourds, et donc à priori les plus âgés, semblent plus craintifs que les animaux les plus légers de l'étude (Tessitore, et al., 2009). Cependant, les animaux les plus lourds de cette étude ont été élevés dans un système extensif avec peu de contacts avec les humains. Là encore, le paramètre le plus important semble donc être l'expérience antérieure et non pas l'âge.

### *2) L'état de santé*

L'état de santé d'un animal peut également avoir des répercussions sur son comportement. Ces modifications comportementales sont d'ailleurs utilisées en médecine vétérinaire pour objectiver la douleur, détecter les animaux malades et donner des indications pour le diagnostic (Bareille, 2007; Fitzpatrick, et al., 2006). Les modifications les plus fréquentes sont :

- Des mouvements de retrait signant une douleur lors d'une manipulation.
- Des positions modifiées antalgiques telles un décubitus latéral ou un défaut d'appui sur un membre.
- Des comportements de communication envers les congénères tels des vocalisations.
- De l'excitation, de la dépression, voire des agressions …
- Un état d'hyperalgésie se traduisant par une sensibilité exacerbée et une réactivité intense.

Plus généralement, excepté pour les cas d'hyperalgésie, les animaux dont l'état de santé est altéré sont hyporéactifs vis-à-vis du milieu qui les entoure, mais présentent une réactivité accrue face à une stimulation de la zone corporelle atteinte. Pour illustrer ces propos, on estime que des bovins atteints d'une maladie respiratoire peuvent réduire de 30% leur temps

d'alimentation, en comparaison avec des bovins sains élevés dans les mêmes conditions (Sowell, et al., 1998).

### 3) Le sexe

Le sexe de l'animal est un facteur à prendre en compte lors de l'étude de la réactivité. Certains comportements, et notamment les comportements d'agression, les comportements sexuels et les comportements d'interaction sociale, sont plus développés chez les mâles que chez les femelles, à âge égal (Bozkurt, et al., 2006). Ces comportements sont indispensables à la mise en place de la hiérarchie sociale et les mâles sont plus enclins à la dominance. De plus, les mâles sont généralement moins peureux que les femelles (Bouissou, 1995). Ces observations sont encore plus marquées après la puberté et après une perturbation sociale, comme un réallotement par exemple.

D'autre part, les mâles castrés sont socialement moins actifs que les taureaux entiers. Ils initient moins de chevauchements et d'interactions agressives (Mohan Raj, et al., 1991).

En ce qui concerne l'engraissement des taurillons, les animaux sont des mâles à maturité sexuelle et sont généralement réallotés. Ces animaux doivent donc être particulièrement réactifs.

**La réactivité des animaux, et notamment des bovins, évolue au cours de la vie de l'animal. Le répertoire comportemental est en lien avec l'âge de l'animal. La puberté est une période de profonds changements comportementaux. Les différences entre les deux sexes se trouvent accentuées après cette période ; les mâles étant habituellement plus réactifs et plus enclins aux interactions agonistiques.**

**Enfin, la réactivité d'un animal peut être un indicateur de son état de santé. Les animaux malades sont généralement hyporéactifs.**

## C) Facteurs environnementaux

Intéressons-nous maintenant aux facteurs environnementaux. La température extérieure, la saison, les abris, le type de sol ou encore la place disponible par chaque animal peuvent-ils avoir une influence durable sur la réactivité des animaux ?

### 1) La température et la saison

De nombreux travaux se sont intéressés à l'influence des baisses de température ou à celle des conditions hivernales. Les bovins semblent être moins actifs lorsque les températures descendent. Ainsi les comportements agonistiques voient leur fréquence augmenter de l'hiver au printemps (Bozkurt, et al., 2006).

Concernant les comportements alimentaires, la quantité d'aliment ingéré semble augmenter lors d'une baisse de température (Hepola, et al., 2006). Mais les conclusions des différentes études portant sur la fréquence d'ingestion ou sur la durée hebdomadaire des comportements oraux ne sont pas univoques (Tucker, et al., 2007; O'Driscoll, et al., 2009).

A contrario, il semblerait que de fortes chaleurs modifient également la réactivité des animaux ou accentue l'effet délétère des évènements stressants. Selon un rapport de la

SCAHAW (Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare), dès 27°C et avec un taux d'humidité de 80% ou au-delà de 30°C avec un taux d'humidité moins important, l'état de bien-être ne peut pas être atteint (Cozzi, et al., 2009). De même, un transport est plus stressant pour les animaux sous de fortes chaleurs (Mounier, et al., 2006b). A l'exception du comportement d'abreuvement, tous les autres comportements (comme par exemple l'ingestion alimentaire, le coucher et les comportements agonistiques) voient leur fréquence et leur intensité diminuer sous de fortes chaleurs (Brown-Brandl, et al., 2006). Les animaux sont alors moins réactifs.

### 2) L'habitat en intérieur ou en extérieur

La comparaison entre un habitat en intérieur et un habitat en extérieur peut en un sens se rapprocher de l'étude de l'influence de la température et de la saison ; l'un des rôles des bâtiments étant de protéger les animaux des conditions extrêmes (température négative, humidité et précipitations, vent, …). L'effet bénéfique d'un abri est d'autant plus marqué sur les animaux les plus faibles et les plus vulnérables (Tucker, et al., 2007).

Cependant, les bâtiments exercent également des contraintes sur les animaux. Le confort de ces derniers est en lien avec le type de sol et avec l'espace disponible pour chaque individu, comme nous allons le voir dans les paragraphes suivants.

### 3) Le sol

Le type de revêtement utilisé au sol influe sur le comportement général des bovins. Le budget-temps n'est pas affecté par la qualité du sol. Cependant, plus la dureté du revêtement augmente, plus le nombre de couchages diminue et plus la durée de chaque période couchée augmente (Absmanner, et al., 2009; Gygax, et al., 2007b; Haufe, et al., 2009; Weschler, 2007).

De plus, le temps mis pour se coucher ou se relever est allongé sur des sols bétonnés, en comparaison avec une aire paillée, pouvant signer un inconfort ou une difficulté de mouvement (Absmanner, et al., 2009; Cozzi, et al., 2009). Des positions de couchage atypiques sont notées sur sols durs, et plus particulièrement sur caillebotis ou en logettes avec sol bétonné (Gygax, et al., 2007b; Haufe, et al., 2009).

Au final, les aires paillées semblent être le type de sol respectant au mieux le comportement normal des bovins, en comparaison avec des sols caoutchoutés et des caillebotis en béton. Plus la dureté et la rugosité du sol augmentent, plus la réactivité des animaux diminue. Les blessures ou escarres, marqueurs de mal-être apparaissent plus tardivement.

### 4) *L'espace disponible*

L'espace disponible par animal semble être l'un des facteurs affectant le plus fortement la réactivité des bovins. Plus la surface disponible par animal est faible, plus les perturbations sont fréquentes.

#### a) Au niveau de l'aire de couchage

Au niveau de l'aire de repos, un dérangement est créé lors de chaque déplacement si la place est insuffisante. Ceci est montré par une augmentation du nombre de couchages et de relevés et par une réduction de la durée moyenne des phases de couchage (Cozzi, et al., 2009).

Les comportements agonistiques sont alors plus fréquents. Les relations de dominance sont exacerbées et les dominés sont les plus affectés par le manque de surface disponible. On note également une tendance à la réduction des interactions sociales non-aversives lors d'une diminution de l'espace disponible (Gygax, et al., 2007a).

De plus, la densité plus élevée d'animaux et un milieu moins riche que le pâturage peuvent également favoriser l'apparition de comportements déviés tel le léchage des barrières par exemple (Hepola, et al., 2006).

#### b) Au niveau de l'auge

En deçà d'une place minimale à l'auge, qui est fonction du type de production, de l'âge et du poids des animaux, de fortes perturbations peuvent apparaître touchant principalement le comportement alimentaire et le comportement social et se répercutant sur les paramètres zootechniques. En effet, les dérangements sont plus fréquents et la compétition alimentaire est plus marquée. Les dominants usent d'interactions agressives comme des coups de tête par exemple. La fréquence des repas augmente et la durée moyenne des périodes d'ingestion diminue. De plus, on note une plus grande variation des GMQ (Gain Moyen Quotidien) entre les animaux d'un même lot ; les animaux dominés n'atteignant pas le GMQ prévu (Longenbach, et al., 1999).

Suite à ces observations, des recommandations de taille ont été énoncées. La SCAHAW (Scientific Comittee for Animal Health and Animal Welfare) suggère une taille d'auge de 60 à 70 cm par tête pour des bovins de 500kg à l'engraissement (Cozzi, et al., 2009).

Au-delà de ces recommandations, augmenter la taille de l'auge et donc la place disponible par tête n'a pas d'influence sur le comportement des animaux nourris à volonté. Dans ce cas, le rationnement semble être la principale cause de perturbations (Gottardo, et al., 2004).

### 5) *Autres paramètres d'ambiance*

De nombreux autres paramètres peuvent modifier la réactivité des bovins. Ils restent cependant mal documentés. Parmi eux, on peut citer l'humidité, la vitesse du flux de l'air, la concentration en ammoniac ($NH_3$) ou en dioxyde de carbone ($CO_2$) ou encore la conception générale du bâtiment et la luminosité (Cozzi, et al., 2009). La liste n'est cependant pas exhaustive.

**Les paramètres environnementaux sont à prendre en considération dans l'étude de la réactivité. Parmi eux, la température semble exprimer ses effets délétères dans les extrêmes. Les bâtiments et abris ont pour rôle de protéger les animaux des conditions difficiles et notamment des températures basses.**

**Cependant, les bâtiments imposent des contraintes aux animaux, via le type de sol et la place disponible par exemple. Il semblerait que la réactivité des bovins diminue avec la dureté et la rugosité du sol.**

**En ce qui concerne la place disponible, les observations sont les même au niveau de l'aire de couchage ou de l'aire d'alimentation. Une place insuffisante par animal augmente la réactivité du groupe et accentue les relations de dominance.**

**Enfin, d'autres paramètres d'ambiance pourraient avoir une influence mais leur rôle n'a pas été clairement prouvé.**

## D) Conduite d'élevage

Nous avons vu précédemment que l'homme exerce indirectement des contraintes sur les animaux qu'il élève, en imposant un milieu de vie différent du milieu naturel de l'espèce. Qu'en est-il alors de son rôle direct ? Sa conduite d'élevage ne peut-elle pas modifier la réactivité des animaux ?

### *1) La vie en groupe ou l'isolement*

Les bovins sont des animaux sociaux. La vie en troupeau est la règle. L'isolement d'un individu est un évènement fortement stressant, en particulier pour l'animal isolé. La concentration en cortisol plasmatique augmente nettement après une isolation. Les comportements classiques comme la rumination ou l'ingestion de nourriture sont inhibés pendant la période de test (Herskin, et al., 2004). De plus, la séparation physique et visuelle semble être plus dépréciative qu'une séparation uniquement physique. Les animaux ne pouvant pas établir de contact physique ou visuel sont généralement plus stressés et donc plus réactifs (Mounier, et al., 2006a).

Ce besoin de contacts sociaux se retrouve également chez les bovins élevés individuellement. En effet, ceux-ci présentent plus fréquemment des comportements déviés comme du roulage de langue ou du pica, comportements qui peuvent être interprétés comme des signes de privation sociale et de stress chronique (Cozzi, et al., 2009).

Enfin, le groupe social possède un effet apaisant. Les réactions de peur, et notamment de peur à l'homme, sont moins nombreuses lorsque le groupe est présent, rendant les opérations de contention plus sécuritaires pour le manipulateur (Mounier, et al., 2008).

### *2) Le réallotement et les perturbations sociales*

Les perturbations sociales sont à l'origine de modifications comportementales chez les espèces domestiques. La stabilité émotionnelle du groupe est assurée par des relations de dominance/subordination. En cas de perturbation de la hiérarchie établie, par ajout d'un animal ou par retrait d'un animal de position hiérarchique élevée, la réactivité des animaux du groupe augmente. Le schéma hiérarchique est remis en question. Pendant la période correspondant à l'établissement d'une nouvelle hiérarchie stable, le dérangement des animaux

est important, se traduisant par une augmentation du temps passé debout, une réduction du temps passé couché et une augmentation de la fréquence de couchage. De plus, les interactions agonistiques sont plus nombreuses et le comportement exploratoire est stimulé. Ces observations ont été prouvées chez les bovins (Gupta, et al., 2008; Herskin, et al., 2004) et chez les porcins (Ison, et al., 2010).

En cas de nouvelle perturbation, les animaux semblent moins affectés. Les modifications comportementales sont plus marquées après la première perturbation, mais diminuent en fréquence et en intensité lors des perturbations ultérieures, voire même disparaissent (Gupta, et al., 2008). On note l'importance du passé de l'animal, permettant une adaptation à son environnement.

Au cours de sa vie, un bovin peut être confronté à de multiples évènements qui entrent dans le cadre des perturbations sociales. Citons par exemple le sevrage ou encore le retrait des veaux dès le vêlage. Le comportement des mères et des veaux est profondément modifié dans les heures suivant la séparation. On note alors une nette augmentation des vocalises et des déplacements (Flower, et al., 2001). De même, si on compare des veaux totalement séparés de leur mère et des veaux partiellement séparés, on note que la reprise de contact entre la mère et son veau après réintroduction des veaux est plus rapide pour le groupe d'animaux pour lesquels un contact physique partiel était permis (Alvarez-Rodriguez, et al., 2009).

En ce qui concerne les jeunes bovins mâles, la mise en lot ou le réallotement sont des perturbations sociales majeures et largement pratiquées en élevage d'engraissement. Là encore, on note une augmentation de la réactivité des animaux dans les heures suivant le réallotement. Les modifications comportementales sont corrélées à une augmentation de la concentration plasmatique en cortisol. Ces observations sont d'autant plus marquées et plus persistantes dans le temps lorsqu'un obstacle à la mise en place de la hiérarchie est présent, comme une homogénéité des poids des individus par exemple (Mounier, et al., 2005). A plus long terme, les animaux réallotés semblent également plus réactifs que les individus non-réallotés. Les réactions de peur et les comportements agonistiques sont plus fréquents à chaque stimulation et ce pendant toute la période d'engraissement (Mounier, et al., 2006a).

### *3) Les techniques d'élevage*

La quasi-totalité des interventions en élevage est susceptible de modifier le comportement des animaux et leur réactivité, au moins transitoirement. Le stress induit lors d'une castration, d'une coupe de cornes, d'une vaccination, ou de toute intervention d'ordre sanitaire est indéniable (Boissy, et al., 2005; Fitzpatrick, et al., 2006) .

De plus, toutes les opérations de contention sont génératrices de stress, se traduisant presque instantanément par des réactions de peur ou de fuite. Les tentatives de soustraction à la contention sont très nombreuses en cas d'utilisation d'un licol (Herskin, et al., 2004). A contrario, l'utilisation de moyens de contention adaptés comme des couloirs, des cages de contention, des quais de chargements, minimise les réactions de peur. Les animaux sont moins nerveux et plus coopératifs (Cozzi, et al., 2009). La manipulation est alors plus aisée et le risque encouru par le manipulateur est moindre (Mounier, et al., 2006b).

Le rythme de traite semble également avoir des répercussions sur la réactivité des bovins, et notamment sur la néophobie. Le temps d'approche et d'ingestion d'un nouvel aliment est plus long pour les animaux traits 2 fois par jour par rapport à ceux traits 3 fois par jour (Herskin, et al., 2003).

Le tarissement semble également être une période critique sur le plan émotionnel (Odensten, et al., 2007). Ceci peut s'expliquer par le cumul de plusieurs évènements

perturbateurs : arrêt brutal de la lactation, changement alimentaire, retrait du troupeau et intégration d'un nouveau groupe, …

### 4) *L'alimentation*

Concernant l'alimentation, deux paramètres semblent importants à prendre en compte : la fréquence de distribution, allant d'un rationnement à une distribution à volonté, et la composition de la ration.

#### a) Fréquence de distribution

Une restriction alimentaire augmente la motivation des animaux pour réaliser des comportements alimentaires. Lors d'une privation de nourriture pendant un laps de temps suffisamment long, la réactivité des animaux augmente (Redbo, et al., 1997). Les dérangements et les comportements agonistiques sont plus fréquents et plus intenses. Cette restriction augmente la compétition au sein du groupe et accentue les relations de dominance/subordination (Gottardo, et al., 2004). Cependant, le rationnement imposé ne semble pas modifier les réactions de peur des animaux et notamment vis-à-vis d'un nouvel aliment (Herskin, et al., 2004).

A l'inverse, si l'alimentation distribuée est en excès, on note une diminution des comportements agressifs à l'intérieur du lot. Dans ce cas, l'élément perturbateur est la distribution de la ration. C'est au cours de cette opération que la compétition alimentaire est la plus importante. Ainsi, lors de distributions de la ration un jour sur deux voire un jour sur trois, les animaux sont le reste de la journée plus calmes. Les dérangements sont moins fréquents, le temps passé en position debout diminue et la durée de couchage augmente (Phillips, et al., 2001) (Manninnen, et al., 2006).

Mais si la fréquence de distribution est particulièrement faible (un jour sur trois), la durée globale hebdomadaire du comportement alimentaire, comprenant la recherche de nourriture, l'ingestion et la rumination, diminue. Des stéréotypies ou des comportements de substitution peuvent apparaître, comme des comportements autocentrés de toilettage ou une augmentation du comportement dypsique (Phillips, et al., 2001). Leur fréquence et leur intensité sont inversement proportionnelles à la durée hebdomadaire du comportement alimentaire (Lindström, et al., 2000).

Enfin la réactivité des bovins semble également affectée lors de retard à la distribution. Si l'heure de distribution n'est pas fixe, aucune perturbation n'est notée. Par contre, si la distribution a lieu à heures régulières, en cas de retard on note une agitation générale et une augmentation des activités de substitution (Johannesson, et al., 2000).

#### b) Composition de la ration

Si le choix des aliments ingérés est laissé à l'animal, celui-ci se régule par lui-même. Il compose sa ration sans carence en fonction des aliments disponibles. Une telle méthode favorise le comportement exploratoire et le comportement alimentaire. Les altérations comportementales sont moins fréquentes (Villalba, et al., 2010).

Dans le cas des rations complètes, la densité énergétique et la quantité d'éléments fibreux sont les deux paramètres affectant le plus profondément la réactivité des bovins. De plus ces deux notions sont plus ou moins liées. En effet une ration riche en fibres a une faible densité

énergétique, et inversement, ajouter un concentré de haute valeur énergétique augmente la densité de la ration.

Une faible densité énergétique ou une forte quantité de fibres dans la ration favorisent un important remplissage ruminal et favorisent la rumination. A contrario, une ration riche en concentrés et pauvre en fibres est plus facilement ingérable par l'animal et son encombrement est moindre. La capacité d'ingestion de l'animal (en kg en matière sèche) augmente. Dans ce dernier cas, on observe au niveau des modifications comportementales:

- Une diminution du temps d'ingestion (Mialon, et al., 2008)
- Une augmentation de la motivation des animaux (Herskin, et al., 2003) (Redbo, et al., 1997)
- Une augmentation de l'activité générale (Redbo, et al., 1997)
- L'apparition de stéréotypies (Redbo, et al., 1997)
- Une augmentation de l'agressivité et de la fréquence des comportements agonistiques (Bozkurt, et al., 2006)

Un troisième paramètre à considérer est la taille des particules ingérées. Mais il est à relier à la fibrosité de la ration. Généralement plus les particules sont longues, plus la fibrosité augmente. Les observations sont alors les mêmes pour une ration finement hachée que pour une ration pauvre en fibres (Cozzi, et al., 2009).

### 5) *L'abreuvement*

Le rôle de l'abreuvement est nettement moins connu que celui de l'alimentation. Cependant, il semblerait que multiplier les points d'abreuvement diminue les réactions de compétition et limite la survenue de comportements déviés ou stéréotypies (Cozzi, et al., 2009). Le nombre de points d'eau doit donc être adapté à la taille du groupe mais également à la surface disponible. Il convient de multiplier les points d'eau si le groupe est de taille importante et/ou si l'espace disponible est vaste.

### 6) *L'attitude des éleveurs*

Le rôle des éleveurs dans la réactivité des animaux est un facteur important. Une attitude positive de l'éleveur facilite les opérations à conduire sur les animaux (Cozzi, et al., 2009). Selon une étude menée en 2007 auprès d'éleveurs de bovins Limousins, 96% d'entre eux parlent aux animaux lors des manipulations et 64% de ces éleveurs appellent les animaux par leur nom. A contrario, ils sont 57% à penser qu'il est inutile d'élever la voix au cours de ces opérations et 78% à être convaincus que l'usage de la force n'est pas un moyen pertinent pour être obéi (Boivin, et al., 2007).

Cependant, ces observations ne peuvent être dissociées de l'expérience antérieure des animaux. Grâce à ses capacités cognitives, l'animal tire des enseignements des manipulations antérieures. Le manipulateur peut alors être associé à un stimulus positif ou aversif. La réactivité de l'animal sera fonction de ce ressentiment. Selon la même enquête, 90% des éleveurs interrogés pensent que des contacts avec les animaux au cours des périodes sensibles, c'est-à-dire principalement dans le jeune âge de l'animal et au moment du sevrage, facilitent les manipulations futures. De plus, lorsqu'ils sont interrogés sur les critères influençant les manipulations, ils citent en priorité la relation établie avec l'animal, devant la qualité des équipements et les facteurs génétiques (Boivin, et al., 2007).

Ainsi, plus les animaux sont manipulés ou plus ils sont habitués à la présence humaine, plus la réactivité des animaux diminue vis-à-vis de l'homme. La distance de fuite est moins importante (Windschnurer, et al., 2009). Les animaux interagissent plus rapidement avec le manipulateur. De plus, ces mêmes animaux semblent également moins peureux et moins néophobes vis-à-vis d'autres situations (Hemsworth, et al., 1996).

La facilité des opérations de déplacement ou de contention est également dépendante de l'attitude des manipulateurs, au moment de l'opération et antérieurement à celle-ci. En effet, la réactivité dépend de la peur de l'homme qui, comme nous l'avons vu précédemment est directement en lien avec l'expérience antérieure. Plus la peur de l'homme est importante, moins les opérations sont faciles (Hemsworth, 2003). Cependant, il semblerait également qu'une trop grande familiarité entre les animaux et leur éleveur soit également un obstacle aux manipulations, la peur de l'homme ne pouvant pas être utilisé pour conduire l'animal en lieu voulu (Mounier, et al., 2008).

Enfin, même si elles ont été validées chez plusieurs espèces domestiques (Cozzi, et al., 2009)(Hemsworth, et al., 1996), ces conclusions semblent moins évidentes chez des bovins à l'engraissement. L'explication peut être trouvée dans le fait que les contacts avec les hommes sont moins fréquents dans ce type de production et que ces rares contacts sont souvent générateurs de peur, de douleur ou de stress. De plus, les animaux, imposants par leur taille et leur poids, sont généralement élevés en groupe et l'intensification et la mécanisation sont plus poussées (Mounier, et al., 2008).

### *7) Autres paramètres*

D'autres paramètres peuvent entraîner une modification de la réactivité des bovins. Par exemple, le rôle des polluants environnementaux peut être suspecté. En altérant le génome, la fonction reproductrice ou endocrine, en créant une immunosuppression, l'hypothèse d'une modification comportementale ne peut pas être exclue. Cependant, l'effet des polluants est difficilement quantifiable car leur dose est minime et leur action est probablement synergique (Rhind, et al., 2010).

En agissant sur l'axe corticotrope et en étant les agonistes du cortisol endogène, les corticoïdes pourraient avoir un rôle majeur. Or aucune étude n'a prouvé de façon certaine leur implication dans les modifications comportementales (Brscic, et al., 2007) (Gottardo, et al., 2008).

Parmi les autres promoteurs de croissance, citons les stéroïdes sexuels. L'administration d'androgènes semble réduire les réactions de peur chez les mâles comme chez les femelles et semble augmenter l'aptitude à la dominance (Bouissou, 1995).

**La conduite d'élevage a un rôle indéniable dans la réactivité des animaux. La quasi totalité des pratiques semble avoir un impact tel l'abreuvement. Mais les facteurs les plus influents sont l'alimentation, et plus particulièrement la densité énergétique de la ration, les interventions génératrices de stress ou de peur, mais aussi et surtout les perturbations du groupe social tels le sevrage ou le réallotement.**

**Enfin, l'attitude des manipulateurs et l'expérience antérieure des animaux ont une réelle influence et des conséquences à long terme sur la réactivité.**

De nombreux paramètres semblent donc être impliqués dans la modification de la réactivité des bovins. Le mode d'action et l'impact réel ne sont pas toujours prouvés et la liste n'est certainement pas complète.

Cependant, le rôle de l'homme et de ses pratiques a été clairement démontré, faisant de lui, non seulement un responsable, mais aussi et surtout un acteur de la modification comportementale de ses animaux.

Dans la partie suivante, nous nous intéresserons plus attentivement à l'engraissement des bovins mâles et nous chercherons parmi les pratiques courantes de cette production quels sont les facteurs susceptibles de modifier la réactivité des animaux.

# III) Particularités de l'élevage des taurillons

## A) Importance des broutards dans le paysage agricole français

L'élevage bovin français se divise en deux catégories : l'élevage laitier, représentant en 2009 en nombre de têtes 41 % du cheptel français, et l'élevage allaitant, représentant les 59 % restants. Le cheptel français compte 19 millions de têtes dont 8 millions de vaches, parmi lesquelles 4,2 millions de vaches allaitantes (Agreste, 2010).

L'élevage allaitant a pour but ultime la production de viande, et plus précisément de viande de bœuf. Les races les plus utilisées dans ce type de production sont les Charolaises, les Limousines et les Blondes d'Aquitaine.

Dans les bassins d'élevage allaitant (Bourgogne, Limousin, Midi-Pyrénées, Auvergne, Pays de la Loire, …), les veaux sont allaités par leur mère jusqu'au sevrage, à un âge compris entre 8 et 10 mois. Au sevrage, les animaux sont séparés de leur mère. Les mâles et les femelles sont également triés. Les femelles seront élevées pour le renouvellement du troupeau ou engraissées à des fins bouchères pour la production de viande de génisse.

Les mâles pèsent entre 300 et 360kg et ont déjà commencé à brouter de l'herbe. Ils sont appelés « broutards ». La quasi-totalité de ces animaux est destinée à être engraissée. Une proportion négligeable sera utilisée en tant que mâles reproducteurs et quelques animaux sont vendus avant le sevrage en tant que veaux de boucherie. En France, le cheptel allaitant fournit près de 2 millions de veaux mâles par an.

## B) Importance des jeunes bovins mâles dans la production de viande bovine

Les broutards sont engraissés jusqu'à un poids vif voisin de 700kg, soit un poids de carcasse de 400kg environ, généralement en atelier d'engraissement, plus rarement au pâturage. Ils sont abattus précocement à l'âge de 18 mois et sont appelés « taurillons ».

En France, 560 milliers de broutards sont engraissés chaque année sur le territoire. Les broutards ne pouvant pas être engraissés en France sont exportés vers l'Italie ou l'Espagne.

Les jeunes bovins (âge inférieur à 2 ans) représentent 16% en tonnage de la viande bovine totale. En 2009, 940 milliers de jeunes bovins ont été abattus sur le territoire français représentant 375 milliers de tonnes équivalent carcasse (Agreste, 2010).

## C) Pratiques courantes en élevage de taurillons

### *1) Le réallotement*

Le réallotement est une pratique qui consiste à mettre en lots des broutards en début d'engraissement de manière à faciliter la conduite alimentaire lors de l'engraissement et/ou optimiser le nombre d'animaux par case.

On distingue classiquement deux types de structures en engraissement de taurillons :

- Les exploitations de type « naisseur-engraisseur »
- Les exploitations de type « engraisseur spécialisé »

Les premières élèvent les veaux nés sur l'exploitation jusqu'à l'abattage. Elles ont parfois recours à des achats extérieurs de broutards pour compléter les lots.

Les secondes sont des exploitations généralement plus intensives. Elles ne possèdent pas de vaches allaitantes et ne font donc pas naître les veaux qu'elles vont engraisser. Elles achètent tous leurs broutards à l'extérieur avant engraissement. Elles sont parfois sous contrat d'intégration. Les animaux sont de diverses origines. Les broutards sont généralement achetés dans plusieurs exploitations, regroupés dans un centre de tri et acheminés ensuite dans l'atelier d'engraissement.

Le réallotement est une pratique fréquente dans les exploitations de type naisseur-engraisseur, surtout en cas d'achats de broutards. Elle est quasi-systématique dans les ateliers spécialisés. Les broutards sont regroupés dans des centres d'allotement. Différents lots sont formés. Le critère classiquement choisi est le poids des animaux. Ceci permet de commencer l'engraissement avec des animaux homogènes en poids, ce qui facilite la conduite alimentaire.

### 2) L'alimentation

La durée d'engraissement d'un taurillon est de l'ordre de 8-9 mois. Au cours de cette période, l'animal doit passer de 350 à 700kg. Le GMQ (gain moyen quotidien) doit être de l'ordre de 1500g/jour sur l'ensemble de la période d'engraissement. Cependant, la croissance n'est pas linéaire. Au plus fort de la croissance, les animaux peuvent prendre jusqu'à 2000g en un jour.

Pour atteindre ces objectifs de croissance, la ration doit être parfaitement maitrisée et très énergétique. En système intensif, des rations complètes sont distribuées, utilisant classiquement des ensilages (maïs ou herbe) comme base de la ration. La complémentation en tourteau ou en céréale est importante (Dudouet, 1999). Le recours à des rations sèches est également fréquent.

Au final, les objectifs de croissance sont élevés et la capacité d'ingestion n'est pas optimale. La densité énergétique et protéique de la ration doit donc être élevée, au détriment de la fraction fibreuse. Avec de tels objectifs, la sub-acidose et l'acidose aigüe ne sont pas rares.

### 3) La métaphylaxie

Plusieurs facteurs de risques rendent le statut sanitaire des ateliers d'engraissement précaire :

- Mélange d'animaux de statut sanitaire et de microbisme différents
- Densité élevée
- Immunité perturbée par les différents stress (réallotement, transport, …)

De plus, dans les élevages intensifs, le taurillon n'est pas considéré en tant qu'individu mais en tant que membre d'un lot voire même d'un groupe de lots. Les traitements individuels sont exceptionnels. Que ce soit pour des mesures préventives ou curatives, des traitements collectifs sont préférés. La métaphylaxie est une pratique classique.

Ceci implique deux particularités : l'utilisation de molécules administrables per os, incorporées à la ration, ou la mise en place de manœuvres de contention à grande échelle.

## D) Conséquences pratiques

L'engraissement de taurillons se caractérise par des animaux lourds et imposants. Le système intensif et la gestion en lots rend les contacts entre l'éleveur et les animaux moins fréquents.

De plus, les animaux mâles, de race allaitante, sont généralement plus agités que dans les autres types de production. Les perturbations sociales imposées à un groupe de bovins mâles de poids sensiblement égal sont des facteurs aggravant la réactivité.

Malgré tout, ce type d'élevage ne peut s'affranchir des manœuvres de déplacement ou de contention, ne serait-ce que pour l'entrée et la sortie de l'atelier.

Le danger encouru par le manipulateur au cours de ces opérations est réel. Pour minimiser ce risque, il convient de travailler dans plusieurs directions :

- Etre conscient du risque et rester vigilant à tout moment
- Limiter au minimum la fréquence de ces opérations
- Utiliser des moyens adaptés aux animaux (couloirs et cage de contention, quais de chargement, …)
- Diminuer la dangerosité des animaux et donc diminuer leur réactivité

# Problématique

D'une part, la manipulation des bovins n'est jamais sans risque. En ateliers d'engraissement de taurillons, les animaux sont des mâles, imposants par leur poids et peu habitués aux manipulations, ce qui peut les rendre plus peureux et réactifs que dans les autres types de production. Tous ces critères sont autant de paramètres rendant les opérations de manipulation ou de contention périlleuses. Pour la sécurité des personnes, il convient donc de s'interroger sur les moyens de rendre ces opérations moins dangereuses. Un de ces moyens est de réduire la réactivité des animaux.

D'autre part, l'engraissement des taurillons est une production représentée par une forte intensification. L'organisation actuelle de la filière implique un regroupement de nombreux animaux provenant de divers élevages. Des lots d'animaux homogènes en poids sont classiquement créés. L'engraissement est conduit dans des ateliers spécialisés sur un temps restreint. Ceci impose le recours à des rations hautement énergétiques pour atteindre les objectifs de production.

Or ces pratiques semblent impacter négativement la réactivité et donc augmenter la dangerosité lors des manipulations des animaux par l'éleveur. En effet, le réallotement crée des perturbations sociales, se traduisant par des modifications comportementales. Une homogénéité des poids est un obstacle à la mise en place de la hiérarchie, rendant les interactions agressives entre animaux plus intenses et plus durables dans le temps. De même, une alimentation de forte densité énergétique semble augmenter l'activité globale des animaux et les perturbations au sein du lot.

L'objectif de ce travail est donc d'estimer l'impact des pratiques de réallotement et d'alimentation sur la réactivité des bovins mâles de race allaitante en atelier d'engraissement.

Les hypothèses sont les suivantes. La réactivité sera plus importante pour les lots réallotés, homogènes en poids, et nourris avec la ration la plus énergétique. Les perturbations seront durables au cours de la période d'engraissement.

Pour vérifier ces hypothèses, les expérimentations viseront à mettre en évidence des différences de réactivité lors des situations étudiées entre les animaux des différents traitements. Nous comparerons des animaux réallotés versus non réallotés, de poids homogènes versus hétérogènes, et nourris avec deux rations de niveau énergétique plus ou moins élevé. Deux types de situation seront à l'étude : les opérations de manipulation et les opérations de contention en cage.

Une réactivité augmentée se traduira par une augmentation de la peur des animaux, notamment vis-à-vis de l'homme, et une augmentation de la concentration en cortisol plasmatique.

# Matériel et Méthode

# I) Contexte de l'étude

Notre étude s'est intégrée dans un vaste projet dénommé « Défit Viande ». L'expérimentation a porté sur 140 taurillons nés sur deux campagnes successives (début d'année 2008 et 2009). Elle a débuté plus précisément au sevrage de ces animaux (fin d'été de ces mêmes années). Les animaux ont été suivis jusqu'à l'abattage (fin d'année 2010 pour la deuxième série d'animaux).

« Défit viande » a été piloté par l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) et a regroupé différentes unités de recherche (UR) intégrées dans des réseaux nationaux, européens ou mondiaux.

L'objectif du projet était d'apporter aux organismes d'élevage des données chiffrées pour les aider à choisir des pratiques d'élevage et des modes de production optimaux. Pour cela, trois thèmes principaux se dégageaient de l'étude :

- Explorer les pistes zootechniques pour réduire les gaz à effet de serre.
- Evaluer le bien-être des taurillons engraissés intensivement en fonction du régime alimentaire et du niveau de perturbation des relations sociales selon la pratique d'allotement.
- Apprécier l'amélioration des qualités nutritionnelles des viandes par l'utilisation d'aliments à forte teneur en acide gras polyinsaturés oméga 3 et quantifier le possible pilotage des qualités organoleptiques de la viande bovine à l'aide de nouveaux marqueurs issus de recherche en génomique, de marqueurs génétiques ou de marqueurs fonctionnels.

Au sein de cette vaste étude, notre travail s'est intéressé plus particulièrement au deuxième objectif. Il a bénéficié des résultats de plusieurs tests menés au centre expérimental de l'INRA de Bourges.

# II) Données générales

## A) Les animaux

Au total, 140 animaux ont été utilisés pour l'étude, sur deux années consécutives et à raison de 70 animaux par an. Il s'agissait de bovins mâles, tous nés sur le site expérimental de l'INRA de Bourges (Cher) entre janvier et mi-avril pour les deux années d'étude. Les animaux de la première année d'étude (que l'on nommera désormais année A) sont donc nés au début de l'année 2008 et ceux de la seconde (qui sera appelée année B) en 2009. Tous les animaux étaient de race Charolaise.

## B) Conditions d'élevage

Selon la date de vêlage, des cases de 12 couples mère-veau ont été constituées. Ces cases regroupaient aussi bien les veaux mâles que les veaux femelles de l'exploitation. La composition des cases ne variait pas jusqu'au sevrage.

Au sevrage, les femelles ont été élevées pour le renouvellement du troupeau ou vendues. Elles n'entraient pas dans notre étude.

Des lots de mâles ont été constitués dès l'entrée en station d'engraissement, lieu de notre étude et n'ont pas été modifiés jusqu'à l'abattage. Chaque lot était composé de 7 animaux et chaque année d'étude comptait 10 lots. La mise en lots correspondait au début des manipulations et expériences. Trois dates d'entrée en station d'engraissement (et donc trois date de sevrage) ont été retenues, afin que l'âge aux premières manipulations soit sensiblement le même pour les animaux de l'étude. Malgré cette disposition, l'âge au sevrage n'a pu être uniforme et a varié de 35 jours entre le taurillon sevré le plus jeune et celui sevré le plus tardivement. Au final, le sevrage a eu lieu pour un âge compris entre 32 et 37 semaines. La station d'engraissement sera dénommée SCI (station de contrôle individuel) dans la suite de notre travail.

Le bâtiment d'engraissement était de type stabulation libre sur aire paillée. Les 10 lots étaient regroupés dans le même bâtiment. Les conditions d'ambiance étaient donc identiques (ou sensiblement identiques) pour tous les lots. Les dimensions de la case étaient également fixes, à savoir 40m² (5m*8m) dont 25m² d'aire paillée (5m*5m) et 15m² de stalle bétonnée en regard des auges et légèrement surélevée par rapport à l'aire paillée (5m*3m). La surface par animal était donc de 5,71m²/animal dont 3,57m² d'aire paillée par animal ; les recommandations étant de 5m²/animal dont 3m² paillés. Le paillage et le raclage de la stalle bétonnée avaient lieu deux fois par semaine.

Chaque case était équipée de 7 auges individuelles munies d'un portillon. Un collier porté par le taurillon commandait l'ouverture d'une auge qui lui était propre. Il était ainsi possible de mesurer la consommation quotidienne de l'animal. En plus de l'aliment distribué dans ces auges, les taurillons avaient libre accès à de la paille d'orge placée dans un râtelier.

Dans les jours suivant le sevrage, une transition alimentaire a été réalisée, de telle sorte que la ration définitive puisse être distribuée dès la 5ème semaine suivant l'entrée en SCI.

L'abattage des animaux a eu lieu à l'abattoir expérimental du site de l'INRA de Theix (Puy-de-Dôme). L'âge d'abattage a été fixé à 18 mois pour les animaux soumis au régime alimentaire « Bas » et « Bas bis » et à 16 mois pour les animaux soumis au régime « Haut » (voir plus loin).

## C) Facteurs de variation

### *1) Réallotement des animaux*

Nous avons distingué deux catégories selon l'origine des animaux : les lots « réallotés » et les lots « non-réallotés ». En effet, au sevrage, les lots ont été constitués de deux manières différentes : soit avec des animaux provenant d'une même case, c'est-à-dire élevés ensemble depuis la naissance, il s'agissait des lots « non-réallotés » ; soit avec des animaux provenant de différentes cases. Ces derniers n'avaient jamais été tous en contact avant le début de l'étude et formaient donc les lots « réallotés ». Chaque année, quatre lots non-réallotés et six réallotés ont été engraissés.

## 2) Homogénéité des lots

Parmi tous les protocoles d'étude en place sur le site expérimental de l'INRA de Bourges, l'un d'eux prévoyait la pesée des veaux à l'âge de 32 semaines. A partir de ces poids, nous avons pu estimer le poids de ces mêmes animaux au sevrage (selon la date prévue de sevrage). Ce paramètre a été pris en compte afin de créer des lots avec des taurillons homogènes en poids ou non. Les animaux ont été pesés une seconde fois le jour du sevrage.

Le poids moyen à l'entrée en station d'engraissement des lots dits « homogènes » était de 319,64 kg. La moyenne des coefficients de variation (écart-type/moyenne) pris pour chaque lot était de 3,84% avec un minimum de 2,2% et un maximum de 6,97% (Figure 5).

Pour les lots « hétérogènes », le poids moyen était de 317,18 kg et la moyenne de coefficients de variation de 12,63% avec un minimum de 8,54% et un maximum de 15,2%.

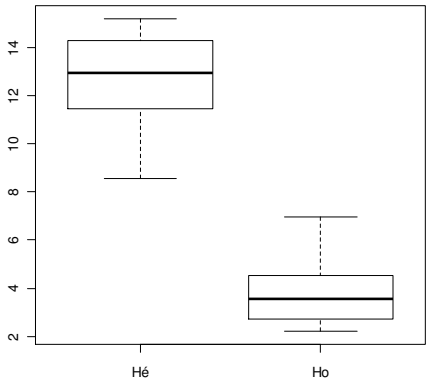


**Figure 5: Distribution des coefficients de variations du poids à l'entrée en SCI en fonction de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité supposées des lots**

Préalablement à l'expérimentation, nous avons vérifié qu'il n'y avait pas de différence significative entre les moyennes de poids des deux groupes créés (p=0,34) mais que les coefficients de variation étaient significativement différents entre les lots homogènes en poids et les lots hétérogènes en poids ($p<0.001$).

## 3) Alimentation

L'alimentation constituait le troisième facteur de variation. En effet tous les lots n'ont pas reçu le même aliment. Deux formulations ont été établies : une formulation dite « haute » en énergie (0,99UF/kg) et une formulation dite « basse » (0,74UF/kg). La formulation « haute » a été établie pour un GMQ de 1400g/jour sur toute la période d'engraissement et la formulation « basse » pour un GMQ de 1200g/jour.

A partir de ces deux formulations, trois régimes ont été proposés :

Le régime « haut ». Il correspondait à la distribution à volonté de l'aliment « haut »

Le régime « bas » correspondant à la distribution à volonté de l'aliment « bas »

Le régime « bas bis ». La distribution n'était plus à volonté. Une quantité déterminée d'aliment « haut » était distribuée quotidiennement. Elle était calculée de la sorte : les animaux de ces lots recevaient la même quantité d'énergie que les animaux soumis au régime « Bas » mais avec l'aliment « haut ».

En termes plus mathématiques,

Qté d'aliment haut distribué par animal (en kg) = 0,747 X Qté moyenne d'aliment bas ingéré par animal (en kg), par les animaux des régimes « Bas ».

Le coefficient 0,747 correspond au ratio de la quantité d'énergie apportée par kg entre l'aliment « bas » et l'aliment « haut » (0,74/0,99).

Pour les régimes « haut » et « bas » et pour vérifier que l'aliment était bien distribué à volonté, une pesée des refus était réalisée trois fois par semaine à savoir le lundi, le mardi et le vendredi. Cette pesée permettait également de déterminer la quantité précise ingérée par animal et était donc indispensable pour le calcul de la ration « bas bis ». Il a été convenu que la distribution à volonté serait effective si les refus étaient supérieurs à 0,3 kg à chaque pesée. Cependant, et ce pour limiter la quantité d'aliment non-ingéré, les refus ne devaient pas dépasser 0,6 kg.

## D) Récapitulatif

Finalement, parmi les 10 lots annuels, la répartition était la suivante :

- Un lot non-réalloté, homogène en poids et soumis au régime « haut »
- Un lot non-réalloté, homogène en poids et soumis au régime « bas »
- Un lot non-réalloté, hétérogène en poids et soumis au régime « haut »
- Un lot non-réalloté, hétérogène en poids et soumis au régime « bas »
- Un lot réalloté, homogène en poids et soumis au régime « haut »
- Un lot réalloté, homogène en poids et soumis au régime « bas »
- Un lot réalloté, homogène en poids et soumis au régime « bas bis »
- Un lot réalloté, hétérogène en poids et soumis au régime « haut »
- Un lot réalloté, hétérogène en poids et soumis au régime « bas »
- Un lot réalloté, hétérogène en poids et soumis au régime « bas bis »

# III) Description des tests

Tous les tests ont été réalisés par le personnel du site expérimental de l'INRA de Bourges et plus précisément par le personnel détaché à l'exploitation bovine sur la commune d'Avord (Cher).

## A) Test de réactivité à la manipulation

### *1) Objectif*

L'objectif était d'évaluer la réactivité du groupe à la manipulation par l'homme le long d'un parcours prédéfini, en fonction des liens d'affinité supposés entre les animaux.

### *2) Fréquence*

Chaque lot a été soumis à ce test trois fois pendant sa période d'engraissement, à dates fixes : au cours de la deuxième semaine après l'entrée en SCI, puis au cours de la 15$^{ème}$ et 31$^{ème}$ semaine.

### *3) Mise en œuvre*

La durée du test a été approximativement de 15 minutes par lot. L'opérateur ouvrait la case et faisait sortir les animaux. Il les conduisait jusqu'au corral en marchant derrière eux, toujours à la même vitesse, sans bruit ni mouvement particulier. Les taurillons devaient passer au dessus d'une grille d'évacuation des eaux pluviales située sur le parcours, et qui avait été préalablement découverte et nettoyée pour qu'elle soit bien visible des animaux. Elle constituait un « obstacle » à la progression des taurillons qui hésitaient avant de la franchir. Les animaux restaient 5 minutes dans le corral puis étaient ramenés dans le bâtiment d'engraissement en effectuant le même trajet en sens inverse.

Deux autres personnes étaient chargées du chronométrage et des observations comportementales. Ces personnes démarraient le chronomètre à la sortie du bâtiment pour le premier animal du lot et ne l'arrêtaient pas jusqu'à l'entrée du dernier taurillon dans le bâtiment au retour. Les temps suivants étaient notés :

- Le temps de sortie du bâtiment pour le dernier taurillon du lot.
- Le temps pour rejoindre la grille d'évacuation (1m avant la grille) pour le premier et pour le dernier taurillon de chaque lot, à l'aller comme au retour.
- Le temps de passage de cette même grille, également pour le premier et le dernier animal de chaque lot, à l'aller et au retour.
- Le temps d'arrivée et de sortie du corral pour le premier et le dernier taurillon.
- Le temps d'arrivée au bâtiment d'engraissement pour le premier animal
- Le temps final correspondant à l'entrée du dernier taurillon dans le bâtiment.

Il a été choisi de prendre en compte les temps de sortie et d'entrée dans le bâtiment et non pas dans la case d'origine, et ce afin que le trajet ait rigoureusement la même longueur pour tous les groupes quelque soit l'emplacement de leur case dans le bâtiment.

Concernant les observations comportementales, les opérateurs devaient noter d'une part les difficultés de manipulation (parole ou mouvement des bras de l'opérateur nécessaires pour faire avancer les animaux, vocalise, arrêt ou demi-tour d'un animal) et d'autre part le comportement agonistique global du groupe lors de l'attente au corral (nombre de coups, de luttes, de chevauchements et de vocalises).

### *4) Pré-requis à l'analyse des résultats*

Pour cette expérience, les interventions du manipulateur pour acheminer les animaux jusqu'au corral ont été rares et n'ont finalement pas été prises en compte. Il en est de même pour les arrêts et demi-tour des animaux qui, même s'ils n'ont pas été analysés, ont allongé les temps de trajet ou de blocage. Leur effet a donc été indirectement pris en considération.

Il a été choisi de dissocier temps de trajet et temps de blocage. Le temps de trajet a été défini comme la somme des périodes où tous les animaux du groupe étaient en mouvement. Le temps de blocage a quant à lui été défini comme la somme des périodes où au moins un animal du groupe est resté statique devant l'un des obstacles du trajet.

Différents points de blocage ont été observés le long du parcours. Ils sont au nombre de six : à savoir la sortie du bâtiment d'engraissement à l'aller, le passage de la grille d'évacuation des eaux à l'aller comme au retour, le rétrécissement avant l'entrée dans le corral à l'aller, la sortie du corral au retour et l'entrée dans le bâtiment au retour.

Pour des raisons de conception de l'exploitation, le temps de blocage au niveau du rétrécissement à l'entrée du corral n'a pu être qu'estimé. En effet, il était, à cet instant du test, momentanément impossible aux manipulateurs d'avoir une vision sur les premiers animaux du groupe. Pour estimer ce temps, nous avons considéré que le temps de trajet du groupe entre la grille et le corral était le même à l'aller qu'au retour et c'est ce que nous avons observé de visu lors des manipulations. Le temps de trajet au retour a pu être chronométré avec précision. Le temps estimé de blocage à l'entrée du corral a donc été calculé en soustrayant le temps de trajet corral-grille au retour au temps mis par la totalité des animaux du groupe pour aller de la grille jusqu'à l'intérieur du corral.

Concernant les observations comportementales pendant la période d'attente dans le corral, il a été choisi de s'intéresser d'une part au nombre de vocalises des animaux et d'autre part aux comportements agonistiques regroupant indifféremment coups, luttes et chevauchements

## B) Test de réactivité à la contention

### *1) Objectif*

L'objectif était de mesurer la réactivité des bovins à l'homme au cours des opérations de contention en cage.

### *2) Fréquence*

Ce test a été réalisé deux fois au cours de la période d'engraissement, pendant la 6ème et pendant la 34ème semaine suivant l'entrée en SCI.

### *3) Mise en œuvre*

Pour ce test, chaque animal du lot devait passer dans la cage de contention par deux fois à 15 minutes d'intervalle (Voir test « Dosage du cortisol plasmatique»).

Lors de chaque passage, une évaluation comportementale a été faite. Cette évaluation comportait deux phases successives. La première phase correspondait à la pesée de l'animal pour le premier passage en cage et au temps nécessaire à la réalisation du prélèvement sanguin pour le second passage, soit environ une quinzaine de secondes dans les deux cas. Le test proprement dit était effectué dans un second temps. L'opérateur chargé du test était nommé « testeur », il était toujours habillé de la même façon. Après la pesée ou la prise de sang, le testeur venait se placer devant l'animal (à la porte de sortie de la cage de contention, de manière à être visible et identifiable en tant qu'humain) et se tenait immobile devant l'animal en le fixant des yeux pendant 15 secondes.

La réactivité de l'animal était évaluée par son degré d'agitation et plus particulièrement par le nombre de mouvements faits pendant toute la période de contention. Pour être plus précis, nous avons réalisé une dichotomie dans la notation comportementale. L'opérateur en charge du test devait noter le nombre de mouvements dits « brusques » et le nombre de mouvements dits « totaux », définis ainsi :

- mouvements « brusques » = sursaut, coup de pied, glissade provoquée, retournement, saut, charge, ruade, tentative de fuite, recul vif, se débattant.
- mouvements « totaux » = piétinement, flairage, observations et mouvements de tête traduisant exploration ou curiosité, et tout mouvement autre que « brusque ».

Enfin, un dernier paramètre a été pris en compte pour mesurer la réactivité des taurillons. Il s'agissait de la vitesse de sortie de la cage. Cette vitesse était calculée après le deuxième passage en cage. Deux cellules photoélectriques étaient situées sur le trajet de sortie. La première était placée immédiatement à la sortie de la cage et la seconde était distante de 2 mètres. Ces deux cellules permettaient de donner le temps mis par l'animal pour parcourir les deux premiers mètres à la sortie de la cage et ainsi de calculer la vitesse de sortie.

## Dosage du cortisol plasmatique

### 1) Objectif

L'objectif était d'estimer, à partir du dosage d'une hormone de stress, si le mode de conduite des animaux (type d'alimentation, type de lot) peut constituer un stress pour l'animal.

### 2) Fréquence

Au cours de l'engraissement, chaque taurillon a subi 2 prises de sang en vue du dosage de cortisol, lors du deuxième passage en cage de chacun des deux tests de réactivité à la contention. Une troisième prise de sang a été réalisée avant le départ pour l'abattoir, après un temps d'observation de 5 minutes dans le corral et après la pesée de départ (voir « Protocole de chargement des animaux »). Une 4ème prise de sang a été effectuée au déchargement à l'arrivée à l'abattoir.

### 3) Mise en œuvre

Les prises de sang ont eu lieu à l'occasion des tests de réactivité en cage. Pour standardiser le test et repérer l'augmentation de la concentration en cortisol plasmatique due à la contention, il a été proposé de réaliser d'abord le test de réactivité en cage avec l'animal non bloqué puis de relâcher l'animal. Ensuite les animaux étaient repris dans le même ordre, ils étaient bloqués et à ce moment là, on réalisait la prise de sang. En effet, suite à un évènement particulier ou stress, la modification du taux de cortisol sanguin n'est pas instantanée. Le pic de cortisolémie a lieu entre 15 et 30 minutes après la situation stressante. Si on réalisait la prise de sang lors du premier passage de l'animal dans la cage de contention (l'animal viendrait juste d'être sorti de sa case d'engraissement), nous n'aurions pas détecté la modification de la concentration de cortisol plasmatique engendrée par la contention. D'où le fait que cette prise de sang ait été effectuée lors d'un deuxième passage.

### 4) Traitement immédiat des prélèvements

Les prélèvements étaient effectués avec des tubes sous vide avec EDTA. Les tubes étaient identifiés (numéro de travail+date). Par la suite, l'échantillon devait être assez rapidement centrifugé pendant 5 minutes à 3000G. Le plasma était aliquoté dans deux cupules eppendorf à raison de 1,1 mL par cupule et conservé à -20°C jusqu'à l'analyse.

### C) Protocole de chargement des animaux

#### *1) Objectif*

Ce test n'était pas un test à proprement parler mais plutôt des dispositions particulières des tests précédents adaptées à la situation de chargement des animaux pour l'abattoir. Pour les objectifs, se référer aux paragraphes précédents.

#### *2) Fréquence*

Ce protocole n'a été mis en œuvre qu'une fois, lors du départ des animaux pour l'abattoir, au cours du 16$^{ème}$ mois de vie pour les animaux soumis au régime « Haut » (soit au cours de la 36$^{ème}$ ou 37$^{ème}$ semaine après l'entrée en SCI) et au cours du 18$^{ème}$ mois de vie pour les animaux soumis aux régimes « Bas » et « Bas Bis » (soit au cours de 45$^{ème}$ ou 46$^{ème}$ semaine après l'entrée en SCI).

#### *3) Mise en œuvre*

Le chargement a eu lieu en milieu de matinée. La première partie du protocole correspondait à l'acheminement des animaux jusqu'au corral et s'effectuait selon le protocole du test de réactivité à la manipulation. Les mêmes observations étaient faites au cours du trajet et pendant cinq minutes d'attente au corral. Puis les animaux étaient passés individuellement dans la bascule pour une pesée. A cette occasion, on réalisait une prise de sang en vue du dosage du cortisol (voir protocole correspondant).

Le lot était ensuite divisé en deux sous-lots : un sous-lot de quatre taurillons et un de trois correspondant aux séparations dans le camion. Les deux sous-lots étaient chargés dans le camion. L'ordre de chargement n'importait pas.

Le chargement était filmé par deux caméras mais les vidéos n'ont pas été utilisées pour ce travail.

## 5) Analyses statistiques

Les résultats ont été traités via le logiciel R Version 2.13.0 (Team, 2011).

Pour notre étude, l'animal n'a pas été considéré à titre individuel mais en tant que membre d'un groupe. Le lot a été considéré comme l'individu statistique. La comparaison statistique a porté sur les lots entre eux et non sur les animaux au sein d'un lot ou provenant de lots différents.

Concernant l'analyse à proprement parler, elle a débuté par une représentation graphique des données obtenues sous la forme d'un histogramme. Certains points extrêmes représentant des données aberrantes ont été retirés de l'analyse.

Les quatre facteurs de variations, à savoir homogénéité des poids, année d'étude, réallotement et niveau énergétique de la ration, ainsi que les six interactions doubles entre ces facteurs ont été utilisés dans un premier modèle linéaire. Pour augmenter la puissance et la significativité des résultats ultérieurs, le modèle a été simplifié en retirant les facteurs de

variation qui n'expliquaient pas une partie du modèle. Le retrait des termes a été fait pas à pas par une méthode descendante via la fonction « step ». L'opération a été poursuivie tant que le retrait d'un terme améliorait l'ajustement du modèle. Lorsque le retrait d'un terme n'améliorait pas l'ajustement du modèle, le modèle a été conservé et a été soumis à l'analyse. Ici l'ajustement du modèle a été jugé par le critère d'information d'Akaïké ou AIC. L'AIC devant être minimal pour un ajustement maximal (Falissard, 1996).

Le modèle obtenu après réduction a été soumis à une analyse de variance ou anova. Les facteurs de variation étudiés ont été considérés comme ayant un effet significatif lorsque le p était inférieur à 0,05 soit un risque inférieur à 5% que la différence observée entre deux traitements d'un facteur de variation soit uniquement due au hasard. Si le p était compris entre 0,05 et 0,10, l'effet a été considéré comme étant proche de la significativité (tendance).

La validité du modèle a été vérifiée a postériori. La normalité de la distribution des résidus a été vérifiée graphiquement avec un graphe de Henry (Figure 2) et par un test de Shapiro. L'homogénéité des variances a été vérifiée par un test de Bartlett. Le modèle a été accepté s'il y avait simultanément normalité de la distribution et homoscédaticité.

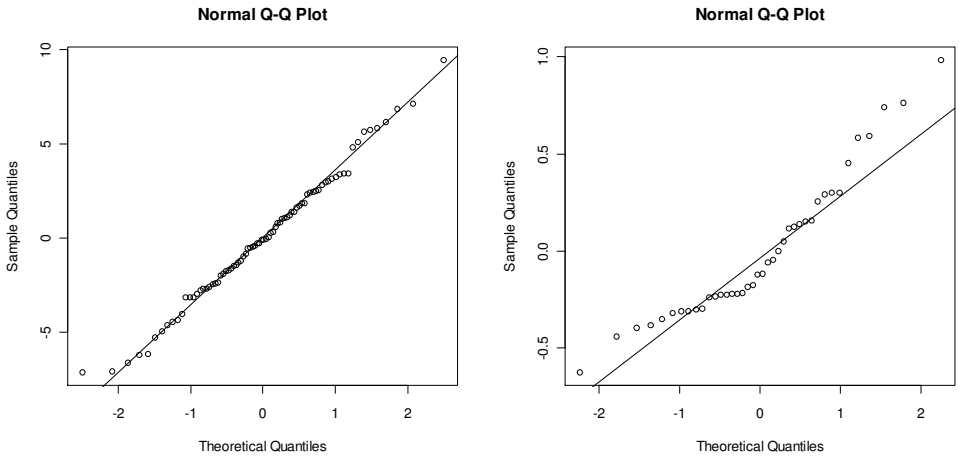


**Figure 6: Exemple de graphes de Henry permettant d'accepter (à gauche) ou de rejeter (à droite) l'hypothèse de normalité de la distribution des résidus**

En cas de mise en évidence d'un effet significatif, des représentations graphiques ont été utilisées pour visualiser cet effet. Nous avons utilisé des diagrammes en boîte ou boxplots pour traduire l'effet d'un facteur de variation seul et des graphes d'interaction pour l'effet d'une interaction entre deux facteurs. Les graphes d'interactions représentent les moyennes des groupes formés, reliées par des droites pour une plus grande lisibilité.

# Résultats et discussion

# I) Test de réactivité à la manipulation

Trois observations différentes ont été réalisées pour le test de réactivité à la manipulation. Il s'agit du temps de trajet, du temps de blocage et des observations comportementales lors de l'attente au corral. A ces observations se sont ajoutées les dispositions particulières prises pour le départ des animaux vers l'abattoir.

## A) Temps de trajet

### *1) Présentation des résultats*

Les résultats obtenus pour le temps de trajet sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 1), avec une distinction entre les temps de trajet total, à l'aller et au retour.

**Tableau 1: Moyennes et écart-types des temps de trajet**

| | | Temps de trajet | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ***Total*** | | ***Aller*** | | ***Retour*** | |
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 288,6 | 113,0 | 135,6 | 30,7 | 153,0 | 93,5 |
| | ***Réallotés*** | 278,9 | 73,7 | 139,8 | 39,2 | 139,1 | 40,0 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 301,8 | 118,3 | 145,6 | 40,1 | 156,3 | 94,1 |
| | ***Homogènes*** | 270,1 | 65,1 | 133,1 | 32,3 | 137,0 | 38,1 |
| Année | ***A*** | 296,4 | 111,9 | 142,1 | 38,4 | 154,3 | 86,9 |
| | ***B*** | 269,3 | 61,9 | 134,2 | 33,2 | 135,1 | 34,9 |
| Alimentation | ***Bas*** | 317,0 | 112,9 | 148,0 | 36,9 | 169,0 | 91,0 |
| | ***Bas Bis*** | 254,3 | 58,7 | 128,9 | 33,7 | 125,4 | 28,8 |
| | ***Haut*** | 262,8 | 68,2 | 132,8 | 34,7 | 130,0 | 39,9 |
| Itération | ***1*** | 337,8 | 112,4 | 155,5 | 31,9 | 182,3 | 95,2 |
| | ***2*** | 216,5 | 40,9 | 107,2 | 20,6 | 129,3 | 26,5 |
| | ***3*** | 294,2 | 57,1 | 151,6 | 31,9 | 142,6 | 33,0 |

Il semblerait que les différents lots ont eu des temps de trajets moins importants lors de la seconde répétition du test, aussi bien à l'aller qu'au retour. Il semblerait également que les lots nourris avec l'alimentation dite basse aient mis plus de temps pour parcourir la distance bâtiment-corral (ou inversement) que les lots nourris avec les rations dites « haute » et « bas bis ».

### *2) Temps de trajet total*

#### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des temps de trajet total de l'ensemble des groupes est visible dans la figure suivante (Figure1). Graphiquement, on remarque qu'un lot a eu un temps de trajet

nettement plus élevé que les autres groupes. Il s'agissait du lot non-réalloté, hétérogène en poids, recevant une alimentation basse, de l'année A au cours de la première itération du test. La valeur de cette observation ne pouvant s'expliquer biologiquement et pouvant perturber les résultats ultérieurs et conduire au rejet du modèle, il a donc été choisi de retirer cette valeur de la suite de l'analyse.

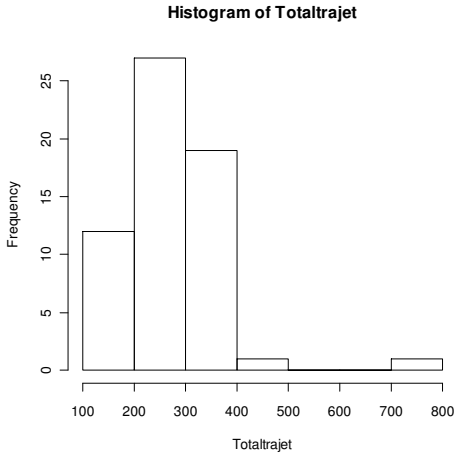


**Figure 7: Distribution du temps de trajet total**

## b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de ce modèle, seuls deux facteurs ont eu une influence sur le temps de trajet total, l'itération et l'alimentation. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 2) :

Ce modèle explique 44,2 % de la variabilité du temps de trajet total (p<0,001).

**Tableau 2: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de trajet total** *(L'intercept correspond à la valeur du temps de trajet total pour les lots nourris avec l'alimentation dite « Basse » lors de la première itération du test, estimée par le modèle retenu)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 342.5 | 14.71 | 23.288 | <2e-16 |
| Itération2 | -101.73 | 16.56 | -6.144 | 1e-07 |
| Itération3 | -23.98 | 16.56 | -1.448 | 0.1533 |
| Alimentation BasBis | -46.36 | 18.40 | -2.519 | 0.0148 |
| Alimentation Haute | -37.86 | 15.08 | -2.510 | 0.0151 |

Pour les deux facteurs impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés par l'analyse de variance (anova).

## c) Effets significatifs

### - *Effet de l'itération*

Les temps de trajet ont été significativement différents entre chaque répétition du test (p<0,001). Pour la première itération, le temps de trajet total moyen était de 338 secondes avec un écart-type de 112. Il était de 216 secondes pour la seconde et de 294 secondes pour la troisième, avec des écart-types respectifs de 41 et de 57.

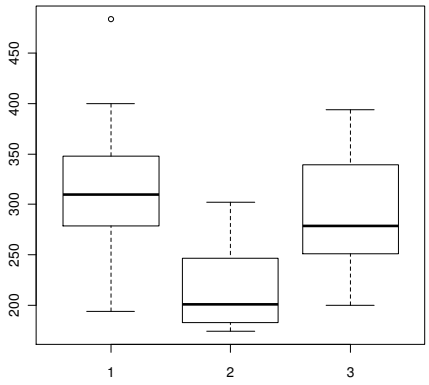


**Figure 8: Effet de l'itération sur le temps de trajet total**

Graphiquement, il semble que le temps de trajet total a été minimal lors de la deuxième itération, c'est-à-dire lorsque les animaux passaient le test pour la deuxième fois, en milieu d'engraissement. Les temps lors du premier test et lors du dernier test semblent par contre ne pas différer (Figure 8).

Pour expliquer cette variation, on peut émettre l'hypothèse que les animaux sont particulièrement réactifs à la nouveauté de l'environnement extérieur pendant le premier test de réactivité à la manipulation, rendant ainsi la manipulation difficile et le temps de trajet long. Pour la seconde expérience, le parcours serait déjà connu des animaux et la manipulation plus aisée.

Enfin, deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer l'augmentation du temps de trajet pour la troisième répétition de ce test. Elle peut être expliquée par le gabarit des animaux. En effet, malgré la connaissance du trajet, les animaux sont de plus en plus gros et ne peuvent plus passer à plusieurs de front sur certaines portions du parcours. Ils doivent passer les uns après les autres, ce qui pourrait expliquer l'allongement du temps de parcours. La deuxième hypothèse est que les animaux, s'ils subissent de nombreuses manipulations, souvent aversives au cours de l'engraissement, deviennent moins coopératifs et/ou plus craintifs, d'où un allongement du temps de trajet.

- *Effet du niveau énergétique de la ration*

Le facteur « Alimentation » a également eu un effet significatif sur le temps de trajet (p=0,016). Pour la ration dite « Basse », la moyenne du temps de trajet était de 317 secondes avec un écart-type de 113. Elle était de 263 secondes pour la ration « Haute » et de 254 secondes pour la ration « BasBis » avec des écart-types respectifs de 68 et de 59.

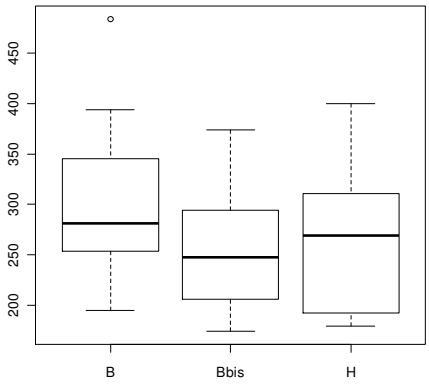


**Figure 9: Effet du niveau énergétique de la ration sur le temps de trajet total**

Graphiquement il semble que les groupes de taurillons nourris avec la ration dite « Basse » aient eu des temps de trajet supérieurs à ceux des deux autres niveaux énergétiques (Figure 9). Notons de plus que le lot que nous avons précédemment retiré de l'analyse était un lot nourri avec l'alimentation dite « Basse », ce qui aurait vraisemblablement accentué l'effet significatif de l'alimentation.

Deux hypothèses contradictoires peuvent être émises pour expliquer un temps de trajet plus long pour les animaux nourris avec l'alimentation « basse » :

-soit les animaux des lots nourris avec l'alimentation à faible densité énergétique sont plus perturbés par l'environnement extérieur et leur crainte rend leur manipulation plus délicate d'où des temps de parcours plus longs.

-soit ces mêmes animaux sont moins réactifs que leurs congénères vis-à-vis du manipulateur qui les suit jusqu'au corral.

Ces hypothèses seront rediscutées ultérieurement, en parallèle des autres résultats.

## 3) *Temps de trajet aller*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution de la variable à expliquer est visible dans la figure suivante (Figure 10).

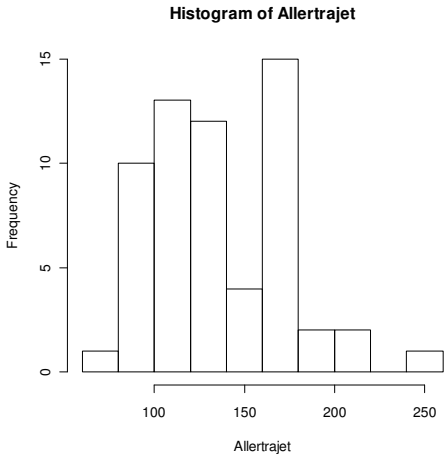


**Figure 10: Distribution du temps de trajet aller**

### b) *Modèle linéaire et analyse de variance*

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de ce modèle, quatre facteurs ont eu une influence sur le temps de trajet aller : l'année, l'itération, l'alimentation et le poids ainsi que l'interaction entre l'alimentation et l'année. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 3) :

Ce modèle explique 46,9 % de la variabilité du temps de trajet aller (p<0,001).

**Tableau 3: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de trajet aller**
*(L'intercept correspond à la valeur estimée du temps de trajet aller pour les lots de l'année A, hétérogènes en poids, nourris avec l'alimentation dite « Basse » lors de la première itération du test)*

| | Estimate | Std | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 179.050 | 9.669 | 18.518 | <2e-16 |
| Année B | -16.917 | 10.645 | -1.589 | 0.11822 |
| Itération2 | -48.300 | 8.246 | -5.857 | 3.43e-07 |
| Itération3 | -3.850 | 8.246 | -0.467 | 0.64256 |
| Alimentation BasBis | -38.167 | 13.570 | -2.813 | 0.00696 |
| Alimentation Haute | -14.417 | 10.6 | -1.354 | 0.18162 |
| Poids Homogènes | -10.333 | 7.52 | -1.373 | 0.17583 |
| Année B : Alimentation BasBis | 48.417 | 18.4 | 2.626 | 0.01138 |
| Année B : Alimentation Haute | -1.667 | 15.0 | -0.111 | 0.9122 |

Parmi les quatre facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs n'ont été révélés par l'analyse de variance (anova) que pour certains d'entre eux. Il s'agissait de l'effet de l'itération et l'effet de l'interaction entre l'année et le niveau énergétique de la ration.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'itération*

Comme pour le temps de trajet total, les temps de trajet aller ont été significativement différents entre les trois répétitions du test (p<0,001). Les moyennes de temps de parcours étaient respectivement de 156, 107 et 152 secondes pour les trois répétitions avec des écart-types respectifs de 32, 21 et 32.

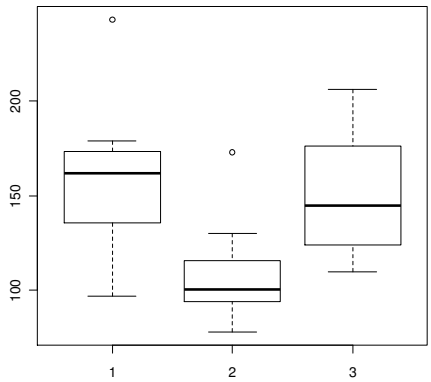


**Figure 11: Effet de l'itération sur le temps de trajet aller**

Là encore, le temps de trajet aller semble être minimal lors de la seconde itération du test (Figure 11). Les hypothèses sont donc les mêmes que précédemment citées.

### - *Effet de l'interaction entre l'année et le niveau énergétique de la ration*

L'interaction entre l'année et le niveau énergétique de la ration a été donnée comme ayant un effet significatif par notre analyse statistique (p=0,019). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 4) et les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 12).

**Tableau 4: Moyennes et écart-types du temps de trajet aller pour les différents groupes de l'interaction "Année*Alimentation"**

| | Moyenne en seconde | Ecart-type |
|---|---|---|
| Année A : Alimentation Basse | 157 | 44 |
| Année A : Alimentation BasBis | 113 | 17 |
| Année A : Alimentation Haute | 142 | 34 |
| Année B : Alimentation Basse | 140 | 28 |
| Année B : Alimentation BasBis | 145 | 40 |
| Année B : Alimentation Haute | 125 | 34 |

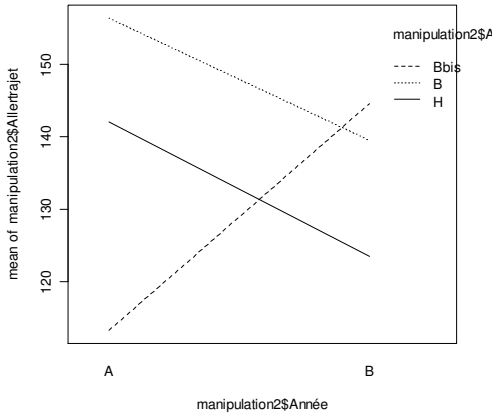


**Figure 12: Effet de l'interaction "Année*Alimentation" sur le temps de trajet aller**

L'interprétation du groupe « BasBis » a ici posé problème. En occultant ce groupe, deux conclusions se sont imposées :

- Les lots de l'année B ont eu des temps de trajet aller plus courts que ceux de l'année A si on compare les groupes de même ration. Ceci nous a permis d'émettre l'hypothèse que les animaux de l'année A sont plus réactifs vis-à-vis du milieu extérieur et d'une intervention inhabituelle que ceux de l'année B.
- Pour l'année A comme pour l'année B, les groupes recevant l'aliment dont la densité énergétique est la plus faible ont eu des temps de trajet plus long. Ces résultats concordent avec ceux observés pour le temps de trajet total et nos hypothèses restent donc inchangées.

### - *Effet du niveau énergétique de la ration*

L'effet du niveau énergétique de la ration n'a pas été significatif dans ce modèle. Nous avons cependant noté qu'il était proche du seuil de significativité choisi (p=0,059).

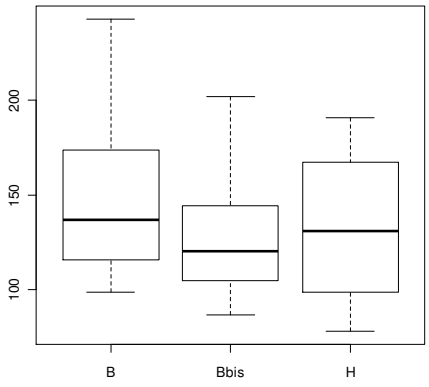


**Figure 13: Aperçu de l'effet du niveau énergétique de la ration sur le temps de trajet aller**

Graphiquement, il semblerait là encore que les lots « Bas » aient eu des temps de trajet aller supérieurs aux lots « hauts » (Figure 13), comme nous avons pu le voir pour le temps de trajet total.

## *4) Temps de trajet retour*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des temps de trajet retour de l'ensemble des groupes est visible dans la figure suivante (Figure 14). Graphiquement, on remarque qu'un lot a eu un temps de trajet retour nettement plus élevé que les autres groupes. Il s'agissait du lot non-réalloté, hétérogène en poids, recevant une alimentation basse, de l'année A au cours de la première itération du test. La valeur de cette observation ne pouvant s'expliquer biologiquement et pouvant perturber les résultats ultérieurs et conduire au rejet du modèle, il a donc été choisi de retirer cette valeur de la suite de l'analyse.

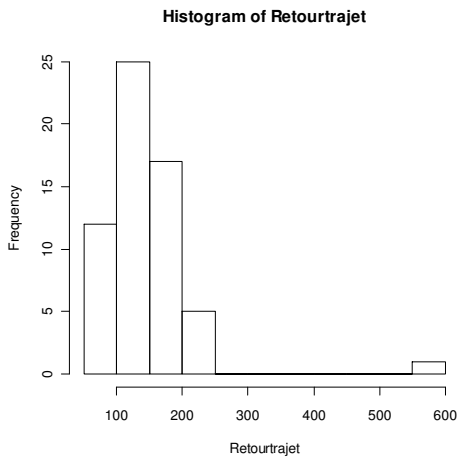


**Figure 14: Distribution du temps de trajet retour**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de ce modèle, cinq facteurs, ainsi que deux interactions entre deux d'entre eux, ont eu une influence sur le temps de trajet : l'année, l'itération, le réallotement, l'alimentation, la variabilité des poids et les interactions entre l'année et l'allotement et entre l'alimentation et le poids L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 5) :

Ce modèle explique 38,9% de la variabilité du temps de trajet total (p<0,001).

**Tableau 5: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de trajet retour**
*(L'intercept correspond à la valeur estimée du temps de trajet retour pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids de l'année A, nourris avec l'alimentation dite « Basse » lors de la première itération du test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 189.990 | 14.156 | 13.421 | <2e-16 |
| Année B | -19.999 | 12.680 | -1.577 | 0.12118 |
| Itération2 | -54.699 | 9.726 | -5.624 | 8.84e-07 |
| Itération3 | -21.399 | 9.726 | -2.200 | 0.03254 |
| Réallotés | -2.610 | 12.167 | -0.215 | 0.83102 |
| Alimentation BasBis | -27.375 | 13.139 | -2.084 | 0.04244 |
| Alimentation Haute | -35.582 | 12.680 | -2.806 | 0.00717 |
| Poids homogènes | -10.082 | 12.680 | -0.795 | 0.43036 |
| Année B : Réallotés | 21.721 | 16.211 | 1.340 | 0.18645 |
| Alimentation BasBis : Homogènes | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogènes | 23.832 | 17.714 | 1.345 | 0.18469 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs de l'itération et du niveau énergétique de la ration ont été révélés par l'analyse de variance (anova).

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'itération*

Les temps de trajet retour ont été significativement différents entre chaque répétition du test (p<0,001). Pour la première itération, le temps de trajet retour moyen était de 182 secondes avec un écart-type de 95. Il était de 109 secondes pour la seconde et de 143 secondes pour la troisième, avec des écart-types respectifs de 26 et de 33.

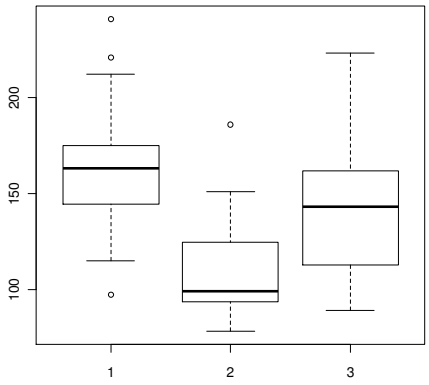


**Figure 15: Effet de l'itération sur le temps de trajet retour**

Là encore, le temps de trajet retour moyen a été minimal pour la seconde répétition du test (Figure 15). Les hypothèses restent inchangées.

- *Effet du niveau énergétique de la ration*

Comme pour le temps de trajet total, le facteur « Alimentation » a aussi eu un effet significatif dans ce modèle (p=0,0085). Pour la ration dite « Basse », la moyenne du temps de trajet était de 169 secondes avec un écart-type de 91. Elle était de 130 secondes pour la ration « Haute » et de 125 secondes pour la ration « BasBis » avec des écart-types respectifs de 40 et de 29.

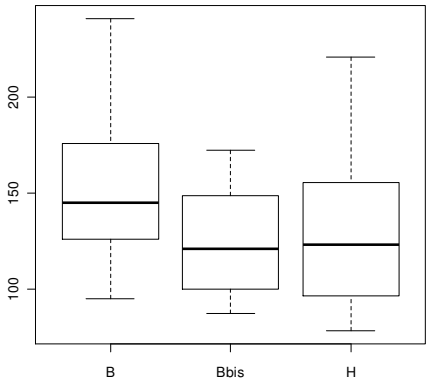


**Figure 16: Effet du niveau énergétique de la ration sur le temps de trajet retour**

Comme nous l'avons déjà décrit par deux fois, les lots nourris avec la ration dite « Basse » ont eu des temps de trajet supérieurs à ceux des lots nourris avec la ration dite « Haute », nous confortant ainsi dans nos conclusions (Figure 16). Les lots « BasBis » ont eu un temps de trajet moyen quasiment égal à celui des lots « Haut ». Rappelons que ces derniers reçoivent le même aliment, les lots « BasBis » se différenciant des lots « Haut » par le rationnement qui leur a été imposé. Cette observation nous amène à penser que la densité énergétique est belle et bien en cause et non pas la quantité totale d'unités fourragères apportées par la ration alimentaire.

## B) Temps de blocage

### 1) *Présentation des résultats*

Les résultats obtenus pour le temps de trajet sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 6), avec une distinction entre les temps de blocage total, à l'aller et au retour.

**Tableau 6: Moyennes et écart-types des temps de blocage**

| | | Temps de blocage | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ***Total*** | | ***Aller*** | | ***Retour*** | |
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 133,4 | 51,9 | 61,4 | 37,8 | 72,0 | 24,4 |
| | ***Réallotés*** | 125,6 | 50,4 | 56,6 | 35,4 | 69,1 | 24,6 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 137,1 | 49,5 | 66,4 | 39,4 | 70,7 | 21,3 |
| | ***Homogènes*** | 123,2 | 51,4 | 53,2 | 33,4 | 69,9 | 26,3 |
| Année | ***A*** | 132,7 | 56,8 | 60,4 | 40,1 | 72,3 | 24,0 |
| | ***B*** | 124,8 | 44,4 | 56,6 | 32,2 | 68,2 | 24,6 |
| Alimentation | ***Bas*** | 127,8 | 57,2 | 60,8 | 39,9 | 66,9 | 24,9 |
| | ***Bas Bis*** | 118,3 | 60,8 | 44,6 | 29,3 | 73,7 | 34,1 |
| | ***Haut*** | 135,0 | 38,2 | 63,1 | 34,9 | 71,9 | 17,6 |
| Itération | ***1*** | 132,3 | 60,9 | 60,3 | 44,2 | 72,0 | 23,2 |
| | ***2*** | 122,6 | 44,8 | 54,6 | 38,1 | 67,7 | 21,9 |
| | ***3*** | 131,5 | 47,0 | 60,4 | 25,2 | 71,1 | 28,2 |

Les analyses du temps de blocage au retour et du temps de blocage total ont été réalisées mais n'ont pas permis l'acceptation d'un modèle ou n'ont pas été conformes aux hypothèses du modèle utilisé. Seule l'analyse du temps de blocage à l'aller a permis l'acceptation d'un modèle.

### 2) *Temps de blocage aller*

#### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des temps de blocage aller de l'ensemble des groupes est visible dans la figure suivante (Figure 17).

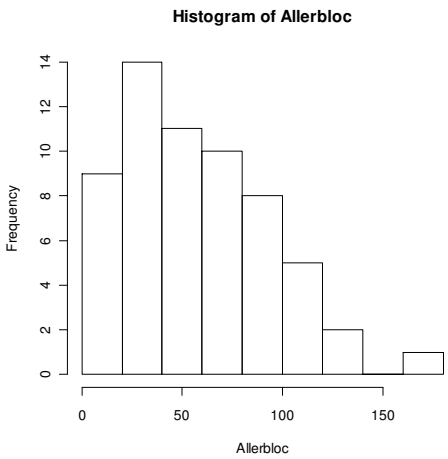


**Figure 17: Distribution du temps de blocage aller**

## b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de ce modèle, cinq facteurs, ainsi que plusieurs interactions entre deux d'entre eux, ont eu une influence sur le temps de blocage aller : l'année, l'itération, le réallotement, l'alimentation, la variabilité en poids et les interactions : « Année : Itération », « Année : Allotement », « Itération : Allotement », « Itération : Poids » et « Allotement :Alimentation ». L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 7) :

Ce modèle explique 22,9% de la variabilité de la réponse observée (p=0,02351).

**Tableau 7: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps de blocage aller**
*(L'intercept correspond à la valeur estimée du temps de blocage aller pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids de l'année A, nourris avec l'alimentation dite « Basse » lors de la première itération du test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 130.401 | 17.331 | 7.524 | 1.97e-9 |
| Année B | -46.117 | 17.383 | -2.653 | 0.01106 |
| Itération2 | -54.964 | 21.458 | -2.561 | 0.01393 |
| Itération3 | -68.550 | 21.458 | -3.195 | 0.00259 |
| Réallotés | -61.407 | 19.538 | -3.143 | 0.00299 |
| Alimentation BasBis | 1.437 | 13.743 | 0.105 | 0.91717 |
| Alimentation Haute | -25.417 | 12.957 | -1.962 | 0.05615 |
| Poids Homogènes | -33.768 | 15.094 | -2.237 | 0.03039 |
| Année B : Itération 2 | 27.000 | 20.072 | 1.345 | 0.18547 |
| Année B : Itération 3 | 47.100 | 20.072 | 2.347 | 0.02352 |
| Année B : Réallotés | 29.361 | 16.727 | 1.755 | 0.08617 |
| Itération 2 : Réallotés | 35.929 | 20.777 | 1.191 | 0.23995 |
| Itération 3 : Réallotés | 24.750 | 20.777 | 1.191 | 0.23995 |
| Itération2 : Poids Homogène | 24.179 | 20.777 | 1.164 | 0.25081 |
| Itération3 : Poids Homogène | 50.500 | 20.777 | 2.431 | 0.01922 |
| Réallotés : Alimentation BasBis | NA | NA | NA | NA |
| Réallotés : Alimentation Haute | 55.417 | 18.323 | 3.024 | 0.00415 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, seul un effet significatif de l'interaction entre le réallotement et le niveau énergétique de la ration a été révélé par l'analyse de variance (anova).

## c) Effets significatifs

### - *Effet de l'interaction entre le réallotement et le niveau énergétique de la ration*

L'interaction entre le réallotement et le niveau énergétique de la ration a eu un effet significatif sur le temps de blocage à l'aller (p=0,004). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 8) et les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 18).

**Tableau 8: Moyennes et écart-types du temps de blocage aller pour les différents groupes de l'interaction "Allotement*Alimentation"**

| | Moyenne en seconde | Ecart-type |
|---|---|---|
| Non-réallotés : Alimentation Basse | 74 | 47 |
| Non-réallotés : Alimentation BasBis | NA | NA |
| Non-réallotés : Alimentation Haute | 49 | 20 |
| Réallotés : Alimentation Basse | 48 | 27 |
| Réallotés : Alimentation BasBis | 45 | 29 |
| Réallotés : Alimentation Haute | 78 | 41 |

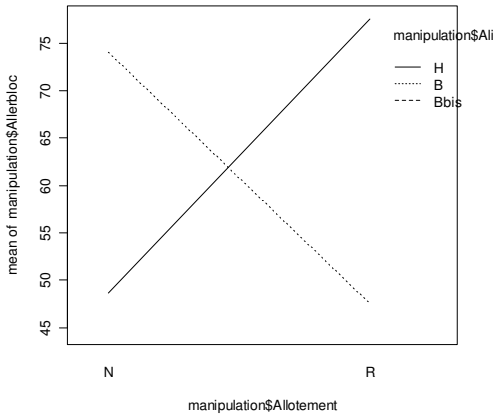


**Figure 18 : Effet de l'interaction "Allotement*Alimentation" sur le temps de blocage aller**

Graphiquement, il semblerait que les lots non-réallotés recevant une alimentation « haute » et les lots réallotés recevant une alimentation « basse » ou « bas-bis » aient été les lots les moins perturbés par le franchissement d'un obstacle sur leur parcours. A contrario, les lots non-réallotés recevant une alimentation « basse » et les lots réallotés recevant une alimentation « haute » ont eu des temps de blocage plus longs témoignant une difficulté de conduite du lot au passage des points de blocage habituels.

### - *Effet de l'interaction entre l'itération et l'homogénéité des poids*

L'effet de cette interaction n'a pas été significatif dans ce modèle mais a été proche du seuil de significativité (p=0.06).

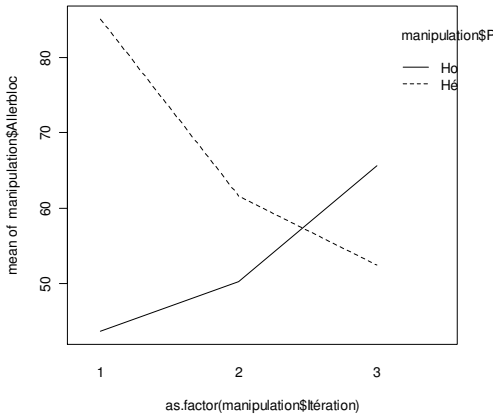


**Figure 19: Aperçu de l'effet de l'interaction "Itération*Poids" sur le temps de blocage aller**

D'après la figure ci-dessus (Figure 19), il semblerait que la différence entre les lots homogènes en poids et les lots hétérogènes en poids ait été particulièrement marquée pour la première répétition du test, avec un temps de blocage beaucoup plus long pour les lots hétérogènes en poids que pour les lots homogènes. Mais cette différence s'est estompée par la suite. En effet, pour la deuxième et la troisième répétition du test, les deux groupes avaient des moyennes de temps de blocage sensiblement égales. Ceci laisse penser que les lots hétérogènes en poids soient plus craintifs que les lots homogènes vis-à-vis des obstacles du parcours. Ceci peut laisser supposer une moindre cohésion sociale dans les lots hétérogènes, ce qui est contraire aux hypothèses initialement émises.

## C) Dispositions particulières lors du chargement

### *1) Particularités*

Pour cette série d'analyses, nous avons voulu comparer les trois tests de réactivité à la manipulation et la première partie du protocole de chargement des animaux. Cependant, nous n'avons pas pu utiliser les mêmes variables que pour le test de réactivité à la manipulation. En effet, le temps de blocage à l'entrée du corral n'a pu être estimé car son calcul prend en compte le trajet retour.

Le temps de blocage a donc été défini ici comme la somme du temps de blocage à la sortie du bâtiment et du temps de blocage au passage de la grille. Cette variable a été analysée mais le modèle adopté n'a pas vérifié les hypothèses, notamment en ce qui concerne la normalité des résidus. Les résultats ne seront donc pas présentés.

Pour les raisons sus-citées, nous n'avons pas non plus utilisé le temps de trajet aller. Il a été décidé de prendre en compte le temps d'arrivée du dernier animal du groupe dans le corral. Finalement, ce temps d'arrivée au corral correspond à la somme du temps de trajet et du temps de blocage pour le trajet aller. Son analyse statistique est présentée ci-dessous.

## 2) Présentation des résultats

Les résultats obtenus lors du protocole de chargement des animaux pour le départ vers l'abattoir ont été rassemblés avec les résultats équivalents des trois tests de réactivité à la manipulation. Le tableau suivant (Tableau 9) présente ces résultats.

**Tableau 9: Résultats obtenus lors du protocole de chargement des animaux et du trajet aller des trois tests de réactivité à la manipulation**

| | | Temps pour rejoindre le corral | | Temps de blocage | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 186,8 | 47,7 | 26,0 | 9,1 |
| | ***Réallotés*** | 204,1 | 74,6 | 29,6 | 38,7 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 196,5 | 50,4 | 26,0 | 9,3 |
| | ***Homogènes*** | 197,7 | 74,3 | 29,6 | 38,6 |
| Année | ***A*** | 202,7 | 52,2 | 25,8 | 12,7 |
| | ***B*** | 191,7 | 76,7 | 30,6 | 41,3 |
| Alimentation | ***Bas*** | 198,1 | 51,3 | 25,6 | 11,5 |
| | ***Bas Bis*** | 184,4 | 45,7 | 27,8 | 18,4 |
| | ***Haut*** | 202,7 | 84,5 | 30,9 | 45,3 |
| Itération | ***1*** | 207,9 | 59,7 | 18,5 | 6,0 |
| | ***2*** | 162,1 | 41,7 | 21,0 | 8,4 |
| | ***3*** | 206,0 | 37,7 | 28,8 | 9,5 |
| | ***4*** | 212,9 | 96,4 | 44,5 | 56,8 |

Aucune conclusion n'a semblé évidente pour le temps de blocage. Par contre, il semble que les différents lots ont mis moins de temps pour parcourir la distance les séparant du corral lors de la seconde itération du test que lors des autres itérations.

L'analyse statistique du temps de blocage a été réalisée mais elle a été rejetée car les hypothèses du modèle n'étaient pas vérifiées, notamment la normalité de la distribution des résidus. Cette analyse ne sera donc pas présentée dans ce document.

## 3) Temps total pour rallier le corral

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des temps mis par les différents lots pour rejoindre le corral est visible dans la figure suivante (Figure 20). Graphiquement, on remarque qu'un lot a eu un temps d'arrivée au corral nettement plus élevé que les autres groupes. Il s'agissait du lot réalloté, homogène en poids, recevant une alimentation haute, observé l'année B au cours du protocole de chargement. La valeur de cette observation ne pouvant s'expliquer biologiquement et pouvant perturber les résultats ultérieurs et conduire au rejet du modèle, il a donc été choisi de retirer cette valeur de la suite de l'analyse.

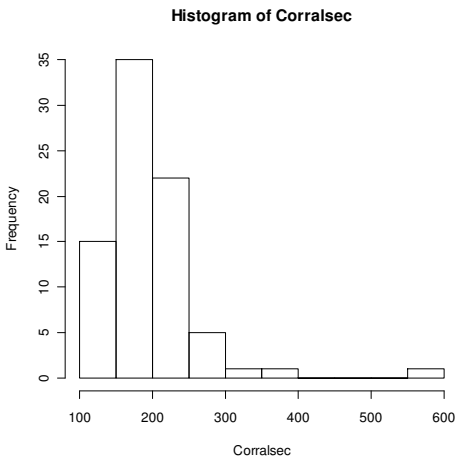


**Figure 20: Distribution du temps d'arrivée au corral**

## b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de ce modèle, les cinq facteurs, ainsi que plusieurs interactions entre deux d'entre eux, ont eu une influence sur le temps pour rallier le corral. Les interactions impliquées ont été « Année : Itération », « Année : Alimentation », « Itération : Poids » et « Allotement : Alimentation ». L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 10).

Ce modèle explique 46,5 % de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 10: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le temps d'arrivée au corral**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du temps mis pour rallier le corral pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, de l'année A, nourris avec l'alimentation dite « Basse » lors de la première itération du test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 287.220 | 17.042 | 16.853 | <2e-16 |
| Année B | -100.305 | 18.245 | -5.498 | 8.00e-7 |
| Itération2 | -83.87 | 20.553 | -4.081 | 0.000132 |
| Itération3 | -72.800 | 20.553 | -3.542 | 0.000768 |
| Itération4 (Chargement) | -80.061 | 20.646 | -3.878 | 0.000261 |
| Réallotés | -3.188 | 12.283 | -0.260 | 0.796117 |
| Alimentation BasBis | -56.339 | 16.830 | -3.348 | 0.001401 |
| Alimentation Haute | -42.366 | 15.093 | -2.807 | 0.006704 |
| Poids Homogènes | -37.232 | 16.254 | -2.291 | 0.025452 |
| Année B : Itération 2 | 60.500 | 21.972 | 2.753 | 0.007758 |
| Année B : Itération 3 | 82.100 | 21.972 | 3.737 | 0.000413 |
| Année B : Itération 4 | 48.871 | 22.317 | 2.190 | 0.032367 |
| Réallotés : Alimentation BasBis | NA | NA | NA | NA |
| Réallotés : Alimentation Haute | 36.732 | 17.541 | 2.094 | 0.040420 |
| Itération 2 : Homogènes | 13.125 | 22.425 | 0.585 | 0.560520 |
| Itération 3 : Homogènes | 49.833 | 22.425 | 2.222 | 0.029989 |
| Itération 4 : Homogènes | 68.934 | 22.660 | 3.042 | 0.003462 |
| Année B : Alimentation BasBis | 92.813 | 21.274 | 4.363 | 5.04e-5 |
| Année B : Alimentation Haute | 33.107 | 17.514 | 1.887 | 0.063870 |

Parmi les cinq facteurs de variations et quatre interactions impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés par l'analyse de variance (anova) que pour certains d'entre eux. Il s'agissait des effets de l'année d'étude, de l'itération et de l'interaction entre l'allotement et le niveau énergétique de la ration.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année*

Les temps d'arrivée au corral ont été significativement différents pour les lots des deux années (p=0,008). Les groupes de taurillons ont mis en moyenne 203 secondes pour atteindre le corral l'année A et 181 secondes l'année B. Les écart-types respectifs étaient de 52 et de 40.

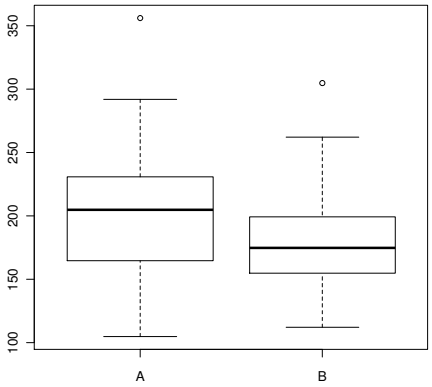


**Figure 21: Effet de l'année sur le temps d'arrivée au corral**

Les lots de taurillons de l'année A ont eu des temps d'arrivée au corral supérieurs à ceux de l'année B (Figure 21). Ces résultats nous ont conduit à émettre l'hypothèse que les animaux de l'année A seraient plus sensibles aux évènements du parcours ou à l'environnement extérieur en général que ceux de l'année B. Chaque perturbation rencontrée affecte plus fortement les groupes de l'année A qui peuvent réagir en s'arrêtant, d'où un allongement du temps de parcours.

#### - *Effet de l'itération*

Les temps d'arrivée au corral ont été significativement différents entre chaque répétition du test (p<0 ,001). Les moyennes de ces temps étaient respectivement de 208 secondes, 162 secondes, 206 et enfin 193 secondes. Les écart-types respectifs étaient de 60, 42, 38 et de 34.

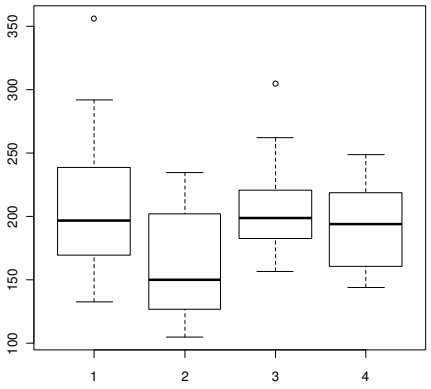


**Figure 22: Effet de l'itération sur le temps d'arrivée au corral**

Graphiquement (Figure 22), il semble que le temps d'arrivée au corral a été minimal lors de la deuxième itération, c'est-à-dire lorsque les animaux passaient le test pour la deuxième fois, en milieu d'engraissement. Au contraire, les temps lors du premier test, lors du dernier test et lors du protocole de chargement ne semblent pas différer.

Pour expliquer cette variation, on peut émettre les mêmes hypothèses que celles émises pour le temps de trajet total, à savoir que les animaux seraient particulièrement réactifs à l'environnement extérieur pendant le premier test de réactivité à la manipulation, rendant ainsi la manipulation difficile et le temps de trajet long. Pour la seconde expérience, le parcours serait déjà connu des animaux et la manipulation plus aisée.

Enfin, les deux mêmes hypothèses peuvent être avancées pour expliquer l'augmentation du temps d'arrivée au corral entre la deuxième et la troisième répétition de ce test. Elle pourrait être expliquée par le gabarit des animaux. En effet, malgré la connaissance du trajet, les animaux sont de plus en plus gros et ne peuvent plus passer à plusieurs de front sur certaines portions du parcours. Ils doivent passer les uns après les autres, ce qui pourrait expliquer l'allongement du temps de parcours. La deuxième hypothèse serait que les animaux, s'ils subissent de nombreuses manipulations aversives après la deuxième répétition du test, deviennent moins coopératifs et/ou plus craintifs, d'où un allongement du temps de trajet.

### - *Effet de l'interaction entre le réallotement et le niveau énergétique de la ration*

L'interaction entre le réallotement et le niveau énergétique de la ration a été donnée comme ayant un effet significatif par notre analyse statistique (p=0,040). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 11) et les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 23).

**Tableau 11: Moyennes et écart-types du temps d'arrivée au corral pour les différents groupes de l'interaction "Allotement*Alimentation"**

| | Moyenne en seconde | Ecart-type |
|---|---|---|
| Non-réallotés : Alimentation Basse | 200 | 54 |
| Non-réallotés : Alimentation BasBis | NA | NA |
| Non-réallotés : Alimentation Haute | 174 | 38 |
| Réallotés : Alimentation Basse | 197 | 50 |
| Réallotés : Alimentation BasBis | 184 | 46 |
| Réallotés : Alimentation Haute | 232 | 107 |

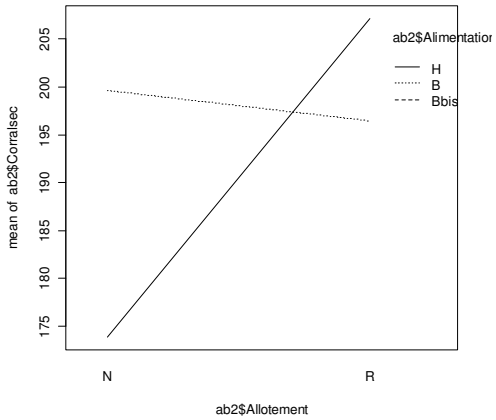


**Figure 23: Effet de l'interaction "Allotement*Alimentation" sur le temps d'arrivée au corral**

En considérant que plus le temps pour atteindre le corral est long, plus les animaux sont réactifs vis-à-vis de leur environnement, on peut émettre les hypothèses suivantes pour expliquer les différences de temps de parcours observées :

- Les animaux réallotés et nourris avec la ration « haute » sont les plus réactifs. Les perturbations liées au réallotement s'ajoutent à celle d'une alimentation à forte densité énergétique rendant les animaux particulièrement réactifs.
- La réactivité des lots nourris avec les rations « Basse » et « BasBis » est intermédiaire. Le réallotement ne semble pas affecter profondément le comportement des animaux de ces groupes. La réactivité des animaux pourrait s'expliquer par une non-satisfaction des besoins alimentaires et une compétition alimentaire importante.
- Enfin la réactivité des lots non-réallotés et nourris avec la ration « Haute » est la plus faible. Malgré une alimentation à forte densité énergétique, ces animaux ne subissent pas les perturbations récurrentes dues au réallotement et ne seraient pas enclins à la compétition alimentaire car leurs besoins sont largement couverts.

## D) Observations comportementales dans le corral

### *1) Présentation des résultats*

Cette série d'analyses prend en compte les observations comportementales dans le corral des trois tests de réactivité à la manipulation ainsi que celles avant le chargement des animaux pour le départ vers l'abattoir. Les observations lors du chargement ont été affectées du numéro 4 pour le facteur de variation « Itération ».

Les moyennes et écart-types des nombres totaux de vocalises ou d'autres comportements réalisés par chaque lot lors de l'attente dans le corral sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 12) :

**Tableau 12: Moyennes et écart-types du nombre total de vocalises et de comportements agonistiques réalisés lors de l'attente au corral**

| | | Vocalises | | Autres comportements | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 43,6 | 28,1 | 13,5 | 20,4 |
| | ***Réallotés*** | 35,4 | 21,6 | 12,4 | 19,0 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 35,1 | 17,6 | 15,9 | 24,4 |
| | ***Homogènes*** | 41,1 | 28,2 | 10,9 | 15,3 |
| Année | ***A*** | 39,9 | 31,5 | 14,8 | 22,5 |
| | ***B*** | 37,5 | 15,1 | 10,9 | 15,9 |
| Alimentation | ***Bas*** | 43,5 | 29,0 | 13,4 | 24,2 |
| | ***Bas Bis*** | 35,6 | 25,9 | 12,0 | 19,2 |
| | ***Haut*** | 35,5 | 18,4 | 12,8 | 14,2 |
| Itération | ***1*** | 56,4 | 20,5 | 1,0 | 1,4 |
| | ***2*** | 31,1 | 13,0 | 6,2 | 9,0 |
| | ***3*** | 32,3 | 27,3 | 9,8 | 8,0 |
| | ***4*** | 35,1 | 27,1 | 34,5 | 27,1 |

Les lots ont vocalisé de moins en moins au fil des itérations. A contrario, ils ont de plus en plus réalisé de comportements agonistiques lors de l'attente au corral.

Pour les besoins de l'analyse, les données des observations comportementales ont été passées en logarithme.

## *1) Vocalises*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des logarithmes du nombre de vocalises de chaque lot et toutes itérations confondues est visible dans la figure suivante (Figure 24).

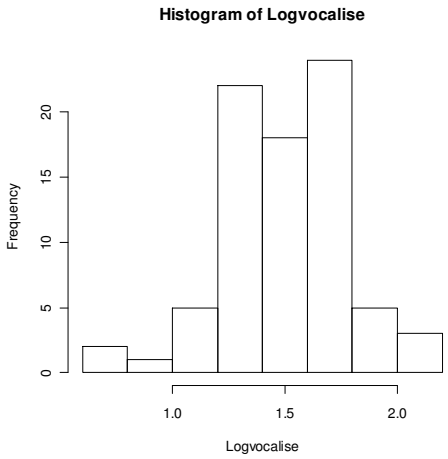


**Figure 24: distribution des logarithmes du nombre de vocalises**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de celui-ci, quatre facteurs de variations, ainsi que plusieurs interactions entre deux d'entre eux, ont eu une influence sur le logarithme du nombre total de vocalises à savoir : l'année, l'itération, l'alimentation et la variabilité en poids, et les interactions « Année : Poids » et « Année : Alimentation ». L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 13).

Ce modèle explique 33,3 % de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 13: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le logarithme du nombre de vocalises**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du logarithme du nombre de vocalises pour les lots hétérogènes en poids, de l'année A, nourris avec l'alimentation dite « Basse » lors de la première itération du test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 1.67925 | 0.08277 | 20.289 | <2e-16 |
| Année B | 0.10938 | 0.09893 | 1.106 | 0.272732 |
| Itération2 | -0.27150 | 0.07225 | -3.758 | 0.000355 |
| Itération3 | -0.32650 | 0.07225 | -4.519 | 2.5e-5 |
| Itération4 (Chargement) | -0.28150 | 0.07225 | -3.896 | 0.000223 |
| Alimentation BasBis | -0.09812 | 0.10685 | -0.918 | 0.361651 |
| Alimentation Haute | -0.23125 | 0.08077 | -2.863 | 0.005554 |
| Poids Homogène | 0.21500 | 0.08077 | 2.662 | 0.009662 |
| Année B : Alimentation BasBis | -0.08438 | 0.15111 | -0.558 | 0.578407 |
| Année B : Alimentation Haute | 0.26625 | 0.11423 | 2.331 | 0.022692 |
| Année B : Poids Homogènes | -0.23375 | 0.11423 | -2.046 | 0.044539 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'itération et de l'interaction entre l'année d'étude et l'homogénéité des poids.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'itération*

Le logarithme du nombre de vocalises a été significativement différent lors des itérations successives (p<0,001). La moyenne du nombre de vocalises, tous lots confondus, était de 56 pour la première itération avec un écart-type de 20. Elle était ensuite de 31 à la seconde itération avec un écart-type de 13. A la troisième itération, elle était de 32 avec un écart-type de 27. Enfin au chargement, les lots ont vocalisé 35 fois en moyenne avec un écart-type de 27.

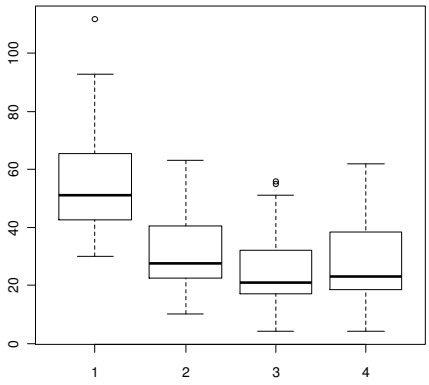


**Figure 25: Effet de l'itération sur le nombre de vocalises dans le corral**

Graphiquement (Figure 25), il semblerait que le nombre moyen de vocalises ait été particulièrement élevé lors de la première itération du test. Il semblerait également que ce nombre ait eu tendance à décroître jusqu'à la troisième itération. Le nombre de vocalises semble avoir été sensiblement le même lors des trois derniers tests.

Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer ces résultats. La première est que les animaux sont fortement perturbés pendant le premier test, cette perturbation s'exprimant notamment par des vocalisations. Dès le second test, les animaux sont nettement moins craintifs au cours de l'expérience et vocalisent d'autant moins.

La seconde serait que le répertoire comportemental des animaux évolue. Ainsi, le stress des animaux se traduirait différemment au cours du temps. En début d'engraissement, les animaux vocalisent de nombreuses fois. La diminution du nombre de vocalises ne serait pas synonyme d'une diminution de la réactivité car d'autres comportements traduisant le stress pourraient apparaître.

### - *Effet de l'interaction entre l'année et l'homogénéité des poids*

L'interaction entre l'année d'étude et l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots a été donnée comme ayant un effet significatif par notre analyse statistique (p=0,044). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 14) et les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 26).

**Tableau 14: Moyennes et écart-types du nombre de vocalises pour les différents groupes de l'interaction "Année*Poids"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Année A : Homogène | 47 | 36 |
| Année A : Hétérogène | 30 | 21 |
| Année B : Homogène | 36 | 17 |
| Année B : Hétérogène | 40 | 12 |

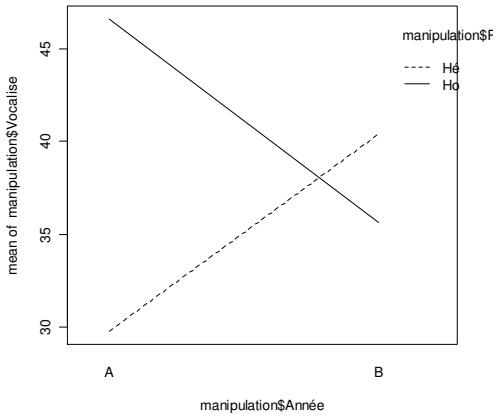


**Figure 26: Effet de l'interaction "Année*Poids" sur le nombre de vocalises au corral**

Graphiquement (Figure 26), il semblerait que la différence entre les lots homogènes en poids et les lots hétérogènes en poids ait été particulièrement marquée la première année mais qu'elle s'est estompée la seconde année. Pour l'année A, les lots homogènes en poids ont plus vocalisé que les lots hétérogènes en poids. Ceci pourrait être le reflet d'une plus grande réactivité des lots homogènes en poids.

L'hypothèse qui expliquerait cette différence est que l'homogénéité des poids au sein d'un lot perturbe durablement la mise en place de la hiérarchie sociale et diminue donc la cohésion du groupe. Les sujets de ce groupe sont alors plus sensibles aux perturbations ou évènements stressants. Ici, le temps d'attente dans un lieu inhabituel peut être perçu comme un stress. Les lots homogènes en poids réagissent plus fortement à ce stress en vocalisant à de nombreuses reprises.

- *Effet de l'homogénéité des poids*

L'homogénéité des poids des animaux au sein des lots n'a pas eu un effet significatif dans ce modèle mais a semblé tendre vers le niveau de significativité choisi (p=0,090).

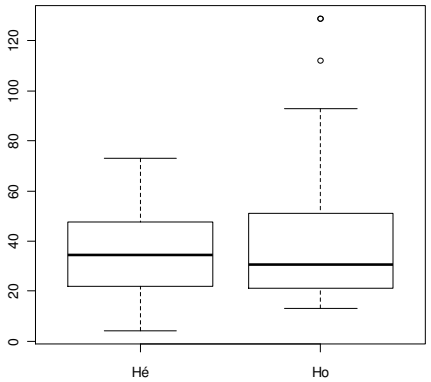


**Figure 27: aperçu de l'effet de l'homogénéité des poids sur le nombre de vocalises**

Graphiquement (Figure 27), il semblerait que les lots homogènes en poids aient vocalisé plus fréquemment que les lots hétérogènes en poids. Ceci est en accord avec l'observation faite précédemment et conforterait notre hypothèse.

## 2) Comportements agonistiques

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des logarithmes du nombre de comportements agonistiques de chaque lot et toutes itérations confondues est visible dans la figure suivante (Figure 28).

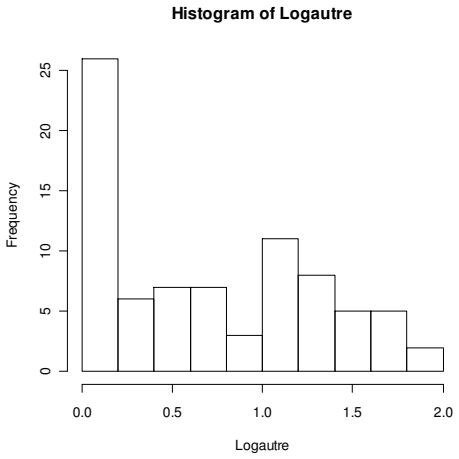


**Figure 28: Distribution du logarithme du nombre de comportements agonistiques au corral**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, seuls deux facteurs de variations, l'année et l'itération, ont eu une influence sur le logarithme du nombre total de comportements agonistiques. L'influence de ces deux facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 15).

Ce modèle explique 53,8 % de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 15: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le logarithme du nombre de comportements agonistiques**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du logarithme du nombre de comportements agonistiques pour les lots de l'année A lors de la première itération du test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 0.19087 | 0.10573 | 1.805 | 0.07503 |
| Année B | -0.13575 | 0.09456 | -1.436 | 0.15529 |
| Itération2 | 0.37750 | 0.13373 | 2.823 | 0.00609 |
| Itération3 | 0.70050 | 0.13373 | 5.238 | 1.44e-6 |
| Itération4 (Chargement) | 1.24950 | 0.13373 | 9.343 | 3.32e-14 |

Parmi les deux facteurs de variations impliqués dans le modèle, seul l'effet de l'itération a été donné comme étant significatif par l'analyse de variance (p<0,001).

### c) Effet de l'itération

Seule l'itération a eu un effet significatif dans ce modèle (p<0,001). Lors de la première réalisation du test, un seul comportement agonistique a été observé par lot en moyenne (écart-type de 1,4). Au cours de la seconde, la moyenne du nombre de comportements

agonistiques par lot était de 6,2 avec un écart-type de 9,0. Pour la troisième, cette moyenne est montée à 9,8 avec un écart-type de 8,0. Enfin avant le chargement, elle était de 34,5 comportements agonistiques par lot avec un écart-type de 27,1.

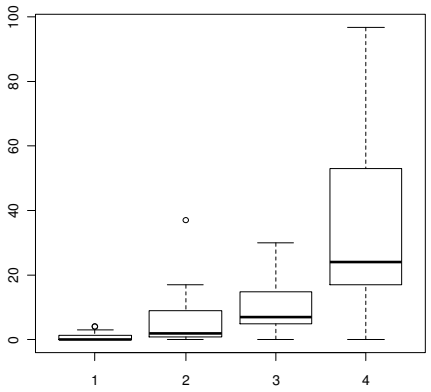


**Figure 29: Effet de l'itération sur le nombre de comportements agonistiques au corral**

Graphiquement (Figure 29), il a semblé ici évident que plus l'expérience a été répétée, plus le nombre de comportements agonistiques a augmenté. Cette observation peut être traduite différemment en disant que plus les animaux étaient âgés, plus le nombre de comportements agonistiques a augmenté.

En associant ce résultat à celui obtenu pour les vocalises, il devient impossible de conclure quant à l'éventuelle évolution de la réactivité des animaux au cours du temps. Par contre, ces résultats nous permettent d'affirmer que le répertoire comportemental des taurillons évolue avec l'âge face à une situation inhabituelle. Ainsi, en début d'engraissement, le stress perçu par les animaux lors de l'attente au corral se traduit quasi exclusivement par des vocalises. Plus les animaux sont âgés, plus le nombre de vocalises tend à diminuer et le stress se traduit de plus en plus par des comportements agonistiques tels des coups, luttes ou chevauchements.

# II) Test de réactivité à la contention

Pour ce test, trois observations ont été réalisées sur chaque individu, à savoir le nombre de mouvements réalisés lors du passage dans la cage (quel que soit sa nature), le nombre de mouvements brusques, et la vitesse de sortie de la cage. Les moyennes ont ensuite été calculées pour chaque lot.

## A) Mouvements totaux

### *1) Présentation des résultats*

Les résultats obtenus pour les mouvements totaux sont résumés dans le tableau suivant (Tableau 16) en prenant en compte les facteurs de variation.

**Tableau 16: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux**

| | | Mouvements totaux | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Premier test | | | | Second test | | | |
| | | *Premier passage* | | *Second passage* | | *Premier passage* | | *Second passage* | |
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 32,3 | 7,1 | 30,6 | 5,1 | 26,0 | 5,9 | 26,5 | 6,1 |
| | ***Réallotés*** | 36,2 | 6,2 | 33,3 | 5,2 | 27,5 | 7,8 | 25,3 | 5,3 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 33,1 | 2,6 | 31,5 | 3,4 | 26,2 | 7,3 | 25,0 | 5,4 |
| | ***Homogènes*** | 35,6 | 8,4 | 32,7 | 6,3 | 27,3 | 7,0 | 26,3 | 5,7 |
| Année | ***A*** | 35,8 | 7,2 | 33,4 | 6,0 | 21,0 | 2,4 | 22,5 | 3,4 |
| | ***B*** | 33,4 | 6,3 | 31,0 | 4,2 | 32,8 | 4,3 | 29,0 | 5,3 |
| Alimentation | ***Bas*** | 33,9 | 6,5 | 31,8 | 5,7 | 26,9 | 6,4 | 26,6 | 6,1 |
| | ***Bas Bis*** | 34,9 | 6,4 | 33,8 | 6,9 | 26,9 | 8,7 | 25,4 | 6,1 |
| | ***Haut*** | 35,1 | 7,8 | 31,8 | 4,3 | 26,9 | 7,5 | 25,2 | 5,2 |

A la vue de ce tableau, plusieurs remarques ont été faites :

- Les animaux ont été de plus en plus calmes au fil des passages en cage de contention, en réalisant de moins de moins de mouvements de natures diverses et ce quel que soit le facteur de variation considéré.
- Lors du premier test de réactivité à la contention, les lots réallotés n'ont, en moyenne, pas réalisé autant de mouvements que les lots réallotés. Ce constat n'a pas été aussi marqué pour le second test.
- Lors du second test, les animaux de l'année B ont été nettement plus actifs que ceux de l'année A.

Grâce à ces résultats, plusieurs comparaisons ont pu être faites. Il en a été de même pour les mouvements brusques :

- Comparaison du premier passage en cage pour chaque test, afin de juger de la réactivité des animaux face à un évènement stressant, ici une contention.
- Comparaison du second passage pour chaque test, afin de juger de la réactivité des animaux face à une situation connue.
- Comparaison des passages successifs pour le premier test, afin de juger de l'adaptation à une situation en début d'engraissement
- Comparaison des passages successifs pour le second test, afin de juger de l'adaptation à une situation en fin d'engraissement.
- Comparaison globale de la réactivité face à une contention.

## 2) Comparaison du premier passage en cage pour chaque test

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements totaux de chaque lot pour les premiers passages de chaque test est visible dans la figure suivante (Figure 30).

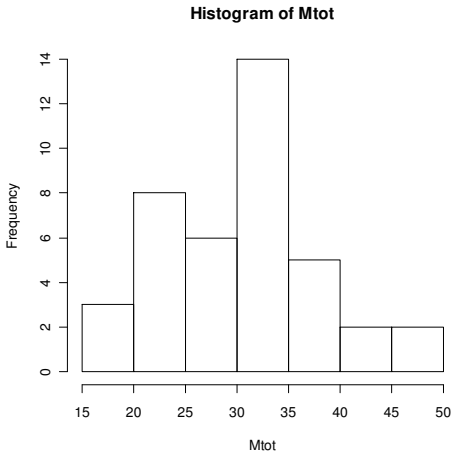


**Figure 30: Distribution des moyennes de mouvements totaux de chaque lot lors du premier passage en cage**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, les cinq facteurs de variation, ainsi que plusieurs interactions entre deux d'entre eux, ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements totaux lors du premier passage en cage de chaque test. Les interactions concernées ont été les interactions « Année : Itération », « Année : Allotement », « Année : Alimentation » et « Alimentation : Poids ». L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 17).

Ce modèle explique 58,7% de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 17: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du premier passage en cage**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, nourris avec la ration « basse », de l'année A lors du premier passage du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 34.0065 | 2.7392 | 12.415 | 6.65e-13 |
| Année B | -1.8653 | 3.4468 | -0.541 | 0.592676 |
| Itération2 | -14.8380 | 2.2365 | -6.634 | 3.38e-07 |
| Réallotés | 0.3188 | 2.5005 | 0.127 | 0.899477 |
| Alimentation BasBis | 2.6100 | 3.5363 | 0.738 | 0.466619 |
| Alimentation Haute | 1.0037 | 3.0625 | 0.328 | 0.745537 |
| Poids Homogènes | -0.8187 | 2.5005 | -0.327 | 0.745537 |
| Année B : Itération 2 | 14.2430 | 3.1630 | 4.503 | 0.000108 |
| Année B : Réallotés | 5.6400 | 3.5363 | 1.595 | 0.121964 |
| Année B : Alimentation BasBis | -6.4987 | 4.6781 | -1.389 | 0.175724 |
| Année B : Alimentation Haute | -6.6575 | 3.5363 | -1.883 | 0.070181 |
| Alimentation BasBis : Homogènes | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogènes | 5.9300 | 3.5363 | 1.677 | 0.104694 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude, de l'itération et de l'interaction entre l'année et itération.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année*

Les animaux de l'année B ont réalisé significativement plus de mouvements totaux lors du premier passage en cage de chaque test que les animaux de l'année A (p=0.0062). Au cours de l'année A, les animaux ont réalisé 28,4 mouvements en moyenne lors du premier passage en cage avec un écart-type de 9,2. La seconde année, la moyenne de mouvements totaux était de 33,1 avec un écart-type de 5,2.

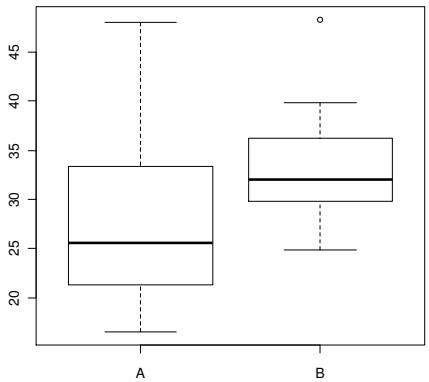


**Figure 31: Effet de l'année sur le nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage**

Les animaux de l'année B ont donc été plus actifs lors du premier passage en cage que ceux de l'année A (Figure 31).

#### - *Effet de l'itération*

Indépendamment de l'année, la différence entre les moyennes de mouvements totaux lors de la première ou seconde réalisation du test a également été significative (p<0,001). Lors de la première réalisation du test, la moyenne de mouvements totaux était de 34,6 avec un écart-type de 6,7. Elle était de 26,9 lors du second test avec un écart-type de 6,9.

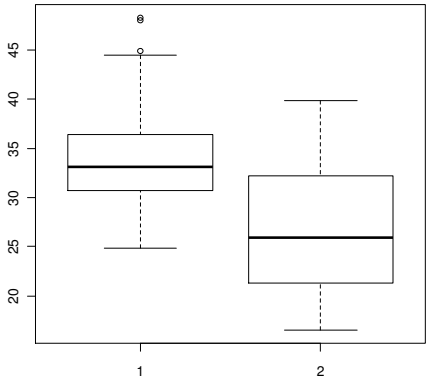


**Figure 32: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage**

Lors de la seconde réalisation du test, les animaux ont donc été plus calmes (Figure 32).

### - *Effet de l'interaction entre l'année et l'itération*

L'interaction entre l'année d'étude et l'itération a été donnée comme ayant un effet significatif par notre modèle (p<0,001). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 18) et les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 33).

**Tableau 18: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage pour les différents groupes de l'interaction "Année*Itération"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Année A : Itération 1 | 35.8 | 7.2 |
| Année A : Itération 2 | 21.0 | 2.4 |
| Année B : Itération 1 | 33.4 | 6.3 |
| Année B : Itération 2 | 32.8 | 4.3 |

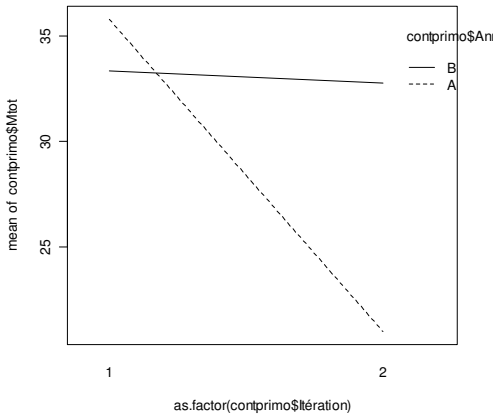


**Figure 33: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur le nombre de mouvements totaux lors du premier passage en cage**

Graphiquement (Figure 33), il semblerait donc que les animaux de l'année A ont réalisé beaucoup moins de mouvements lors du second test. Les autres groupes ont eu des moyennes sensiblement égales. Cette diminution du nombre de mouvements totaux des animaux de l'année A lors du second test peut suffire à expliquer la différence de moyenne observée entre les deux années et entre les deux itérations. Il convient donc d'expliquer la diminution du nombre de mouvements pour les animaux de l'année A lors du second test.

Si les animaux ont une telle différence d'activité entre les deux répétitions du test, c'est soit qu'ils sont moins apeurés et donc moins réactifs, soit que leur crainte les tétanise (phénomène aussi appelé « freezing »).

Un deuxième axe de réflexion serait de considérer la diminution du nombre de mouvements des animaux de l'année A comme « normale », les animaux étant habitués à entrer dans la cage de contention. Ceci revient alors à conclure que les animaux de l'année B restent particulièrement réactifs pendant toute leur période d'engraissement, d'où une non-diminution du nombre de mouvements totaux lors du second test.

Dans les deux cas, si ce résultat est confirmé par les autres observations, nous devrons chercher l'explication dans les traitements ayant été imposés aux animaux au cours des deux années. En effet, nous pouvons supposer que les traitements, manipulations, ou autres

interventions sur les animaux n'ont pas été rigoureusement identiques pour les deux années. Ainsi les animaux ayant subi de nombreuses interventions peuvent soit être plus coopératifs lors des passages ultérieurs en cage si les interventions n'ont pas été aversives, soit être plus réactifs si celles-ci l'ont été. La réactivité des animaux pouvant se traduire soit par une augmentation du nombre de mouvements, soit par le phénomène de « freezing » si la crainte est très intense.

## 3) *Comparaison du second passage en cage pour chaque test*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements totaux de chaque lot pour les seconds passages de chaque test est visible dans la figure suivante (Figure 34).

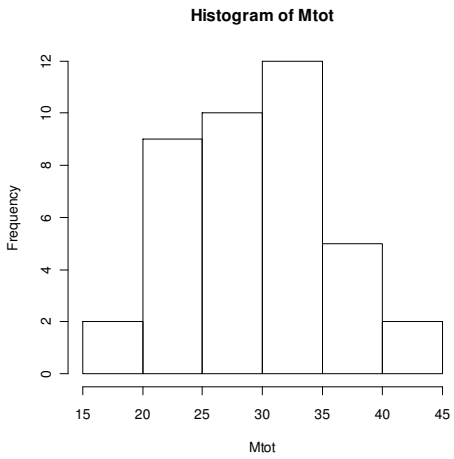


**Figure 34: Distribution de la moyenne de mouvements totaux de chaque lot lors du second passage en cage**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de ce dernier, les cinq facteurs de variations étudiés, ainsi que les interactions « Année : Itération », « Année : Allotement », « Itération : Allotement » et « Alimentation : Poids », ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements totaux lors du second ,passage en cage de chaque test. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 19).

Ce modèle explique 38,0% de la variabilité de la réponse observée (p=0,0035).

**Tableau 19: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du second passage en cage**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, nourris avec la ration « basse », de l'année A lors du second passage du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 33.0363 | 2.5310 | 13.053 | 6.63e-14 |
| Année B | -2.4720 | 2.1834 | -1.132 | 0.26652 |
| Itération 2bis | -8.5515 | 2.8883 | -2.961 | 0.00595 |
| Réallotés | 2.5856 | 2.3372 | 1.106 | 0.27739 |
| Alimentation BasBis | 0.9791 | 2.5892 | 0.378 | 0.70799 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Alimentation Haute | -3.6975 | 2.4411 | -1.515 | 0.14032 |
| Poids Homogènes | -1.7913 | 2.4411 | -0.734 | 0.46877 |
| Année B : Itération 2bis | 8.9880 | 3.0878 | 2.911 | 0.00674 |
| Itération 2bis : Réallotés | -3.9125 | 3.1514 | -1.241 | 0.22404 |
| Alimentation BasBis : Homogène | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogène | 5.9962 | 3.4522 | 1.737 | 0.09266 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait de l'effet de l'itération et de l'effet de l'interaction entre l'année d'étude et l'itération.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'itération*

Comme lors du premier passage en cage, le nombre moyen de mouvements totaux en cage a été significativement différent entre les deux tests (p<0,001). Lors du second passage en cage de la première itération, la moyenne de mouvements totaux était de 32,2 avec un écart-type de 5,2. Lors de la seconde itération, cette moyenne était de 25,8 avec un écart-type de 5,5.

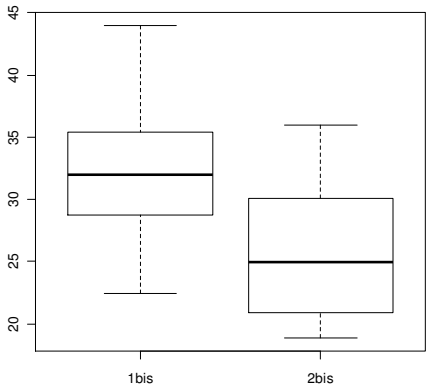


**Figure 35: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage**

Là encore, les animaux ont réalisé moins de mouvements lors du second test (Figure 35).

#### - *Effet de l'interaction entre l'année et l'itération*

L'interaction entre l'année d'étude et l'itération a été donnée comme ayant un effet significatif par notre modèle (p=0,0067). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 20) et les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 36).

**Tableau 20: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage pour les différents groupes de l'interaction "Année*Itération"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Année A : Itération 1bis | 33.4 | 6.0 |
| Année A : Itération 2bis | 22.5 | 3.4 |
| Année B : Itération 1bis | 31.0 | 4.2 |
| Année B : Itération 2bis | 29.0 | 5.3 |

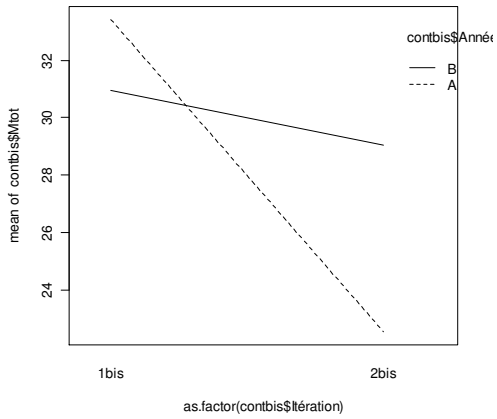


**Figure 36: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur le nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage**

Comme nous l'avons noté pour le premier passage en cage, il semblerait là encore que les lots de l'année A aient réalisé nettement moins de mouvements que les autres groupes lors du second passage en cage du second test. Cette observation nous conforte dans les hypothèses émises précédemment.

- *Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration*

L'interaction entre l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots et le niveau énergétique de la ration n'a pas eu un effet significatif dans ce modèle mais cet effet était proche du seuil de significativité (p=0,093). Les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 37).

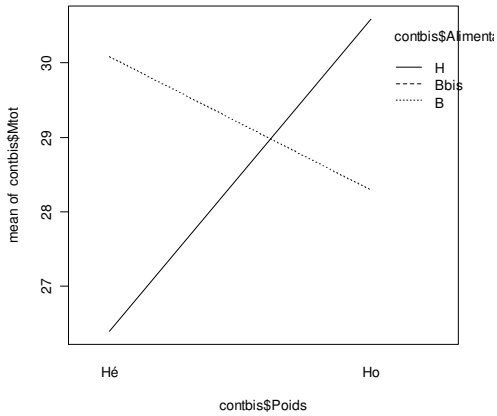


**Figure 37: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements totaux lors du second passage en cage**

Les lots homogènes en poids et recevant une alimentation de densité énergétique élevée semblent avoir été les lots les plus actifs lors d'une contention en cage. Les lots hétérogènes en poids et recevant cette même alimentation semblent au contraire avoir été les moins actifs. Enfin, les lots recevant une alimentation de faible densité énergétique semblent avoir eu un niveau d'activité intermédiaire. Ces observations ne sont que le reflet d'une tendance et restent donc à vérifier.

## *4) Comparaison des deux passages successifs pour la première itération*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements totaux de chaque lot pour les deux passages successifs du premier test est visible dans la figure suivante (Figure 38).

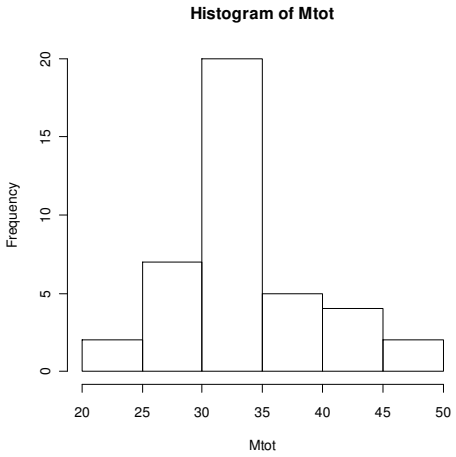


**Figure 38: Distribution de la moyenne de mouvements totaux lors du premier test de réactivité à la contention**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, les cinq facteurs de variations étudiés, ainsi que les

interactions« Année : Allotement », « Année : Alimentation », « Allotement : Alimentation » et « Allotement : Poids », ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements totaux lors du second passage en cage de chaque test. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 21).

Ce modèle explique 31,3 % de la variabilité de la réponse observée (p=0,020).

**Tableau 21: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du premier test de réactivité à la contention**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, nourris avec la ration « basse », de l'année A lors du premier passage du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 31.0771 | 2.7730 | 11.207 | 7.34e-12 |
| Année B | 1.3756 | 3.0685 | 0.448 | 0.65739 |
| Itération 1bis | -2.4010 | 1.5846 | -1.515 | 0.14092 |
| Réallotés | 0.2475 | 3.5432 | 0.070 | 0.94481 |
| Alimentation BasBis | 2.5334 | 3.6523 | 0.694 | 0.49361 |
| Alimentation Haute | 8.5531 | 3.0658 | 2.787 | 0.00944 |
| Poids Homogènes | -1.5887 | 2.5054 | -0.634 | 053115 |
| Année B : Réallotés | 5.1062 | 3.5432 | 1.441 | 0.16064 |
| Année B : Alimentation BasBis | -13.3394 | 4.6873 | -2.846 | 0.00819 |
| Année B : Alimentation Haute | -10.5738 | 3.5432 | -2.984 | 0.00584 |
| Réallotés : Alimentation BasBis | NA | NA | NA | NA |
| Réallotés : Alimentation Haute | -5.2488 | 3.5432 | -1.481 | 0.14968 |
| Réallotés : Homogènes | 6.6812 | 3.5432 | 1.886 | 0.06976 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, seul l'effet de l'allotement a été donné comme étant significatif par l'analyse de variance (anova).

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'allotement*

L'allotement pratiqué le jour de l'entrée en SCI a eu un effet significatif sur le nombre de mouvements en cage lors du premier test (p=0,049). Les lots ayant subi un réallotement en début d'engraissement ont réalisé 34,7 mouvements en moyenne dans la cage avec un écart-type de 5,8. Quant aux lots dont la composition est restée constante, ils n'ont réalisé que 31,4 mouvements en moyenne avec un écart-type de 6,0.

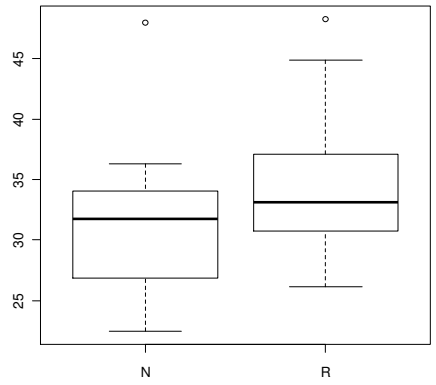


**Figure 39: Effet de l'allotement sur le nombre de mouvements totaux lors du premier test de réactivité à la contention**

Les lots réallotés ont donc été plus actifs lors de la contention en cage que les lots non-réallotés (Figure 39), reflet d'une plus grande réactivité des animaux réallotés lors des opérations de contention.

- *Effet de l'interaction entre l'allotement et l'homogénéité des poids*

L'interaction entre l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots et le réallotement imposé ou non aux différents lots en début d'engraissement n'a pas eu un effet significatif dans ce modèle mais cet effet était proche du seuil de significativité (p=0,070). Les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 40).

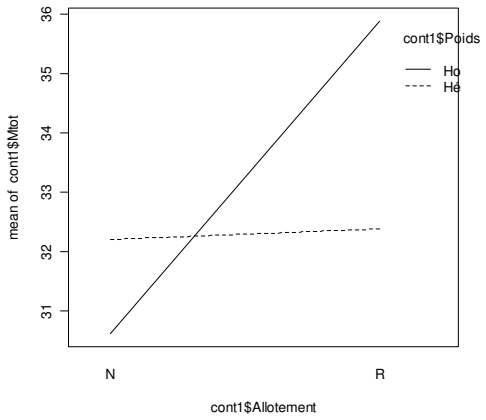


**Figure 40: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Allotement" sur le nombre de mouvements totaux lors premier test de réactivité à la contention**

Graphiquement (Figure 40), il semblerait que les lots réallotés et homogènes en poids aient été les lots les plus actifs lors d'une contention en cage. Les autres groupes ont eu des moyennes de mouvements assez proches. Cette tendance mérite toutefois d'être confirmée.

## 5) *Comparaison des deux passages successifs pour la seconde itération*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements totaux de chaque lot pour les deux passages successifs du second test est visible dans la figure suivante (Figure 41).

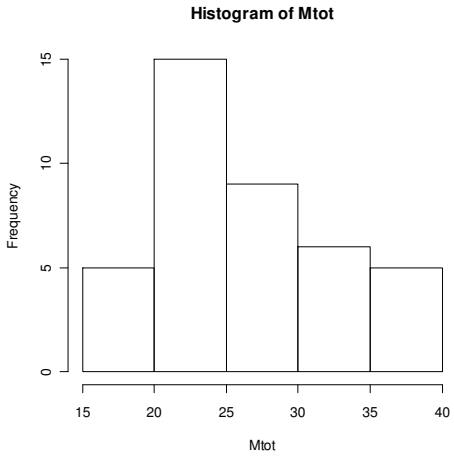


**Figure 41: Distribution de la moyenne de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, quatre des cinq facteurs de variations étudiés, à savoir l'année, l'itération, l'alimentation et la variabilité en poids, ainsi que les interactions « Année : Itération », « Année : Poids » et « Alimentation : Poids », ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements totaux lors du second passage en cage de chaque test. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 22).

Ce modèle explique 68,1 % de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 22: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux des lots lors du second test de réactivité à la contention**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots hétérogènes en poids, nourris avec la ration « basse », de l'année A lors du premier passage du second test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 23.8371 | 1.7092 | 13.947 | 6.68e-15 |
| Année B | 9.4052 | 2.0749 | 4.533 | 8.15e-5 |
| Itération 2bis | 1.5520 | 1.5684 | 0.990 | 0.3301 |
| Alimentation BasBis | 0.7075 | 1.7536 | 0.403 | 0.6894 |
| Alimentation Haute | -4.8413 | 1.7536 | -2.761 | 0.0096 |
| Poids Homogènes | -4.5335 | 2.0872 | -2.172 | 0.0376 |
| Année B : Itération 2bis | -5.2830 | 2.2181 | -2.382 | 0.0236 |
| Année B : Poids Homogènes | 3.9896 | 2.2639 | 1.762 | 0.0879 |
| Alimentation BasBis : Homogènes | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogènes | 8.2800 | 2.4799 | 3.339 | 0.0022 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets

de l'année d'étude et de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

La différence entre la moyenne des mouvements totaux des lots de l'année A et ceux de l'année B a été significative (p<0,001). Au cours de l'année A, les animaux ont réalisé 21,8 mouvements en moyenne lors du second test de réactivité à la contention avec un écart-type de 3,0. La seconde année, la moyenne de mouvements totaux était de 30,9 avec un écart-type de 5,1.

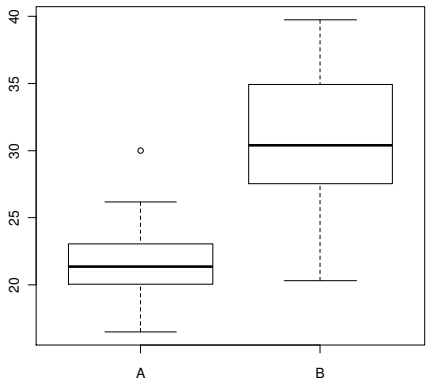


**Figure 42: Effet de l'année sur le nombre de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention**

Les animaux de l'année B ont été plus actifs lors du second test de réactivité à la contention que ceux de l'année A (Figure 42). Cette observation confirme les résultats obtenus pour la comparaison du premier passage en cage de chaque test et plus précisément les résultats de l'interaction entre l'année et l'itération. En effet, nous avions vu que les animaux de l'année A réalisaient nettement moins de mouvements que ceux de l'année B pour le premier passage en cage du second test. Ce résultat nous conforte donc dans les hypothèses que nous avions émises.

#### - *Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration*

L'effet de cette interaction tendait vers la significativité lors de la comparaison des seconds passages en cage de chaque test. Ici, cet effet a bel et bien été significatif (p=0,0022). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 23) et les moyennes sont représentées dans le graphique ci-dessous (Figure 43).

**Tableau 23: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention pour les différents groupes de l'interaction "Poids*Alimentation"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Hétérogène : Alimentation Basse | 28.0 | 7.1 |
| Hétérogène : Alimentation BasBis | NA | NA |
| Hétérogène : Alimentation Haute | 23.2 | 4.2 |
| Homogène : Alimentation Basse | 25.5 | 4.9 |
| Homogène : Alimentation BasBis | 26.2 | 7.0 |
| Homogène : Alimentation Haute | 28.9 | 7.0 |

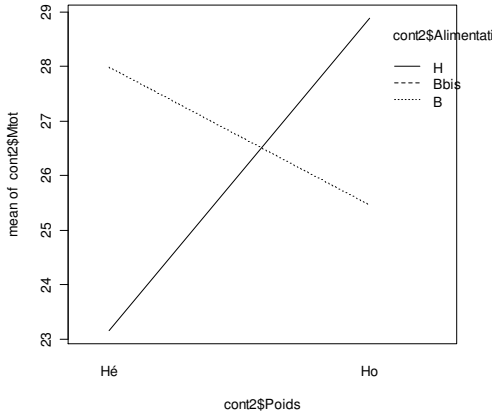


**Figure 43: Effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements totaux lors du second test de réactivité à la contention**

Si on considère que plus le nombre de mouvements était élevé, plus les animaux étaient réactifs aux opérations de contention, on peut émettre les hypothèses suivantes pour expliquer les résultats observés :

- Les lots homogène en poids et nourris avec la ration « haute » ont été les plus réactifs. L'homogénéité des poids ne permet pas la mise en place d'une hiérarchie stable et durable. Les perturbations liées à des remises en cause chroniques de hiérarchie sociale s'ajoutent à celle d'une alimentation à forte densité énergétique rendant les animaux particulièrement réactifs, en particulier aux opérations de contention.
- La réactivité des lots nourris avec les rations « Basse » et « BasBis » a été considérée comme intermédiaire. L'homogénéité des poids ne semble pas affecter profondément le comportement des animaux de ces groupes. La réactivité des animaux pourrait s'expliquer par une non-satisfaction des besoins alimentaires et une compétition alimentaire importante.
- Enfin la réactivité des lots hétérogènes en poids et nourris avec la ration « Haute » a été la plus faible. Malgré une alimentation à forte densité énergétique, ces animaux ne subissent pas de perturbations récurrentes car la hiérarchie sociale doit être bien établie et stable dans le temps. De plus, ils ne seraient pas enclins à la compétition alimentaire car leurs besoins sont largement couverts.

## 6) *Comparaison globale*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements totaux de chaque lot pour les deux passages des deux tests est visible dans la figure suivante (Figure 44).

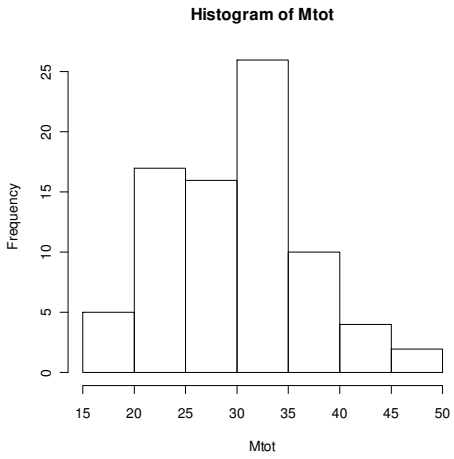


**Figure 44: Distribution de la moyenne de mouvements totaux de chaque lot**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de celui-ci, les cinq facteurs de variations étudiés, ainsi que les interactions « Année : Itération », « Année : Alimentation » et « Alimentation : Poids », ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements totaux en cage de contention. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 24).

Ce modèle explique 53,2 % de la variabilité de la réponse observée ($p<0,001$).

**Tableau 24: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements totaux**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, nourris avec la ration « basse », de l'année A lors du premier passage du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 33.9501 | 2.0697 | 16.403 | <2e-16 |
| Année B | 0.5487 | 2.5277 | 0.217 | 0.82881 |
| Itération 1bis | -2.3870 | 2.1556 | -1.107 | 0.27223 |
| Itération 2 | -14.8380 | 2.1556 | -6.883 | 2.79e-9 |
| Itération 2bis | -13.2860 | 2.1556 | -6.163 | 5.06e-8 |
| Réallotés | 1.8841 | 1.2050 | 1.564 | 0.12279 |
| Alimentation BasBis | 1.9611 | 2.3335 | 0.840 | 0.40376 |
| Alimentation Haute | -0.1659 | 2.0872 | -0.080 | 0.93688 |
| Poids Homogènes | -1.3050 | 1.7042 | -0.766 | 0.44658 |
| Année B : Itération 1bis | -0.0280 | 3.0485 | -0.009 | 0.99270 |
| Année B : Itération 2 | 14.2430 | 3.0485 | 4.6272 | 1.55e-5 |
| Année B : Itération 2bis | 8.9600 | 3.0485 | 2.939 | 0.00455 |
| Année B : Alimentation BasBis | -3.5825 | 2.9517 | -1.214 | 0.22925 |
| Année B : Alimentation Haute | -5.6906 | 2.4100 | -2.361 | 0.02122 |
| Alimentation BasBis : Homogènes | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogènes | 5.9631 | 2.4100 | 2.474 | 0.01597 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année, de l'itération et des interactions entre l'année et l'itération et entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année*

La différence entre la moyenne des mouvements totaux des lots de l'année A et ceux de l'année B a été significative (p=0.0028). Au cours de l'année A, les animaux ont réalisé 28,2 mouvements en moyenne avec un écart-type de 8,2. La seconde année, la moyenne de mouvements totaux était de 31,5 avec un écart-type de 5,2.

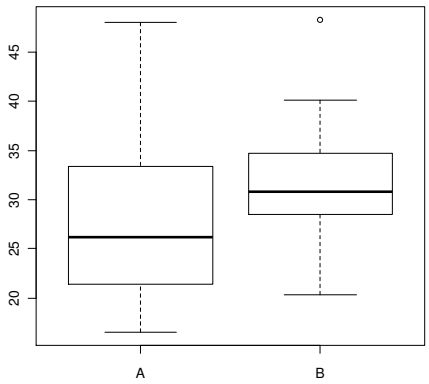


**Figure 45: Effet de l'année sur le nombre de mouvements totaux**

Les animaux de l'année B ont donc été plus réactifs que ceux de l'année A (Figure 45).

### - *Effet de l'itération*

Indépendamment de l'année, la différence entre les moyennes de mouvements totaux lors des différents passages en cage a également été significative (p<0,001). Lors de la première réalisation du test, la moyenne de mouvements totaux était de 34,6 pour le premier passage et de 32,2 pour le second avec des écart-types respectifs de 6,7 et de 5,2. Lors de la deuxième réalisation du test, elle était de 26,9 lors du premier passage et de 25,8 lors du second passage avec des écart-types respectifs de 6,9 et de 5,5.

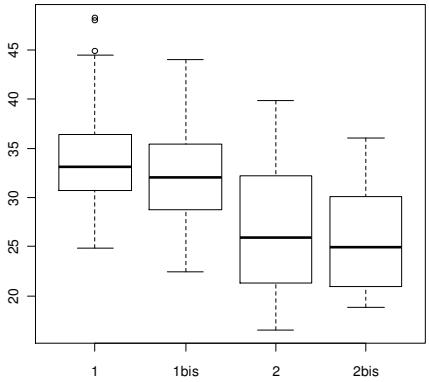


**Figure 46: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements totaux**

Graphiquement, on remarque que le nombre de mouvements a diminué au fil des passages dans la cage de contention (Figure 46). Ce résultat pourrait être le reflet d'une diminution du stress des animaux lors du passage dans la cage et pourrait s'expliquer par la mémoire des évènements antérieurs. Si un évènement n'est pas perçu comme aversif, les animaux deviennent moins craintifs lors d'un évènement similaire.

### - *Effet de l'interaction entre l'année et l'itération*

L'interaction entre l'année d'étude et l'itération a été donnée comme ayant un effet significatif par notre modèle (p<0,001). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 25) et les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 47).

**Tableau 25: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux pour les différents groupes de l'interaction "Année*Itération"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Année A : Itération 1 | 35.8 | 7.2 |
| Année A : Itération 1bis | 33.4 | 6.0 |
| Année A : Itération 2 | 21.0 | 2.4 |
| Année A : Itération 2bis | 22.5 | 3.4 |
| Année B : Itération 1 | 33.4 | 6.3 |
| Année B : Itération 1bis | 31.0 | 4.2 |
| Année B : Itération 2 | 32.8 | 4.3 |
| Année B : Itération 2bis | 29.0 | 5.3 |

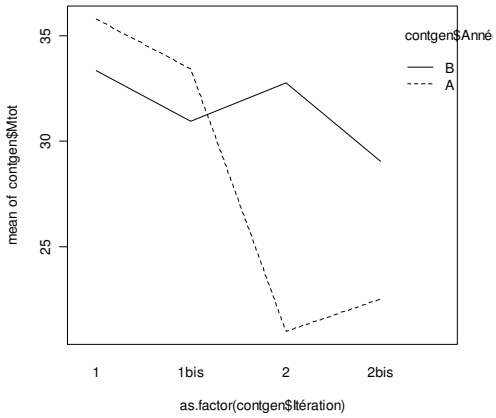


**Figure 47: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur le nombre de mouvements totaux**

Graphiquement, il semblerait que les animaux de l'année A aient réalisé beaucoup moins de mouvements lors du second test. Les autres groupes ont eu des moyennes sensiblement égales. On retrouve ici exactement les mêmes résultats que lors de la comparaison du premier passage en cage.

La réflexion concernant l'explication de ce résultat est donc identique.

- *Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration*

L'effet de cette interaction entre l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots et le niveau énergétique de la ration a été donné comme étant significatif dans ce modèle (p=0,016). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 26) et les moyennes sont représentées dans le graphique ci-dessous (Figure 48).

**Tableau 26: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements totaux pour les différents groupes de l'interaction "Poids*Alimentation"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Hétérogène : Alimentation Basse | 30.4 | 5.7 |
| Hétérogène : Alimentation BasBis | NA | NA |
| Hétérogène : Alimentation Haute | 27.4 | 5.9 |
| Homogène : Alimentation Basse | 29.1 | 7.7 |
| Homogène : Alimentation BasBis | 30.2 | 7.7 |
| Homogène : Alimentation Haute | 32.1 | 8.0 |

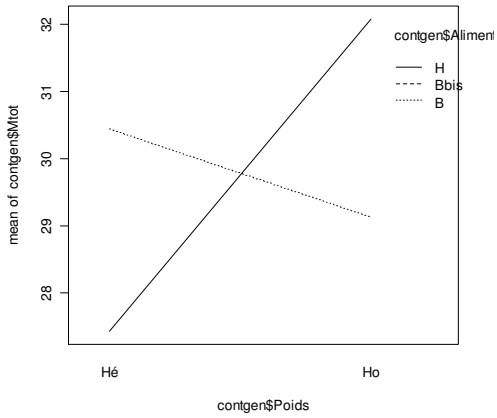


**Figure 48: Effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements totaux**

On a, là encore, retrouvé des résultats identiques à ceux d'expériences précédentes, en l'occurrence à ceux de la comparaison lors du second test de réactivité à la contention. Ces résultats nous confortent dans nos positions.

## B) Mouvements brusques

### *1) Présentation des résultats*

Les résultats obtenus pour les mouvements brusques sont résumés dans le tableau suivant (Tableau 27) en prenant en compte les facteurs de variation.

**Tableau 27: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements brusques**

| | | Mouvements brusques | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Premier test | | | | Second test | | | |
| | | *Premier passage* | | *Second passage* | | *Premier passage* | | *Second passage* | |
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 6,8 | 3,5 | 5,4 | 1,4 | 5,4 | 1,1 | 4,8 | 1,6 |
| | ***Réallotés*** | 6,8 | 4,3 | 5,8 | 2,8 | 6,9 | 3,4 | 4,1 | 3,1 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 5,0 | 3,3 | 5,3 | 1,5 | 6,0 | 3,4 | 4,3 | 3,3 |
| | ***Homogènes*** | 7,9 | 4,0 | 5,9 | 2,8 | 6,5 | 2,4 | 4,1 | 2,1 |
| Année | ***A*** | 5,8 | 4,5 | 5,0 | 2,2 | 4,7 | 1,4 | 3,2 | 1,7 |
| | ***B*** | 7,7 | 3,2 | 6,3 | 2,4 | 8,0 | 2,9 | 5,6 | 2,8 |
| Alimentation | ***Bas*** | 5,8 | 3,4 | 6,0 | 3,3 | 6,0 | 3,4 | 3,9 | 3,3 |
| | ***Bas Bis*** | 7,2 | 3,8 | 5,9 | 1,1 | 7,6 | 3,9 | 5,3 | 1,9 |
| | ***Haut*** | 7,6 | 4,6 | 5,2 | 1,6 | 6,1 | 1,3 | 4,4 | 2,1 |

A la lecture de ce tableau, plusieurs observations ont été faites :

- Le nombre de mouvements brusques réalisés par les animaux a diminué entre les deux passages successifs d'un même test, indépendamment du facteur de variation étudié.
- Les lots homogènes en poids ont réalisé plus de mouvements brusques que les lots hétérogènes en poids lors des différents passages en cage, excepté pour le second passage du second test.
- Les animaux de l'année B ont, pour chaque passage en cage, réalisé plus de mouvements brusques que leurs homologues de l'année A.

## 2) Comparaison du premier passage en cage pour chaque test

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements brusques de chaque lot pour les premiers passages de chaque test est visible dans la figure suivante (Figure 49).

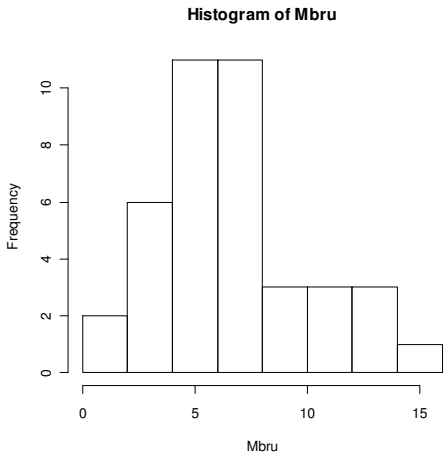


**Figure 49: Distribution de la moyenne de mouvements brusques de chaque lot lors du premier passage en cage**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, quatre des cinq facteurs de variations étudiés, à savoir l'année, l'itération, l'allotement et le poids, ainsi que les interactions entre l'année et l'allotement et entre l'itération et le poids, ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements brusques lors du premier passage en cage de contention de chaque test. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 28).

Ce modèle explique 29,1 % de la variabilité de la réponse observée (p=0,0067).

**Tableau 28: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots lors du premier passage en cage**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, de l'année A lors du premier passage en cage du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 5.0335 | 1.3069 | 3.851 | 0.000512 |
| Année B | -0.4888 | 1.4117 | -0.346 | 0.731374 |
| Itération 2 | 1.0025 | 1.4117 | 0.710 | 0.482598 |
| Réallotés | -2.1001 | 1.2978 | -1.618 | 0.115152 |
| Poids Homogène | 2.8330 | 1.2978 | 2.183 | 0.036263 |
| Année B : Réallotés | 5.1187 | 1.8225 | 2.809 | 0.008293 |
| Itération 2 : Poids Homogènes | -2.4000 | 1.8225 | -1.317 | 0.196943 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, seuls deux effets significatifs ont été révélés par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude et de l'interaction entre l'année d'étude et de l'allotement.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année*

La différence entre la moyenne des mouvements brusques lors du premier passage en cage de chaque test des lots de l'année A et ceux de l'année B a été significative (p=0.0067). Au cours de l'année A, les animaux ont réalisé 5,3 mouvements brusques en moyenne avec un écart-type de 3,3. La seconde année, la moyenne de mouvements brusques était de 7,8 avec un écart-type de 3,0.

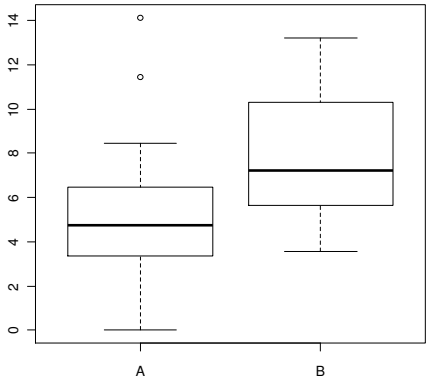


**Figure 50: Effet de l'année sur le nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage**

Les animaux de l'année B ont donc été plus actifs que ceux de l'année A lors du premier passage en cage de chaque test (Figure 50). Cette observation concorde avec les résultats obtenus pour les mouvements totaux. Les hypothèses émises restent inchangées.

#### - *Effet de l'interaction entre l'année d'étude et le réallotement*

L'interaction entre l'année d'étude et le réallotement imposé en début d'engraissement a été donnée comme ayant un effet significatif sur le nombre moyen de mouvements brusques lors du premier passage en cage de chaque test de réactivité à la contention. Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 29) et les moyennes sont représentées dans le graphique ci-dessous (Figure 51). La dispersion des effectifs au sein des différents groupes de cette interaction est également visible ci-dessous (Figure 52).

**Tableau 29: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage pour les différents groupes de l'interaction "Année*Allotement"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Année A : Non-Réallotés | 6.4 | 3.3 |
| Année A : Réallotés | 4.5 | 3.2 |
| Année B : Non-Réallotés | 5.9 | 1.9 |
| Année B : Réallotés | 9.2 | 2.9 |

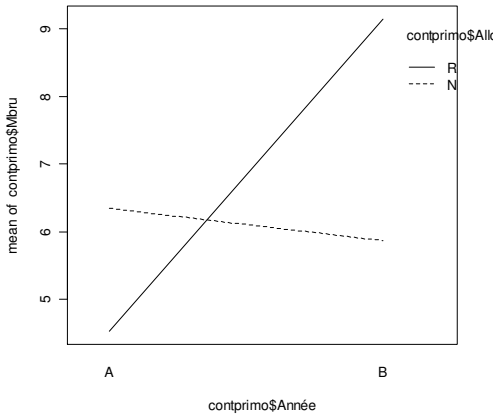


**Figure 51: Effet de l'interaction "Année*Allotement" sur la moyenne du nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage**

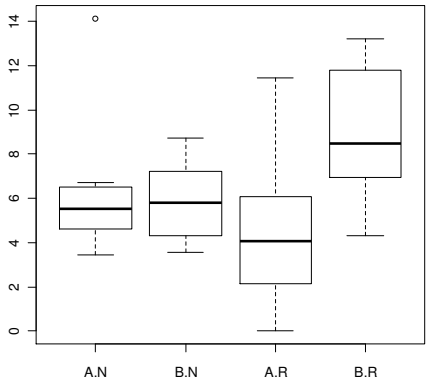


**Figure 52: Effet de l'interaction "Année*Allotement" sur le nombre moyen de mouvements brusques de chaque lot lors du premier passage en cage**

Pour expliquer les différences observées, trois hypothèses peuvent être avancées :

- Les animaux de l'année A ont été fortement perturbés par les traitements et interventions subis. La crainte des animaux de l'année A lors d'un passage en cage de contention est plus importante que celle des animaux de l'année B.
- Les perturbations sociales consécutives au réallotement des animaux en début d'engraissement sont importantes et durables. Les animaux réallotés sont plus intensément perturbés que les animaux non-réallotés face à une situation inhabituelle.
- Une peur particulièrement forte lors d'un passage en cage de contention peut se traduire par le phénomène de « freezing ». Les animaux sont tétanisés par la peur. Ils restent figés et ne tentent pas de se soustraire par des mouvements violents.

Ainsi, les lots non-réallotés n'ont pas été particulièrement réactifs lors du premier passage en cage de contention. Ils n'ont réalisé que peu de mouvements brusques. Les animaux de l'année A ont eu une moyenne de mouvements brusques légèrement supérieure à celle de ceux de l'année B.

En ne s'intéressant qu'à l'année B, les lots réallotés ont été plus réactifs que les lots non-réallotés, ce qui est en accord avec notre seconde hypothèse.

Enfin, les lots réallotés de l'année A ont été les lots dont la peur de la cage de contention est plus intense. Les animaux de ces lots étaient soit particulièrement agités lors du passage en

cage, soit tétanisés par la peur. Ceci se traduit par une moyenne de mouvements brusques faible et par une distribution étendue du nombre moyen de mouvements brusques (Figure 52, groupe A.R).

- *Effet de l'homogénéité des poids au sein des lots*

L'effet de l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots n'a pas été significatif dans ce modèle mais cet effet était proche du seuil de significativité (p=0,086). Un aperçu de cet effet est représenté dans le graphique suivant (Figure 53).

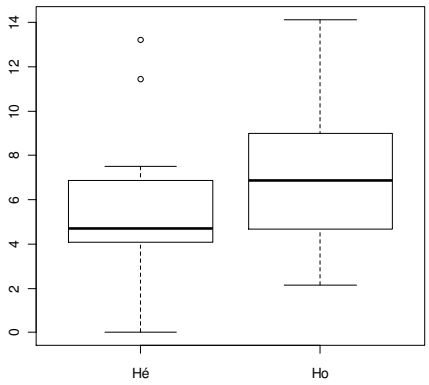


**Figure 53: Aperçu de l'effet de l'homogénéité des poids au sein des lots sur le nombre de mouvements brusques lors du premier passage en cage**

Graphiquement, il semblerait que les lots homogènes en poids aient été plus actifs que les lots hétérogènes en poids lors d'une contention en cage. Cette tendance serait conforme aux hypothèses de départ mais mérite d'être confirmée.

## *3) Comparaison du second passage en cage pour chaque test*

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements brusques de chaque lot pour les seconds passages de chaque test est visible dans la figure suivante (Figure 54).

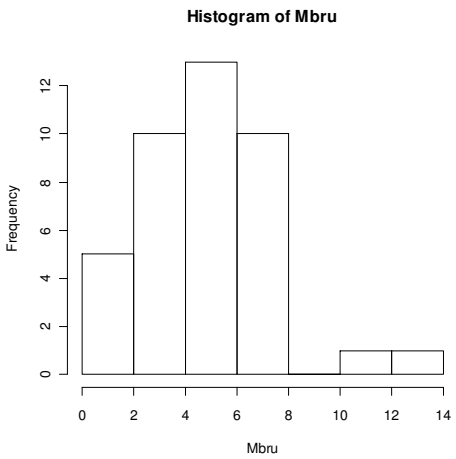


**Figure 54: Distribution de la moyenne de mouvements brusques de chaque lot lors du second passage en cage**

## b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de celui-ci, les cinq facteurs de variations étudiés, ainsi que les trois interactions suivantes « Année : Allotement », « Année : Alimentation » et « Alimentation : Poids », ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements brusques lors du second passage en cage de contention de chaque test. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 30).

Ce modèle explique 23,5% de la variabilité de la réponse observée (p=0,048).

**Tableau 30: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots lors du second passage en cage**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, recevant l'alimentation « Basse », de l'année A lors du second passage en cage du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 3.3781 | 1.1482 | 4.684 | 6.1e-5 |
| Année B | 2.1263 | 1.3408 | 1.586 | 0.1236 |
| Itération 2bis | -1.2975 | 0.6924 | -1.874 | 0.0710 |
| Réallotés | -1.8600 | 1.0948 | -1.699 | 0.1000 |
| Alimentation BasBis | 3.2344 | 1.5482 | 2.089 | 0.0456 |
| Alimentation Haute | -0.0150 | 1.3408 | -0.011 | 0.9912 |
| Poids Homogènes | -1.1812 | 1.0948 | -1.747 | 0.0912 |
| Année B : Réallotés | 2.7550 | 1.5482 | 1.779 | 0.0856 |
| Année B : Alimentation BasBis | -3.5787 | 2.0481 | -1.747 | 0.0912 |
| Année B : Alimentation Haute | -2.9725 | 1.5482 | -1.920 | 0.0648 |
| Alimentation BasBis : Poids Homogènes | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Poids Homogènes | 2.6650 | 1.5482 | 1.721 | 0.0958 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, seul l'année d'étude a été donnée comme ayant un effet significatif par l'analyse de variance (anova).

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

La différence entre la moyenne des mouvements brusques lors du second passage en cage de chaque test des lots de l'année A et ceux de l'année B a été significative (p=0.011). Au cours de l'année A, les animaux ont réalisé 4,1 mouvements brusques en moyenne avec un écart-type de 2,1. La seconde année, la moyenne de mouvements brusques était de 6,0 avec un écart-type de 2,5.

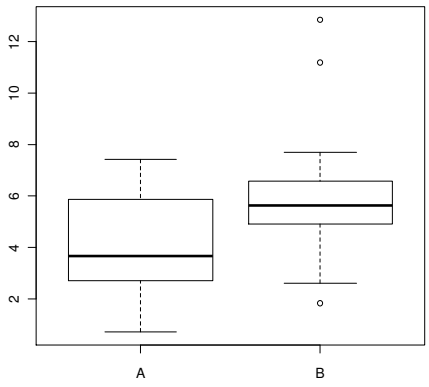


**Figure 55: Effet de l'année sur le nombre de mouvements brusques lors du second passage en cage**

Là encore, les animaux de l'année B ont réalisé plus de mouvements brusques que ceux de l'année A (Figure 55).

#### - *Effet de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration*

L'interaction entre l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots et le niveau énergétique de la ration n'a pas eu un effet significatif dans ce modèle mais cet effet était proche du seuil de significativité (p=0,096). Les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 56).

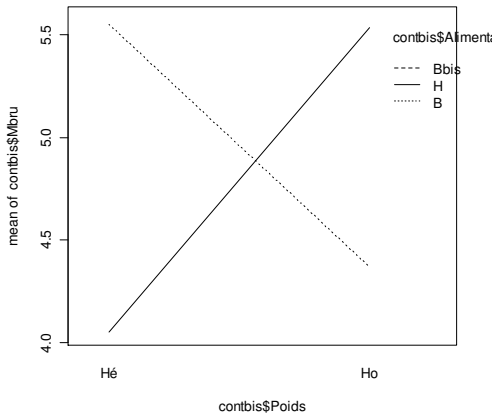


**Figure 56: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements brusques lors du second passage en cage**

Comme nous l'avons vu pour les mouvements totaux, les lots homogènes en poids et recevant une alimentation de densité énergétique élevée semblent avoir été les lots réalisant le plus grand nombre de mouvements brusques lors d'une contention en cage. Les lots hétérogènes en poids et recevant cette même alimentation semblent au contraire avoir été ceux en réalisant le moins. L'effet de cette interaction a été prouvé pour les mouvements totaux mais reste à vérifier pour les mouvements brusques.

### 4) *Comparaison des deux passages successifs pour la première itération*

Cette analyse ne sera pas exposée car les vérifications a posteriori des hypothèses nous ont conduits au rejet du modèle envisagé.

### 5) *Comparaison des deux passages successifs pour la seconde itération*

#### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements brusques de chaque lot pour les deux passages successifs du second test est visible dans la figure suivante (Figure 57).

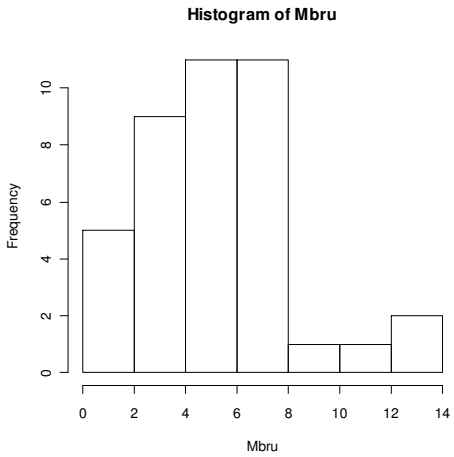


**Figure 57: Distribution de la moyenne de mouvements brusques de chaque lot lors du second test de réactivité à la contention**

#### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de ce dernier, les cinq facteurs de variations étudiés, ainsi que sept interactions suivantes entre deux d'entre eux, ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements brusques lors des deux passages successifs du second test. Concernant les interactions incriminées, il s'agissait des interactions suivantes : « Année : Allotement », « Année : Alimentation », « Année : Poids », « Itération : Allotement », « Allotement : Alimentation », « Allotement : Poids » et « Alimentation : Poids ». L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 31).

Ce modèle explique 55,1 % de la variabilité de la réponse observée ($p<0,001$).

**Tableau 31: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots lors du second test de réactivité à la contention**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, recevant l'alimentation « Basse », de l'année A lors du premier passage en cage du second test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\| |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 3.4247 | 1.2062 | 2.839 | 0.00885 |
| Année B | 3.0225 | 1.3381 | 2.259 | 0.03287 |
| Itération 2bis | -0.6038 | 0.9462 | -0.638 | 0.52922 |
| Réallotés | 1.2177 | 1.4709 | 0.828 | 0.41558 |
| Alimentation BasBis | 1.4134 | 1.4582 | 0.969 | 0.34167 |
| Alimentation Haute | 1.0250 | 1.3381 | 0.766 | 0.45085 |
| Poids Homogènes | 1.3350 | 1.3381 | 0.998 | 0.32800 |
| Année B : Réallotés | 3.3187 | 1.3381 | 2.480 | 0.02022 |
| Année B : Alimentation BasBis | 1.4275 | 1.8924 | 0.754 | 0.45769 |
| Année B : Alimentation Haute | -1.6963 | 1.3381 | -1.268 | 0.21660 |
| Année B : Poids Homogènes | -2.9413 | 1.3381 | -2.198 | 0.03742 |
| Itération 2bis : Réallotés | -2.2604 | 1.2215 | -1.850 | 0.07610 |
| Réallotés : Alimentation BasBis | NA | NA | NA | NA |
| Réallotés : alimentation Haute | -1.8163 | 1.3381 | -1.357 | 0.18681 |
| Réallotés : Poids Homogènes | -1.9462 | 1.3381 | -1.454 | 0.15826 |
| Alimentation BasBis : Poids Homogènes | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Poids Homogènes | 1.9587 | 1.3381 | 1.464 | 0.15570 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs sont révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude et de l'itération.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

La différence entre la moyenne des mouvements brusques lors du second test de réactivité à la contention des lots de l'année A et ceux de l'année B a été significative ($p<0,001$). Au cours de l'année A, les animaux ont réalisé 3,9 mouvements brusques en moyenne avec un écart-type de 1,7. La seconde année, la moyenne de mouvements brusques était de 6,8 avec un écart-type de 3,0.

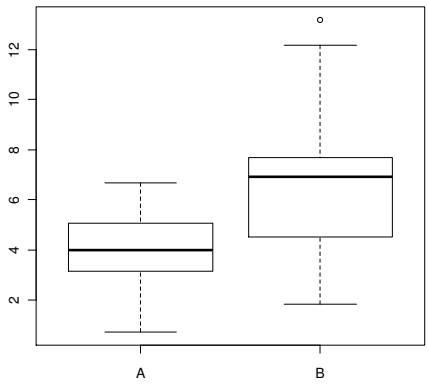


**Figure 58: Effet de l'année sur le nombre de mouvements brusques lors du second test de réactivité à la contention**

On a là aussi retrouvé la même observation, à savoir : les animaux de l'année B ont réalisé plus de mouvements brusques que ceux de l'année A (Figure 58).

- *Effet de l'itération*

La différence entre le nombre moyen de mouvements brusques lors du premier passage en cage et lors du second passage en cage pour le deuxième test de réactivité à la contention a été donnée comme étant significative (p=0,0031). Lors du premier passage en cage, le nombre moyen de mouvements brusques était de 6,3 avec un écart-type de 2,8. Il était de 4,4 pour le second passage avec un écart-type de 2,6.

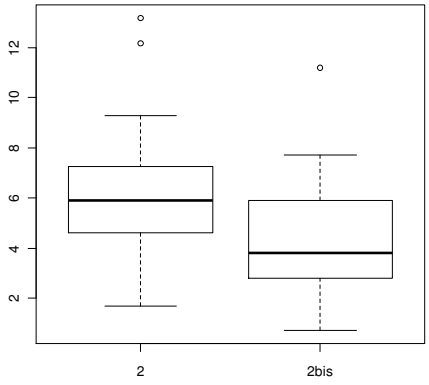


**Figure 59 : Effet de l'itération sur le nombre de mouvements brusques lors du second test de réactivité à la contention**

Les animaux ont été moins actifs lors du second passage en cage de contention (Figure 59). Cette observation est en accord avec les résultats obtenus pour les mouvements brusques. L'hypothèse principale pour expliquer cette différence d'activité entre les deux passages est que le stress de la contention diminue après le premier passage en cage car aucun traitement aversif n'est imposé aux animaux lors du premier passage.

## 6) Comparaison globale

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des moyennes de mouvements brusques de chaque lot pour les deux passages des deux tests est visible dans la figure suivante (Figure 60).

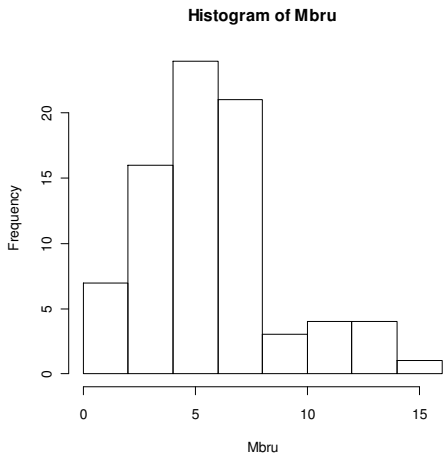


**Figure 60: Distribution de la moyenne de mouvements brusques**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, les cinq facteurs de variations étudiés et les interactions « Année : Allotement », « Année : Alimentation » et « Alimentation : Poids » ont eu une influence sur le nombre moyen de mouvements brusques. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 32).

Ce modèle explique 31,0% de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 32: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de mouvements brusques des lots**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du nombre de mouvements totaux pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, recevant l'alimentation « Basse », de l'année A lors du premier passage en cage du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 5.8025 | 1.0179 | 5.700 | 2.92e-7 |
| Année B | 1.4325 | 1.0934 | 1.310 | 0.19462 |
| Itération 1bis | -1.1000 | 0.7985 | -1.378 | 0.17292 |
| Itération 2 | -0.4375 | 0.7985 | -0.548 | 0.58558 |
| Itération 2bis | -2.3975 | 0.7985 | -3.002 | 0.00376 |
| Réallotés | -1.9231 | 0.8928 | -2.154 | 0.03483 |
| Alimentation BasBis | 2.2100 | 1.2626 | 1.750 | 0.08462 |
| Alimentation Haute | 0.6163 | 1.0934 | 0.564 | 0.57490 |
| Poids Homogènes | -0.2244 | 0.8928 | -0.251 | 0.80233 |
| Année B : Réallotés | 3.8288 | 1.2626 | 3.033 | 0.00345 |
| Année B : Alimentation BasBis | -2.0788 | 1.6702 | -1.245 | 0.21761 |
| Année B : Alimentation Haute | -2.7138 | 1.2626 | -2.149 | 0.03522 |
| Alimentation BasBis : Homogène | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogène | 2.2387 | 1.2626 | 1.773 | 0.08074 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude, de l'itération et de l'interaction entre l'année d'étude et l'allotement.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

La différence de moyenne de mouvements brusques entre les deux années d'étude a été significative (p<0,001). Au cours de l'année A, tous passages confondus, la moyenne de mouvements brusques était de 4,7 avec un écart-type de 2,8. Elle était de 6,9 la seconde année avec un écart-type de 2,9.

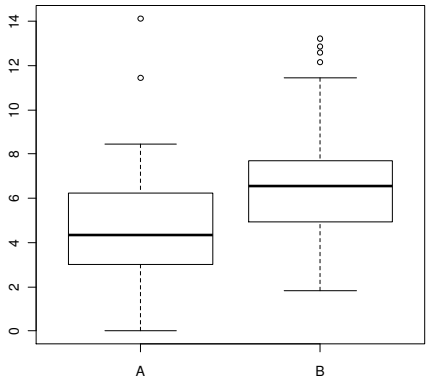


**Figure 61: Effet de l'année d'étude sur le nombre de mouvements brusques**

On remarque là encore que les animaux de l'année A ont été moins actifs que ceux de l'année B (Figure 61). Ce résultat nous conforte dans nos hypothèses.

#### - *Effet de l'itération*

Indépendamment de l'année, la différence entre les moyennes de mouvements brusques lors des différents passages en cage a également été significative (p=0,022). Lors de la première réalisation du test, la moyenne de mouvements brusques était de 6,8 pour le premier passage et de 5,7 pour le second avec des écart-types respectifs de 3,9 et de 2,3. Lors de la deuxième réalisation du test, elle était de 6,3 lors du premier passage et de 4,4 lors du second passage avec des écart-types respectifs de 2,8 et de 2,6.

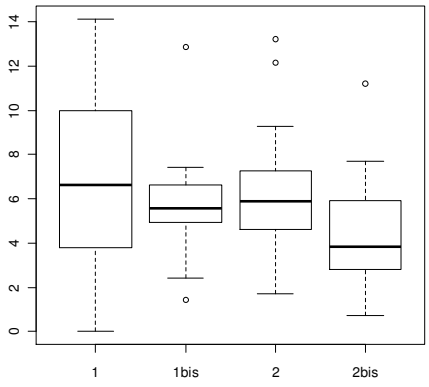


**Figure 62: Effet de l'itération sur le nombre de mouvements brusques**

Graphiquement, on remarque que le nombre de mouvements a diminué au fil des passages dans la cage de contention (Figure 62), même si la moyenne de mouvements brusques était légèrement plus élevée pour le premier passage du second test que pour le second passage du premier test. Ce résultat est similaire à celui obtenu pour les mouvements totaux. L'hypothèse pour expliquer cette diminution au fil du temps est donc identique.

### - *Effet de l'interaction entre l'année d'étude et le réallotement*

L'interaction entre l'année d'étude et le réallotement imposé en début d'engraissement a été donnée comme ayant un effet significatif sur le nombre moyen de mouvements brusques (p=0,0027). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 33) et les moyennes sont représentées dans le graphique ci-dessous (Figure 63).

**Tableau 33: Moyennes et écart-types du nombre de mouvements brusques pour les différents groupes de l'interaction "Année*Allotement"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Année A : Non-Réallotés | 5.6 | 2.6 |
| Année A : Réallotés | 4.1 | 2.8 |
| Année B : Non-Réallotés | 5.7 | 1.6 |
| Année B : Réallotés | 7.2 | 3.3 |

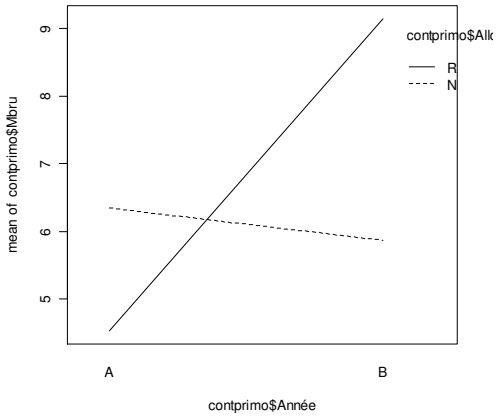


**Figure 63: Effet de l'interaction "Année*Allotement" sur le nombre de mouvements brusques**

On retrouve ici le même résultat que pour la comparaison des mouvements brusques entre les premiers passages en cage de chaque test. Les hypothèses explicatives restent donc inchangées.

- *Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et l'homogénéité des poids au sein des lots*

L'interaction entre l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots et le niveau énergétique de la ration n'a pas eu un effet significatif dans ce modèle mais cet effet était proche du seuil de significativité (p=0,081). Les moyennes sont représentées dans le graphique suivant (Figure 64).

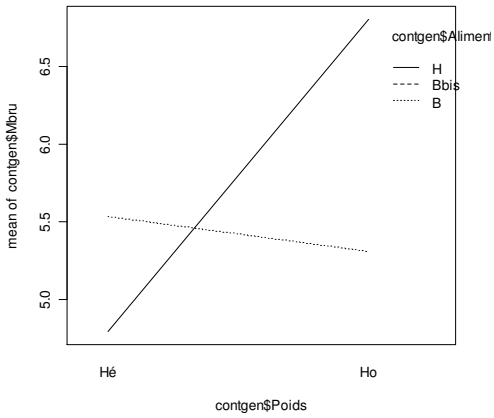


**Figure 64: Aperçu de l'effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur le nombre de mouvements brusques**

Cette tendance concorde avec les résultats obtenus pour les mouvements totaux mais mérite d'être vérifiée.

## C) Vitesse de sortie de la cage

### *1) Présentation des résultats*

Les résultats obtenus pour les vitesses moyennes de sortie de cage sont résumés dans le tableau suivant (Tableau 34) en prenant en compte les facteurs de variation.

**Tableau 34: Moyennes et écart-types des vitesses de sortie de cage**

| | | Vitesse de sortie (en m.s$^{-1}$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ***Premier test*** | | ***Second test*** | |
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 1,64 | 0,25 | 2,18 | 0,48 |
| | ***Réallotés*** | 1,62 | 0,45 | 2,25 | 0,46 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 1,62 | 0,37 | 2,11 | 0,32 |
| | ***Homogènes*** | 1,63 | 0,39 | 2,29 | 0,53 |
| Année | ***A*** | 1,83 | 0,36 | 2,29 | 0,41 |
| | ***B*** | 1,42 | 0,27 | 2,15 | 0,51 |
| Alimentation | ***Bas*** | 1,74 | 0,35 | 2,17 | 0,46 |
| | ***Bas Bis*** | 1,45 | 0,29 | 2,16 | 0,66 |
| | ***Haut*** | 1,60 | 0,43 | 2,30 | 0,38 |

A la lecture de ce tableau, deux remarques s'imposent. La sortie de la cage a été plus rapide lors du second test que lors du premier test, quel que soit le facteur de variation considéré. De plus, les animaux de l'année A sont sortis plus rapidement de la cage que les animaux de l'année B, pour le premier test comme pour le second.

## 2) *Analyse statistique*

Pour les besoins de l'analyse, la vitesse moyenne de sortie de la cage est passée en logarithme.

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des logarithmes des vitesses moyennes de sortie de la cage de chaque lot pour les deux tests est visible dans la figure suivante (Figure 65).

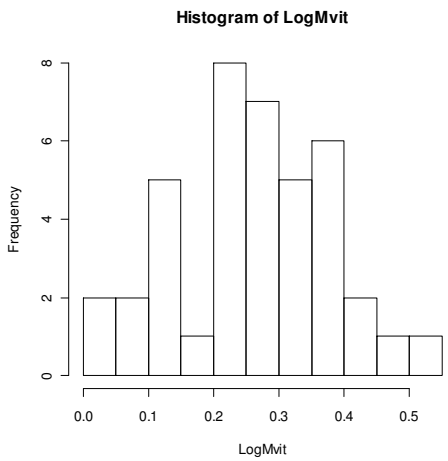


**Figure 65: distribution des logarithmes de la vitesse moyenne de sortie de la cage**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, trois facteurs de variations étudiés, à savoir l'année, l'itération et le poids, ainsi que les interactions entre l'année et l'itération et entre l'année et le poids, ont eu une influence sur le logarithme de la vitesse moyenne de sortie de cage. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 35).

Ce modèle explique 46,7 % de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 35: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur le logarithme de la vitesse moyenne de sortie**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du logarithme de la vitesse de sortie pour les lots hétérogènes en poids de l'année A lors du premier test)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 0.21850 | 0.03529 | 6.192 | 4.86e-7 |
| Année B | -0.05575 | 0.04991 | -1.117 | 0.2718 |
| Itération2 | 0.09800 | 0.03772 | 2.598 | 0.0138 |
| Poids Homogènes | 0.06083 | 0.03850 | 1.580 | 0.1234 |
| Année B : Itération 2 | 0.07900 | 0.05335 | 1.481 | 0.1479 |
| Année B : Poids Homogène | -0.09208 | 0.05445 | -1.691 | 0.1000 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour deux d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude et de l'itération.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

La différence entre les vitesses moyennes en sortie de cage de contention entre les deux années d'étude a été significative (p=0,011). La vitesse moyenne de sortie était de 2,06 m/s la première année et de 1,78 m/s la seconde avec des écart-types respectifs de 0,44 et 0,54.

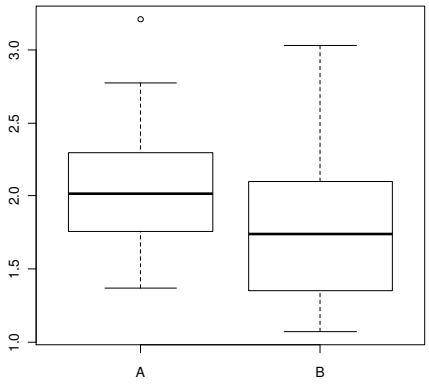


**Figure 66: Effet de l'année sur la vitesse moyenne de sortie de cage**

La sortie de la cage de contention a donc été plus rapide pour les animaux de l'année A que pour ceux de l'année B (Figure 66). Ce résultat est synonyme d'une plus grande réactivité des animaux de la première année d'étude face à une contention.

Ce résultat conforte l'observation que les animaux de l'année A ont été plus craintifs vis-à-vis du passage dans la cage de contention. Il conforte aussi l'hypothèse du « freezing ». En effet, nous avons vu que les animaux de l'année A ont été moins actifs dans la cage (moins de mouvements totaux ou brusques). Nous avons émis l'hypothèse que cette différence d'activité pourrait s'expliquer par une peur intense des animaux de l'année A lors de la contention se traduisant par une immobilité. En prenant en compte ce résultat, cette hypothèse devient de plus en plus plausible. En effet, les animaux de l'année A restent figés à l'intérieur de la cage mais dès qu'ils peuvent se soustraire de l'évènement stressant (ici la contention en cage), ils le font avec une plus grande réactivité d'où une sortie plus rapide.

- *Effet de l'itération*

La différence entre les vitesses moyennes calculées lors des deux tests de réactivité à la contention a été significative ($p<0,001$). Lors du premier test de réactivité à la contention, la vitesse moyenne de sortie était de 1,63 m/s avec un écart-type de 0,37. Lors du second test, elle était de 2,22 m/s avec un écart-type de 0,45.

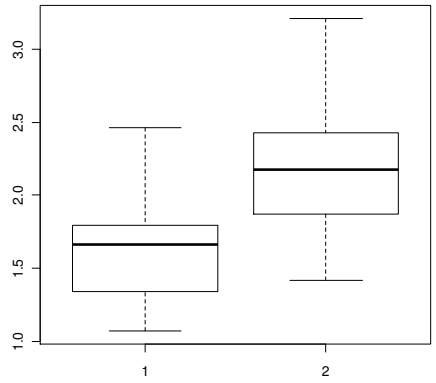


**Figure 67: Effet de l'itération sur la vitesse moyenne de sortie de cage**

La sortie des animaux a été plus rapide lors du second test de réactivité à la contention (Figure 67). Deux hypothèses peuvent expliquer cette différence de vitesse :

- Lors du second test, les animaux sont plus âgés et plus grands. Ils peuvent donc probablement sortir plus rapidement de la cage.
- Les animaux sont plus réactifs lors du second test. Ils cherchent donc à s'échapper plus rapidement lorsque la porte de la cage s'ouvre.

La deuxième hypothèse est à mettre en relation avec la diminution notable du nombre moyen de mouvements totaux entre le premier ou second passage en cage de chaque test, particulièrement flagrante chez les animaux de la première année d'étude.

Ainsi les animaux seraient peu réactifs lors du premier test de réactivité à la contention et sortiraient de la cage à vitesse modérée. Les traitements imposés aux animaux de l'année A entre les deux tests les rendraient particulièrement réactifs lors du second test. Cette réactivité exacerbée se traduirait par une diminution importante du nombre de mouvements en cage (« freezing ») et par une vitesse de sortie plus importante.

L'augmentation de la vitesse moyenne de sortie pour le deuxième test peut être expliquée par une sortie plus rapide des animaux de l'année A se répercutant sur la moyenne globale.

# III) Dosage du cortisol

## A) Présentation des résultats

Les résultats obtenus pour les taux moyens de cortisol des différents lots sont résumés dans le tableau suivant (Tableau 36).

**Tableau 36: Moyennes et écart-types des taux de cortisol**

| | | Cortisol plasmatique (en ng/mL) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ***Premier prélèvement*** | | ***Second prélèvement*** | | ***Prélèvement avant le départ*** | | ***Prélèvement après le transport*** | |
| | | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type | Moyenne | Ecart-type |
| Allotement | ***Non-Réallotés*** | 10,27 | 3,91 | 11,25 | 3,79 | 8,57 | 4,38 | 20,59 | 7,06 |
| | ***Réallotés*** | 12,61 | 3,57 | 12,11 | 3,89 | 8,74 | 4,20 | 25,95 | 7,37 |
| Poids | ***Hétérogènes*** | 9,45 | 3,78 | 9,86 | 3,14 | 9,27 | 5,50 | 23,02 | 7,43 |
| | ***Homogènes*** | 13,15 | 3,14 | 13,03 | 3,74 | 8,27 | 3,20 | 24,33 | 7,92 |
| Année | ***A*** | 10,96 | 3,33 | 14,19 | 3,41 | 10,13 | 5,14 | 28,89 | 7,13 |
| | ***B*** | 12,39 | 4,27 | 9,34 | 2,32 | 7,21 | 2,32 | 18,72 | 3,51 |
| Alimentation | ***Bas*** | 11,58 | 3,88 | 10,97 | 2,49 | 9,50 | 4,99 | 23,39 | 7,68 |
| | ***Bas Bis*** | 14,10 | 3,39 | 13,43 | 2,94 | 8,03 | 3,07 | 26,76 | 7,51 |
| | ***Haut*** | 10,56 | 3,79 | 11,73 | 5,14 | 8,16 | 4,08 | 22,74 | 8,09 |

A la lecture de ce tableau, plusieurs observations ont été faites :

- Le taux de cortisol plasmatique des animaux a été très largement supérieur après le transport vers l'abattoir par rapport à la période d'engraissement. Le chargement des animaux et le transport vers l'abattoir ont été des évènements particulièrement stressants pour les animaux. Pour l'analyse, nous avons donc choisi de faire une analyse globale, puis de comparer les trois premiers prélèvements qui correspondent à la période d'engraissement et enfin d'analyser seul le dosage du cortisol après le transport.
- En ne regardant que les trois premiers prélèvements, le taux de cortisol a diminué au fil de l'engraissement pour la grande majorité des groupes.
- Quel que soit le prélèvement considéré, les lots réallotés ont eu des taux de cortisol supérieurs à ceux des lots non-réallotés.
- De même, les lots homogènes en poids ont eu des taux de cortisol plus élevés que les lots hétérogènes en poids en début et en milieu d'engraissement (deux premiers prélèvements).
- A partir du milieu d'engraissement (deuxième prélèvement), les animaux de l'année A ont eu des taux de cortisol supérieurs à ceux des animaux de l'année B.

## B) Données générales

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des taux moyens de cortisol est visible dans la figure suivante (Figure 68).

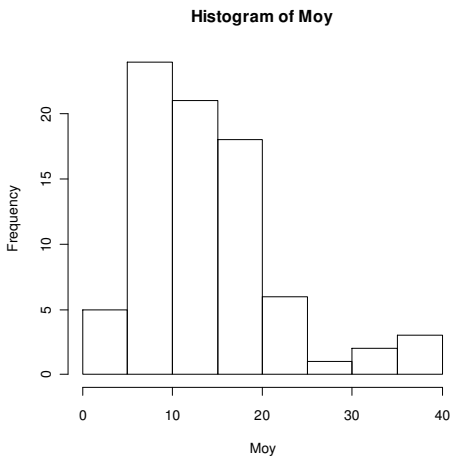


**Figure 68: Distribution des moyennes de cortisolémie**

## b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, les cinq facteurs de variations étudiés, ainsi que les interactions entre l'itération et l'allotement et entre l'alimentation et le poids ont eu une influence sur le taux de cortisol plasmatique. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 37).

Ce modèle explique 74,3 % de la variabilité de la réponse observée (p<0,001).

**Tableau 37: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de cortisolémie**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du taux de cortisol pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, recevant l'alimentation « Basse », de l'année A lors du premier prélèvement)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 10.3149 | 1.8325 | 5.629 | 4.32e-7 |
| Année B | 1.4330 | 1.7399 | 0.824 | 0.4132 |
| Itération2 | 4.1310 | 2.3016 | 1.795 | 0.0774 |
| Itération3 (départ) | 0.4753 | 2.3016 | 0.206 | 0.8371 |
| Itération4 (après transport) | 16.1255 | 2.3016 | 7.006 | 1.81e-9 |
| Réallotés | 1.9819 | 1.8196 | 1.089 | 0.2802 |
| Alimentation BasBis | 1.2948 | 1.4589 | 0.888 | 0.3781 |
| Alimentation Haute | -2.8894 | 1.3755 | -2.101 | 0.0396 |
| Poids Homogènes | -0.9694 | 1.3755 | -0.705 | 0.4835 |
| Itération 2 : Réallotés | -1.4917 | 2.5113 | -0.594 | 0.5546 |
| Itération 3 : Réallotés | -2.1738 | 2.5113 | -0.866 | 0.3899 |
| Itération 4 : Réallotés | 3.0142 | 2.5113 | 1.200 | 0.2345 |
| Alimentation BasBis : Homogène | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogène | 4.6519 | 1.9452 | 2.391 | 0.0197 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude, de l'itération, de l'allotement imposé en début d'engraissement et de l'interaction entre l'homogénéité des poids et le niveau énergétique de la ration.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

Les moyennes des taux de cortisol sanguin chez les animaux de l'année A ont été significativement différentes de celles des animaux de l'année B (p<0,001). Pour l'année A, la moyenne du taux de cortisol était de 16,04 ng/mL avec un écart-type de 9,05. Pour l'année B, la moyenne était de 11,92 ng/mL avec un écart-type de 5,37.

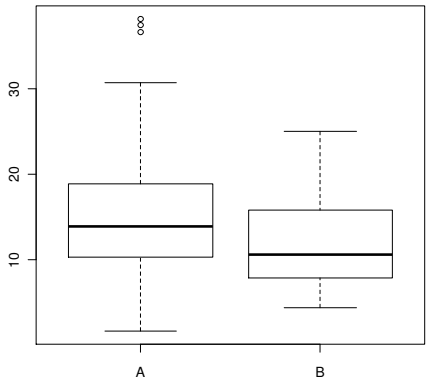


**Figure 69: Effet de l'année d'étude sur les taux moyens de cortisol**

Les taux de cortisol ont été significativement supérieurs chez les animaux de la première année (Figure 69). Ainsi les animaux de l'année A auraient été davantage soumis à des évènements ou facteurs susceptibles d'augmenter leur taux de cortisol basal.

#### - *Effet de l'itération*

Les moyennes de cortisolémie entre chaque itération ont été significativement différentes (p<0,001). Les taux moyens étaient de 11,67 ng/mL pour la première prise de sang, 11,77 ng/mL pour la seconde, 8,67 ng/mL pour la prise de sang avant le départ vers l'abattoir et de 23,81 ng/mL pour la prise de sang à l'arrivée à l'abattoir avec des écart-types respectifs de 3,80 ; 3,77 ; 4,16 et 7,56.

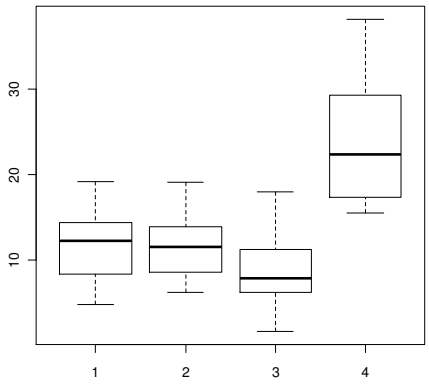


**Figure 70:Effet de l'itération sur les taux moyens de cortisol**

Le taux de cortisol sanguin a donc eu tendance à diminuer pendant la période d'engraissement c'est-à-dire de la première à la troisième prise de sang. Le taux de cortisol sanguin après le transport vers l'abattoir a, quant à lui, été nettement supérieur à ceux mesurés pendant l'engraissement (Figure 70).

Comme attendu, le transport des animaux s'est révélé être un évènement particulièrement stressant pour les animaux.

Pour expliquer la décroissance du taux de cortisol au cours de la période d'engraissement, on peut émettre l'hypothèse que le stress engendré par les perturbations du sevrage s'estompe avec le temps et que les animaux sont de moins en moins perturbés par les traitements qui leur sont imposés.

- *Effet du réallotement*

La différence entre la moyenne de cortisolémie des lots réallotés et celle des lots non-réallotés lors de l'entrée en SCI a été significative (p=0,017). Les lots non-réallotés avaient une moyenne de cortisolémie égale à 12,67 ng/mL avec un écart-type de 6,70. Celle des lots réallotés était de 14,85 ng/mL avec un écart-type de 8,22.

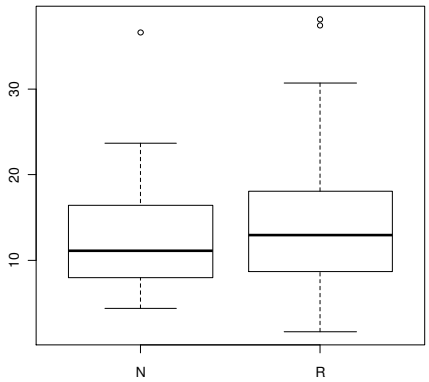


**Figure 71: Effet du réallotement sur les taux moyens de cortisol**

Les lots réallotés ont eu une cortisolémie moyenne supérieure aux lots non-réallotés (Figure 71). Cette différence peut s'expliquer par le fait que le réallotement en début d'engraissement crée des perturbations durables au sein des lots et notamment des remises en cause de la dominance et de la hiérarchie. Ces perturbations fréquentes suffisent à expliquer un taux de cortisol basal supérieur chez ces taurillons.

- *Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et l'homogénéité des poids au sein des lots*

L'effet de cette interaction a été significatif (p=0,0022). Les moyennes et écart-types des différents groupes sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 38) et les moyennes sont représentées dans le graphique ci-dessous (Figure 72).

**Tableau 38: Moyennes et écart-types des taux moyens de cortisol pour les différents groupes de l'interaction "Poids*Alimentation"**

| | Moyenne | Ecart-type |
|---|---|---|
| Hétérogène : Alimentation Basse | 14.34 | 8.36 |
| Hétérogène : Alimentation BasBis | NA | NA |
| Hétérogène : Alimentation Haute | 11.46 | 7.05 |
| Homogène : Alimentation Basse | 13.38 | 6.68 |
| Homogène : Alimentation BasBis | 15.58 | 8.22 |
| Homogène : Alimentation Haute | 15.14 | 8.21 |

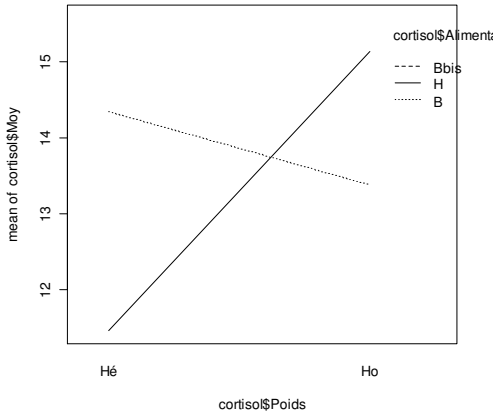


**Figure 72: Effet de l'interaction "Poids*Alimentation" sur les taux moyens de cortisol**

Les lots homogènes en poids et nourris avec la ration « haute » sont les lots ayant eu les taux de cortisol parmi les plus élevés. L'homogénéité des poids au sein des lots ne permet pas la mise en place d'une hiérarchie stable et durable. Les perturbations liées à des remises en cause chroniques de hiérarchie sociale s'ajoutent à celle d'une alimentation à forte densité énergétique et se traduisent par un taux de cortisol basal élevé.

Le taux moyen de cortisol des lots nourris avec la ration « Basse » a pu être considéré comme intermédiaire. Ces taux relativement élevés pourraient s'expliquer par une non-satisfaction des besoins alimentaires et une compétition alimentaire importante.

Les taux moyens de cortisol des lots hétérogènes en poids et nourris avec la ration « Haute » ont été les plus faibles. Malgré une alimentation à forte densité énergétique, ces animaux ne subissent pas de perturbations récurrentes car la hiérarchie sociale doit être bien établie et stable dans le temps. De plus, ils ne seraient pas enclins à la compétition alimentaire car leurs besoins sont largement couverts.

Enfin, les lots homogènes en poids et nourris avec la ration « BasBis » sont ceux ayant eu les taux de cortisol les plus élevés. Pour ces lots, toutes les perturbations potentielles citées précédemment s'ajoutent à savoir les perturbations liées à une alimentation à forte densité énergétique, les perturbations liées à la mauvaise mise en place de la hiérarchie sociale au sein des lots homogènes en poids et enfin les perturbations liées à la compétition alimentaire due à une non-satisfaction des besoins alimentaires.

Ces résultats concordent avec les résultats obtenus pour les mouvements lors du test de réactivité à la contention. En effet, on remarque que les lots particulièrement actifs lors du test de contention en cage ont également été ceux ayant les taux moyens de cortisol les plus élevés, à savoir les lots homogènes en poids et nourris avec la ration « haute ». Inversement,

les lots les moins actifs, c'est-à-dire les lots hétérogènes en poids et nourris avec la ration « haute », ont aussi été ceux ayant les taux moyens de cortisol les plus faibles.

## C) Analyse des prélèvements au cours de la période d'engraissement

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des taux moyens de cortisol au cours de la période d'engraissement est visible dans la figure suivante (Figure 73).

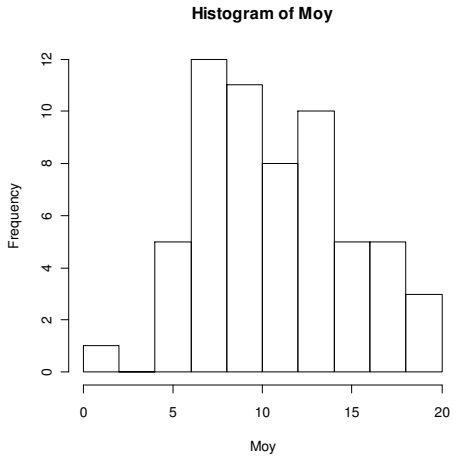


**Figure 73: Distribution des moyennes de cortisolémie des trois premiers prélèvements**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification de celui-ci, quatre des cinq facteurs de variation étudiés, à savoir l'année, l'itération, l'alimentation, le poids, ainsi que les interactions entre l'année et l'itération, entre l'itération et le poids et entre l'alimentation et le poids, ont eu une influence sur le taux de cortisol plasmatique en période d'engraissement. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 39).

Ce modèle explique 33,8 % de la variabilité de la réponse observée ($p<0,001$).

**Tableau 39: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de cortisolémie des trois premiers prélèvements**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du taux de cortisol pour les lots hétérogènes en poids, recevant l'alimentation « Basse », de l'année A lors du premier prélèvement)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 9.9302 | 1.5566 | 6.379 | 6.59e-8 |
| Année B | 1.4330 | 1.4956 | 0.958 | 0.34278 |
| Itération2 | 3.5522 | 1.9785 | 1.795 | 0.07888 |
| Itération3 (départ) | 1.9877 | 1.9785 | 1.005 | 0.32008 |
| Alimentation BasBis | 1.2108 | 1.3653 | -1.748 | 0.08694 |
| Alimentation Haute | -2.3858 | 1.3653 | 0.887 | 0.37956 |
| Poids homogènes | 1.6622 | 1.8486 | 0.899 | 0.37304 |
| Année B : Itération 2 | -6.2870 | 2.1151 | -2.972 | 0.00461 |
| Année B : Itération 3 | -4.3480 | 2.1151 | -0.244 | 0.80814 |
| Itération 2 : Poids Homogènes | -0.5271 | 2.1587 | -0.244 | 0.80814 |
| Itération 3 : Poids Homogènes | -4.6946 | 2.1587 | -2.175 | 0.03461 |
| Alimentation BasBis : Homogène | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Homogène | 3.7033 | 1.9308 | 1.918 | 0.06106 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour certains d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude, de l'itération et de l'interaction entre ces deux facteurs.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

Comme pour la comparaison globale, les moyennes des taux de cortisol sanguin des trois premiers prélèvements confondus chez les animaux de l'année A ont été significativement différentes de celles des animaux de l'année B (p=0,018). Pour l'année A, la moyenne du taux de cortisol était de 11,76 ng/mL avec un écart-type de 4,29. Pour l'année B, la moyenne était de 9,65 ng/mL avec un écart-type de 3,70.

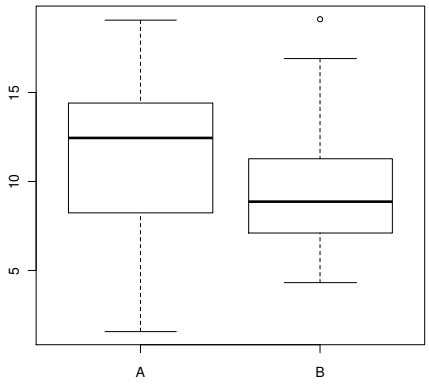


**Figure 74: Effet de l'année d'étude sur les taux moyens de cortisol des trois premiers prélèvements**

Là encore, les taux de cortisol ont été significativement supérieurs chez les animaux de la première année (Figure 74). Les hypothèses émises restent donc inchangées.

- *Effet de l'itération*

Les moyennes de cortisolémie entre chaque itération ont également été significativement différentes (p=0,0068). Les résultats sont les mêmes que ceux cités précédemment. Le taux de cortisol sanguin a donc eu tendance à diminuer pendant la période d'engraissement.

- *Effet de l'interaction entre l'année d'étude et l'itération*

L'effet de cette interaction a été significatif (p=0,014). Les moyennes sont représentées dans le graphique ci-dessous (Figure 75).

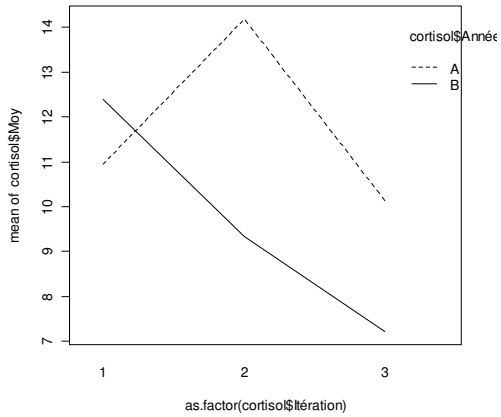


**Figure 75: Effet de l'interaction "Année*Itération" sur les taux moyens de cortisol des trois premiers prélèvements**

Les taux moyens de cortisol des lots de l'année B ont diminué au fil du temps. A contrario, les taux moyens des lots de l'année A sont restés relativement stables pendant la période d'engraissement. On note même que le taux moyen de cortisol était plus élevé pour le second prélèvement.

Ces observations confortent les résultats précédemment obtenus. En effet, le taux moyen de cortisol a semblé diminuer au fil de l'engraissement pour l'année B. Par contre, le taux moyen de cortisol des lots de l'année A était plus élevé que celui de l'année B et n'a pas diminué au fil du temps, ce qui conforte l'hypothèse que les animaux de l'année A aient été davantage soumis à des évènements ou facteurs susceptibles d'augmenter leur taux de cortisol basal. Enfin, on remarque que le taux moyen de cortisol des lots de l'année A a augmenté entre le premier et le second prélèvement. Ceci peut laisser supposer que les évènements en question ont eu lieu entre le premier et le second test de réactivité à la contention.

- *Effet de l'homogénéité des poids au sein des lots*

L'effet de l'homogénéité des poids des animaux au sein des lots n'a pas été significatif dans ce modèle mais cet effet était proche du seuil de significativité (p=0,072). Un aperçu de cet effet est représenté dans le graphique suivant (Figure 76).

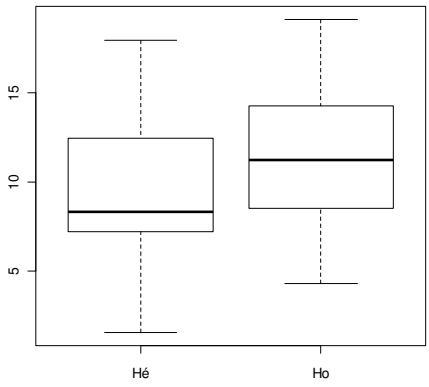


**Figure 76: Aperçu de l'effet de l'homogénéité des poids au sein des lots sur le taux de cortisol lors des trois premiers prélèvements**

Il semblerait que les lots homogènes en poids aient eu des taux de cortisol supérieurs aux lots hétérogènes en poids. Cette tendance serait conforme aux hypothèses de départ mais mérite d'être confirmée.

- *Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et l'homogénéité des poids au sein des lots*

L'effet de cette interaction n'a pas été significatif dans ce modèle mais cet effet était proche du seuil de significativité (p=0,061). Un aperçu de cet effet est représenté dans le graphique suivant (Figure 77).

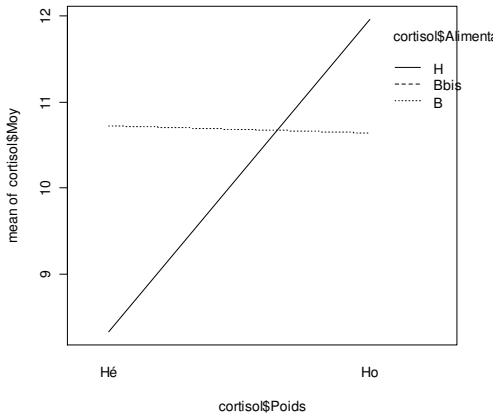


**Figure 77: Aperçu de l'effet de l'interaction "Alimentation*Poids" sur le taux de cortisol lors des trois premiers prélèvements**

La tendance mise en évidence est en accord avec les résultats obtenus lors de la comparaison globale. Les hypothèses émises restent donc inchangées.

## D) Analyse du prélèvement après transport

### a) Distribution de la variable à expliquer

La distribution des taux moyens de cortisol après le transport vers l'abattoir est visible dans la figure suivante (Figure 78).

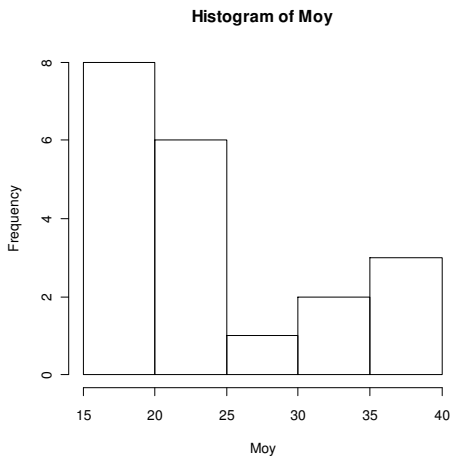


**Figure 78: Distribution des moyennes de cortisolémie après transport**

### b) Modèle linéaire et analyse de variance

Après prise en compte de l'ensemble des facteurs explicatifs dans le modèle et simplification du modèle, les quatre facteurs de variations restants, à savoir l'année, l'allotement, l'alimentation, le poids (l'itération n'entrant pas en compte ici), ainsi que les interactions entre l'allotement et l'alimentation et entre l'alimentation et le poids, ont eu une influence sur le taux de cortisol plasmatique après transport vers l'abattoir. L'influence de ces facteurs est résumée dans le tableau suivant (Tableau 40).

Ce modèle explique 60,6 % de la variabilité de la réponse observée (p=0,0065).

**Tableau 40: Coefficients estimés des facteurs de variation ayant un effet significatif sur la moyenne de cortisolémie après transport**

*(L'intercept correspond à la valeur estimée du taux de cortisol après transport pour les lots non-réallotés, hétérogènes en poids, recevant l'alimentation « Basse », de l'année A)*

| | Estimate | Std Error | T | Pr(>\|t\|) |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | 25.3403 | 3.0908 | 8.199 | 2.92e-6 |
| Année B | -10.1680 | 2.1202 | -4.796 | 0.000437 |
| Réallotés | 9.9175 | 3.3524 | 2.958 | 0.011958 |
| Alimentation BasBis | 0.2262 | 3.7481 | 0.060 | 0.952859 |
| Alimentation Haute | 0.5612 | 4.1058 | 0.137 | 0.893538 |
| Poids Homogènes | -3.6425 | 3.3524 | -1.087 | 0.298585 |
| Réallotés : Alimentation BasBis | NA | NA | NA | NA |
| Réallotés : Alimentation Haute | -9.9225 | 4.7410 | -2.093 | 0.058273 |
| Alimentation BasBis : Poids Homogènes | NA | NA | NA | NA |
| Alimentation Haute : Poids Homogènes | 7.4975 | 4.7410 | 1.581 | 0.139767 |

Parmi les facteurs de variations impliqués dans le modèle, des effets significatifs ont été révélés que pour deux d'entre eux par l'analyse de variance (anova). Il s'agissait des effets de l'année d'étude et de l'allotement imposé en début d'engraissement.

### c) Effets significatifs

#### - *Effet de l'année d'étude*

La différence entre le taux de cortisol moyen après transport des lots de l'année A et de ceux de l'année B a été significative (p<0,001). Pour l'année A, la moyenne du taux de cortisol après le transport était de 28,89 ng/mL avec un écart-type de 7,13. Pour l'année B, la moyenne était de 18,72 ng/mL avec un écart-type de 3,51.

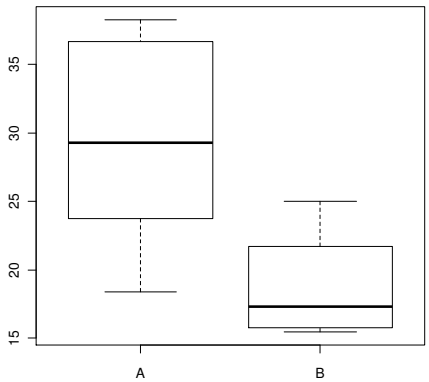


**Figure 79: Effet de l'année d'étude sur les taux moyens de cortisol après transport**

Là encore, les taux de cortisol ont été significativement supérieurs chez les animaux de la première année (Figure 79). Face à un évènement particulier (ici le transport jusqu'à l'abattoir), les animaux de l'année A ont répondu par une augmentation plus importante de leur taux de cortisol sanguin. Ceci permet d'émettre l'hypothèse que les traitements et évènements imposés aux animaux de l'année A rendraient ces animaux particulièrement craintifs et réactifs face à un évènement inhabituel.

#### - *Effet du réallotement*

La différence entre la moyenne de cortisolémie après transport des lots réallotés et celle des lots non-réallotés a été significative (p=0,029). Les lots non-réallotés avaient une moyenne de cortisolémie après transport égale à 20,59 ng/mL avec un écart-type de 7,06. Celle des lots réallotés était de 25,95 ng/mL avec un écart-type de 7,37.

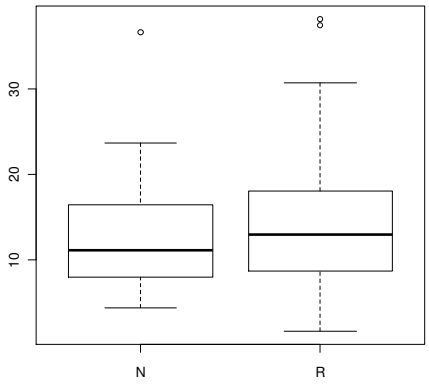


**Figure 80: Effet du réallotement sur les taux moyens de cortisol après transport**

Comme pour la comparaison globale, les lots réallotés ont eu une cortisolémie moyenne supérieure aux lots non-réallotés (Figure 80). Les animaux réallotés ont donc été plus réactifs au transport que les animaux non-réallotés. L'hypothèse des perturbations sociales durables dues au réallotement et rendant les animaux particulièrement réactifs est confortée.

- *Effet de l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et le réallotement*

L'effet de cette interaction n'a pas été donné comme étant significatif par le modèle mais son effet était proche du seuil de significativité (p=0,058). Un aperçu de cet effet est représenté dans le graphique suivant (Figure 81).

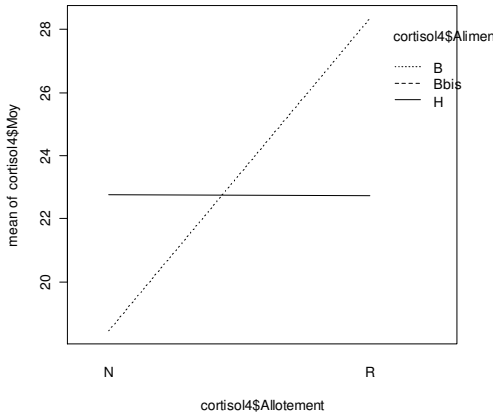


**Figure 81: Aperçu de l'effet de l'interaction "Alimentation*Allotement" sur le taux de cortisol après transport**

La tendance observée est semblable aux résultats précédemment obtenus pour l'interaction « Alimentation*Poids ». Ainsi, il semblerait que les lots réallotés et recevant une alimentation à forte densité énergétique soient ceux ayant eu le taux moyen de cortisol après transport le plus élevé. A contrario, les lots non-réallotés et recevant cette même alimentation sont ceux ayant eu le taux moyen le plus bas. Les lots recevant une alimentation dont la densité énergétique était plus faible ont quant à eux eu des taux moyens de cortisol intermédiaires.

Des hypothèses similaires peuvent donc être émises en considérant que le réallotement en début d'engraissement, comme la création de lots homogènes en poids, est une pratique

affectant l'établissement des liens sociaux au sein des groupes. Cependant ces observations ne sont que le reflet d'une tendance et méritent d'être prouvées.

# Discussion générale

Après avoir présenté individuellement les résultats de chacun des tests, nous allons maintenant synthétiser et conclure sur l'influence des différents facteurs de variation utilisés. Enfin, nous terminerons par discuter des limites de notre protocole.

# I) A propos des résultats

## A) Impact de l'année d'étude

L'année d'étude n'était pas l'un des facteurs de variation fixé initialement dans la mesure où les animaux avaient été élevés dans le même environnement, aussi bien matériel qu'humain, et avec des techniques d'élevage identiques d'une année sur l'autre.

Cependant, nos résultats montrent qu'il est impossible de s'affranchir de ce facteur de variation. En effet, sur l'ensemble de nos résultats, l'effet de l'année a été 12 fois significatif.

Aux vues du temps moyen pour atteindre le corral lors du test de réactivité à la manipulation, et de la sortie de case et du taux moyen de cortisol lors du test de réactivité à la contention, les animaux de l'année A semblent être plus réactifs que ceux de l'année B pendant les opérations de manipulation ou de contention.

Cependant lors du test de réactivité à la contention, les animaux de l'année A réalisent, en moyenne, moins de mouvements, totaux ou brusques, que les animaux de l'année B. Cette observation est a priori contradictoire avec nos autres résultats. Cependant, on peut faire l'hypothèse qu'une réactivité exacerbée de ces animaux peut se traduire par une immobilité lors des tests à la contention. Les animaux pourraient être tétanisés par leurs émotions et le nombre de mouvements diminuer fortement. Ce phénomène, bien connu, est également appelé « freezing ».

Si les résultats concernant les mouvements en cage et la vitesse de sortie sont analysés simultanément, le phénomène de freezing semble une explication plausible. En effet, les animaux de l'année A restent figés à l'intérieur de la cage mais dès qu'ils peuvent se soustraire de l'évènement stressant (ici la contention en cage), ils le font avec une plus grande réactivité d'où une sortie plus rapide.

Avec cette hypothèse, les résultats concordent et s'accordent à montrer que les animaux de l'année A sont plus réactifs que ceux de l'année B. Il paraît peu probable que cette différence de réactivité trouve son explication avant le sevrage des animaux. En effet, comme nous l'avons décrit dans la partie « matériel et méthode », tous les animaux de l'étude ont la même génétique et ont été élevés dans la même exploitation à savoir le centre expérimental de l'INRA de Bourges. Les techniques d'élevage, les bâtiments, les interventions sur les mères et sur les veaux ainsi que le personnel sont restés inchangés entre les deux années d'étude. L'explication est donc à chercher après l'entrée en SCI.

Pour tenter de trouver une explication, on peut noter, plusieurs différences sur le planning des deux années. Ainsi, la mesure du méthane éructé n'a pas été faite la deuxième année. Or, cette mesure a nécessité le trocardage du rumen, la pose de dispositifs encombrants sur le dos des animaux et de nombreux passages en cage de contention pour réajuster les appareillages. De plus, un épisode de grippe a touché les animaux de la première année fin février et des mesures de métaphylaxie ont été mises en place, imposant aux animaux un passage supplémentaire en cage de contention. Ces différents évènements ont entrainé des manipulations plus importantes des animaux la première année. Or ces manipulations ont vraisemblablement été perçues comme des évènements aversifs par les animaux et ont pu

renforcer la crainte des animaux face au manipulateur. Cette explication est en accord avec les conclusions de plusieurs auteurs qui affirment que les interventions en élevage et que l'expérience antérieure des animaux ont un impact indéniable sur la réactivité ultérieure des animaux (Boissy, et al., 2005; Fitzpatrick, et al., 2006; Hemsworth, 2003; Windschnurer, et al., 2009).

**Les animaux de l'année A sont plus réactifs que ceux de l'année B vis-à-vis des opérations de contention ou de manipulation.**

**L'année à proprement parler ne semble pas justifier cette différence de réactivité. Celle-ci trouve vraisemblablement son explication dans les traitements imposés aux animaux ; les animaux de l'année A ayant subi un nombre plus important d'expériences aversives les rendant plus réactifs lors des tests ultérieurs.**

**Conformément aux publications scientifiques, l'expérience antérieure a donc bel et bien un impact sur la réactivité des animaux. Ce facteur est, dans notre cas, le facteur ayant le plus d'impact sur la réactivité.**

## B) Impact de l'itération

Le deuxième facteur de variation ayant eu, d'après nos résultats, le plus d'effet sur la réactivité des animaux est l'itération. Les résultats obtenus nous montrent que les animaux réagissent différemment entre la première répétition de chaque test et ses répétitions ultérieures. Cependant l'interprétation de ces variations n'est pas aisée et semble être indissociable du test analysé.

Ainsi les temps de trajet du test de réactivité à la manipulation diminuent entre la première et la seconde réalisation du test mais augmentent par la suite. L'interprétation est ici biaisée par la taille des animaux par rapport à la taille des couloirs de contention. Les animaux peuvent être conduits à plusieurs de front lors du premier test, mais plus l'engraissement avance, plus les animaux sont imposants et doivent passer les uns après les autres le long du parcours. Il est donc impossible de dire si la variation de ces temps est due au gabarit des animaux ou à une différence de réactivité.

En ce qui concerne les observations comportementales pour ce même test, on remarque que le nombre de vocalises diminue au fil du temps, ce qui pourrait s'expliquer par un stress des animaux moins grand dû à une moindre nouveauté du corral lors des passages ultérieurs. On remarque cependant que le nombre de comportements agonistiques, à savoir coups, luttes et chevauchements, augmente. Ceci ne va pas dans le sens d'un stress moins important. Malgré tout, cette augmentation des comportements agonistiques avec la durée d'engraissement peut s'expliquer par une modification du répertoire comportemental des taurillons, avec la puberté indépendamment du degré de réactivité.

Pour le test de réactivité à la contention et le dosage du cortisol, l'interprétation des résultats est plus facile, en particulier lorsque l'interaction « Année*Itération » est donnée comme ayant un effet significatif.

Ainsi pour les animaux de l'année B, la réactivité diminue avec le temps. Cette diminution de la réactivité peut être expliquée par une habituation des animaux à l'expérience. Les premiers passages en cage de contention n'ont pas été perçus comme des évènements stressants ou aversifs par les animaux car les passages dans la cage de contention n'étaient pas associés à des traitements aversifs comme lors de la première année. Ainsi, plus les animaux sont manipulés, de manière non aversive, ou plus ils sont habitués à la présence humaine, plus

la réactivité des animaux diminue vis-à-vis de l'homme. Des résultats similaires ont été validés scientifiquement (Windschnurer, et al., 2009).

Pour les animaux de l'année A, et en considérant valable l'hypothèse du freezing, la réactivité des animaux est plus importante pour le second passage en cage. D'un point de vue chronologique, les mesures de méthane éructé (et donc la pose du trocart ruminal) et l'épisode grippal de l'année A ont eu lieu entre les deux tests de réactivité à la contention. Cette succession des évènements conforte donc nos hypothèses. En effet, contrairement à l'année B, les passages supplémentaires en cage de contention ont probablement été perçus comme des évènements aversifs rendant les animaux particulièrement réactifs lors des contentions ultérieures.

Au final, l'itération est elle aussi le reflet de l'expérience antérieure des animaux. Si les tests imposés ne sont pas perçus comme aversifs ou stressants, les taurillons sont plus en plus coopératifs lors des réalisations ultérieures de ces mêmes tests. Inversement, si les animaux associent une manipulation à un évènement négatif, la réactivité des animaux sera augmentée pour les manipulations ultérieures les rendant alors plus délicates (Hemsworth, 2003).

**La répétition des tests semble avoir un effet sur la réactivité des animaux. Si le test n'est pas perçu comme étant aversif par les animaux, ou si aucun évènement aversif n'est associé à l'environnement du test, la réactivité des animaux semble diminuer au fil du temps et des répétitions. En fait, l'effet mis en évidence est probablement le témoin de l'expérience antérieure des animaux et des processus cognitifs.**

### C) Impact de l'allotement en début d'engraissement

Aux vues de la bibliographie, le réallotement en début d'engraissement était initialement considéré comme l'un des facteurs affectant le plus fortement la réactivité des animaux. L'hypothèse était que la modification de la composition du groupe au sevrage perturbe la hiérarchie sociale établie au sein des groupes initiaux. Ces perturbations diminuent la cohésion sociale du lot et la réactivité des animaux s'en trouve augmentée durablement (Mounier, et al., 2005; Mounier, et al., 2006a; Gupta, et al., 2008; Herskin, et al., 2004).

Nos résultats sont en accord avec cette hypothèse de départ, même si l'effet mis en évidence est moins important que ce qui était escompté. En effet, les taux moyens de cortisol, au cours de l'engraissement ou après le transport, ainsi que le nombre moyen de mouvements totaux lors d'une contention, témoignent d'une réactivité plus importante et plus durable des lots réallotés dans des situations pourtant identiques. Ceci prouve bien que le réallotement rend durablement les animaux plus réactifs vis-à-vis de l'homme et de ses opérations de contention.

**Le réallotement au sevrage influe sur la réactivité des animaux pendant toute la période d'engraissement.**

**Cette pratique remet en question les relations de dominance-subordination établies au sein des lots initiaux. Les perturbations liées à la mise en place d'une nouvelle hiérarchie sociale sont particulièrement importantes dans les jours suivants le réallotement mais la cohésion sociale est durablement perturbée. Le groupe n'est plus un rempart face aux évènements stressants et la réactivité des animaux face à l'homme et aux évènements inhabituels est alors plus importante.**

## D) Impact de l'homogénéité des poids au sein des lots

Comme pour le réallotement, l'homogénéité des poids au sein des lots était considérée comme un facteur pouvant affecter profondément la réactivité des animaux. La justification est semblable à celle concernant le réallotement. En effet, la mise en place de la hiérarchie semble être plus aisée dans les lots hétérogènes en poids. De plus, dans les lots homogènes en poids, les remises en cause de la hiérarchie sont plus fréquentes (Gupta, et al., 2008; Mounier, et al., 2005; Mounier, et al., 2006a). Au final, la cohésion sociale est nettement plus importante dans les lots hétérogènes en poids et les animaux de ces groupes sont moins réactifs que ceux des lots homogènes en poids.

Pourtant, parmi toutes nos expériences, l'effet de l'homogénéité des poids au sein des lots n'est jamais significatif. A trois reprises, cet effet est proche du seuil de significativité sans jamais l'atteindre. Il semblerait que ces résultats aillent dans le sens d'une plus grande réactivité des animaux des lots homogènes en poids par rapport à ceux des lots hétérogènes mais demandent à être confirmés.

Si on raisonne simultanément sur le réallotement et l'homogénéité des poids au sein des lots, l'effet de cette interaction devrait être particulièrement visible sur la réactivité des animaux. Or dans nos expériences, il n'en est rien. L'effet de l'interaction « Poids*Allotement » n'est jamais significatif. Il tend vers la significativité à une unique reprise. Même si, en prenant en considération les résultats du premier test de réactivité à la contention, cette interaction ne peut pas être considérée comme ayant un effet majeur sur la réactivité des animaux.

**L'homogénéité des poids au sein des lots, pourtant considérée comme un obstacle à l'établissement d'une hiérarchie sociale stable et durable, ne semble pas impacter sur la réactivité des animaux dans notre expérimentation.**

**De même, initialement considérée comme l'une des hypothèses principales, l'interaction entre le réallotement et l'homogénéité des poids n'a au final aucun effet sur la réactivité des animaux, d'après les expériences entreprises.**

## E) Impact du niveau énergétique de la ration

Le niveau énergétique de la ration est rarement mis en cause pour expliquer une différence significative dans nos expériences. Seul le test de réactivité à la manipulation met en évidence un effet de l'alimentation seule.

Par contre le niveau énergétique de la ration est fréquemment mis en cause en interaction avec un second facteur de variation. Ainsi, l'interaction entre le niveau énergétique de la ration et le réallotement est significative à deux reprises et tend vers la significativité à une reprise. De même, l'interaction entre le niveau énergétique et l'homogénéité des poids est significative par trois fois et tend vers la significativité à quatre reprises.

De plus, quelle que soit l'expérience considérée, la distribution des groupes de ces deux interactions est toujours sensiblement la même (Figure 82). La réactivité la plus élevée est toujours celle des lots homogènes en poids ou réallotés et nourris avec l'alimentation « Haute », quel que soit le test considéré. Les lots non-réallotés ou hétérogènes en poids ont

quant à eux systématiquement la réactivité la plus faible. Enfin, peu importe le réallotement ou l'homogénéité des poids, la moyenne des lots nourris avec la ration « Basse » est à chaque fois intermédiaire. La moyenne des lots nourris avec la ration « BasBis » est le plus souvent sensiblement égale à celle des lots nourris avec la ration « Basse » ou à celle des lots réallotés ou homogène en poids et nourris avec la ration « Haute ».

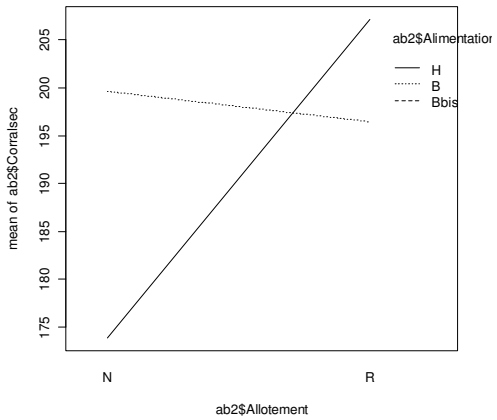


**Figure 82: Effet de l'interaction "Allotement*Alimentation" sur le temps d'arrivée au corral**
(L'allure des graphiques représentant les effets significatifs des interactions « Allotement*Alimentation » et « Poids*Alimentation » est sensiblement identique à ce graphe quelle que soit l'expérience considérée. Pour l'interaction « Poids*Alimentation », les lots homogènes en poids se comportent comme les lots réallotés et les lots hétérogènes en poids se comportent comme les lots non-réallotés)

On peut alors émettre les hypothèses suivantes pour expliquer les différences de réactivité entre les groupes :

- Les animaux des lots réallotés ou homogènes en poids et nourris avec la ration « haute » sont les plus réactifs. Les perturbations liées à une moindre cohésion sociale du groupe s'ajoutent à celles d'une alimentation à forte densité énergétique rendant les animaux particulièrement réactifs.
- La réactivité des lots nourris avec les rations « Basse » est intermédiaire. Le réallotement ou l'homogénéité des poids ne semblent pas affecter profondément le comportement des animaux de ces groupes. La réactivité des animaux pourrait s'expliquer par une non-satisfaction des besoins alimentaires et une compétition alimentaire importante.
- La réactivité des lots non-réallotés ou hétérogènes en poids et nourris avec la ration « Haute » est la plus faible. Malgré une alimentation à forte densité énergétique, ces animaux ne subissent pas les perturbations récurrentes dues à une hiérarchie mal établie et ne seraient pas enclins à la compétition alimentaire car leurs besoins sont largement couverts.
- Enfin, les lots nourris avec la ration « BasBis » sont obligatoirement réallotés et homogènes. Ils se comportement alternativement comme les lots homogènes ou réallotés et nourris avec la ration « Haute » ou comme les lots nourris avec la ration « Basse ». Ce résultat est tout-à-fait pertinent car les animaux de ces lots reçoivent la même quantité d'énergie que les animaux soumis au régime « Bas » mais sous la forme d'un aliment à forte densité énergétique, à savoir l'aliment utilisé pour la ration « Haute ».

Ces observations sont en accord, non seulement avec nos conclusions concernant l'effet du réallotement et de l'homogénéité des poids au sein des lots, mais aussi avec les articles

montrant une augmentation de la réactivité chez les animaux nourris avec une ration à forte densité énergétique (Herskin, et al., 2003; Bozkurt, et al., 2006; Redbo, et al., 1997).

**Le niveau énergétique de la ration ne semble pas affecter notablement la réactivité des animaux s'il est le seul facteur de variation à entrer en considération.**

**Par contre, l'interaction entre la densité énergétique de la ration distribuée et tout facteur susceptible de modifier la cohésion sociale au sein d'un groupe de bovins à un effet prépondérant sur la réactivité de ces animaux.**

# II) A propos des tests utilisés

## A) Test de réactivité à la manipulation

Le protocole utilisé lors de ce test est inédit. Aucune publication ne fait état d'un protocole similaire, notamment en ce qui concerne le chronométrage des lots le long d'un parcours.

Concernant l'interprétation du chronométrage, il a été choisi de faire une distinction entre les temps de trajet et de blocage. Après coup, cette dichotomie paraît peu opportune. En effet, même si des points de blocage classiques avaient été identifiés, plusieurs lieux d'arrêt du groupe ont été oubliés (passages d'une zone abritée à une zone à l'air libre, passage d'une zone ombragée à une zone ensoleillée ou inversement, traversée du bâtiment avec proximité d'animaux, zones de rétrécissement du couloir, etc). Tous ces temps de blocage ne peuvent être objectivés avec précision. Le temps pour rallier le corral est semble-t-il le meilleur paramètre à prendre en considération et reflète à lui seul la facilité de manipulation des animaux.

Cependant, même l'interprétation de ce temps paraît particulièrement délicate. Il va de soi que les animaux grossissent au fil de l'engraissement. Le parcours quant à lui reste fixe. En début d'engraissement, les taurillons sont de taille modérée et peuvent être conduits jusqu'au corral à plusieurs de front. De plus, lors du passage de la grille d'évacuation des eaux pluviales, les jeunes bovins peuvent passer de part et d'autre de la grille créant ainsi une échappatoire à l'obstacle que l'on souhaitait étudier. En fin d'engraissement, la taille des taurillons a nettement augmenté. Rares sont les passages où les animaux peuvent passer à deux en même temps. Et la grille constitue désormais un véritable obstacle à franchir. Les différences de temps de parcours ne sont donc pas uniquement le reflet d'une différence de réactivité mais peuvent être dues à un nombre différent de points de blocage par exemple.

Concernant les observations comportementales lors de l'attente au corral, juger de l'activité des animaux au sein du groupe était a priori une bonne idée. Or nous nous sommes là encore rendu compte que l'interprétation de ces observations était délicate. Nous nous sommes aperçus que les taurillons n'exprimaient pas leur stress de la même manière en début et en fin d'engraissement. Si les vocalises sont largement répandues après le sevrage, ce comportement tend à diminuer au fil du temps et laisse place à des comportements agonistiques, type coups, luttes ou chevauchements.

Pour améliorer ce test, notre suggestion serait d'utiliser un nombre plus important de paramètres comportementaux. Ces paramètres pourraient être notés un à un sur une échelle continue (de 10 cm par exemple) allant de « 0 = absence du comportement » à « 10 = comportement incessant pendant toute l'observation », à l'image de ce qui est réalisé pour la

notation du bien-être en élevage laitier. Une note globale du groupe serait alors attribuée en additionnant les notes de chaque paramètre. En utilisant un nombre suffisant de paramètres, ce système de notation semble être répétable dans le temps et ne semble pas être dépendant du notateur.

Parmi les paramètres qui pourraient être pris en considération, on peut citer les vocalises, les coups, luttes et chevauchements, l'activité globale du groupe, la peur du manipulateur, les passages de tête au travers des barrières, la distance entre les individus au sein du groupe, les déplacements, etc.

## B) Test de réactivité à la contention

Aucun problème particulier n'a été rencontré lors de ce test. La principale difficulté réside dans l'interprétation. En effet, le nombre de mouvements réalisés en cage ne peut pas être interprété seul. Nous avons remarqué que certains animaux, particulièrement apeurés à l'intérieur de la cage, restaient immobiles comme tétanisés par leur crainte. Ce phénomène est bien connu et est appelé « freezing ».

Dans notre cas, l'interprétation a été rendue possible par l'utilisation concomitante de la vitesse de sortie et du taux de cortisol plasmatique.

Ce test est donc à interpréter dans sa globalité et non pas en se focalisant sur un résultat obtenu. Pour améliorer ce test, l'entrée en cage devrait être prise en compte. Sur un modèle similaire à nos précédentes suggestions, une note d'entrée en cage pourrait être attribuée à chaque animal selon les difficultés du manipulateur pour le faire entrer. Pour juger de cette difficulté, on pourrait utiliser le temps nécessaire à l'entrée, les demi-tours de l'animal, les cris du manipulateur, l'utilisation d'un bâton ou d'un autre moyen de conduite (canne électrique, …), les défécations des animaux, etc.

## C) Dosage du cortisol plasmatique

Bien connu et largement utilisé en recherche, le dosage de cette hormone de stress a donné des résultats intéressants. Il nous a aussi permis de faire le lien entre les différents tests et a appuyé nos hypothèses.

Les limites à l'utilisation de ce protocole sont de deux ordres : le traitement immédiat des prélèvements avec centrifugation, congélation et envoi sous couvert du froid et le coût des analyses.

Il convient également de ne pas oublier que le pic de cortisolémie n'est pas instantané mais qu'il survient entre 15 et 30 minutes après la situation stressante. Le dosage du cortisol nécessite donc un temps de réalisation du test assez long et demande donc un double passage en cage de contention.

**Parmi les protocoles utilisés, on trouve aussi bien des protocoles inédits que des protocoles confirmés, adaptés à la situation d'étude. Des difficultés de réalisation se sont révélées et des modifications mineures ont été apportées. Les limites de ces tests sont apparues au fil des réalisations et au cours de l'analyse des résultats.**

**Malgré tout, ces tests ont donné des résultats probants. Ils restent cependant perfectibles et des améliorations ont été proposées.**

# Conclusion

L'objectif de cette étude était de déterminer si les pratiques d'élevage en atelier d'engraissement de taurillons, à savoir le réallotement des animaux à l'entrée dans l'atelier, la création de lots homogènes en poids et l'utilisation d'une ration à forte densité énergétique, influent sur la réactivité des animaux lors des opérations de manipulation et de contention. Les implications d'une telle étude portent sur le bien-être des animaux et sur la sécurité des manipulateurs, dans un système de production où la dangerosité des animaux est indéniable.

Dans un premier temps, nous avons pu remarquer que, parmi les trois facteurs de variations étudiés, seul le réallotement semble augmenter la réactivité des animaux. Cet effet a néanmoins été peu marqué. L'effet de l'homogénéité des poids au sein des lots n'a jamais été mis en évidence. De même, le niveau énergétique n'a pas influé sur la réactivité des animaux mais semble accentuer l'effet des autres facteurs.

Dans un second temps, nous avons pu voir que le facteur qui impacte le plus fortement et le plus durablement la réactivité des animaux semble être l'expérience antérieure des animaux et plus précisément la perception que les animaux ont eu des situations similaires antérieurement vécues.

Cette étude tend donc à montrer que certaines pratiques d'élevage peuvent être préjudiciables au bien-être et à la sécurité des manipulateurs. Néanmoins d'autres facteurs semblent intervenir et il paraît nécessaire de poursuivre les investigations pour pouvoir modifier les pratiques.

**Le Professeur responsable**
**VetAgro Sup campus vétérinaire**

**Le Directeur général**
**VetAgro Sup**

Par délégation
Pr F. Grain - DEVE
VetAgro Sup
Campus Vétérinaire

**Le Président de la thèse**

Professeur Dominique PEYRAMOND
Maladies Infectieuses
et Hygiène
Hôpital de la Croix-Rousse
69317 LYON Cedex 04
GROUPEMENT HOSPITALIER NORD
Tél 04 72 07 17 44 - 04 72 07 17 50

**Vu et permis d'imprimer**

**Lyon, le** 04 JUIN 2012

**Pour le Président de l'Université,**
**Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,**
**Professeur F.N GILLY**

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

# Bibliographie


**Absmanner, E, et al. 2009.** Effects of different housing systems on the behaviour of beef bulls. An on-farm assessment on Austrian farms. *Applied Animal Behaviour Science.* 2009, 118, pp. 12-19.

**Agreste. 2010.** *Statistique agricole annuelle - Résultats 2008 définitifs et 2009 semi-définitifs France métropolitaine.* Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire. 2010. pp. 43-75, Agreste Chiffres et Données - Série agriculture n°212.

**Alvarez-Rodriguez, J et Sanz, A. 2009.** Physiological and behavioural responses of cows from two beef breeds sudmitted to different suckling strategies. *Applied Animal Behaviour Science.* 2009, 120, pp. 39-48.

**Bareille, N. 2007.** Le mal-être de l'animal malade et sa gestion en élevage. *Productions Animales.* 2007, 20 (1), pp. 87-92.

**Boissy, A, et al. 2005.** Genetics of fear in ruminant livestock. *Livestock Production Science.* 2005, Vol. 93, pp. 23-32.

**Boivin, X et Mounier, L. 2009.** La relation homme-animal ou comment utiliser le comportement des bovins pour les manipuler? *Le nouveau praticien vétérinaire Elevages et santé.* Juin 2009, Vol. 3, 12, pp. 17-22.

**Boivin, X, et al. 2007.** Attitudes of farmers towards Limousin cattle and their handling. *Animal Welfare.* 2007, 16, pp. 147-151.

**Bouissou, MF. 1995.** Relations sociales, conduites agressives et réactivité émotionnelle chez les ongulés: influence des stéroïdes sexuels. *Productions Animales.* INRA, 1995, Vol. 8, 2, pp. 71-82.

**Bozkurt, Y, Ozkaya, S et Ap Dewi, I. 2006.** Association between aggressive bahaviour and high-energy feeding level in beef cattle. *Czech Journal of Animal Science.* 2006, Vol. 51 (4), pp. 151-156.

**Braastad, BO. 1998.** Effects of prenatal stress on behaviour of offspring of laboratory and farmed mammals. *Applied Animal Behaviour Science.* 1998, 61, pp. 159-180.

**Brown-Brandl, TM, et al. 2006.** Comparison of heat stress tolerance of feedlot heifers of different breeds. *Livestock Science.* 2006, 105, pp. 19-26.

**Brscic, M, et al. 2007.** Growth performance and behaviour of finishing beef cattle illegally treated with growth promoters. *Italian Journal of Animal Science.* 2007, Vol. 6 (Suppl. 1), pp. 403-405.

**Burgat, F et Dantzer, R. 2001.** *Les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être?* Paris : INRA Editions, 2001.

**Campan, R et Scapini, F. 2002a.** La causalité immédiate dans l'éthologie classique. *Ethologie: approche systémique du comportement.* s.l. : De Boeck Université, 2002a, p. 737.

**—. 2002b.** Le déclenchement du comportement. *Ethologie: approche systémique du comportement.* s.l. : De Boeck Université, 2002b, p. 747.

**Cozzi, G, Brscic, M et Gottardo, F. 2009.** Main critical factors affecting the welfare of beef cattle and veal calves raised under intensive rearing systems in Italy: a review. *Italian Journal of Animal Science.* 2009, 8 (Suppl. 1), pp. 67-80.

**D'Eath, RB, et al. 2010.** Breeding for behavioural change in farm animals: practical, economic and ethical considerations. *Animal Welfare.* 2010, 19 (S), pp. 17-27.

**Dudouet, C. 1999.** *La production des bovins allaitants.* Editions France Agricole. 1999. ISBN 2-85557-049-2.

**European Commission. 2007.** Special EUROBAROMETER 229 (2) "Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals". [En ligne] Mars 2007. [Citation : 7 Février 2010.] http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/survey/sp_barometer_fa_en.pdf.

**Falissard, B. 1996.** *Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie.* s.l. : Masson, 1996. ISBN 2-225-85030-5.

**Fitzpatrick, J, Scott, M et Nolan, A. 2006.** Assessment of pain and welfare in sheep. *Small Ruminant Research.* 2006, 62, pp. 55-61.

**Flower, FC et Weary, DM. 2001.** Effects of early separartion on the dairy cow and calf: Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Applied Animal Behaviour Science.* 2001, 70, pp. 275-284.

**Gauly, M, et al. 2001.** Estimating genetic variability in temperamental traits in German Angus and Simmental cattle. *Applied Animal Behaviour Science.* 2001, 74 (2), pp. 109-119.

**Gottardo, F, et al. 2008.** Administration of dexamthasone per os in finishing bulls: effects on productive traits, meat quality and cattle behaviour as indicator of welfare. *Animal.* 2008, 2:7, pp. 1073-1079.

**Gottardo, F, et al. 2004.** Effect of the manger space on welfare and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science.* 2004, 89, pp. 277-285.

**Gupta, S, et al. 2008.** Effect of repeated regrouping and relocation on behaviour of steers. *Applied Animal Behaviour Science.* 2008, 110, pp. 229-243.

**Gygax, L, et al. 2007b.** On-farm assessment of the lying behaviour of finishing bulls kept in housing systems with different floor qualities. *Animal Welfare.* 2007b, 16, pp. 205-208.

**Gygax, L, Siegwart, R et Wechsler, B. 2007a.** Effects of space allowance on the behaviour and cleanliness of finishing bulls kept in pens with fully slatted rubber coated flooring. *Applied Animal Behaviour Science.* 2007a, 107, pp. 1-12.

**Haufe, HC, et al. 2009.** Influence of floor type in the walking area of cubicle housing systems on the behaviour of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science.* 2009, 116, pp. 21-27.

**Hemsworth, PH. 2003.** Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behaviour Science.* 2003, 81, pp. 185-198.

**Hemsworth, PH, Price, EO et Borgwardt, R. 1996.** Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli. *Applied Animal Behaviour Science.* 1996, 50, pp. 43-56.

**Hepola, H, et al. 2006.** Feed intake and oral behaviour of dairy calves housed individually or in groups in warm or cold buildings. *Livestock Science.* 2006, 105, pp. 94-104.

**Herskin, MS, Munksgaard, L et Kristensen, AM. 2003.** Behavioural and adrenocortical responses of dairy cows toward novel food: effects of food deprivation, milking frequency and energy density in the daily ration. *Applied Animal Behaviour Science.* 2003, 82, pp. 251-265.

**Herskin, MS, Munksgaard, L et Ladewig, J. 2004.** Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behaviour of dairy cows. *Physiology and Behavior.* 2004, 83, pp. 411-420.

**Ison, SH, et al. 2010.** "Subordination style" in pigs? The response of pregnant sows to mixing stress affects their offspring's behaviour and stress reactivity. *Applied Animal Behaviour Science.* 2010, 124, pp. 16-27.

**Johannesson, T et Ladewig, J. 2000.** The effect of irregular feeeding times on the behaviour and growth of dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science.* 2000, 69, pp. 103-111.

**Larrère. 2007.** Justifications éthiques des préoccupations concernant le bien-être animal. *Productions Animales.* Février 2007, Vol. 20, pp. 11-16.

**Le Neindre, P, et al. 1995.** Individual differences in docility in Limousin cattle. *Journal of Animal Science.* 1995, 73, pp. 2249-2253.

**Lindström, T et Redbo, I. 2000.** Effect of feeding duration and rumen fill on behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science.* 2000, 70, pp. 83-97.

**Longenbach, JI, Heinrichs, AJ et Graves, RE. 1999.** Feed bunk length requirements for Holstein dairy heifers. *Journal of Dairy Science.* 1999, 82, pp. 99-109.

**Manninnen, M, et al. 2006.** Effects of feeding frequency on the performance and welfare of mature Hereford cows and their progeny. *Livestock Science.* 2006, 100, pp. 203-215.

**Mialon, MM, et al. 2008.** Effects of the forage-to-concentrate ratio of the diet on feeding behaviour in young Blond d'Aquitaine bulls. *Animal.* 2008, Vol. 2:11, pp. 1682-1691.

**Miczek, KA, et al. 2001.** Aggressive behavioral phenotypes in mice. *Behavioural Brain Research.* 2001, 125, pp. 167-181.

**Mohan Raj, AB, et al. 1991.** Behavioural response to mixing of entire bulls, vasectomised bulls and steers. *Applied Animal Behaviour Science.* 1991, 31, pp. 157-168.

**Morris, CA, et al. 1994.** Some genetic factors affecting temperament in Bos taurus cattle. *NZ Journal of Agricultural Rechearch.* 1994, 36, pp. 1323-1333.

**Mounier, L, et al. 2006a.** Mixing at the beginning of fattening moderates social buffering in beef bulls. *Applied Animal Behaviour Science.* 2006a, Vol. 83, 7, pp. 185-200.

**Mounier, L, et al. 2008.** Positive attitudes of farmers and pen-group concervation reduce adverse reactions of bulls during transfer for slaughter. *Animal.* 2008, 2:6, pp. 894-901.

**Mounier, L, et al. 2006b.** Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions to transfer to slaughter and previous history of the animals. *Journal of Animal Science.* 2006b, Vol. 84, 6, pp. 1567-1576.

**Mounier, L, Veissier, I et Boissy, A. 2005.** Behavior, physiology and performance of bulls mixed at the onset of finishing toform uniform body weight groups. *Journal of Animal Science.* 2005, Vol. 83, 7, pp. 1696-1704.

**Odensten, MO, et al. 2007.** Metabolism and udder health at dry-off in cows of different breeds and production levels. *Journal of Dairy Science.* 2007, 91, pp. 544-553.

**O'Driscoll, K, Boyle, L et Hanlon, A. 2009.** The effect of breed and housing system on dairy cow feeding and lying behaviour. *Applied Animal Behaviour Science.* 2009, 116, pp. 156-162.

**Phillips, CJC et Rind, MI. 2001.** The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 2001, 84, pp. 1979-1987.

**Phocas, F, et al. 2006.** Genetic correlations between temperament and breeding traits in Limousin heifers. *Animal Science.* 2006, 82, pp. 805-811.

**Plusquellec, P et Bouissou, MF. 2001.** Behavioural characteristics of two dairy breeds of cows selected (Herens) or not (Brune des Alpes) for fighting and dominance ability. *Applied Animal Behaviour Science.* 2001, 72 (1), pp. 1-21.

**Redbo, I et Nordblad, A. 1997.** Stereotypies in heifers are affected by feeding regime. *Applied Animal Behaviour Science.* 1997, 53, pp. 193-202.

**Rhind, SM, et al. 2010.** Effects of environmental pollutants on the reproduction and welfare of ruminants. *Animal.* 2010, 4:7, pp. 1227-1239.

**Roussel, S, et al. 2007.** Le stress prénatal: état des connaissances et conséquences potentielles en élevage. [éd.] INRA. *Productions Animales.* 2007, 20 (1), pp. 81-86.

**Sowell, BF, et al. 1998.** Radio frequency technology to measure feeding behavior and health of feedlot steers. *Applied Animal Behaviour Science.* 1998, 56, pp. 277-284.

**Team, R Development Core. 2011.** *R: A Language and Environment for Statistical Computing.* [En ligne] 2011. {ISBN} 3-900051-07-0. http://www.R-project.org/.

**Tessitore, E, et al. 2009.** Effects of pen floor and class of live weigth on behavioural and clinical parameters of beef cattle. *Italian Journal of Animal Science.* 2009, Vol. 8 (Suppl. 2), pp. 658-660.

**Tucker, CB, et al. 2007.** Effects of shelter and body condition on the behaviour and physiology of dairy cattle in winter. *Applied Animal Behaviour Science.* 2007, 105, pp. 1-13.

**Veissier, I, et al. 2000.** Le bien-être des animaux d'élevage: comment peut-on le définir et l'évaluer? *Le Point Vétérinaire.* 2000, 31, pp. 117-124.

**Vessier, I, Beaumont, C et Lévy, F. 2007.** Les recherches sur le bien-être animal: buts, méthodologie et finalité. *Productions Animales.* Février 2007, Vol. 20, pp. 3-10.

**Villalba, JJ, Provenza, FD et Manteca, X. 2010.** Links between ruminants' food preferance and their welfare. *Animal.* 2010, 4:7, pp. 1240-1247.

**Weschler, B. 2007.** Normal behaviour as a basis for animal welfare assessment. *Animal Welfare.* 2007, 16, pp. 107-110.

**Windschnurer, I, Boivin, X et Waiblinger, S. 2009.** Reliability of an avoidance distance test for the assessment of animals' responsiveness to humans and a preliminary investigation of its association with farmers' attitudes on bull fattening farms. *Applied Animal Behaviour Science.* 2009, 117, pp. 117-127.

**NOM PRENOM** : FOLLEAS Florian

**TITRE :** Influence du réallotement et du niveau énergétique de la ration sur la réactivité des taurillons en engraissement : Etude expérimentale sur 140 bovins mâles charolais

**Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire :** Lyon, 22 juin 2012

## RESUME :


L'objectif de cette étude était de déterminer si les pratiques d'élevage en atelier d'engraissement de taurillons, à savoir le réallotement des animaux à l'entrée dans l'atelier, la création de lots homogènes en poids et l'utilisation d'une ration à forte densité énergétique, influent notablement et durablement sur la réactivité des animaux lors des opérations imposées par l'homme. Les implications d'une telle étude portent sur le bien-être des animaux et sur la sécurité des manipulateurs, dans un système de production où la dangerosité des animaux est indéniable.

Pour cela, une étude expérimentale a été menée sur le site de l'INRA de bourges. Différents lots d'animaux ont été crées suivant les facteurs de variation (allotement, homogénéité des poids et densité énergétique de la ration). Les comportements des animaux des différents lots créés ont été comparés au fil de l'engraissement, lors de deux types d'opérations impliquant la présence de l'homme, à savoir les opérations de contention et les opérations de manipulation.

Les résultats obtenus tendent à prouver que le réallotement imposé aux animaux en début d'engraissement rend les animaux plus réactifs lors des manipulations par l'homme. L'homogénéité des poids entre taurillons dans un lot ne semble pas modifier la réactivité ultérieure des individus, tout comme l'utilisation d'une ration à forte densité énergétique. Cependant, des différences de réactivité ont été notées en s'intéressant aux interactions entre les facteurs de variations étudiés.

Cette étude tend donc à montrer que certaines pratiques d'élevage peuvent être préjudiciables au bien-être et à la sécurité des manipulateurs. Néanmoins d'autres facteurs semblent intervenir et il paraît nécessaire de poursuivre les investigations pour pouvoir modifier les pratiques.



## MOTS CLES :

- Bétail-Alimentation
- Bovins-Manipulation
- Stress
- Comportement social des animaux
- Bovins


## JURY :

| | |
|---|---|
| Président : | Monsieur le Professeur Dominique PEYRAMOND |
| 1er Assesseur : | Monsieur le Docteur Luc MOUNIER |
| 2ème Assesseur : | Monsieur le Docteur Laurent ALVES DE OLIVEIRA |

**DATE DE SOUTENANCE :** 22 juin 2012


**ADRESSE DE L'AUTEUR :** FOLLEAS FLORIAN
Rochette Ribier
63840 SAUVESSANGES