

Table des matières

Introduction	6
Première partie : l'andouille de Guéméné	7
I. Définition et réglementation.....	7
II. Un peu d'histoire.....	10
II.1- L'histoire de l'Andouille.....	10
II.1.1- L'Andouille par le passé.....	10
II.1.2- Les origines bretonnes de la renommée de l'Andouille.....	12
II.1.3- L'entreprise AT-France, un relai à l'échelle nationale pour un produit de fabrication locale.....	13
II.2- Situation actuelle de la production d'andouilles et d'andouillettes.....	14
II.2.1- Evolution de la production et de la consommation de la viande de porc	14
II.2.1.1- En France.....	14
II.2.1.2- Imports et Exports.....	15
II.2.2- Diversité des produits charcutiers.....	17
II.2.2.1- L'ensemble de la production en France	17
II.2.2.2- La consommation d'andouille.....	18
III. L'andouille de Guéméné: produit de charcuterie et de salaison.....	20
III.1- Définition des termes de boucherie.....	20
III.2- D'un procédé artisanal à un process industriel.....	21
III.2.1- Fabrication traditionnelle de l'andouille.....	21
III.2.1.1- Lavage	21
III.2.1.2- Découpe.....	21
III.2.1.3- Dégraissage.....	21
III.2.1.4- Macération / Salage.....	22
III.2.1.5- Trempage	22
III.2.1.6- Fabrication proprement dite.....	22
III.2.1.7- Le fumage.....	23
III.2.1.8- Cuisson.....	23
III.2.1.9- Entreposage.....	23
III.2.1.10- Le séchage.....	24
III.2.2- Un process actuel plus rentable.....	24
III.2.2.1- Saumurage des matières premières.....	26
III.2.2.2- Préparation des cœurs et stockage.....	27
III.2.2.3- Coupe.....	27
III.2.2.4- Couture.....	28
III.2.2.5- Montage.....	30
III.2.2.6- Stockage en fabrication/Piquage/Coloration.....	31
III.2.2.7- Cuisson - Fumage.....	33
III.2.2.8- Refroidissement / conditionnement.....	33
Deuxième partie : étude du gros intestin de porc	35
I. Données actuelles sur le gros intestin de porc.....	35
I.1- Données anatomiques et histologiques.....	35
I.1.1- Description anatomique.....	35
I.1.1.1- Caractères généraux.....	36
I.1.1.2- Caecum.....	37
I.1.1.3- Côlon.....	40

I.1.1.4- Rectum.....	41
I.1.2- Description histologique.....	43
I.1.2.1- Caractères généraux.....	43
I.1.2.2- Caecum.....	44
I.1.2.3- Côlon.....	44
I.1.2.4- Rectum.....	45
I.2- Données expérimentales sur les abats blancs.....	45
I.2.1- Relation poids d'abats blancs / rendement carcasse.....	45
I.2.2- Etude du poids et de la longueur.....	47
I.2.3- Données histologiques.....	47
II. Etude à l'abattoir.....	48
II.1- Protocole.....	48
II.1.1- Conditions de l'étude.....	48
II.1.1.1- Les races utilisées.....	48
II.1.1.2- Le mode d'élevage.....	51
II.1.1.3- Conditions d'abattage.....	52
II.1.2- Protocole expérimental.....	52
II.1.2.1- Etape 1 : Identification individuelle.....	53
II.1.2.2- Etape 2 : Prélèvements histologiques.....	53
II.1.2.3- Etape 3 : Mesure et pesée du gros intestin	54
II.1.2.4- Etape 4: Conditionnement dans des bacs.....	55
II.1.3- Calcul complémentaire.....	56
II.2- Résultats.....	56
II.2.1- Etude du poids et de la longueur.....	57
II.2.2- Etude de la longueur en fonction du poids du gros intestin.....	58
II.2.2.1- Duroc.....	58
II.2.2.2- Gallia.....	59
II.2.3- Etude de la prise de poids au saumurage.....	60
II.2.3.1- Duroc.....	60
II.2.3.2- Gallia.....	62
II.2.3.3- Comparaison Gallia et Duroc.....	63
II.2.4 – Rendement carcasse et poids à l'abattage.....	64
II.2.5- Etude histologique.....	64
II.3- Discussion.....	68
II.3.1- Premiers constats.....	68
II.3.2- Les problèmes de traçabilité.....	69
II.3.3- La phase d'égouttage.....	70
II.3.4- La prise de mesures.....	70
II.3.5- Etude histologique.....	72
<u>Troisième partie : étude du process de fabrication</u>	74
I. Données actuelles sur l'andouille.....	74
I.1- Poids, longueur et épaisseur des abats blancs.....	74
I.2- Histologie des abats blancs et charcuterie.....	75
I.3- Rendements et processus de transformation.....	76
II. Etude de la fabrication de l'andouille.....	76
II.1- Protocole.....	76
II.1.1- Conditions de l'étude.....	76
II.1.2- Protocole de mesure.....	77
II.1.2.1- Etape 1: Pesée des coeurs et des enveloppes.....	77
II.1.2.2- Etape 2: Pesée de la matière première.....	77
II.1.2.3- Etape 3: Pesées de suivi des andouilles.....	78

II.1.3- Calculs complémentaires.....	79
II.1.3.1- Au saumurage.....	79
II.1.3.2- La matière première.....	79
II.1.3.3- Les rendements.....	80
II.2- Résultats.....	81
II.2.1- Etude des rendements.....	81
II.2.2- Etude de l'évolution du poids des andouilles.....	82
II.2.3- Etude histologique.....	83
II.3- Discussion.....	88
II.3.1- Premiers constats.....	88
II.3.2- Les problèmes de traçabilité.....	89
II.3.3- La phase d'égouttage.....	89
II.3.4- La prise de mesure.....	90
II.3.4- L'étude histologique.....	90
Conclusion.....	92
Table des sigles.....	93
<u>Annexes.....</u>	94
Annexe I : Extrait de tableau du Code de la charcuterie.....	95
Annexe II: Cahier des charges matières premières (Salaisons du Père Isidore).....	96
Annexe III : Caractéristiques des aliments.....	99
Annexe IV : Protocole de mesure “abattoir”.....	100
Annexe V : Protocole d’inclusion à la paraffine.....	102
Annexe VI : Coloration de Masson - Coloration de Lillie Pasternak.....	103
Annexe VII : Tableau de résultats “ abattoir”.....	104
Annexe VIII : Etudes de régressions.....	106
Annexe IX : Protocole de mesure “fabrication”.....	110
Annexe X : Tableau de résultats “ fabrication ”.....	111

Table des illustrations

Figure n°1 : Coupe transversale d'andouilles de Vire (à gauche) et de Guéméné (à droite).....	12
Figure n°2 : La consommation de viande par habitant en France.....	15
Figure n°3 : Evolution de la production et de la consommation de viande porcine en France.....	15
Figure n°4 : Imports et Exports de viande porcine en France (en 1000 tonnes équivalent carcasse).....	16
Figure n°5 : Les principales production de charcuterie-salaisons en 2005.....	17
Figure n°6 : Tableau récapitulatif des correspondances des termes utilisés en anatomie et en charcuterie.....	20
Figure n°7 : Synoptique simplifié de fabrication de l'andouille de Guéméné.....	25
Figure n°8 : Photographie de gros intestins de porcs saumurés.....	26
Figure n°9 : Photographie de tronçons de gros intestins de porcs à l'étape de la coupe.....	27
Figure n°10 : Gros intestins de porcs sur tube à air comprimé prêts à être cousus.....	28
Figure n°11 : Photographie des postes de couture.....	29
Figure n°12 : Schéma d'agencement des matières premières de l'andouille avant montage.....	30
Figure n°13 : Photographie de raclage des chaudins lors du montage.....	31
Figure n°14 : Photographies d'andouilles montées prêtes à être « colorées ».....	32
Figure n°15 : Photographie d'andouilles « colorées » sur chariot, prêtes à cuire.....	33
Figure n°16 : Photographie d'andouilles conditionnées.....	34

Figure n°17 : Intestin de porc, vu par la face gauche, après isolement, d'après BARONE.....	35
Figure n°18 : Photographie d'intestin de porc, après isolement.....	36
Figure n°19 : Caecum de porc, conformation extérieure, d'après BARONE.....	37
Figure n°20 : Photographie de caecum de porc, conformation extérieure.....	38
Figure n°21 : Caecum de porc, conformation intérieure, d'après BARONE.....	39
Figure n°22 : Photographie de caecum de porc, conformation intérieure.....	39
Figure n°23 : Conformation intérieure du rectum et du canal anal chez le porc , d'après BARONE	42
Figure n°24 : Photographie de la conformation intérieure du rectum et du canal anal chez le porc.	42
Figure n°25 : Photographie de Duroc (www.zzdpawlowice.pl).....	48
Figure n°26 : Photographie de Large White (www.itp.asso.fr).....	49
Figure n°27 : Photographie de Landrace français (www.itp.asso.fr).....	50
Figure n°28 : Mesure de la longueur du gros intestin.....	55
Figure n°29 : Pesée individuelle des gros intestins.....	55
Figure n°30 : Tableau récapitulatif des outils statistiques de régression.....	56
Figure n°31 : Comparaison des poids et longueur des gros intestins des porcs Gallia et Duroc.....	57
Figure n°32 : Etude de régression du poids en fonction de la longueur (Duroc).....	59
Figure n°33 : Etude de la longueur du gros intestin en fonction de son poids (Duroc).....	59
Figure n°34 : Etude de régression du poids en fonction de la longueur (Gallia).....	60
Figure n°35 : Etude de la longueur du gros intestin en fonction de son poids (Gallia).....	60
Figure n°36 : Etude de régression du poids du gros intestin saumuré en fonction du poids initial du gros intestin puis de sa longueur (Duroc).....	61
Figure n°37 : Etude de la prise de poids au saumurage (Duroc).....	62
Figure n°38 : Etude de la prise de poids au saumurage en fonction de la longueur (Gallia et Duroc).....	62
Figure n°39 : Etude de régression du poids du gros intestin saumuré en fonction du poids initial du gros intestin puis de sa longueur (Gallia).....	63
Figure n°40 : Etude de la prise de poids au saumurage (Gallia).....	64
Figure n°41 : Etude de la prise de poids au saumurage en fonction de la longueur (Gallia).....	64
Figure n°42 : Comparaison de la prise de poids au saumurage (%) des gros intestins des porcs Gallia et Duroc.....	65
Figure n°43 : Coupe longitudinale de caecum de Gallia (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration au trichrome de Masson)	66
Figure n°44 : Coupe transversale de côlon ascendant de Gallia (partie proximale) (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration au trichrome de Masson)	67
Figure n°45 : Coupe longitudinale de côlon ascendant de Duroc (partie distale) (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration au trichrome de Masson)	67
Figure n°46 : Coupe longitudinale de côlon descendant de Duroc (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration au trichrome de Masson)	68
Figure n°47 : Coupe longitudinale de rectum Gallia (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×20 ; coloration de Lillie Pasternak)	69
Figure n°48 : Tableau récapitulatif des moyennes des épaisseurs mesurées sur les gros intestins....	69
Figure n°49 : Evaluation du pourcentage de perte de données due à des problèmes de traçabilité...	71
Figure n°50 : Etude du rendement de fabrication de l'andouille.....	84
Figure n°51 : Evolution du poids des andouilles au cours de la fabrication (en grammes).....	85
Figure n°52 : Coupe transversale d'andouille de Gallia (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×20 ; coloration de Masson).....	86
Figure n°53 : Coupe transversale d'andouille de Duroc (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×20 ; coloration au trichrome de Masson)	87
Figure n°54 : Coupe transversale d'andouilles de Guéméné fabriquées de façon traditionnelle (à gauche) et industrielle (à droite).....	87
Figure n°55 : Coupe transversale d'andouille « traditionnelle » (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×20	

; coloration de Lillie Pasternak).....	88
Figure n°56 : Coupe transversale d'andouille de Duroc (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration de Lillie Pasternak).....	89
Figure n°57 : Coupe transversale d'andouille « traditionnelle »(Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration de Lillie Pasternak).....	90

Introduction

La diversité dans l'approvisionnement en matières premières destinées à la fabrication de l'andouille de Guéméné a conduit certains industriels de la filière porcine à envisager une étude afin d'évaluer les rendements en fabrication suivant l'origine de la matière première.

L'IFIP (Institut Français des Industries du Porc) a mis en place un large programme dans lequel je me suis insérée pour travailler sur l'andouille de Guéméné et dont les résultats seront développés dans ce document.

Ce travail est présenté en trois parties. Dans la première partie sera décrite l'andouille de Guéméné tant par son histoire que ses process de fabrication ancien et moderne. Nous verrons alors que l'andouille de Guéméné étant constituée exclusivement du gros intestin du porc, il était intéressant de connaître l'influence possible de la race sur cet organe.

Nous exposerons dans les parties 2 et 3 le protocole expérimental retenu. La seconde partie est consacrée au protocole mis en place à l'abattoir pour caractériser la matière première. Les mesures effectuées, l'étude histologique et les résultats obtenus y sont relatés. La troisième partie se rapporte à l'étude en atelier de fabrication, techniques de mesures et résultats y sont détaillés. L'analyse histologique y est complétée par une étude comparative avec une andouille artisanale.

Nous concluons par une discussion sur les données obtenues, les moyens de les améliorer en vue d'études ultérieures et l'intérêt de la méthode histologique pour apprécier la qualité du produit fini

Première partie : l'andouille de Guéméné

I. Définition et réglementation [5]

Le Code des Usages de la Charcuterie, de la Salaison et des Conserve de Viandes donne la définition exacte, du point de vue réglementaire, de l'andouille de Guéméné. Les critères auxquels ce produit est soumis se trouvent dans l'article « 2.1.10.2 Andouille supérieure » rappelé ci-après. (cf. Annexe I)

« Dénominations de vente

Sont définis, dans cette fiche, les produits portant les dénominations :

andouille supérieure, andouille de Vire, de Bretagne, bretonne supérieure,

ou suivi, pour chaque dénomination de vente ci-dessus, de tout qualificatif évoquant la supériorité,

andouille de Guéméné

andouille de Cambrai, de Revin,

andouille supérieure à (aux)

mentions :

« authentique », « véritable »,

« traditionnel(le) » ou toute mention évoquant la tradition,

« à l'ancienne », « comme autrefois » ou toute mention ayant la même signification.

Si un produit fait l'objet d'une AOP ou d'une IGP, la dénomination de vente est réservée au produit fabriqué dans la zone concernée et répondant aux spécifications de l'AOP ou de l'IGP

1. Définition

Les produits ci-dessus dénommés sont des préparations obtenues par assemblage ou mélange,

embossage à la main sous boyau naturel et cuisson, dans le boyau, des éléments du tube digestif du porc (éventuellement blanchis), auxquelles ont été éventuellement ajoutés les seuls ingrédients et additifs cités aux points 2.2 et 2.3.

Les produits sont fumés naturellement, ce qui n'exclut pas une addition complémentaire d'arôme fumé.

Si un produit n'est pas fumé, mention en est obligatoirement faite dans la dénomination de vente.

2. Ingrédients

2.1 matière première

éléments du tube digestif du porc, éventuellement précuits, en quantité telle qu'ils représentent au minimum 75% de la masse nette du produit commercialisé. La présence de rosette n'est pas tolérée,

enveloppe, boyaux naturels exclusivement, ni cousus, ni collés

2.2 autres ingrédients

gras de porc

maigre de porc, exclusivement dans l'andouille de Revin,

sel,

aromates, épices, vins, alcools, liqueurs, condiments

arômes : substances aromatisantes naturelles, identiques aux substances aromatisantes naturelles, artificielles ; préparations aromatisantes ; arômes de transformation ; arôme de fumée

fumée liquide

2.3 additifs

nitrate de sodium (E251), potassium (E252)

nitrite de sodium (E250), potassium (E249)

acide ascorbique (E300), ascorbate de sodium (E301),

acide érythorbique (E315), érythorbate de sodium (E316)

acides organiques : acétique (E260), lactique (E270), citrique (E330), tartrique (E334),

acétate de sodium (E262), potassium (E261), calcium (E263)

lactate de sodium (E325), potassium (E326)

2.4 enveloppes

colorants d'enveloppes

Tous les additifs précités peuvent être utilisés à une dose conforme à la réglementation en vigueur.

3. Description

3.1 caractéristiques physiques et sensorielles

Les produits se présentent sous forme d'un mélange ou d'un assemblage hétérogène des différents constituants, embossés sous boyau naturel, de diamètre et longueur variables.

Ils peuvent se couper en tranches fines à température ambiante. Ils présentent une saveur caractéristique, sans goût ni odeur anormaux.

3.2 caractéristiques chimiques

3.2.1 Préparation de l'échantillon pour analyse

L'analyse est faite sur le produit débarrassé de l'enveloppe

3.2.2 Critères chimiques

humidité du produit dégraissé (HPD) $\leq 75\%^*$

lipides $^{**} \leq 20\%$

sucres solubles totaux (STT) $\leq 1\%^{***}$

*à l'exception de l'andouille de Guéméné (HPD \leq 77%)

** rapportés à l'HPD de 75% (77% pour l'andouille de Guéméné)

*** apportés par les matières premières et les supports d'arômes et rapportés à l'HPD de 75% (77% pour l'andouille de Guéméné)

3.3 caractéristiques microbiologiques

Les critères microbiologiques doivent être conformes aux textes réglementaires en vigueur.

4. Dénominations particulières

[...]

andouille de Guéméné

Le produit est composé exclusivement de chaudins de porcs enfilés les uns sur les autres selon leur calibre, après qu'un noyau ou « cœur » ait été constitué et mis sous baudruche ou chaudin. Le produit, éventuellement séché, est fumé avant ou après cuisson et cuit. Il présente à la coupe un aspect caractéristique d'anneaux concentriques autour d'un noyau dont le diamètre ne doit pas dépasser le quart du diamètre total. L'HPD peut atteindre 77%.

[...] »

II. Un peu d'histoire

II.1- L'histoire de l'Andouille

II.1.1- L'Andouille par le passé [12][13]

Pour résumer l'histoire de l'andouille, il paraît normal de citer un extrait du Grand Livre de l'Andouille : Histoire et Traditions qui se veut être une référence bibliographique de tout fabricant d'andouille fier de son titre et de l'histoire de sa charcuterie.

« Fixer la date de la création de l'andouille serait bien prétentieux, un poète nous pousse à la situer dans la Gaule romaine, si l'on en croît la belle légende de l'andouille du Prieuré : celle-ci

nous est rapportée en vers par Charles Nobis en 1907 :

« L'andouille est un mets délectable

Nos ailleux ne l'ignoraient pas,

Et si l'on en croyait la fable,

Elle aurait bien trois cents papas.

Dans une auberge bas normande,

Un soir d'hiver, on m'a conté

L'antique et modeste légende

De l'andouille du Prieuré

C'était au temps lointain où Rome

Tenait la Gaule dans ses fers

Et saint Martin fort, Dieu sait comme

Errait aux environs de Flers.

La neige tombait blanche et drue,

Le soldat vint exténué

Secouant son épaule nue,

Manger l'andouille du Prieuré. [...] »

En tout cas, comme en bien des domaines, et faute d'autre source, on se référera à la législation sur la fabrication de l'andouille ; en 1350, l'ordonnance de Jean II (Jean II le Bon, roi de France) régleme le salaire des tueurs et saleurs de pourceaux*¹... ce qui prouve, en tout cas, l'existence du produit (la législation n'intervenant bien sûr que lorsque risquent de se faire jour des problèmes, donc lorsque le domaine concerné prend de l'importance, et ce pour prévenir toute contestation, tout mouvement corporatiste).

Ces andouilles nous viennent donc des temps anciens. On les retrouve bien sûr aux foires de Champagne : il semble qu'à cette époque, si l'on en croît les documents consultables, il y ait une tradition d'andouille par région porcine.

Aujourd'hui, quelques unes subsistent, environ une dizaine dont deux émergent, leur réputation ayant largement franchi les frontières de leur région propre : l'andouille de Guéméné et l'andouille de Vire véritable. »

¹ A cette époque, les tueurs de porcs allaient de ferme en ferme tuer le cochon et participaient à la fabrication des pâtés, boudins, andouilles, jambon...

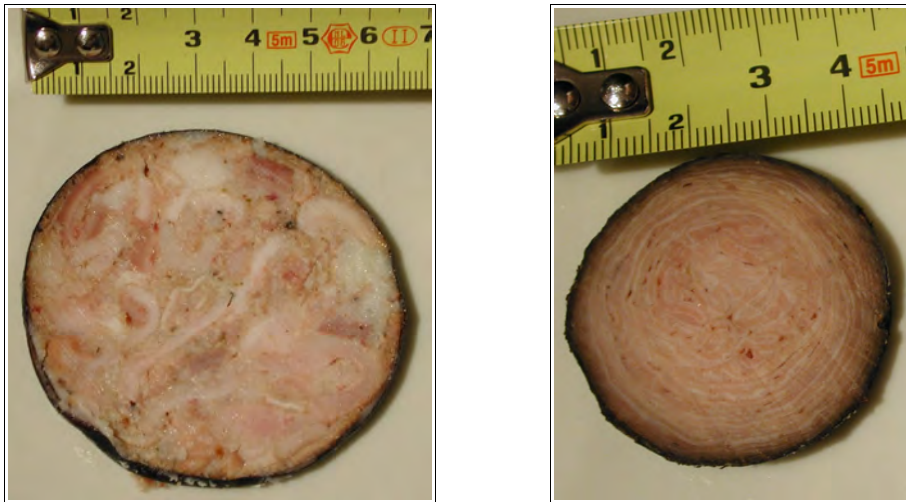


Figure n°1 : Coupe transversale d'andouilles de Vire (à gauche) et de Guéméné (à droite)

II.1.2- Les origines bretonnes de la renommée de l'Andouille [3]

Si l'on ne peut remonter aux origines de l'andouille de Guéméné, on ne peut cependant pas la citer sans y associer le nom de Le Coustumer.

L'industrie des salaisons Triskell, groupe industriel populaire en Bretagne, est dirigée par son PDG Jean-François Le Coustumer.

Parmi les différents ateliers de fabrication de l'entreprise, celui de fabrication de l'andouille se situe à Baud, non loin de Guéméné-sur-Scorff. Cette activité de fabrication est à l'origine de l'entreprise familiale développée par quatre générations de Le Coustumer, à partir de la fin du XIXe siècle, à Guéméné-sur-Scorff.

A cette époque, Pierre Le Coustumer ne fabriquait qu'une trentaine d'andouilles par an. Ces andouilles n'avaient pas du tout le même goût qu'aujourd'hui. Très salées et très noires, elles étaient consommées à Guéméné-sur-Scorff, à la charcuterie-bistrot « Boire et Manger » tenue par la femme de Pierre Le Coustumer.

Aujourd'hui, l'entreprise fabrique 800 andouilles par jour. Cependant, les difficultés que connaissent actuellement la production porcine et les artisans locaux n'autorisent simplement qu'un maintien de cette activité mineure.

II.1.3- L'entreprise AT-France, un relai à l'échelle nationale pour un produit de fabrication locale

Depuis trois générations, l'entreprise AT-France perpétue les traditions charcutières. Gaston Lemelle, né en 1896, a été le fondateur de cette entreprise qui, à l'origine, se cantonnait à la fabrication de la traditionnelle andouillette de Troyes.

C'est au milieu du XXe siècle que la famille Lemelle acquit une célébrité locale en Champagne avec l'andouillette de Troyes. L'esprit novateur de Gilbert Lemelle lui permit alors de s'implanter progressivement dans différentes régions de France. C'est ainsi que la fabrication de l'andouille de Guéméné débuta. Aujourd'hui, la fabrication de ce produit se réalise à Plouay, à l'entreprise de Salaisons du Père Isidore. Le process en partie industrialisé nécessite une quarantaine d'employés pour une fabrication d'environ 1000 andouilles par jour.

Reconnu comme un des premiers fabricants de spécialités charcutières françaises en terme de qualité, AT-France a obtenu les certifications Iso 9000 Versus 2000 et Iso 14000 en janvier 2003. Actuellement, Benoît et Dominique Lemelle, troisième génération, orientent le développement de l'entreprise vers une production européenne tout en conservant l'esprit artisanal des fabrications.

Le travail qui va être présenté par la suite a été en partie réalisé à Plouay, aux Salaisons du Père Isidore, grâce à l'implication de l'entreprise AT-France.

En résumé, nul ne connaît donc l'origine précise de l'andouille bretonne. Nous dirons simplement que l'andouille était, dans le temps, une préparation campagnarde. Dans un souci d'économie, cette préparation permettait aux petites gens d'utiliser les boyaux de porcs les jours d'abattage du cochon.

De nos jours, à l'inverse, le marché, l'exigence des consommateurs et la tradition de la fabrication locale en ont fait un mets raffiné et peu fabriqué industriellement. L'andouille de Vire et l'andouille de Guéméné apparaissent au fil des années comme les dignes héritières de l'ancienne riche tradition charcutière bretonne.

II.2- Situation actuelle de la production d'andouilles et d'andouillettes

II.2.1- Evolution de la production et de la consommation de la viande de porc [14] [17]

Le marché français est le principal débouché de la production porcine française. Mais sa présence s'accroît sur les marchés étrangers, dans l'Union Européenne et dans le reste du monde.

II.2.1.1- En France

Le porc est la première viande consommée en France sous différentes formes : 70% sont transformées en charcuterie salaison, le reste est consommé en l'état. La présentation des produits du porc est diverse, ce qui permet de s'adapter à tous les goûts et circonstances de consommation.

La France figure parmi les plus gros consommateurs européens de viandes de porc (35kg de viande porc/habitant/an, chiffres 2004), après les Espagnols (64kg de viande de porc/habitant/an) et les Danois (58kg de viande de porc/habitant/an). Croissante jusqu'au début des années 90, la consommation totale carnée diminue depuis peu se heurtant au “mur des estomacs”. La place de chaque viande se gagne désormais par substitution aux concurrentes. Outre les caractéristiques propres à chacune, le prix proposé au consommateur est un élément fondamental du choix.

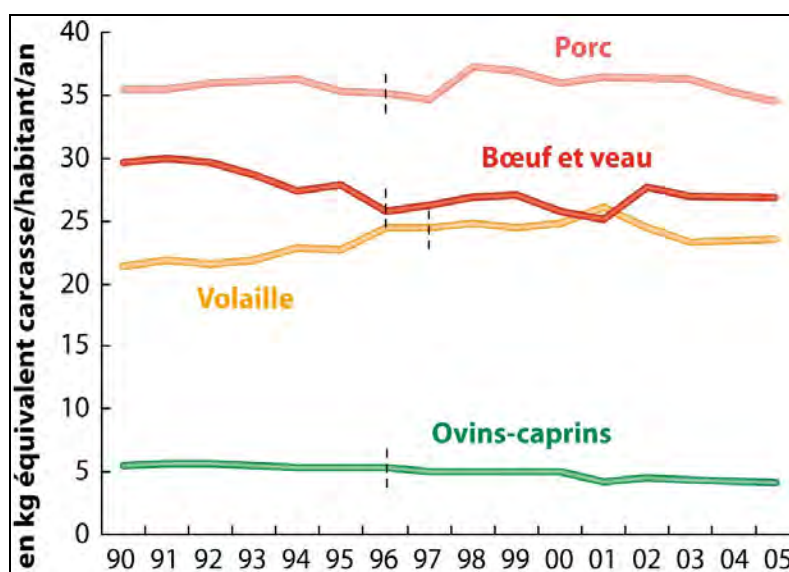


Figure n°2 : La consommation de viande par habitant en France

Les viandes blanches se sont imposées dans la consommation moderne. La consommation française de porc devance largement celle de boeuf et de volaille. Toutefois elle subit des variations selon la conjoncture.

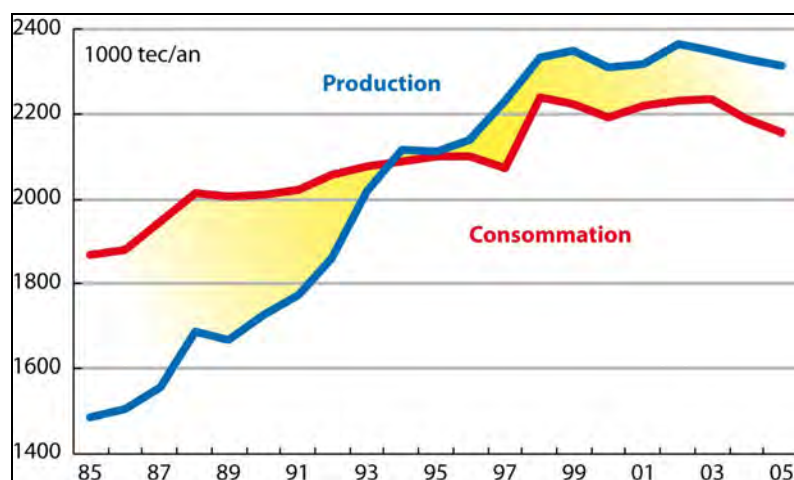


Figure n°3 : Evolution de la production et de la consommation de viande porcine en France

Depuis le début des années 90, en France, la production est supérieure à la consommation. Bien que ces dernières années la consommation diminue, l'écart avec la production est peu modifié, cette dernière diminuant parallèlement.

Cette forte production permet en outre à la France de développer le marché de l'exportation.

II.2.1.2- Imports et Exports

Pour la grande majorité des produits issus du porc, l'exportation est en constant développement. Dans les diagrammes suivants, les classes créées correspondent aux définitions suivantes :

- porcs charcutiers : porcs vivants issus de sites de production
- carcasses : carcasses de porcs issues de sites d'abattage, sans panne, rognons et diaphragme mais avec la tête
- pièces (de fabrication): pièces de viande fraîche issues d'ateliers de découpe
- charcuteries/salaisons : produits transformés fabriqués essentiellement à partir de pièces de fabrication et de graisse
- graisse : graisse de porc, panne

Il faut noter que seuls les produits « porcs charcutiers » et « carcasses » diminuent leur taux d'importation au profit de l'export.

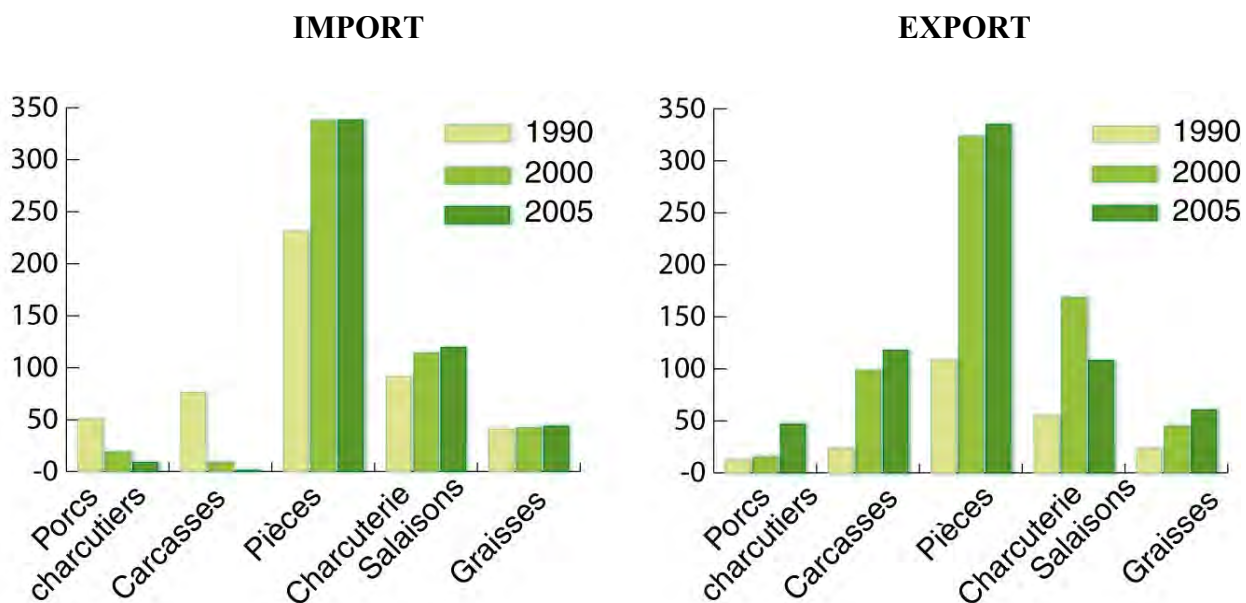


Figure n°4 : Imports et Exports de viande porcine en France (en 1000 tonnes équivalent carcasse)

Le solde total du commerce extérieur reste excédentaire en volume et en valeur depuis 1994. Le secteur des charcuteries et des conserves de viandes n'était que faiblement exportateur. Il tend cependant à se développer, bien qu'en 2003, les exportations de charcuterie et de conserves de porc ont largement baissé (phénomène essentiellement dû à la baisse des exportations de viandes désossées saumurées vers le Royaume-Uni et des jambons secs et saucissons cuits vers l'Italie).

Les importations, quant à elles, ont augmenté tant en volume qu'en valeur. Elles ont progressé du fait de la hausse des importations des jambons secs avec os d'Italie et de viandes désossées séchées en provenance d'Allemagne.

Le marché des charcuteries et conserves de porc est, à l'importation comme à l'exportation, un marché majoritairement européen. La France exporte essentiellement vers l'Union Européenne (65%) et notamment vers le Royaume-Uni, la Belgique et l'Allemagne. Les produits en provenance d'Italie sont en progression constante et l'Italie est devenue le premier pays exportateur de charcuteries de viande de porc vers la France suivie par l'Allemagne et la Belgique.

II.2.2- Diversité des produits charcutiers [4] [14] [17]

II.2.2.1- L'ensemble de la production en France

Le diagramme suivant présente une première approche pour distinguer les principales productions de charcuteries et salaisons et leur répartition en terme de production :

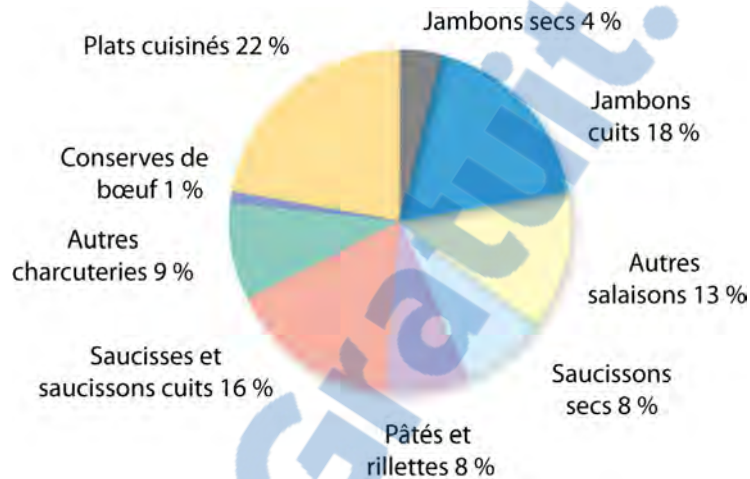


Figure n°5 : Les principales production de charcuterie-salaisons en 2005

En bilan, toutes les fabrications confondues (charcuteries, salaisons, plats cuisinés, produits traiteurs, conserves de viandes) représentent 1 357 221 tonnes d'aliments (pour l'année 2006). Ces fabrications sont divisées plus précisément en catégories au sein desquelles chaque production est quantifiée précisément. Voici les dix catégories répertoriées :

- les viandes de porc salées, saumurées, séchées ou fumées
- les viandes de boeuf salées, séchées ou fumées
- autres viandes, abats comestibles, salés, saumurés, séchés ou fumés
- jambons, épaules et autres viandes de porcs cuites
- saucisses et saucissons autres que de foie (dont les andouilles font partie)
- saucisses et saucissons de foie
- pâtes et préparations diverses de viandes
- préparations et conserves à base de boeuf
- plats cuisinés préparés divers
- corps gras animaux (saindoux)

En ce qui concerne la production industrielle de 2006, 7439 tonnes d'andouille étaient fabriquées en France, ce qui correspond à une hausse de 7,2 % par rapport à l'année 2005. 7352 tonnes étaient présentées en libre service (4212 tonnes) et à la coupe (3140 tonnes).

La production de conserves et de semi-conserves a diminué progressivement jusqu'à disparaître en 2006 au profit de la production d'andouilles surgelées. L'utilisation de la surgélation dans ce domaine n'existait pas avant 2006. Pour cette année, 87 tonnes ont été produites.

La fabrication d'andouille représente actuellement moins de 0,5% de la production industrielle française de charcuteries et de conserves.

II.2.2.2- La consommation d'andouille

En général, les statistiques regroupent andouilles et andouillettes ainsi que certains produits à base d'abats blancs. Les andouilles et les andouillettes sont des produits emballés en boyaux naturels à partir des intestins et des estomacs. Les abats blancs sont aussi utilisés pour fabriquer des produits en pains, terrines et conserves telles les tripes ou les tripoux.

En 2003, l'étude réalisée par la FICT concernant la consommation charcutière à domicile révèle que d'après les quantités achetées par les ménages habituellement consommateurs, les mouvements de consommation de charcuterie sont orientés à la baisse et confirment la poursuite de l'érosion de la consommation.

Trois points sont mis en exergue :

- une diminution des achats au rayon coupe
- une augmentation des achats en libre service
- une diminution du prix d'achat pour le consommateur

En moyenne, en 2001, 2002 et 2003, l'andouille représente moins de 1% des produits charcutiers achetés couramment par les consommateurs. Andouille et andouillette totalisent à elles deux 2% du marché total de la charcuterie (en considérant les achats à la coupe et en libre service). Sur cette même période, l'étude conclut à une augmentation du prix de l'andouille, mais aussi de l'andouillette, contrairement à la majorité des produits charcutiers.

L'andouille est donc un produit charcutier de faible consommation. Ceci pourrait être expliqué par son prix relativement élevé (autour de 12-13€ le kg d'andouille industrielle et de 15 à 20€ le kg pour une andouille artisanale) en comparaison d'autres produits charcutiers à base de porc. Cependant, il semblerait que l'andouille demeure un produit peu attrayant pour le consommateur de part la nature de ses constituants.

Ainsi, le marché de l'andouille, bien que non en déclin, demeure stable et peu prospère.

III. L'andouille de Guéméné: produit de charcuterie et de salaison

III.1- Définition des termes de boucherie [6] [7] [18]

En charcuterie, les termes employés ne sont pas nécessairement les appellations anatomiques : la panse correspond à l'estomac, le menu à l'intestin grêle et les chaudins au gros intestin.

La ventrée correspond à l'ensemble, c'est-à-dire estomac, intestin grêle et gros intestin ; on parle aussi de complet.

La boudruche, appelée aussi poche, correspond anatomiquement au caecum, le gros frisé (Ø 45 à 65 mm) et le moyen frisé (Ø 35 à 45 mm) au côlon ascendant, le suivant (ou robe) au côlon descendant. La transition entre côlon ascendant et côlon descendant correspond au côlon transverse, de taille réduite chez le porc et difficilement discernable.

La partie terminale du gros intestin, le rectum, correspond en charcuterie au fuseau mais cette partie n'est pas utilisée dans la fabrication de l'andouille de Guéméné.

Le tableau suivant récapitule la correspondance entre termes anatomiques et termes de boucherie. Dans le cadre de l'étude scientifique, les termes employés par la suite seront les termes anatomiques. Les termes en charcuterie seront utilisés pour les descriptions s'attachant à la fabrication des andouilles.

Termes en anatomie	Termes en charcuterie
Gros intestin = caecum + côlon + rectum	Chaudin = poche + gros frisé + moyen frisé + suivant Complet = chaudin + fuseau + rosette
Caecum	Poche, boudruche ou sac
Côlon ascendant partie proximale	Gros frisé
Côlon ascendant partie distale	Moyen frisé
Côlon descendant	Suivant ou robe
Rectum	Fuseau
Anus	Rosette

Figure n°6 : Tableau récapitulatif des correspondances des termes utilisés en anatomie et en

III.2- D'un procédé artisanal à un process industriel

III.2.1- Fabrication traditionnelle de l'andouille [6] [12] [13]

La caractéristique essentielle de l'andouille de Guéméné est qu'elle est constituée exclusivement de chaudins de porc. Ces chaudins, correspondant au gros intestin du porc, de différents calibres, sont enfilés les uns dans les autres.

Le temps joue un rôle primordial dans la supériorité de l'andouille de Guéméné à la fois dans sa fabrication même et dans son lent processus de fumage et de maturation.

Les étapes de la fabrication traditionnelle de l'andouille sont décrites ci-après.

III.2.1.1- Lavage

Les boyaux sont vidés, retournés, puis passés séparément plusieurs fois dans une parmentière pour parfaire le nettoyage de la muqueuse et rincés dans l'eau courante.

III.2.1.2- Découpe

Les boyaux sont « déglués », c'est-à-dire que l'excédent des sécrétions intestinales (mucus) est enlevé le plus complètement possible par raclage. Sans cette opération, il se produirait une lyse pendant la cuisson entraînant la formation de cavités.

III.2.1.3- Dégraissage

Cette phase consiste en un épluchage du tissu adipeux adhérent aux boyaux. La graisse restante constituera le gras du produit fini et lui donnera son homogénéité.

III.2.1.4- Macération / Salage

Les chaudins et les menus sont placés dans différents bacs, disposés en couches, séparées par un tapis de sel.

Pour 40kg de matière première, on utilise 15 kg de gros sel. Les bacs sont entreposés dans une salle frigorifique entre 4 et 8°C pendant 3 semaines.

Les phénomènes physico-chimiques se produisant à ce stade sont très importants et conditionnent en partie la réussite du produit final. Dans le salage à sec, il se produit d'abord une exsudation de l'eau du boyau, le sel ne pénétrant qu'ensuite. Lorsque l'équilibre isotonique est atteint, la teneur en sel de l'intestin est plus faible que prévue, ceci est dû à l'eau liée. Ainsi, l'eau de constitution des intestins frais se trouve diminuée et ils conservent de ce fait une certaine rigidité. Ceci évite d'avoir un produit final sans tenue.

Les boyaux sont considérés comme salés lorsque toute l'eau qu'ils contiennent est saturée en sel.

III.2.1.5- Trempage

Il est assuré par un séjour de quelques heures dans l'eau courante potable et permet de débarrasser les boyaux, à la fois du sel, des impuretés et de l'odeur de saumure.

On laisse ensuite les boyaux s'égoutter doucement pendant quatre à cinq jours à température ambiante.

III.2.1.6- Fabrication proprement dite

Les chaudins sont à nouveau salés au sel blanc, poivrés, épicés, à la main, à plat.

Les chaudins sont alors triés en fonction de leur diamètre. Certains sont coupés en lanières pour y former le cœur. Et c'est alors que se place le délicat et minutieux enfilage des chaudins, en choisissant les calibres voulus dans l'ordre croissant. L'andouille de Guéméné est dite télescopée, c'est une caractéristique visible à l'œil nu. Il faut environ vingt minutes pour fabriquer une andouille.

III.2.1.7- Le fumage

Il dure quatre à cinq jours, sur un feu de copeaux et de sciure. Le choix de l'essence du bois n'est pas négligeable : le chêne est conseillé, le hêtre est couramment utilisé. Les résineux sont strictement prohibés.

Le fumage entraîne des modifications physiques. Lors de l'entrée dans le fumoir, l'andouille dite verte a une couleur blanchâtre. Elle devient progressivement gris sale (coloration due à la sortie de sel), puis il se produit un assombrissement progressif jusqu'au noir brun. C'est à ce stade de fabrication que le produit acquiert sa fermeté : les andouilles restent droites et résistent à la torsion. Le poids du produit et son volume diminuent considérablement. Il y a une perte d'environ 65% du poids initial, une andouille d'environ 4,5kg ne pèsera au terme de cette étape pas plus de 1,5kg. La déshydratation est très importante, la perte de poids au fumoir étant en fait une perte d'eau.

III.2.1.8- Cuisson

Avant d'être plongée dans les bacs de cuisson, chaque andouille est ficelée afin d'éviter l'éclatement des robes. Les robes sont les couches les plus externes et les plus résistantes de l'andouille, elles correspondent au côlon descendant des gros intestins de coche, la couche la plus externe est appelée enveloppe, elle est formée d'un caecum de coche ou de boeuf.

La température de l'eau est portée à 90°C (eau frémissante) en une heure et est maintenue trois ou quatre heures.

III.2.1.9- Entreposage

La cuisson terminée, les andouilles sont déposées sur des clayettes, lavées avec de l'eau de cuisson afin d'enlever la graisse qui s'est déposée sur les robes et donne un aspect blanchâtre au produit. Après 12 heures d'entreposage à 4 à 8°C, lorsque le refroidissement est complet, le fabricant déficelle les andouilles qui sont prêtes à être commercialisées.

III.2.1.10- Le séchage

Le séchage est une étape supplémentaire non obligatoire. Comme vu dans le paragraphe précédent les andouilles peuvent être consommées dès la fin de la cuisson. Cependant, le séchage permet d'affiner les andouilles en renforçant leur goût.

En effet, au cours d'un long séchage par temps humide et doux, de trois à six mois, l'andouille bretonne de Guéméné est le siège d'une fermentation qui lui communique une odeur spéciale, recherchée des connaisseurs et difficile à définir. Elle s'enrichit d'efflorescences salines qui lui procurent aussi lentement son revêtement.

Nous retiendrons donc qu'à la coupe, les chaudins, dans l'andouille de Guéméné, se présentent en cercles concentriques formant un entrelacement qui la distingue de celle de Vire, plus agglomérée.

III.2.2- Un process actuel plus rentable

Le process de fabrication de l'andouille de Guéméné qui va être présenté ici correspond à celui d'AT-France. C'est ce process qui va donc être utilisé pour la fabrication des andouilles de notre étude, à Plouay (56).

Le synoptique de fabrication complet est un document classé confidentiel. Pour comprendre dans un premier temps le process de fabrication de l'andouille de Guéméné, nous nous appuyerons sur le synoptique simplifié ci-après.

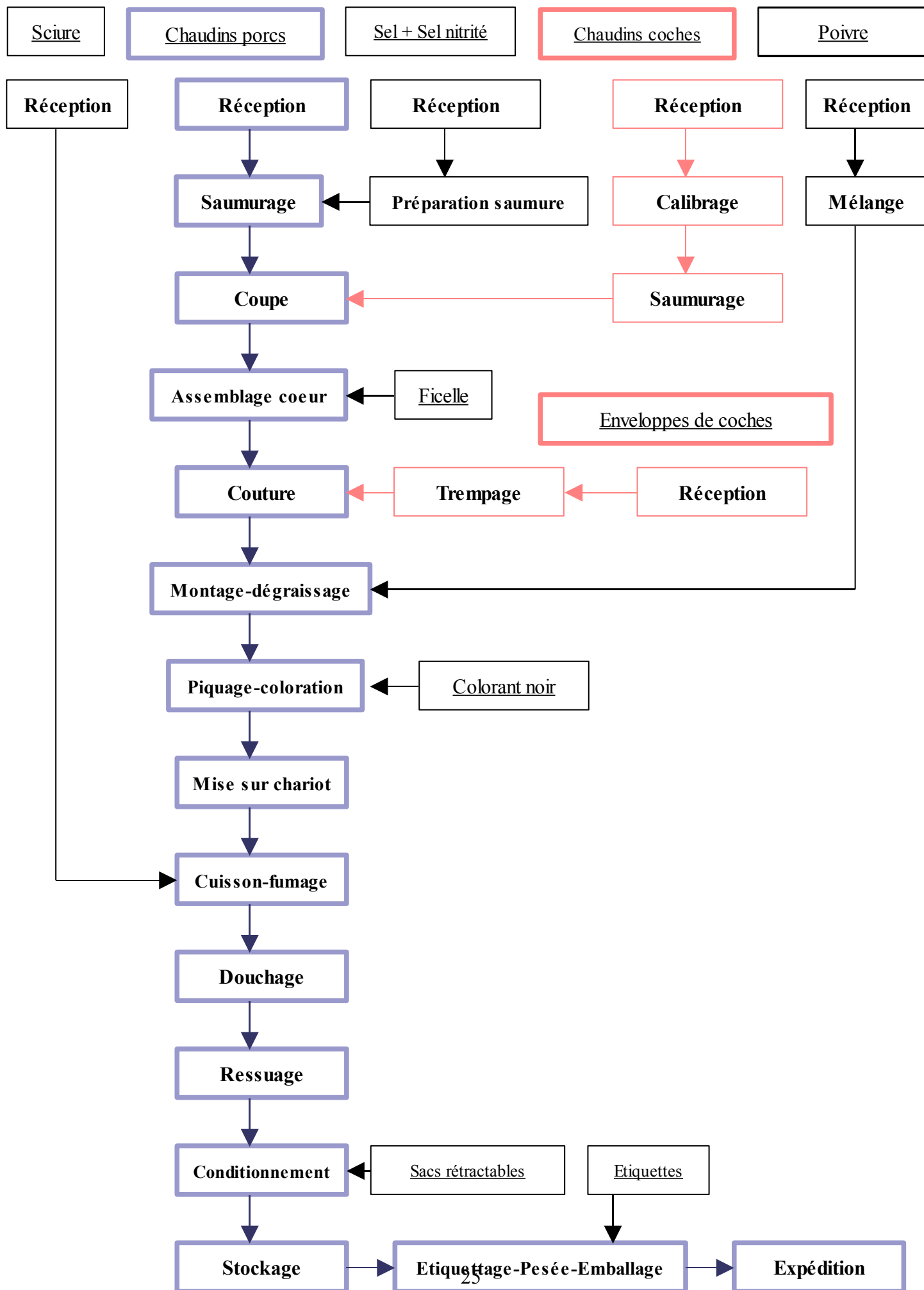


Figure n°7 : Synoptique simplifié de fabrication de l'andouille de Guéméné

III.2.2.1- Saumurage des matières premières

Cette étape se déroule dans la salle “Guéméné” à une température de 10 à 15°C.



Figure n°8 : Photographie de gros intestins de porcs saumurés

Les gros intestins de porcs et de cochons sont plongés dans des bacs de saumure (*synoptique : saumurage*).

Cette saumure est fabriquée directement à l'usine de fabrication de Plouay (*synoptique : préparation saumure*). Pour 1000g de gros intestin sont ajoutés 750g de saumure.

La saumure est fabriquée de la façon suivante, pour 1800L d'eau sont additionnés 100kg de sel et 50kg de sel nitrité. Au final, il y a donc 55,5g/L de sel fin et 27.7g/L de sel nitrité.

Les bacs peuvent contenir jusqu'à 20kg de gros intestins et de saumure.

La matière première est maintenue dans ce bain saumuré environ 16 heures.

(cf. *Annexe II*)

III.2.2.2- Préparation des cœurs et stockage

Cette opération (*synoptique : assemblage cœur*) nécessite une table, des bacs, des roule-bacs, des couteaux et des affileurs. Cette étape se déroule dans la salle “Guéméné” à une température de 10 à 15°C.

Les rebuts de coupe et de montage des morceaux de chaudins ou des morceaux cassés ou encore trop petits sont stockés dans un bac. Ces différentes parties sont dégraissées au couteau. Elles sont ensuite associées soit directement, soit après avoir été rallongées en les incisant afin d'avoir une longueur et une grosseur satisfaisante.

Finalement, les morceaux choisis et préparés sont associés dans leur milieu avec une ficelle pour former le cœur. Les cœurs sont placés sur la table. Si plus de trois cœurs sont présents en même temps, ils sont mis en stock dans un bac.

III.2.2.3- Coupe

Cette étape (*synoptique : coupe*) nécessite des tables, des bacs, des roule-bacs, des couteaux, un tapis compartimenté et des affileurs. Elle a lieu dans la salle “Guéméné” à 10 à 15°C.

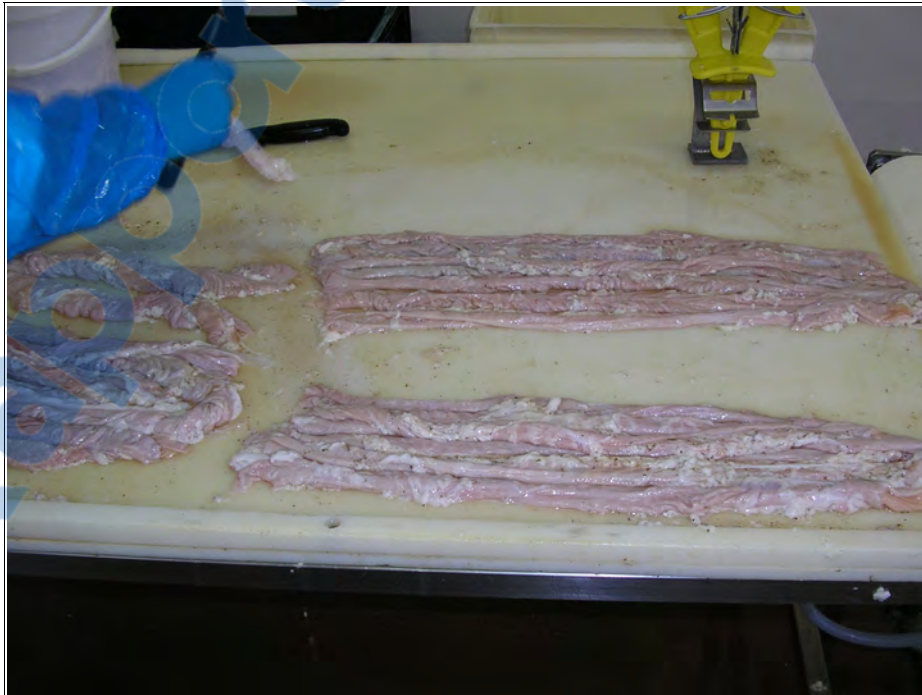


Figure n°9 : Photographie de tronçons de gros intestins de porcs à l'étape de la coupe

Les chaudins sont calibrés en 5 « paquets » par diamètre croissant sur le tapis compartimenté ; le premier paquet contient 6 boyaux, le deuxième 7, le troisième 7, le quatrième 6 et le cinquième 3 ou 4 boyaux et l'enveloppe.

L'enveloppe correspond à un caecum de coche, les 3 ou 4 boyaux précédents correspondent à des côlons descendants (robes) de cochons. Les chaudins de porcs sont très fragiles, de plus, ceux de plus gros calibres sont incisés lors du montage pour faciliter la fabrication. Ces dernières couches enveloppent donc complètement l'andouille et la solidifient.

III.2.2.4- Couture

Le but de l'opération est de fixer par ordre croissant de diamètre les chaudins sur la ficelle qui attache les cœurs.

Cette étape (*synoptique : couture*) nécessite des tapis de couture, des aiguilles, des ficelles et des tubes à air comprimé. L'air comprimé est insufflé dans les boyaux afin de faciliter l'enfilage sur le tube. Différents postes se succèdent dans la salle "Guéméné" à une température de 10 à 15°C.



Figure n°10 : Gros intestins de porcs sur tube à air comprimé prêts à être cousus

Sur le tube à air comprimé du premier poste, les chaudins de plus petit calibre (premier « paquet » contenant 6 boyaux dans le premier compartiment) sont enfilés côte à côte. Puis chaque boyau est piqué à son extrémité à l'aide d'une aiguille montée sur la ficelle du cœur, de façon à fixer chaque boyau sur celle-ci.



Figure n°11 : Photographie des postes de couture

Le deuxième poste permet d'enfiler et de coudre les boyaux de calibre supérieur contenus dans le second compartiment et ainsi de suite.

Au cinquième poste sont enfilés et cousus les derniers chaudins et l'enveloppe. L'aiguille est ensuite retirée. Une boucle est faite avec la ficelle et l'ensemble est chargé sur le convoyeur.

S'il y a trop d'andouilles cousues à l'entrée du tapis de montage, celles-ci sont stockées dans des bacs.

Le matériel nécessaire comprend donc aussi des bacs, des rouleaux bacs et un convoyeur.

Au terme de cette étape, toute la matière nécessaire à la fabrication de l'andouille est fixée sur une même et unique ficelle, le montage peut commencer.

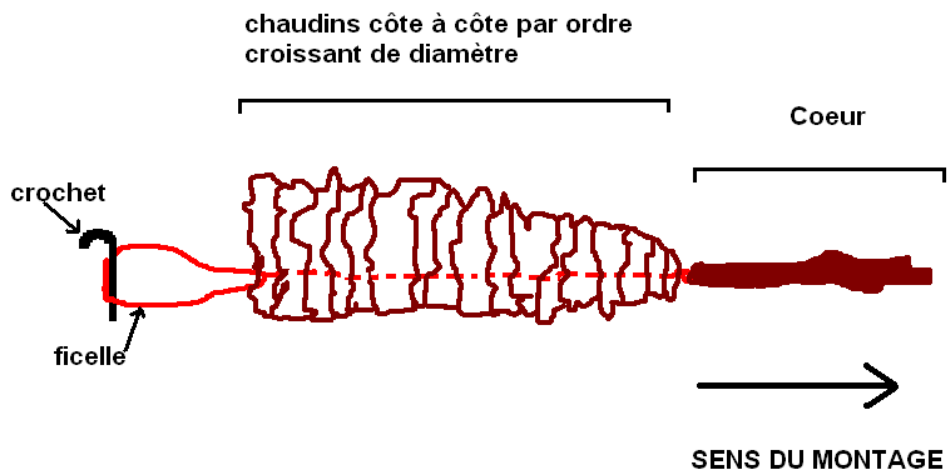


Figure n°12 : Schéma d'agencement des matières premières de l'andouille avant montage

III.2.2.5- Montage

Là encore, plusieurs postes se succèdent (*synoptique : montage-dégraissage*). Tapis, bacs, roule-bacs, couteaux et affileurs sont nécessaires au bon déroulement de cette étape, dans la salle "Guéméné" à une température de 10 à 15°C.



Figure n°13 : Photographie de raclage des chaudins lors du montage

Sur le premier poste de montage, on accroche la boucle de la ficelle à un crochet du tapis. Le premier boyau est glissé et déroulé sur le coeur et la graisse excédentaire est grattée à l'aide d'un couteau. Le deuxième boyau est ensuite enfilé sur le premier et dégraissé à son tour et ainsi de suite.

Tous les trois boyaux, du mélange sel poivre est incorporé par étalement sur toute la longueur de l'andouille. Toutes les deux minutes, le tapis avance repositionnant ainsi l'andouille en cours de fabrication devant l'opératrice suivante qui reprend le montage.

Sur le dernier poste, les boyaux de gros diamètre sont incisés régulièrement, ceci afin qu'ils s'allongent et que l'andouille ait un aspect régulier.

Au final, l'enveloppe est montée. Contrairement aux chaudins, l'enveloppe est retournée, c'est donc la muqueuse qui est en contact avec l'extérieur.

Tout au long de la fabrication, les boyaux non conformes (problème de taille, de déchirures notamment) seront écartés pour une reprise ultérieure.

III.2.2.6- Stockage en fabrication/Piquage/Coloration

Les andouilles montées sont stockées dans des bacs européens en attente de coloration. Ce stockage a lieu dans la salle Guéméné.



Figure n°14 : Photographies d'andouilles montées prêtes à être « colorées »

Dans la salle “cuisson”, zone “coloration”, les andouilles sont montées sur la piqueuse 4 par 4 (*synoptique : piquage-coloration*). En actionnant le système, les pics traversent de part en part les andouilles. Les andouilles sont ensuite placées dans la “plongeuse/noircisseuse” où elles trempent dans un bain de colorant noir.

Ce colorant noir est composé de caramel E150, de liquide végétal (blé ou maïs) et de colorant naturel.

Les andouilles sortent noircies et sont suspendues à un chariot prévu à cet effet (*synoptique : mise sur chariot*).



Figure n°15 : Photographie d'andouilles « colorées » sur chariot, prêtes à cuire

III.2.2.7- Cuisson - Fumage

Les chariots sont pesés et placés en attente de cuisson dans la salle frigorifique “réception” (3 à 10°C). Le ticket chariot est rempli avec le numéro de chariot, la date de fabrication, la date de cuisson et les noms des fournisseurs de la matière utilisée, puis au verso, le classement chronologique du chariot, le nombre de pièces et le poids net. Le calcul du poids moyen et le pourcentage fournisseur sont également notés ; les enregistrements sont effectués.

Les chariots sont introduits dans la salle de cuisson et placés dans des étuves qui assurent à la fois cuisson et fumage (procédé confidentiel).

Les processus de fumage et cuisson sont entièrement automatisés. La fumée est produite par combustion de sciure de hêtre. La température au cœur de l’andouille doit être maîtrisée.

Cette étape s’achève par un douchage des produits (*synoptique : douchage*) à l’eau chaude. Cette étape est intégrée au programme de cuisson des étuves.

Avant la sortie des chariots et lors de la fin de la cuisson, il faut vérifier l'enregistrement sur le disque et l'absence de perturbation lors du déroulement du programme.

III.2.2.8- Refroidissement / conditionnement

Les chariots d’andouilles sont entreposés dans la chambre froide de “ressuage” qui est ventilée et où la température peut varier de 4 à 9°C (*synoptique : ressuage*). Une sonde est piquée au cœur de l'andouille afin d'enregistrer la température de refroidissement pendant 2 à 6 heures. Le décrochage des andouilles se fait lorsque la température à cœur atteint 8°C.

Les andouilles sont ensuite placées dans une salle “ressuage 2” de stockage où la température est aussi de 4 à 9°C.

Les andouilles sont ensuite conditionnées (*synoptique : conditionnement*) sous vide soit entières soit coupées en tronçons.



Figure n°16 : Photographie d'andouilles conditionnées

Deuxième partie : étude du gros intestin de porc

I. Données actuelles sur le gros intestin de porc

I.1- Données anatomiques et histologiques [1][8][16]

I.1.1- Description anatomique

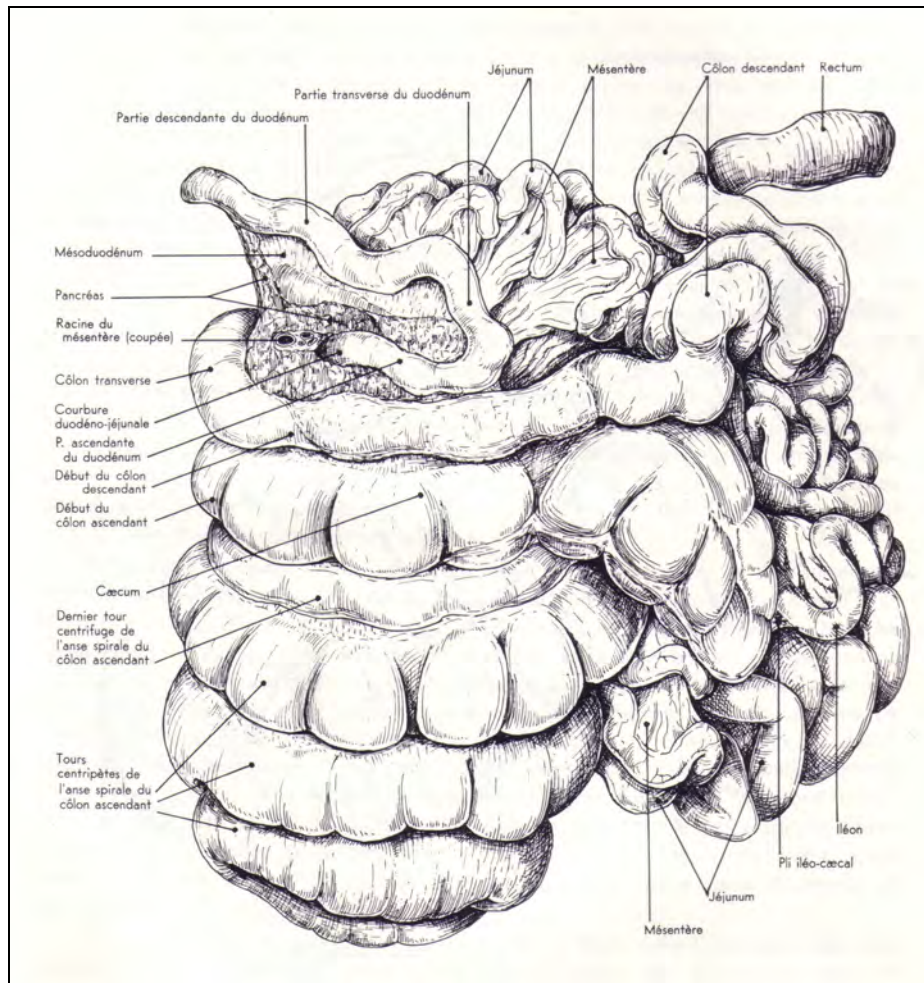


Figure n°17 : Intestin de porc, vu par la face gauche, après isolement, d'après BARONE

Comme le définit R. BARONE, « Le gros intestin (*Intestinum crassum*) est la partie du tube digestif qui fait suite à l'intestin grêle et se termine par l'anus, orifice par lequel il s'ouvre à l'extérieur. Il est divisible en trois segments successifs : le caecum, le côlon, le rectum, auxquels il faut ajouter le bref canal anal, qui possède une morphologie bien distincte. Ce dernier mis à part et en dépit des très grandes différences de conformation, ces diverses parties présentent de nombreux caractères communs. »

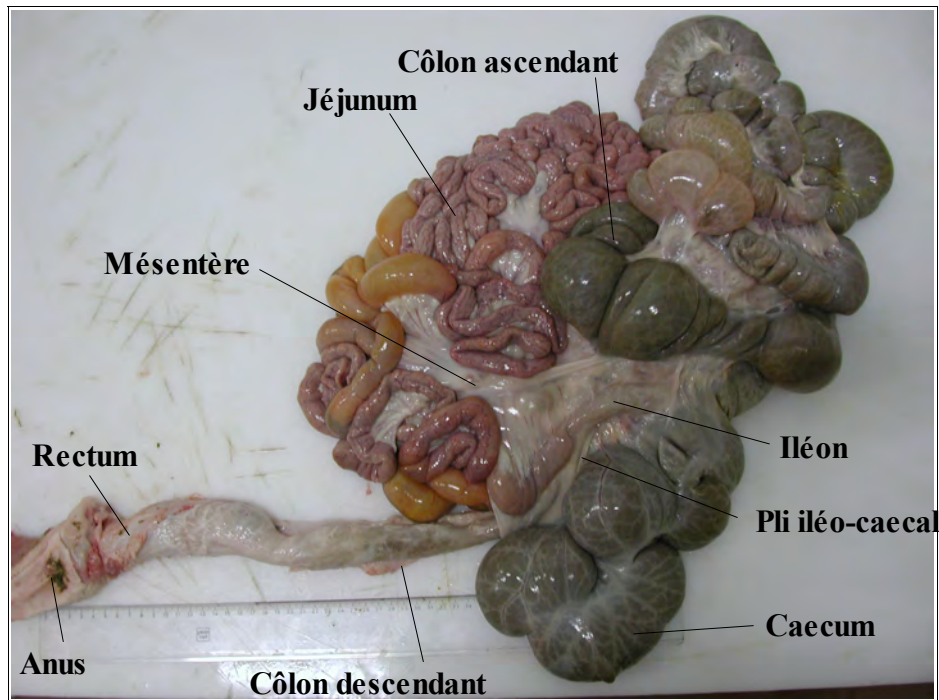


Figure n°18 : Photographie d'intestin de porc, après isolement

I.1.1.1- Caractères généraux

Le gros intestin, malgré les variations de ses multiples segments est pourvu d'une structure uniforme et conserve une remarquable unité anatomique et fonctionnelle.

Le rôle du gros intestin est d'achever la digestion en dépit de l'absence de villosités, l'absorption y est fort active. La sécrétion de la muqueuse dilue le contenu du conduit pour permettre l'extraction des premiers principes digestifs. Dans la partie terminale s'accumulent les résidus qui sont périodiquement rejetés à l'extérieur lors des défécations.

Chez le porc, les parties initiales du gros intestin très volumineuses et complexes constituent, à l'image des compartiments gastriques des ruminants, de vastes réservoirs au sein desquels pullulent des micro-organismes capables de dégrader la cellulose et de produire en outre des protéines et des vitamines.

Plus encore que l'intestin grêle, les dimensions et la capacité du gros intestin sont marquées par la nature de l'alimentation et le genre de vie. Chez le porc, il est donc fort long et compliqué. Sa longueur moyenne est ainsi de 5m pour un calibre moyen de 10cm. De même, sa capacité varie de 10 à 12L.

La conformation du gros intestin est caractérisée par l'augmentation de la surface de la muqueuse, elle-même causée par la présence de bosselures ou haustrations (*Haustra*). Ces haustrations sont séparées par de profonds sillons auxquels correspondent à l'intérieur du viscère des plis semi-lunaires saillants.

La forme et l'emplacement des bosselures et des sillons ne sont pas invariables. Du vivant de l'animal, ces formations se modifient souvent et se déplacent, assurant ainsi le brassage et la progression des aliments. Leur existence est liée à celle des bandes charnues (*Taeniae musculares*) longitudinales qui résultent d'une modification importante de la tunique musculaire. Le plan interne de fibres circulaires participe directement à l'augmentation de l'étendue de la paroi. Le plan superficiel longitudinal, se concentre pour former ces bandes.

Chez le porc, trois bandes charnues sont constamment présentes au niveau du caecum, le rectum en est toujours dépourvu.

Cet agencement des parois du gros intestin donne un maximum de surface à la muqueuse sans augmenter exagérément le volume des réservoirs digestifs. La destruction de ces bandes, c'est-à-dire la suppression des bosselures et des sillons autorise un allongement considérable de l'organe.

I.1.1.2- Caecum

Partie initiale du gros intestin, le caecum est constitué à son apex d'un cul de sac (d'où son nom) volumineux. Par son autre extrémité, il se situe en vis-à-vis de l'iléon et du côlon.

Le caecum est très distinct et très ample chez le porc. Il est d'ailleurs plus gros en proportion dans cette espèce comparativement aux équidés ou aux ruminants. Il mesure 20 à 40cm.

Sa conformation extérieure est caractérisée par une extrémité fermée arrondie mais aussi des bosselures et trois bandes charnues. L'ensemble s'incurve en épousant un peu la disposition spiralée du côlon ascendant.

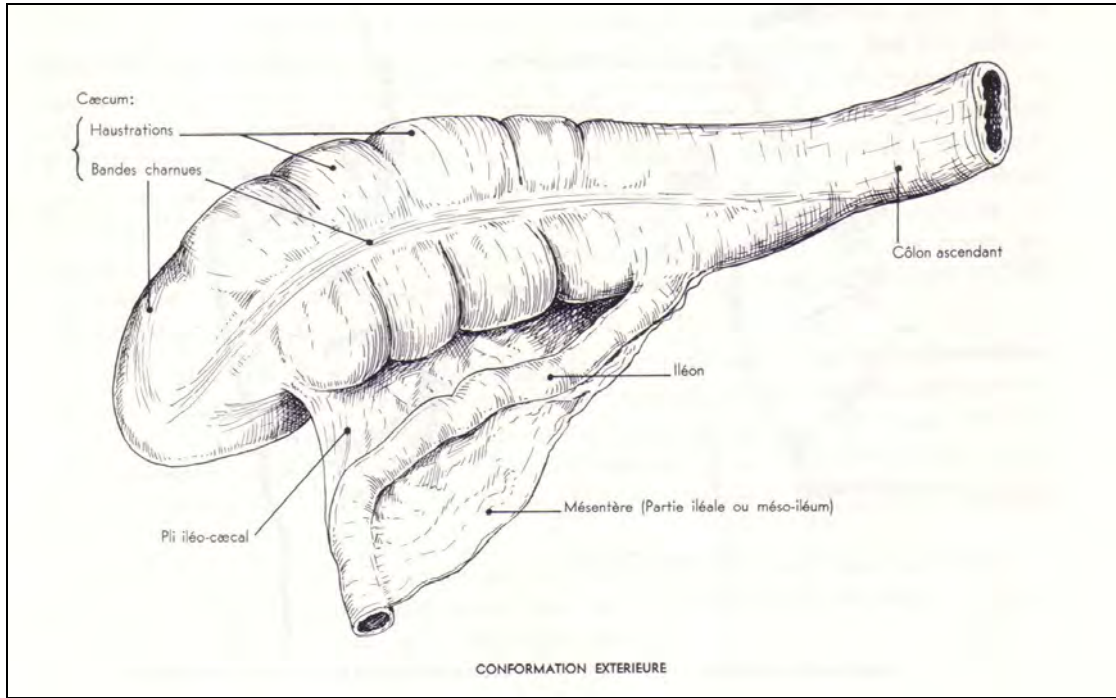


Figure n°19 : Caecum de porc, conformation extérieure, d'après BARONE

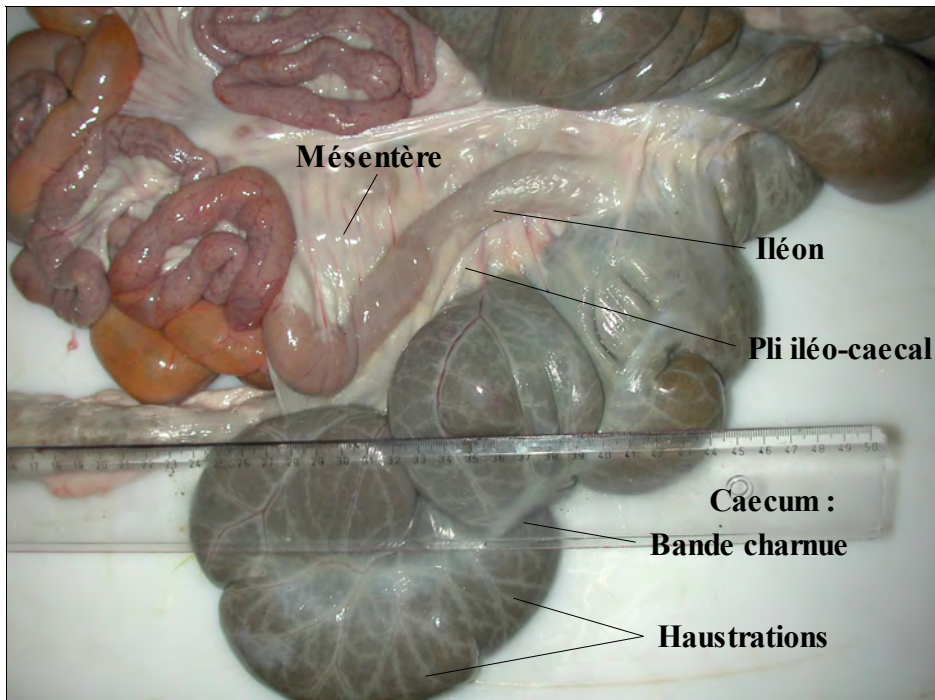


Figure n°20 : Photographie de caecum de porc, conformation extérieure

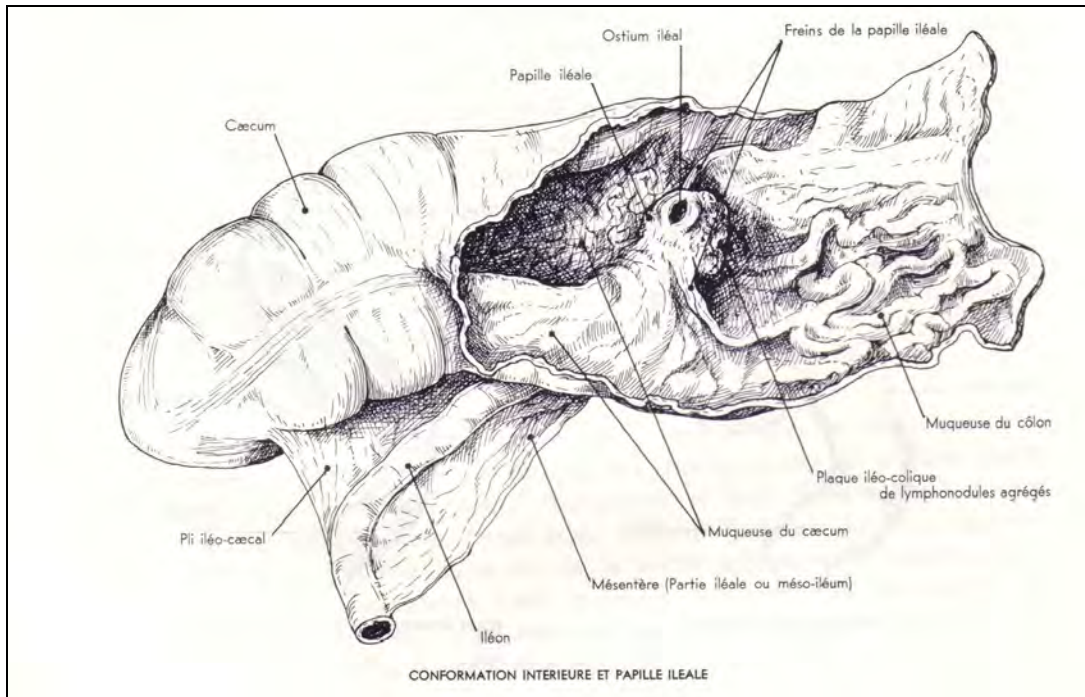


Figure n°21 : Caecum de porc, conformation intérieure, d'après BARONE

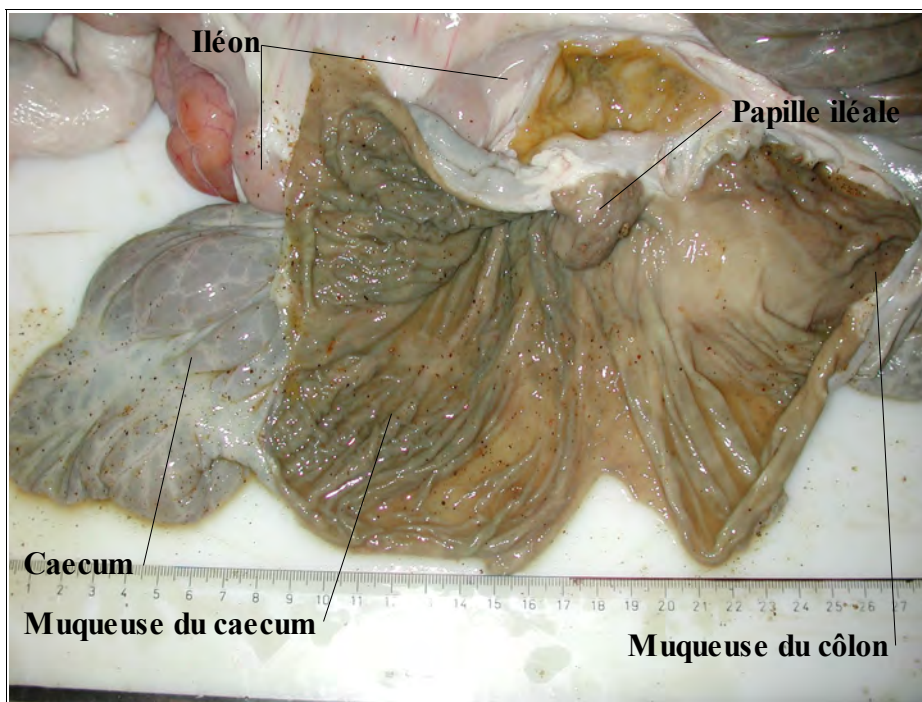


Figure n°22 : Photographie de caecum de porc, conformation intérieure

La conformation intérieure répète en négatif la conformation extérieure. Lorsqu'il existe des bosselures, les sillons qui les délimitent se traduisent à l'intérieur par des plis semi-lunaires (*Plicae semilunares caeci*) séparant des dépressions profondes. Toute l'épaisseur de la paroi participe à cette conformation.



Dans le caecum, plusieurs orifices sont visibles :

- l'ostium iléal (*Ostium ileale*), par lequel se termine l'iléon, se situe au sommet d'une éminence : la papille iléale (*Papilla ilealis*) - anciennement « valvule iléo-caecale » ou « valvule de Bauhin ».

Bien développée chez le porc, les ruminants et les équidés, cette papille est constituée par l'adossement de la musculature de l'iléon à celle du caecum. Cette musculature est refoulée et se renforce en formant un sphincter iléal (*M.sphincter ileale*).

- l'ostium caeco-colique (*Ostium caecocolicum*) assure la communication du caecum avec le côlon. Cet orifice est vaste et peu discernable chez le porc et les ruminants car il n'existe aucun rétrécissement entre le caecum et le côlon.

I.1.1.3- Côlon

Le côlon constitue la majeure partie du gros intestin et se continue par le rectum.

La conformation extérieure permet de distinguer trois parties fondamentales : le côlon ascendant (*Colon ascendens*), le côlon transverse (*Colon transversum*), le côlon descendant (*Colon descendens*).

Chez le porc, le côlon s'allonge beaucoup et c'est essentiellement la partie ascendante qui porte l'augmentation de longueur et de volume. Le côlon transverse, très bref, demeure difficilement discernable anatomiquement. Le côlon descendant est simple.

Ce conduit est très long et dilaté chez le porc particulièrement dans sa partie ascendante, contrairement aux ruminants où il est étroit. De plus, il est pourvu de bosselures (*Haustra coli*) soutenues par des bandes charnues (*Taenia coli*). Au voisinage de ces dernières, le péritoine est souvent soulevé par des petites élevures conjonctivo-graisseuses : les appendices épiploïques (*Appendices epiploicae*).

COLON ASCENDANT.

Chez tous les ongulés, il est très long : 2 à 4 m chez le Porc.

Il forme d'abord une anse spirale de trois tours et demi de spires puis une anse distale. Cet ensemble colique occupe le tiers moyen gauche de la cavité abdominale et, de part sa disposition, lui confère le nom commun de « côlon hélicoïdal ». Il est utile de préciser que la branche directe centripète (anse spirale) est large et bosselée alors que la branche rétrograde ou centrifuge est étroite et lisse (anse distale).

COLON TRANSVERSE.

Chez les Ongulés, c'est seulement un très bref segment transversal qui n'excède pas 15 à 20 cm dans les grandes espèces. Il est lisse chez les Ruminants, le Porc et les Carnivores.

COLON DESCENDANT.

Le côlon descendant présente une disposition simple, il est quasiment lisse chez le porc.

I.1.1.4- Rectum

Le rectum est la partie terminale du gros intestin. Logé dans la moitié dorsale du bassin, il communique avec l'extérieur par le canal anal.

La conformation extérieure du rectum est simple, il ne décrit aucune circonvolution (d'où son nom). Sa surface est lisse et toujours dépourvue de bosselures. Il se renfle dans sa partie caudale en une sorte de poche nommée ampoule rectale (*Ampulla recti*). La forme et les dimensions du rectum sont très variables selon son état de réplétion, l'espèce et l'individu.

Sur sa face interne, la cavité du rectum est tapissée par une muqueuse formant des plis irréguliers, effaçables par la distension. Il existe aussi des plis transversaux (*Plicae transversales recti*) plus marqués et soutenus par des renforcements de la musculature. Ces plis ne sont cependant pas particulièrement marqués chez le porc, contrairement aux ruminants.

L'extrémité caudale du rectum est brusquement rétrécie pour se continuer par le canal anal, dont la partie adjacente, où se trouvent les mêmes structures, est parfois décrite comme la « partie anale du rectum ». »

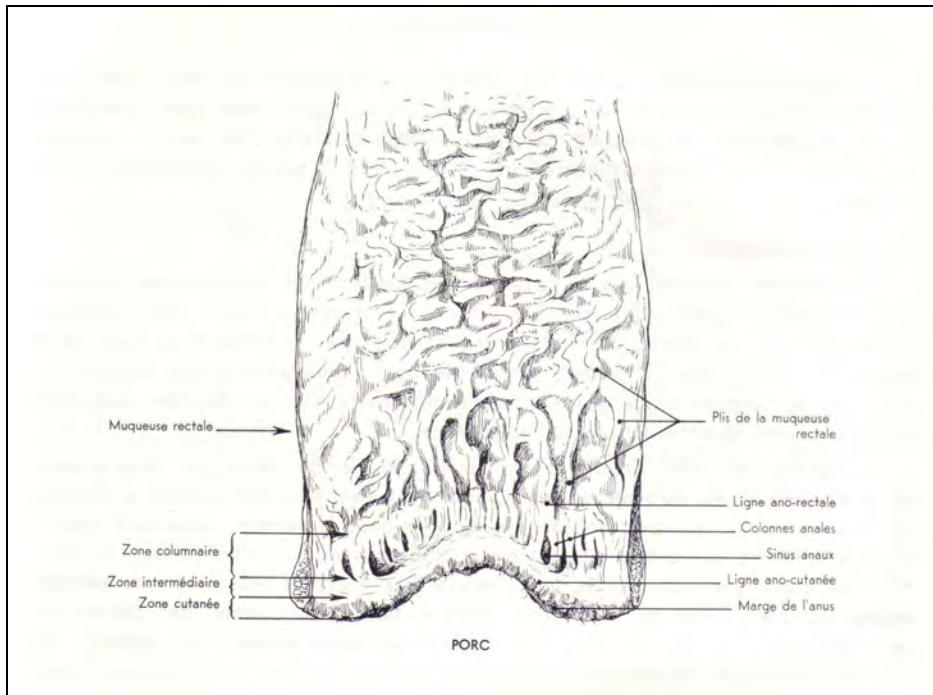


Figure n°23 : Conformation intérieure du rectum et du canal anal chez le porc , d'après BARONE

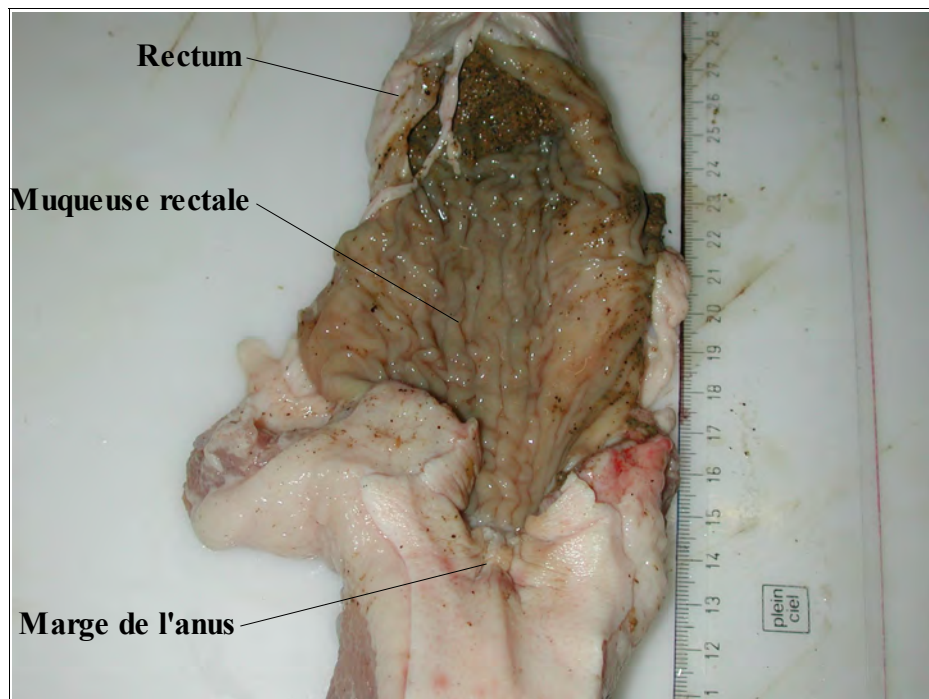


Figure n°24 : Photographie de la conformation intérieure du rectum et du canal anal chez le porc

1.1.2- Description histologique

1.1.2.1- Caractères généraux

En dehors de quelques variations locales, la structure du gros intestin présente une remarquable uniformité. On y retrouve les quatre tuniques du tube digestif.

SEREUSE.

Très mince, la séreuse pénètre jusqu'au fond des sillons qui séparent les bosselures. Cependant, elle manque parfois en regard des zones d'adhérence qui unissent certaines parties du conduit à la paroi abdominale et aux viscères voisins.

MUSCULEUSE.

Elle comporte les deux plans de fibres habituels :

- la couche circulaire interne forme un plan continu relativement mince et régulier
- la couche longitudinale externe présente au contraire de grandes variations spécifiques ou locales

Quand il n'y a pas de bosselures, la couche longitudinale est continue, assez régulière et toujours plus mince que la couche circulaire. A l'inverse, en présence de bosselures et de bandes longitudinales, elle est très irrégulière. Elle s'épaissit de façon brusque au niveau des bandes charnues.

Pour généraliser, la couche longitudinale est amincie sur l'ensemble du gros intestin voire même interrompue en de rares endroits. En contre partie, il n'est pas impossible qu'elle masque la couche circulaire, notamment au niveau des bandes charnues.

On notera en outre que la structure des bandes charnues n'est pas uniforme.

SOUS-MUQUEUSE.

C'est une couche de tissu conjonctif fibreux et délicat dont les fibres collagènes ont une disposition spiroïde comportant quelques fibres élastiques. Elle sert de support à un très riche réseau artériel, veineux et lymphatique, ainsi qu'à un important plexus nerveux. De même, elle loge la plus grande partie des nodules lymphatiques. Sa texture lâche donne à la muqueuse une certaine liberté par rapport à la musculature dont elle facilite ainsi le jeu.

Elle est plus épaisse qu'au niveau de l'intestin grêle, surtout dans le caecum, et s'épaissit encore plus dans le rectum. Sa partie voisine de la muqueuse contient les nodules lymphoïdes, nombreux dans le caecum et dans le rectum.

MUQUEUSE.

La muqueuse du gros intestin est plus épaisse, plus résistante et plus pâle que celle de l'intestin grêle. Sa coloration est grisâtre ou gris rougeâtre. Elle est totalement dépourvue de villosités.

La *propria* repose sur une *muscularis mucosae* épaisse, dont les deux plans de fibres sont habituellement bien distincts et qui délègue de petits faisceaux entre les glandes. Elle est en général riche en lymphocytes. Les lymphonodes sont le plus souvent volumineux et envahissent plus largement la sous-muqueuse que dans l'intestin grêle.

L'épithélium ressemble beaucoup à celui de l'intestin grêle.

Les glandes intestinales (anciennement « glandes de Lieberkühn ») s'étendent en droite ligne de la surface jusqu'au voisinage de la *muscularis mucosae*. Ces glandes sont très nombreuses et serrées les unes contre les autres. Elles sont deux à trois fois plus longues que dans l'intestin grêle, dépourvues de cellules à grains mais riches en cellules caliciformes. Ces cellules sécrétrices de mucus participent grandement à la dilution du contenu alimentaire et facilitent ainsi l'extraction des nutriments qui seront par la suite absorbés.

I.1.2.2- Caecum

La muqueuse du caecum se caractérise par la présence de nombreux lymphonodes au niveau de l'ostium iléal (jonction caecum-côlon) où ils ont tendance à s'accumuler. Les glandes intestinales, contrairement au côlon et au rectum, sont pourvues de cellules à grains comme dans l'intestin grêle. Les cellules caliciformes sont modérément représentées.

I.1.2.3- Côlon

La musculature du côlon présente de très nombreuses fibres élastiques nécessaires au soutien de cet organe volumineux. Ces fibres élastiques deviennent moins nombreuses dans les régions plus distales et disparaissent même le plus souvent dans le côlon descendant.

La muqueuse présente une proportion plus importante de cellules caliciformes que dans le côlon.

I.1.2.4- Rectum

La séreuse ne se poursuit pas jusqu'à la terminaison du gros intestin. Le rectum n'est en effet tapissé que de façon incomplète par le péritoine.

La tunique musculaire, quant à elle, est modifiée. Les deux couches sont particulièrement épaisses. La couche externe est circulaire et contient une portion plus importante de fibres élastiques que la couche longitudinale interne.

Dans la muqueuse, les cellules caliciformes sont abondantes.

Les coupes histologiques du caecum, du côlon ascendant (partie proximale et partie distale) et du côlon descendant seront présentées dans la deuxième partie (II.2.5 Etude histologique).

I.2- Données expérimentales sur les abats blancs

Les études traitant spécifiquement des gros intestins de porcs sont rares, pour ne pas dire inexistantes. En contre partie, il existe un certain nombre d'articles relatant des études menées sur le cinquième quartier et notamment sur les abats blancs. Ces études concernent non seulement le porc, mais aussi les moutons et les agneaux ou encore les dindes. Nous verrons que l'orientation de ces études est en accord avec les paramètres que nous avons choisis d'évaluer.

I.2.1- Relation poids d'abats blancs / rendement carcasse [2]

[11] [19]

Le rendement carcasse correspond au rapport du poids de la carcasse avec la tête au poids vif de l'animal au départ vers l'abattoir. C'est une caractéristique d'importance économique considérable pour les producteurs de porcs. Cependant, il montre de nombreuses variations, aussi bien inter race qu'intra race.

CHADWICK a mené une étude en 1980 sur les abats blancs et les autres composants de la carcasse

chez le porc.

Les porcs utilisés étaient de différentes origines génétiques afin d'évaluer la contribution relative des abats sur le rendement carcasse.

Cinq verrats et cinq truies de chacune de quatre lignées de porcs, Duroc, Large White, Piétrain et une lignée croisée (lignée 21) ont été abattus à environ 88 kg de poids vif. A l'exception du sang, le poids de chacun des composants majeurs du cinquième quartier a été relevé. Ces composants incluent l'estomac, l'intestin grêle et le gros intestin, le coeur, le poumon, le foie et les organes génitaux.

L'appréciation de la carcasse a été évaluée en incluant les mesures du poids de la tête, des pieds, du gras de couverture, des reins et des psoas, et différentes épaisseurs de gras.

Voici les points essentiels qui ressortent de cette étude :

- le rendement carcasse était le plus élevé chez le Piétrain (81,8%) et le plus faible chez le Large White (78,0%)
- le rendement carcasse des truies était meilleur que celui des verrats (80,6% et 79,2% respectivement en moyenne)
- la masse des abats était généralement plus légère chez le Piétrain et plus lourde chez le Large White
- les masses du contenu des tripes, de l'estomac vidé, de l'intestin grêle vidé et du gros intestin vidé chez le Large White dépassaient celles du Piétrain de 33, 28, 43 et 70% respectivement.

Les corrélations entre les scores de conformation et le rendement carcasse indiquaient que les porcs aux meilleures conformations avaient un meilleur rendement carcasse. Cependant, en s'affranchissant des effets du poids vif, de la race, du sexe et de l'interaction race \times sexe, seule une faible corrélation existait entre le rendement carcasse et l'épaisseur de gras utilisée comme référence pour déterminer le score de conformation.

CHADWICK tend donc à démontrer que les effets de la race sur le poids des abats sont particulièrement intéressants. Un rendement carcasse élevé dans une espèce est spécifiquement dû à la légèreté des abats, c'est le cas du Piétrain. A l'inverse, des abats lourds peuvent être mis en relation avec un rendement carcasse moindre, c'est le cas du Large White.

BUTLER, en 1981 aboutissait à des résultats similaires en comparant deux races bovines. Il est intéressant de noter les résultats divergents qu'a obtenu WOOD en étudiant les mêmes paramètres mais chez des agneaux.

1.2.2- Etude du poids et de la longueur [3] [6]

Nous n'avons pas trouvé d'étude spécifique concernant le poids des gros intestins de porcs. Il en est de même pour la longueur. Bien qu'il n'existe pas d'études strictement orientées sur ces mesures, les différentes données bibliographiques s'accordent pour des longueurs de gros intestins allant de 4 à 5 mètres pour un calibre de 10 cm.

1.2.3- Données histologiques

Dans cette étude l'approche histologique consiste en une lecture sur lame de coupe de gros intestins sur des prélèvements conservés dans du formol tamponné à 10%. Les techniques utilisées seront décrites ultérieurement.

Une technique d'histologie, la morphométrie, est à envisager pour la suite des expérimentations, notamment si elles concernent des différences d'alimentation entre les porcs.

Cette technique a été utilisée sur l'intestin grêle de dindonneau afin de caractériser des troubles digestifs non spécifiques. [8]

La morphométrie permet d'effectuer un certain nombre de mesures des structures de l'intestin, c'est une technique de microdissection. Le prélèvement est successivement fixé dans du formol, rincé, stocké dans l'éthanol 70% à 4°C. Au moment de son utilisation il est coloré au réactif de Schiff (coloration de Feulgen), rincé à l'eau distillée et stocké à 4°C dans de l'acide acétique à 45% jusqu'à son analyse.

Pour chaque prélèvement, 10 villosités et 20 cryptes sont photographiées et mesurées, puis la surface et le rapport hauteur ou profondeur à largeur sont calculés. Par ailleurs, pour chaque échantillon, le coefficient de variation de chacun des paramètres est calculé ; il représente l'hétérogénéité de la structure intestinale pour un échantillon.

Dans le cadre de notre étude, faute de temps et d'intérêt, cette technique n'a pas été employée. En effet, il apparaissait vraiment peu probable de distinguer des structures différentes suivant la race du porc alors que l'alimentation des deux races étaient strictement la même.

En revanche, dans l'étude programmée qui concerne des porcs nourris avec deux types

d'alimentation (liquide ou solide), on pourrait envisager d'appliquer cette méthode aux gros intestins de porcs, dépourvus certes de villosités mais comprenant des cryptes.

II. Etude à l'abattoir

II.1- Protocole

II.1.1- Conditions de l'étude

II.1.1.1- Les races utilisées [10] [15]

Deux types génétiques sont utilisés dans cette étude : la race Duroc et la race Gallia.

La race Duroc :

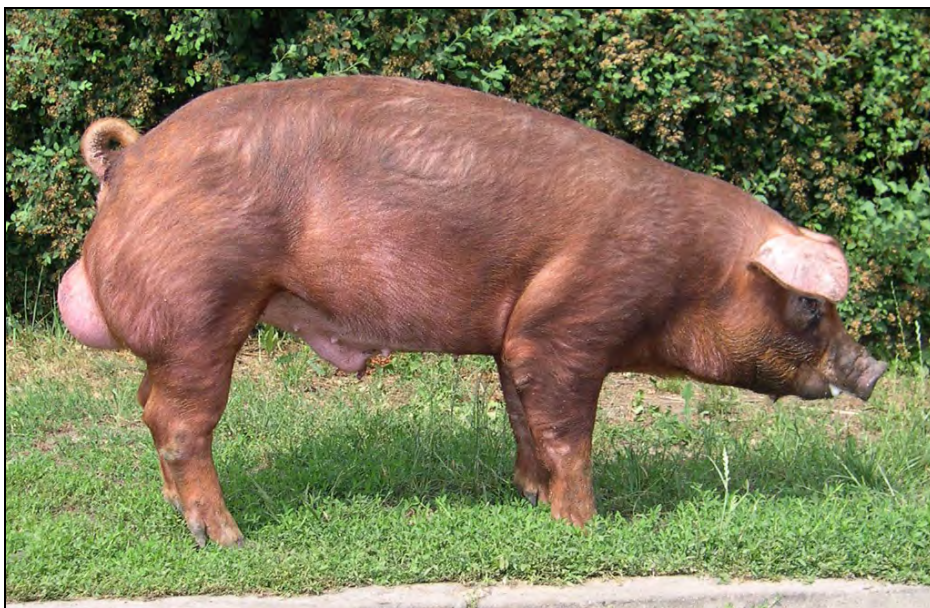


Figure n°25 : Photographie de Duroc (www.zzdpawlowice.pl)

La race Duroc est un porc à robe brun roux uniforme et aux oreilles tombantes. Elle est originaire des Etats-Unis et s'est répandue dans un grand nombre de pays depuis la fin des années 60.

Elle doit son succès à sa rusticité, à ses excellentes performances de croissance, inférieures pourtant à celles des populations de Large White d'Europe et à une teneur en gras intramusculaire de la

viande nettement plus élevée et comparable à celle des races chinoises.

Les performances de reproduction (8 à 8,5 sevrés par portée en moyenne) sont le point faible de cette race : elles sont sensiblement inférieures à celles des races Large White et Landrace Français. La qualité de carcasse est proche de celle du Large White avec des écarts plus ou moins marqués selon les variétés de Duroc considérées et les variétés de Large White prises comme référence.

La finalité de la race Duroc est ambiguë : ses performances ne la classent pour les programmes de croisement a priori ni comme composante de la voie maternelle, ni comme composante de la voie mâle. Selon les pays ou les Organisations de Sélection Porcine, le Duroc est donc utilisé aussi bien dans la voie femelle que dans la voie mâle.

En Europe, le principal utilisateur du Duroc est le Danemark où cette race est utilisée en pure race ou en croisement pour produire des verrats reproducteurs.

La race Gallia :

La race Gallia est une lignée fermée, détenue par certains sélectionneurs. Ses caractéristiques sont en conséquence peu accessibles. Cependant une étude génétique a mis en évidence que cette lignée contient du sang Large White et Landrace.



Figure n°26 : Photographie de Large White (www.itp.asso.fr)

Le Large White est un porc à robe blanche uniforme. Les oreilles sont dressées et ouvertes sur l'avant. La forme du corps est parallélépipédique, ce qui lui confère une bonne répartition des masses musculaires et un bon équilibre corporel. Les jeunes sont pubères vers 190-210 jours. Les femelles ont en moyenne 14 tétines.



La race Large White ou Yorkshire doit sa réputation à d'excellentes facultés adaptatives, à de très bonnes performances de reproduction, à sa position de leader pour les performances de croissance (gain moyen quotidien et indice de consommation) et à de bonnes références pour la qualité de la viande. La population française de Large White est indemne du gène de sensibilité à l'halothane. Elle obtient des résultats honorables pour les performances de carcasse. La race Large White est assez largement utilisée dans les programmes de croisement. Pour créer la race Gallia, c'est la composante Large White femelle qui a été utilisée, pour sélectionner ses performances de reproduction.



Figure n°27 : Photographie de Landrace français (www.itp.asso.fr)

Le Landrace français est un porc à robe blanche, sans poils de couleur et sans pigmentation. La tête est caractérisée par des oreilles tombantes. Le corps est long avec une tendance fusiforme.

La race Landrace est réputée pour ses qualités maternelles : les truies sont douces et bonnes laitières. La prolificité est d'un excellent niveau et le rythme de reproduction est élevé. La précocité sexuelle des jeunes truies est bonne et meilleure que celle des femelles Large White.

Les performances de croissance sont excellentes mais légèrement moins bonnes que celles de la race Large White. La teneur en muscle est moyenne. Par contre, la qualité de la viande de la race Landrace Français s'est notablement améliorée grâce à l'éradication du gène de sensibilité à l'halothane. Elle devance maintenant le Large White pour le pH ultime de la viande, et pour les caractéristiques de couleur et de pouvoir de rétention d'eau.

II.1.1.2- Le mode d'élevage

Tous les porcs utilisés pour cette expérimentation ont été élevés suivant le même mode de production, notamment concernant l'alimentation. (cf. *Annexe III*)

Le sevrage :

Les porcelets proviennent de différents producteurs naisseurs-engraisseurs. Ils sont sevrés à environ 35 jours, ce qui correspond à un poids allant de 8 à 12 kg quelle que soit la race.

Le post-sevrage :

Le post sevrage dure quatre semaines en moyenne. Les entrées se font sur deux semaines et, en conséquence, la sortie d'une bande se réalise aussi sur deux semaines. Toute l'alimentation est constituée de granulés. Elle est composée, pour le stade post sevrage, de 5 kg d'aliment premier âge additionnés de 25 kg d'aliment deuxième âge au cours des quatre semaines.

Les porcelets quittent le post sevrage lorsqu'ils atteignent 25 à 28 kg.

L'engraissement :

Les porcs sont alors transférés dans le bâtiment engraissement. Le bâtiment engraissement comporte 95 cases. Chaque case comprend un lot de deux porcs.

Les lots sont formés suivant certaines règles : les deux animaux sont de même sexe, de même race et de poids très proches à la fin du post sevrage.

Les porcs vivent sur caillebotis partiels.

Tout au long de l'engraissement, les porcs sont pesés de façon hebdomadaire. L'enregistrement des données permettant d'établir leur courbe de poids, et donc de calculer leur GMQ, ne débute qu'à partir de 35kg de poids vif environ. En réalité, il faut que les deux porcs vivant dans la même case atteignent à eux deux le poids de 70 kg.

Le passage de 28 à 35 kg correspond à un temps d'adaptation pour les porcs, indispensable à leur acclimatation aux nouvelles conditions ; les porcs consomment de l'aliment croissance.

Par la suite, au cours de l'engraissement, aucune donnée précise n'est enregistrée en ce qui concerne l'alimentation individuelle. L'alimentation est à volonté. Au total, les porcs consomment 200 à 220 kilogrammes d'aliment croissance chacun.

Le contrôle de poids hebdomadaire est réalisé jusqu'à la finition. Les porcs peuvent atteindre 125-130kg.

Au final, l'indice de consommation ne peut être évalué car aucune donnée n'est enregistrée individuellement.

Le GMQ est calculé depuis le jour de contrôle de poids où le porc atteint 35kg jusqu'à celui du contrôle à 115kg.

II.1.1.3- Conditions d'abattage

C'est le poids qui détermine le jour d'abattage du porc, sachant qu'il n'y a qu'un abattage par semaine.

Au dernier contrôle, le porc pèse environ 115kg. Cela correspond donc à un poids de 111kg à jeun. Comme précédemment, c'est en réalité la moyenne des poids de deux cochons d'une même case qui détermine leur départ à l'abattoir. Ce poids doit être de 222kg, soit 111kg de moyenne pour un porc à jeun.

Dans certains cas cependant, les lots de deux porcs ne sont pas maintenus : lorsqu'il y a une grosse différence de poids entre les deux animaux et que l'un des deux dépasse les 120 kg. Dans ce cas, le porc le plus lourd est abattu, le plus léger continue son engraissement. En moyenne, 75% des porcs sont abattus par lots, les 25% restants, seuls.

II.1.2- Protocole expérimental

Le protocole expérimental est appliqué suivant quatre étapes : l'identification individuelle, prélèvements histologiques, mesure et pesée du gros intestin, conditionnement dans des bacs. Seules les étapes 2 et 3 font l'objet de recueil de données qui seront exploitées dans ce travail.

Ce protocole va être utilisé pendant quatre semaines successives à l'abattoir de Monfort-sur-Meu (35) et concerne au total l'abattage de toutes les bandes de porcs prévues pour cette expérimentation. Il résultera de ces abattages 17 données exploitables sur les Gallia et 76 sur les Duroc. (cf. Annexe IV)

II.1.2.1- Etape 1 : Identification individuelle

L'identification individuelle des gros intestins est l'étape décisive réalisée à l'abattoir. C'est cette étape qui conditionne en grande partie le nombre de prélèvements exploitables pour la suite de l'étude.

Elle nécessite trois personnes au minimum et mieux quatre. Ces trois personnes doivent s'assurer de la correspondance entre le porc abattu et le gros intestin placé dans la balancelle ainsi que de la fixation de l'étiquette sur le rectum.

Une quatrième personne suit l'ordre d'arrivage des porcs et relève leur numéro de frappe qui sera par la suite corrélé au numéro d'étiquette. Cette même personne se place ensuite en bout de chaîne, à la triperie, afin de récupérer les gros intestins étiquetés.

II.1.2.2- Etape 2 : Prélèvements histologiques

A la triperie, deux gros intestins (un de Gallia et un de Duroc) sont retirés définitivement de la chaîne avant démontage et nettoyage. Ces deux gros intestins, utilisés pour les prélèvements histologiques, seront par la suite inutilisables. En effet, malgré le jeûne de 24 heures avant l'abattage, l'état de réplétion des intestins ne permet pas leur utilisation si ceux-ci sont sectionnés avant le nettoyage.

Pour chacun des gros intestins, des tronçons de 2 à 3cm de long sont découpés à l'aide d'un bistouri. Les zones anatomiques prélevées sont les suivantes :

- caecum : le prélèvement est réalisé à une vingtaine de centimètres de l'extrémité distale du caecum (cul de sac du caecum).
- côlon ascendant (partie proximale) : le prélèvement est réalisé à environ 1m de l'extrémité proximale du caecum (jonction caeco-colique).
- côlon ascendant (partie distale) : le prélèvement est réalisé à environ 1,5m du prélèvement précédent.
- rectum : le prélèvement est réalisé à une vingtaine de centimètres de l'anus.

Ces prélèvements, conservés dans du formol à 10%, sont acheminés au laboratoire de l'E.N.V.T.

Les prélèvements sont alors recoupés en échantillons de 2cm de long sur 5mm de large. Pour chacun des prélèvements, une première coupe est réalisée dans l'axe longitudinal du gros intestin et une seconde suivant une coupe transversale perpendiculairement au grand axe.

Ces échantillons sont placés dans des cassettes histologiques afin d'être traités suivant le protocole d'inclusion à la paraffine présenté en *Annexe V*.

Les préparations histologiques obtenues sont colorées au trichrome de Masson et à la coloration de Lillie Pasternak (*cf. Annexe VI*).

Pour chacune des lames et des colorations, les différentes tuniques histologiques sont identifiées puis comparées suivant les deux races à l'aide d'un microscope Nikon éclipse 80i.

L'épaisseur de la musculuse est évaluée sur les lames colorées au trichrome de Masson. Pour cela, elle est mesurée en 50 points distincts et les données intégrées à l'aide du logiciel Nis-Elements D 2.30.

II.1.2.3- Etape 3 : Mesure et pesée du gros intestin

Ces mesures ont lieu après « démontage et nettoyage ». Le démontage consiste en une dilacération du tissu conjonctif et du péritoine encore présents autour du gros intestin afin de le dérouler complètement.

Les gros intestins sont placés dans des bacs d'eau froide à la triperie.

Ils sont prélevés individuellement et placés dans un bac d'égouttage de l'abattoir. Au bout d'une minute environ, ils sont mesurés avec un mètre à ruban par déroulement en parallèle du gros intestin et du mètre. Cette mesure débute au niveau de l'anus et s'achève à l'extrémité distale du caecum.

Lorsqu'il y a une déchirure, les deux parties sont raccordées par les agrafes utilisées pour la fixation des étiquettes.

La pesée est réalisée sur une balance (fournie par l'IFIP) dès la mesure de longueur effectuée.

Quatre personnes assurent cette étape de manière efficace.



Figure n°28 : Mesure de la longueur du gros intestin



Figure n°29 : Pesée individuelle des gros intestins

II.1.2.4- Etape 4: Conditionnement dans des bacs

Les gros intestins sont triés suivant les deux races, placés dans des glacières et conservés dans de la glace. Au sein de chacune des glacières une sonde enregistre l'évolution de la température au cours du transport.

Les glacières sont acheminées directement à Plouay, à l'usine de fabrication de l'andouille de Guéméné.

II.1.3- Calcul complémentaire

$$\text{Prise de poids saumure (\%)} = \frac{100 * (\text{Poids gros intestin saumuré} - \text{Poids gros intestin})}{\text{Poids gros intestin}}$$

La pesée des gros intestins saumurés est réalisée à Plouay, le lendemain du travail à l'abattoir.

II.2- Résultats

Le tableau des données relevées et des résultats calculés se trouve en *Annexe VII*. Ce tableau comprend les mesures obtenues sur 17 porcs Gallia et 76 porcs Duroc.

Sachant que le seul paramètre de variation était la race des porcs, les données obtenues ont été traitées statistiquement de la façon suivante : les paramètres tels que le poids du gros intestin ou sa longueur ont été systématiquement mis en corrélation avec les autres données telles que le poids à l'abattage, le rendement carcasse ou la prise de poids en saumure. Dans chaque cas, 4 types de régression ont été envisagés afin d'établir au mieux d'éventuelles relations entre les différents paramètres.

Le tableau statistique suivant récapitule les quatre types de régressions utilisées.

X et Y	Régression linéaire	Y = a X + b
X et ln Y	Régression exponentielle	ln Y = a X + b Donc Y = exp(aX+b) Donc Y = exp(a)^X * exp(b) Donc Y = A^X + B avec A = exp(a) et B= exp(b)
ln X et Y	Régression logarithmique	Y = a ln X + b
ln X et ln Y	Régression puissance	ln Y = a ln X + b Donc Y = exp(a ln X + b) Donc Y = exp(ln X)^a + exp(b) Donc Y = X^a + B où B = exp(b)

Figure n°30 : Tableau récapitulatif des outils statistiques de régression

II.2.1- Etude du poids et de la longueur

Poids et longueur des gros intestins ont été étudiés statistiquement suivant deux tests, le test de comparaison des variances d'une part et le test de comparaison des moyennes d'autre part. Le test de comparaison des variances est un test préliminaire important, il permet d'orienter le choix du référentiel de lecture pour les résultats statistiques lors de la comparaison des moyennes.

Dans ce cas seulement, les régressions statistiques n'ont pas été employées.

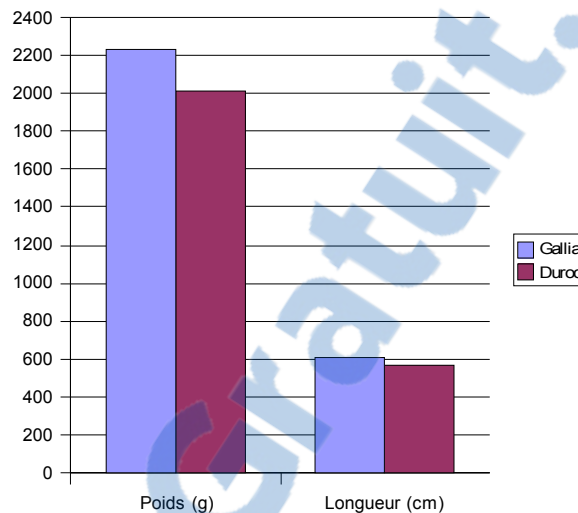


Figure n°31 : Comparaison des poids et longueur des gros intestins des porcs Gallia et Duroc

Le test de comparaison des variances permet de conclure que les écart-types observés sur les poids et les longueurs des gros intestins des Duroc et des Gallia sont similaires, au seuil de risque de 5%. Ceci signifie que la disparité qui existe au sein des échantillons de Gallia et de Duroc est suffisamment faible pour réaliser un test de comparaison des moyennes se référant à la table de Student.

Le test de comparaison des moyennes permet de conclure que le poids et la longueur des gros intestins de porc de race Gallia sont, au seuil de risque de 5%, supérieurs au poids et à la longueur des gros intestins de porc de race Duroc.

Le poids moyen du gros intestin de porc de race Duroc est de 2012,9 g \pm 257,55 contre 2234,38 g \pm 340,97 pour le porc de race Gallia.

La longueur moyenne du gros intestin de porc de race Duroc mesure 572,16 cm \pm 61,57 cm contre 612,19 cm \pm 77,99 pour le porc de race Gallia.

intestin

II.2.2- Etude de la longueur en fonction du poids du gros

II.2.2.1- Duroc

X = Poids gros intestin (g)		Y= Longueur(cm)
Régression linéaire	Coefficient de corrélation	0,75
	Fonction de régression	0,179x + 212
Régression exponentielle	Coefficient de corrélation	0,74
	Fonction de régression	-2170 + 361 ln(x)
Régression logarithmique	Coefficient de corrélation	0,74
	Fonction de régression	311*1,003 ^x
Régression puissance	Coefficient de corrélation	0,73
	Fonction de régression	4,79x ^{0,61}

Figure n°32 : Etude de régression du poids en fonction de la longueur (Duroc)

La régression linéaire a été privilégiée pour la représentation graphique :

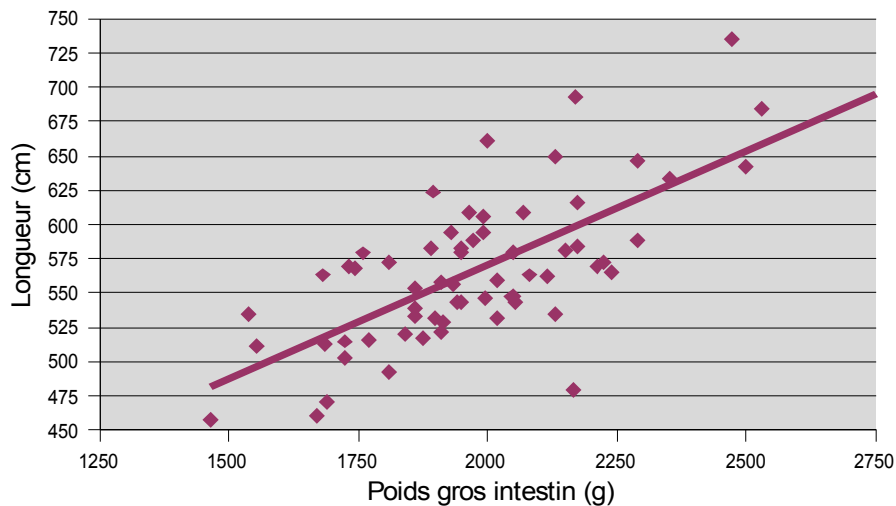


Figure n°33 : Etude de la longueur du gros intestin en fonction de son poids (Duroc)

II.2.2.2- Gallia

X = Poids gros intestin (g)		Y= Longueur(cm)
Régression linéaire	Coefficient de corrélation	0,86
	Fonction de régression	0,217x + 131
Régression exponentielle	Coefficient de corrélation	0,85
	Fonction de régression	-3080 + 480 ln(x)
Régression logarithmique	Coefficient de corrélation	0,86
	Fonction de régression	280*1,0003 ^x
Régression puissance	Coefficient de corrélation	0,86
	Fonction de régression	1,55x ^{0,78}

Figure n°34 : Etude de régression du poids en fonction de la longueur (Gallia)

La régression linéaire a été privilégiée pour la représentation graphique :

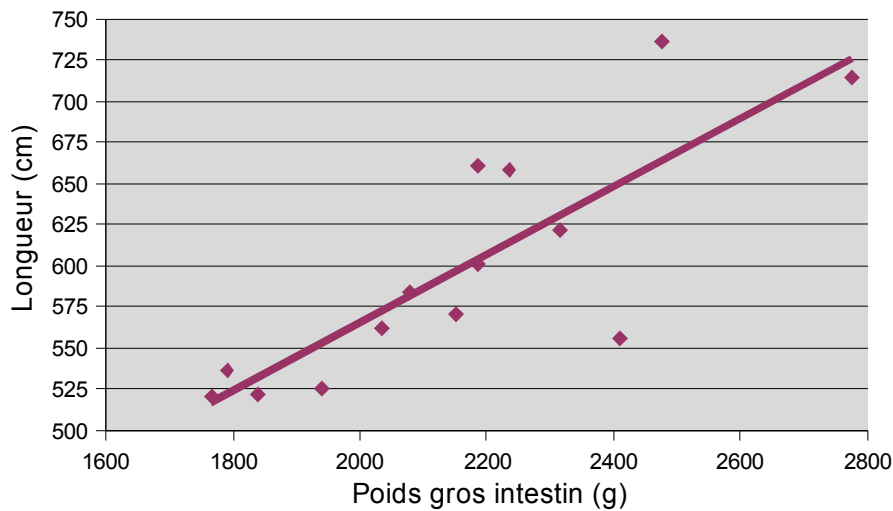


Figure n°35 : Etude de la longueur du gros intestin en fonction de son poids (Gallia)

II.2.3- Etude de la prise de poids au saumurage

II.2.3.1- Duroc

X = Poids gros intestin (g)		Y= Poids gros int. saumuré (g)
Régression linéaire	Coefficient de corrélation	0,96
	Fonction de régression	$0,996x + 112$
Régression exponentielle	Coefficient de corrélation	0,97
	Fonction de régression	$-13178 + 2013 \ln(x)$
Régression logarithmique	Coefficient de corrélation	0,96
	Fonction de régression	$807 * 1,0005^x$
Régression puissance	Coefficient de corrélation	0,96
	Fonction de régression	$1,33x^{0,97}$
X = Longueur		Y= Poids gros int. saumuré (g)
Régression linéaire	Coefficient de corrélation	0,71
	Fonction de régression	$3,12x + 322$
Régression exponentielle	Coefficient de corrélation	0,71
	Fonction de régression	$-9375 + 1810 \ln(x)$
Régression logarithmique	Coefficient de corrélation	0,70
	Fonction de régression	$893 * 1,002^x$
Régression puissance	Coefficient de corrélation	0,70
	Fonction de régression	$8,52x^{0,87}$

Figure n°36 : Etude de régression du poids du gros intestin saumuré en fonction du poids initial du gros intestin puis de sa longueur (Duroc)

La prise de poids moyenne au saumurage est de $5,22\% \pm 3,53\%$ pour les porcs de race Duroc.

La régression linéaire a été privilégiée pour les représentations graphiques :

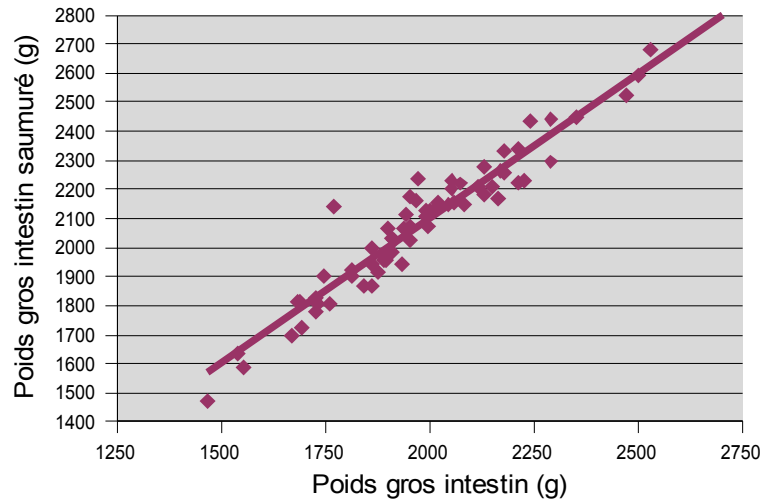


Figure n°37 : Etude de la prise de poids au saumurage (Duroc)

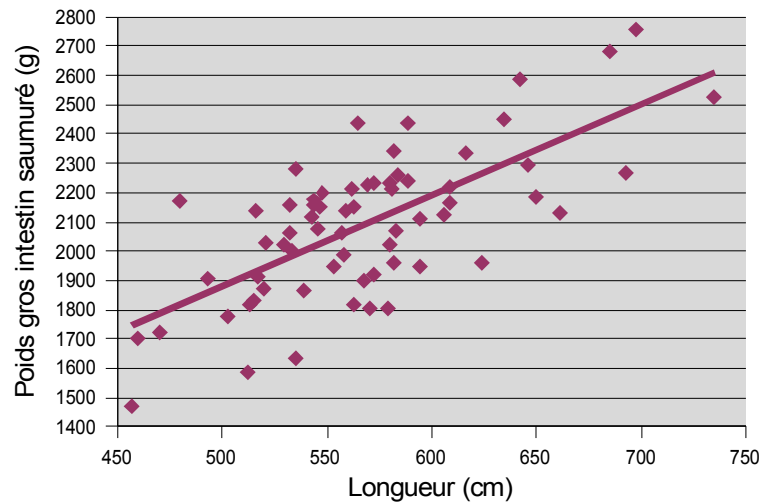


Figure n°38 : Etude de la prise de poids au saumurage en fonction de la longueur (Gallia et Duroc)

II.2.3.2- Gallia

X = Poids gros intestin (g)		Y= Poids gros int. saumuré (g)
Régression linéaire	Coefficient de corrélation	0,94
	Fonction de régression	$0,9962x + 191$
Régression exponentielle	Coefficient de corrélation	0,95
	Fonction de régression	$-14661 + 2217 \ln(x)$
Régression logarithmique	Coefficient de corrélation	0,93
	Fonction de régression	$938 * 1,0004^x$
Régression puissance	Coefficient de corrélation	0,94
	Fonction de régression	$1,74x^{0,94}$
X = Longueur		Y= Poids gros int. saumuré (g)
Régression linéaire	Coefficient de corrélation	0,85
	Fonction de régression	$3,56x + 214$
Régression exponentielle	Coefficient de corrélation	0,86
	Fonction de régression	$-11900 + 2230 \ln(x)$
Régression logarithmique	Coefficient de corrélation	0,84
	Fonction de régression	$950 * 1,002^x$
Régression puissance	Coefficient de corrélation	0,85
	Fonction de régression	$5,78x^{0,94}$

Figure n°39 : Etude de régression du poids du gros intestin saumuré en fonction du poids initial du gros intestin puis de sa longueur (Gallia)

La prise de poids moyenne au saumurage est de $8,47\% \pm 5,17\%$ pour les porcs de race Gallia.

La régression linéaire a été privilégiée pour les représentations graphiques :

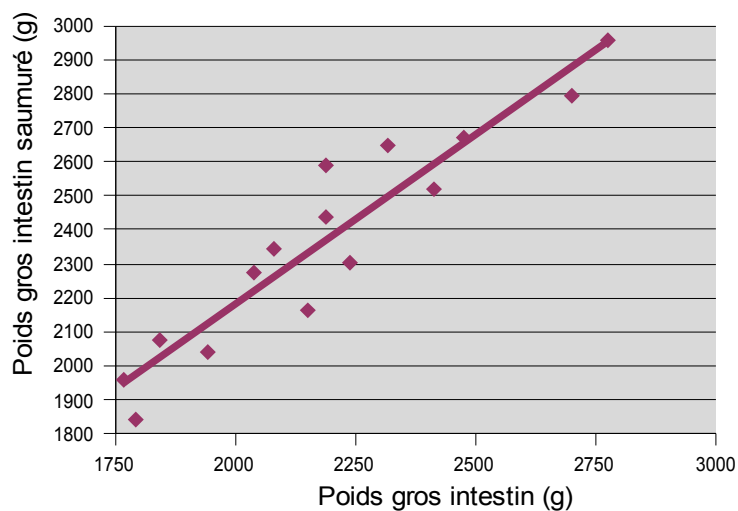


Figure n°40 : Etude de la prise de poids au saumurage (Gallia)

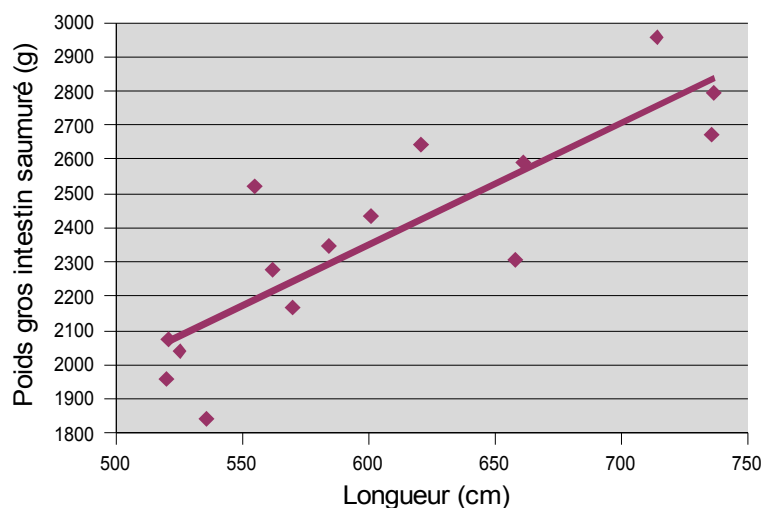


Figure n°41 : Etude de la prise de poids au saumurage en fonction de la longueur (Gallia)

II.2.3.3- Comparaison Gallia et Duroc

Le test de comparaison des variances permet de conclure que les écart-types observés sur la prise de poids des gros intestins au saumurage sont similaires pour les Duroc et les Gallia, au seuil de risque de 5%. Ceci signifie que la disparité qui existe au sein des échantillons de Gallia et de Duroc est suffisamment faible pour réaliser un test de comparaisons des moyennes se référant à la table de Student.

Le test de comparaison des moyennes permet de conclure que la prise de poids au saumurage des

intestins de porc de race Gallia est, au seuil de risque de 5%, supérieure à la prise de poids au saumurage des gros intestins de porc de race Duroc.

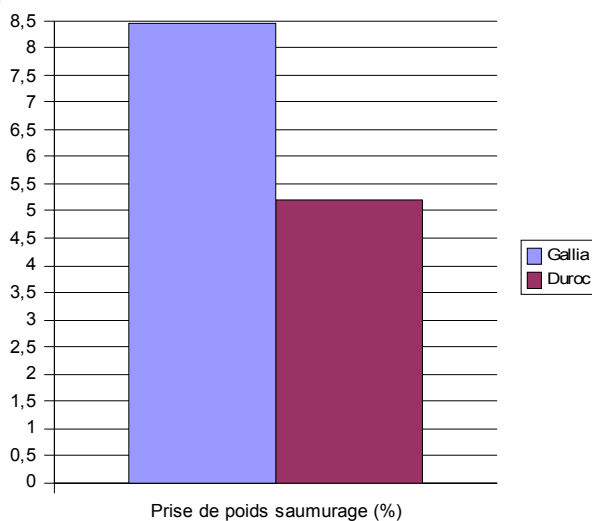


Figure n°42 : Comparaison de la prise de poids au saumurage (%) des gros intestins des porcs Gallia et Duroc

II.2.4 – Rendement carcasse et poids à l'abattage

En ce qui concerne le rendement carcasse et le poids des porcs à l'abattage, les résultats obtenus en terme de régression statistique ne permettent d'établir aucune relation entre ces paramètres et le poids ou la longueur des gros intestins.

Les coefficients de corrélation étant non significatifs, aucune approche mathématique n'est envisageable. (cf. *Annexe VIII*)

II.2.5- Etude histologique

L'étude des coupes histologiques ne révèle pas de différences majeures structurelles entre les gros intestins des porcs de races Gallia et Duroc, quelles que soient les portions prélevées.

Les coupes histologiques présentées ci-après permettent d'illustrer les caractères généraux de chacun des prélèvements, déjà cités dans le I.1.2.1 de la deuxième partie de cet ouvrage.

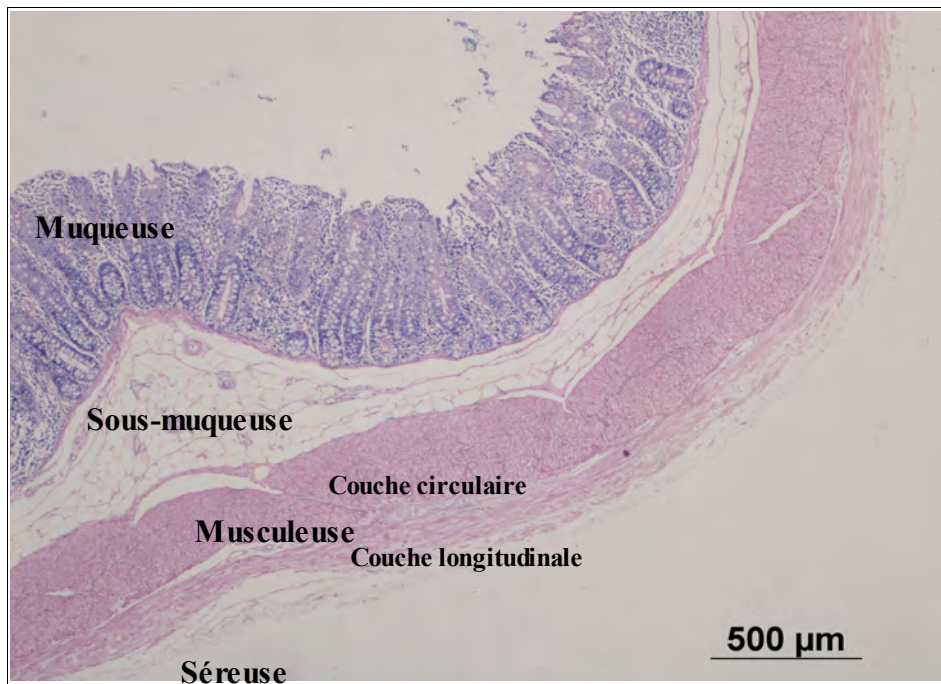


Figure n°43 : Coupe longitudinale de caecum de Gallia

(Microscope Nikon éclipse 80i ; $\times 40$; coloration de Lillie Pasternak)

La muqueuse est dépourvue de villosités mais présente de nombreuses glandes intestinales. La sous-muqueuse est épaisse. Elle contient un très riche réseau artériel, veineux et lymphatique. Au niveau de la musculuse, la couche longitudinale externe est plus mince que la couche circulaire interne. La séreuse est très fine.



Figure n°44 : Coupe transversale de côlon ascendant de Gallia (partie proximale)

(Microscope Nikon éclipse 80i ; $\times 40$; coloration au trichrome de Masson)



Figure n°45 : Coupe longitudinale de côlon ascendant de Duroc (partie distale)

(Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration au trichrome de Masson)

La sous-muqueuse est très riche en adipocytes.

Dans la séreuse, une fibre alimentaire est colorée en marron.

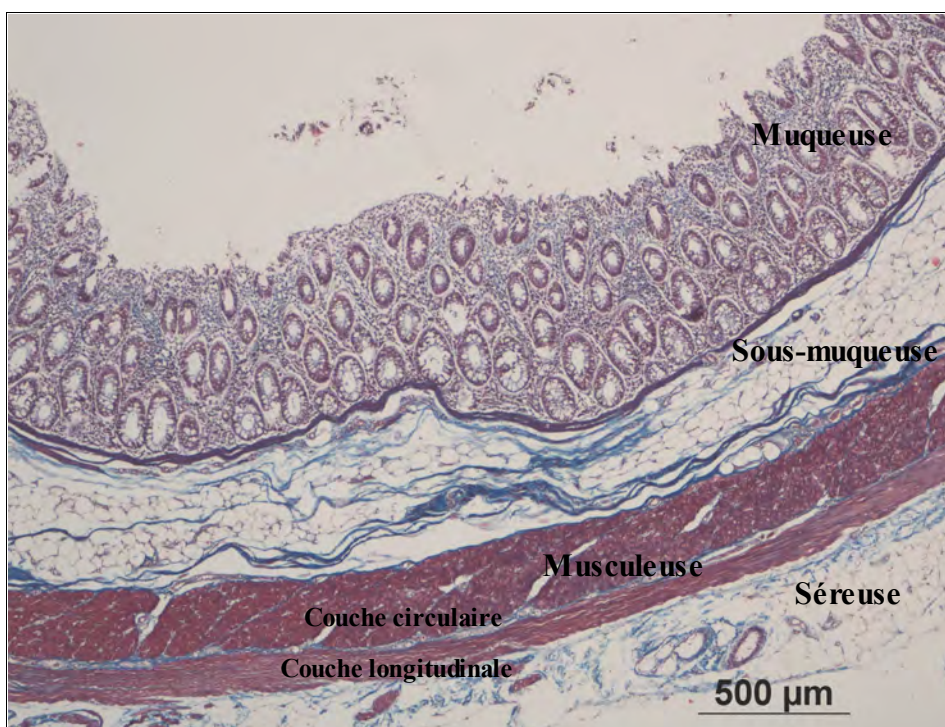


Figure n°46 : Coupe longitudinale de côlon descendant de Duroc

(Microscope Nikon éclipse 80i ; ×40 ; coloration au trichrome de Masson)

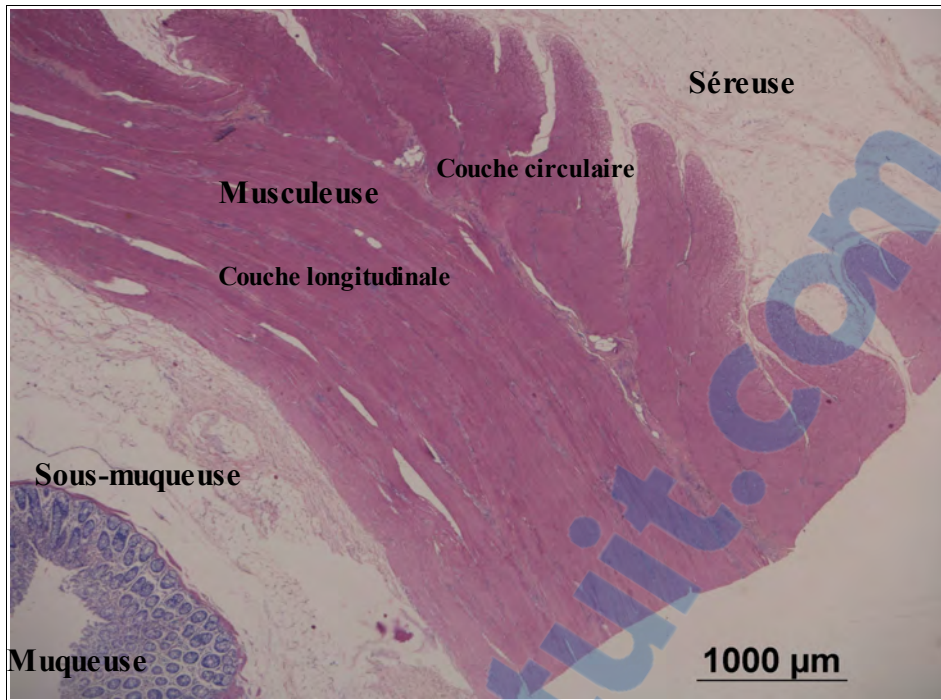


Figure n°47 : Coupe longitudinale de rectum Gallia
(Microscope Nikon éclipse 80i ; $\times 20$; coloration de Lillie Pasternak)

La sous-muqueuse est très épaisse.

La musculature présente des couches de fibres inversées par rapport aux portions de gros intestins précédentes : une couche longitudinale interne et une couche circulaire externe. De plus leur épaisseur démontre l'importance de la tunique musculaire dans cet organe.

La séreuse, sur cette vue, est relativement importante mais il n'en est pas de même pour l'ensemble du rectum.

En ce qui concerne les lames colorées suivant le protocole de Masson, 50 mesures d'épaisseur ont été réalisées (sur la coupe circulaire dans la majorité des cas).

Race	Poids à l'abattage (kg)	Sexe	Epaisseur (μm)				Moyenne côlon
			Caecum	Côlon asc. prox.	Côlon asc. dist.	Côlon desc.	
Gallia	112,7	F	450,21 \pm 78,34	407,02 \pm 131,69	373,23 \pm 52,51	606,24 \pm 87,72	462,16
Duroc	116,2	M	597,36 \pm 72,59	342,27 \pm 80,26	408,5 \pm 118,74	403,13 \pm 88,49	384,63
Duroc	106,7	M	360,66 \pm 74,75	181,91 \pm 38,79	301,1 \pm 176,06	323,14 \pm 99,13	268,72

Figure n°48 : Tableau récapitulatif des moyennes des épaisseurs mesures sur les gros intestins

L'épaisseur de la musculature du rectum n'a pas été mesure, la technique d'inclusion ne permettant pas de préserver l'intégralité de la couche musculaire sur une longueur suffisante.

II.3- Discussion

II.3.1- Premiers constats

Une première approche brute des résultats nous a permis de constater qu'il existait une grande différence entre les données recueillies dans la littérature et celles que nous avons obtenues par nos mesures. La différence la plus flagrante concerne le taille des gros intestins. Alors que les ouvrages annonçaient des longueurs de 4 à 5 mètres, les gros intestins des porcs de l'étude mesurant moins de 5 m étaient rares et la moyenne approchait les 6 m ($578 \text{ cm} \pm 67$ de moyenne). Cependant, il n'est pas précisé dans ces ouvrages les deux extrémités choisies pour les mesures.

Lors de cette étude, l'approche statistique conclut qu'il existe une différence pour les deux races étudiées : les gros intestins de Gallia sont plus longs et plus lourds que ceux de Duroc.

D'autre part, il faut préciser qu'une mesure du poids des gros intestins avant nettoyage sur le canon a été envisagée. L'état de réplétion des gros intestins étant trop variable malgré une diète commune, des résultats aberrants et inexploitable ont été obtenus sur les pesées avant nettoyage. Cette pesée a donc été abandonnée.

En ce qui concerne le saumurage, l'analyse statistique a permis de conclure à une meilleure aptitude des gros intestins de Gallia à prendre du poids lors de cette étape. Cependant, ces mesures concernaient les gros intestins dans leur intégralité et non les chaudins, seuls utilisés pour la fabrication d'andouille. Ainsi, il n'est pas possible de distinguer si la prise de poids est due à la présence du rectum, sans intérêt pour la fabrication de l'andouille, ou si elle est strictement due à la partie exploitée pour la transformation (gros intestin sans rectum).

Ainsi, de nombreux points sont à prendre en compte afin de relativiser les résultats obtenus et leur disparité et de ne pas arriver à des conclusions trop hâtives.

II.3.2- Les problèmes de traçabilité

L'abattoir de Monfort-sur-Meu abat en moyenne 830 porcs par heure, ce qui représente une cadence élevée. Comme il a été vu précédemment dans le protocole opératoire, il est nécessaire de placer 3 personnes minimum à l'identification des intestins au poste de fixation des étiquettes.

En effet, l'abattage de 50 porcs, et donc l'étiquetage de 50 gros intestins, doivent se réaliser en moins de 4 minutes. De plus, les conditions nécessaires pour optimiser l'identification sont nombreuses:

- un seul tube digestif par balancelle, ce qui n'était pas toujours le cas en fonction des ouvriers sur la chaîne
- le rectum, lieu de fixation de l'étiquette, facilement identifié
- deux agrafeuses fonctionnelles (problèmes d'enrayement et de nombres d'agrafes par agrafeuses)
- fixation assurée d'une agrafe sur un rectum en une fois

Il est évident que toutes ces conditions n'ont pu être réunies pour la totalité des prélèvements. Ainsi de nombreuses données n'ont pu être collectées.

Enfin, travailler à l'abattoir sous-entend aussi de coopérer avec les opérateurs et opératrices présents sur le site. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le travail de communication reste une étape délicate, d'autant plus que les précautions nécessaires à notre étude n'étaient pas celles privilégiées pour assurer l'efficacité du travail des ouvriers.

Le tableau suivant récapitule succinctement les pertes de données à l'abattoir.

Semaine	Nombre de porcs abattus	Nombre de données exploitables	Données perdues ou inexploitable
1	43	28	35 %
2	48	30	37,5 %
3	51	41	20 %
4	28	17	39%

Figure n°49 : Evaluation du pourcentage de perte de données due à des problèmes de traçabilité

II.3.3- La phase d'égouttage.

C'est le point le plus délicat à prendre en compte dans cette étude.

A la triperie, les gros intestins sont maintenus successivement dans un bain chaud avant nettoyage et dans un bain froid après nettoyage. Ce bain froid permet de diminuer la température des gros intestins avant le conditionnement sous glace.

Il n'est pas souhaitable de maintenir les gros intestins hors de l'eau car cela entraîne une dépréciation de la matière première la rendant inapte à la fabrication ultérieure des andouilles. Les mesures devaient donc être réalisées peu de temps après la sortie du bain froid.

Ainsi, il est évident que la constance du temps d'égouttage est à relativiser, notamment parce que les gros intestins, de part leur longueur, ne peuvent être étalés et vidés intégralement et restent en grande partie amalgamés. Donc, même en chronométrant le temps d'égouttage, il est impossible d'assurer un phénomène homogène d'évacuation de l'eau des différentes pièces et les pesées demeurent imprécises.

En ce qui concerne la longueur, comme nous ne disposons pas de table suffisamment longue, la mesure est réalisée par déroulement progressif de l'intestin parallèlement au mètre. Là encore la précision de la mesure doit probablement varier suivant le temps d'égouttage du gros intestin, le manipulateur, mais aussi la finesse du "démontage" réalisé par l'opératrice de l'abattoir.

II.3.4- La prise de mesures

Le travail à l'abattoir sur quatre semaines nous a permis d'appréhender différents paramètres à prendre en compte pour les futures expérimentations dans ce domaine :

1. Il faut déterminer le nombre d'opératrices de l'abattoir réalisant le démontage et le nettoyage.

En effet, toutes les semaines, seules deux personnes (une au démontage et une au nettoyage) s'occupaient des gros intestins étiquetés, quel que soit leur nombre. Comme nous l'avons expliqué précédemment, à la triperie, les gros intestins étaient récupérés et placés dans des bacs. Les semaines 2 et 3, le nombre de porcs étudiés était bien plus conséquent que lors des semaines 1 et 4. Il en résulte un temps d'attente des gros intestins lors des semaines 2 et 3 beaucoup plus long, entraînant des modifications de la matière pour le nettoyage et par la suite pour la fabrication des andouilles.

2. Il faut déterminer le moment de la réalisation des mesures. Est-il préférable d'attendre que les gros intestins soient refroidis dans le deuxième bain (comme lors des semaines 1 et 2) ou de récupérer les gros intestins au fur et à mesure dans les bains froids (semaine 3 et 4) ? Les deux cas peuvent être argumentés. Lors des prochaines études, il est préférable d'en choisir un et de l'appliquer systématiquement au cours des abattages successifs.

3. Pour une question de praticité, il est préférable de sortir les gros intestins 1 par 1 des bains. Cela permet d'éviter les noeuds entre les gros intestins ainsi que les déchirures. C'est à ce moment là qu'un temps d'égouttage doit être déterminé et mesuré.

4. La première mesure à réaliser doit être la pesée, ensuite la mesure de la longueur et non l'inverse, comme réalisé dans cette étude.

La raison est simple : la mesure de la longueur prend quelques minutes et peut être même plus longue si le gros intestin est emmêlé ou déchiré et nécessite alors une "réparation"; la pesée est beaucoup plus rapide car le gros intestin reste amalgamé. Mesurer en premier la longueur du gros intestin correspond donc à modifier le temps d'égouttage, déjà difficile à prendre en compte.

5. Les différents intervenants doivent s'accorder sur la précision de la mesure ; pour le poids est-ce au gramme, à 5 grammes ou à 10 grammes près? ; pour la longueur, est-ce au centimètre, à 5 centimètres ou 10 centimètres près?

En ce qui concerne la pesée, une des difficultés réside aussi dans la précision de la balance et la nécessité de la tarer entre chaque pesée. Ensuite, il est aussi intéressant de préciser que la pesée des gros intestins lors de la transformation n'est pas réalisée sur la même balance. Pour les études à venir, il est recommandé d'utiliser une même balance tout au long de l'expérimentation ou d'utiliser des balances contrôlées.

En ce qui concerne la mesure de la longueur des gros intestins, il y a tout intérêt à avoir constamment le même manipulateur afin de s'assurer une constance dans le geste de déroulement du gros intestin et ainsi de minimiser les erreurs. De plus, il faut choisir les deux extrémités de référence : l'anus et la partie distale du caecum (cette dernière n'est pas évidente à déterminer).

6. Pour le transport de la matière première dans les glacières, il faut déterminer un poids constant de gros intestins et de glace par glacière afin d'assurer l'homogénéité de la température au sein des contenants.

II.3.5- Etude histologique

Aucune étude histologique comparative des intestins de porcs suivant la race n'a été trouvée dans les documents bibliographiques. Comparer des coupes histologiques de gros intestins de Gallia et Duroc est donc une première approche dans ce domaine.

Du point de vue purement descriptif, il n'apparaît pas de différence majeure.

Certains points méritent cependant d'être détaillés.

D'une part, il est important de noter que seulement les intestins de deux porcs Duroc et un porc Gallia ont été prélevés. Il n'est donc pas possible d'en tirer des conclusions statistiquement fiables.

En effet, les gros intestins destinés à l'étude histologiques sont soit inutilisables pour la fabrication d'andouille car trop souillés, soit utilisables uniquement pour former les cœurs. Le nombre de gros intestins de Gallia étant déjà très limité, il était impossible d'en sacrifier plus sans en faire pâtir l'étude de la fabrication de l'andouille.

Ainsi, ne pouvant travailler que sur un seul gros intestin de Gallia, deux gros intestins de Duroc ont paru suffisants pour l'étude histologique comparative.

D'autre part, les deux premiers intestins de porcs (un Duroc et un Gallia) destinés à l'étude histologique ont été prélevés avant nettoyage et démontage à l'abattoir. Lors du deuxième prélèvement, l'intestin (un Duroc) était nettoyé et démonté. De plus, le porc Gallia était une femelle, les porcs Duroc des mâles.

Du point de vue qualitatif, il n'existe pas de différence majeure entre les deux prélèvements.

Du point de vue quantitatif, la musculature est plus épaisse pour les intestins de porc du premier prélèvement. Cependant, il est très peu probable que l'étape de nettoyage démontage soit la cause de cet amincissement. De plus, le poids à l'abattage des deux premiers porcs est supérieur d'environ 10 kg à celui du dernier porc. Nous pouvons donc supposer que la différence d'épaisseur des gros intestins tient plus à l'état d'engraissement des animaux qu'au stade de prélèvement (avant ou après

nettoyage). Une variation d'épaisseur due au sexe est aussi envisageable.

Enfin, les épaisseurs mesurées chez les Gallia sont supérieures à celles des Duroc. Ceci est en accord avec les conclusions précédentes établissant que les gros intestins de Gallia sont plus longs et plus lourds que ceux des Duroc. Mais, il faut rappeler que les données histologiques sont obtenues sur un échantillon très faible. Ce résultat est donc un constat mais en aucun cas une donnée scientifique démontrée.

Ceci souligne que l'épaisseur des parois musculaires des gros intestins est très probablement dépendante de l'engraissement des animaux. Ainsi, dans le cas d'une étude histologique collectant des données mesurées, il sera important de connaître ce paramètre précisément. La fiabilité des résultats en dépend.

Enfin, une étude histologique exige une grande rigueur dans les modes de prélèvement. Il est donc toujours aussi important d'accorder l'équipe de travail sur les objectifs à atteindre et les méthodes à employer.

Pour conclure, les premiers résultats de cette étude tendent à démontrer qu'il existe une différence entre les gros intestins de Gallia et de Duroc. De même, les gros intestins de Gallia semblent plus sensibles au saumurage, leur prise de poids étant proportionnellement plus importante que celle des Duroc d'après la comparaison statistique.

Du point de vue histologique, les gros intestins de Gallia et de Duroc n'affichent aucune différence dans leur structure. Par contre, les mesures d'épaisseur de la musculature méritent une étude plus approfondie en tenant compte de l'état d'engraissement des porcs mais aussi du sexe.

Au final, la discussion concernant l'ensemble des résultats a permis de souligner les nombreuses imprécisions des données acquises et ainsi de relativiser les conclusions statistiques.

Bien au-delà des résultats chiffrés, cette étude à l'abattoir a permis de mettre en exergue de nombreux points pouvant biaiser les données obtenues alors que les conditions initiales de l'élevage des porcs ne laissaient paraître qu'un paramètre de variation : la race.

Cette expérimentation doit avant tout permettre de perfectionner les modes de recueil des données (conditions et méthodes de mesures) et rappelle l'importance, lors d'un travail d'équipe, de la coordination des différents membres et de l'unicité de leur perception de l'étude et des objectifs à atteindre.

Troisième partie : étude du process de fabrication

I. Données actuelles sur l'andouille

I.1- Poids, longueur et épaisseur des abats blancs [2] [6] [7] [14]

Il existe peu d'ouvrage étudiant les abats blancs sous l'angle de la transformation charcutière. On peut rappeler quelques observations faites dans le cadre d'études sur des charcuteries type andouilles et andouillettes, plus précisément sur l'andouille de Vire.

D'après DELENTE M. les abats utilisés pour la fabrication de l'andouille de Vire possèdent les caractéristiques suivantes :

« Les ventrées de porc commercialisées ont presque le même poids et les mêmes dimensions du fait que l'abattage se fait souvent au même âge et au même poids corporel. Le poids relatif de la ventrée diminue au cours de la croissance et se stabilise à partir de 100 kilogrammes.

Poids Vif (en kg)	Après ressuyage (en kg)	Poids de la ventrée vide (en kg)	Pourcentage
131	109	2,55	2,34
110	93	2,10	2,26
82	66	2	3,03
45	33,5	1,10	3,28

Les porcs croisés ont un estomac plus lourd et un gros intestin plus court. De même, le porc castré est plus gras que la femelle, son estomac est plus lourd et son appareil digestif plus long.

Pour un porc de 100 kilogrammes :

L'intestin grêle mesure de 18 à 20 mètres.

Le gros intestin mesure environ 5 mètres, avec :

- le caecum : 2,5 à 4 mètres
- le côlon hélicoïdal : 0,30 à 0,40 mètres
- le côlon flottant : 1 mètre
- le rectum : 0,75 mètre

La fabrication d'une andouille demande une ventrée complète de porc. Les différents composants de l'appareil digestif sont utilisés dans les proportions suivantes :

gros intestin.....	40%
intestin grêle ou menu.....	43%
estomac ou panse.....	17%»

I.2- Histologie des abats blancs et charcuterie [6]

D'après DELENTE M., le recours à l'histologie pour différencier l'andouille de Vire d'une autre andouille est possible :

« Pour déceler l'introduction de tissus autre que le tube digestif de porc en faible quantité, il est parfois nécessaire de faire appel à l'histologie. L'examen se pratique sur des coupes au microtome après inclusion dans la paraffine.

Les caractères des différentes couches du tube digestif sont les suivants :

La sous-muqueuse est épaisse et riche en cellules lymphoïdes.

La musculuse, constituée de fibres longitudinales externes et de fibres circulaires internes, est la partie digestible.

La séreuse est un endothélium reposant sur une couche sous-séreuse chargée de graisse.

La différenciation est surtout basée sur l'épaisseur relative des couches :

Le porc se reconnaît à l'importance de sa sous-muqueuse qui constitue les 5/7 de l'épaisseur totale.

Le bœuf, dont la sous-muqueuse occupe 1/3 de l'épaisseur, se distingue par les ganglions de Meissner.

Le cheval s'identifie immédiatement par l'épaisseur générale des couches. »

Cette approche histologique, bien que relativement ancienne, démontre que l'utilisation de l'histologie dans la charcuterie n'est pas dénuée de tout intérêt. Cependant, aucune étude histologique comparative de races de porc n'a été trouvée.

I.3- Rendements et processus de transformation [3] [6]

D'après un responsable de l'entreprise Triskel : « Pendant les opérations de cuisson et de séchage, l'andouille perd près de 80% de son poids. A partir d'une andouille crue de 5kg, on obtient une pièce de 1, 2 kg environ. »

En ce qui concerne les rendements de fabrication industrielle de l'andouille, toutes les bibliographies s'accordent sur un rendement de fabrication faible, de l'ordre de 35 à 40%.

Les données chiffrées plus précises ne sont pas publiées et constituent des statistiques confidentielles, propres à chaque entreprise.

II. Etude de la fabrication de l'andouille

Le process de transformation est détaillé dans la première partie de cet ouvrage (III.2.2- Un process actuel plus rentable). Nous ne rappelons ici que la trame des étapes qui se succèdent :

- J1 : 17h : arrivée de la matière première à l'usine de fabrication et saumurage
- J2 : 10h : fabrication des andouilles
- J2 : 14h : cuisson des andouilles
- J3 : 8h : refroidissement des andouilles dans la salle de ressuage
- J3 : 14h : stockage dans la salle de ressuage 2
- J4 : conditionnement

II.1- Protocole

II.1.1- Conditions de l'étude

Pour chacun des lots de gros intestins utilisés pour la fabrication des andouilles, il faut respecter les points suivants :

- une quantité de saumure proportionnelle au poids de matière première

- un temps de saumurage identique pour tous les lots
- un créneau horaire de fabrication identique pour tous les lots
- une quantité de caramel proportionnelle à la taille des lots
- un temps d'égouttage identique pour tous les lots
- une place dans le four identique pour tous les lots
- un temps de ressuage identique pour tous les lots

II.1.2- Protocole de mesure

Le protocole de mesure (*cf. Annexe IX*) est établi parallèlement à la fabrication des andouilles. Ce protocole va être utilisé pendant quatre semaines successives à l'usine de fabrication "Les salaisons du père Isidore" (56) et concerne la majorité des gros intestins prélevés à l'abattoir de Monfort-sur-Meu.

II.1.2.1- Etape 1: Pesée des coeurs et des enveloppes

Les coeurs et les enveloppes sont pesés et calibrés préalablement à la fabrication des andouilles. Ainsi, les andouilles fabriquées le même jour contiennent un même poids de coeur et un même poids d'enveloppe. Ceci permet en partie de s'affranchir des différences de poids qui pourraient influencer les mesures, notamment lors de la cuisson et du refroidissement.

II.1.2.2- Etape 2: Pesée de la matière première

La fabrication des andouilles n'emploie pas la partie terminale du gros intestin, le rectum, car celui-ci est bien trop charnu.

Cependant dans le cadre de l'étude, afin d'évaluer la prise de poids due au saumurage, les gros intestins ont été conservés dans leur intégralité.

Les gros intestins sont extraits des bacs de saumurage et placés dans de nouveaux bacs, dans lesquels ils s'égouttent partiellement. Il n'existe cependant pas de mesure exacte du temps d'égouttage. Ils sont ensuite prélevés au fur et à mesure pour les peser.

Chaque gros intestin a donc été pesé individuellement. Cette donnée a ensuite été intégrée dans “l'étude à l'abattoir” pour tenter d'établir une relation entre la prise de poids au saumurage et le poids initial ou la longueur initiale du gros intestin. Ceci a été rapporté préalablement dans la deuxième partie.

Chaque andouille est composée de trois gros intestins de porcs. Trois gros intestins d'une même race sont associés. Le rectum est retiré sur une portion d'environ 30 cm. Les gros intestins sont alors découpés en tronçons.

Deux pesées sont réalisées :

- pesée des trois rectums saumurés
- pesée des tronçons utilisés pour fabriquer une andouille. Le poids de la matière première saumurée utilisée pour fabriquer une andouille correspond donc à la somme des poids des tronçons des gros intestins

Toutes ces pesées ainsi que la pesée de l'andouille montée (cf. étape 3) sont réalisées sur une première balance (balance de l'usine de fabrication de Plouay).

II.1.2.3- Etape 3: Pesées de suivi des andouilles

Les andouilles sont identifiées individuellement par un numéro fixé à la ficelle au moment de la couture des tronçons calibrés de gros intestins. Ce numéro est maintenu jusqu'au conditionnement.

Le sel et le poivre sont intégrés lors de la fabrication par les opératrices ; la fabrication est telle que chaque andouille contient environ 60g de mélange sel/poivre.

Voici les pesées réalisées tout au long de la fabrication :

- pesée andouille montée
- pesée andouille enduite de caramel et égouttée avant cuisson
- pesée andouille après cuisson et fumage (15h)
- pesée andouille après ressuage 1 (7h)
- pesée andouille au conditionnement

Toutes ces pesées, sauf la pesée de l'andouille montée, sont réalisées sur une deuxième balance (balance de l'usine de fabrication de Plouay).

II.1.3- Calculs complémentaires

II.1.3.1- Au saumurage

Poids saumuré total calculé (g) = Poids mat 1ère saumurée + Poids rectum saumuré

Calculer le poids saumuré total permet de voir s'il existe une différence entre le poids des gros intestins entiers saumurés et le poids de ces mêmes gros intestins saumurés mais coupés (rectum et tronçons). Il permet ensuite d'évaluer les pertes par égouttage lors de la découpe en tronçon notamment.

Le « poids matière première saumurée » correspond donc au poids de la matière utilisée pour la fabrication de l'andouille, le gros intestin dépourvu du rectum.

Perte égouttage mat 1ère (%) = $\frac{100 * (\text{Poids saumuré} - \text{Poids saumuré total calculé})}{\text{Poids saumuré}}$

Lors de la découpe des gros intestins en tronçons de calibres croissants, la saumure contenue dans les intestins est vidangée progressivement. Ce calcul évalue la perte de poids au cours de la couture de ces tronçons, avant le montage proprement dit de l'andouille.

Total prise de poids saumure (%) = $\frac{100 * (\text{Poids saumuré} - \text{Poids gros intestin abattoir})}{\text{Poids gros intestin abattoir}}$

L'étude de la prise de poids au cours du saumurage concerne les gros intestins dans leur intégralité et non la portion utilisée pour la fabrication de l'andouille.

II.1.3.2- La matière première

Poids total mat 1ère (g) = Poids mat 1ère saumurée + Poids coeur + Poids coche + Poids enveloppe + Poids sel poivre – Poids chute

C'est la somme des poids des matières premières utilisées à la sortie des bacs de saumurage avec un égouttage minimal (environ 1 minute). A ce poids est retranché le poids des chutes, c'est-à-dire le poids de matière première retirée lors de la fabrication à cause de déchirures ou de problèmes de calibre. Il peut être comparé au poids monté afin d'évaluer les pertes lors du montage (gras et égouttage principalement).

Le « poids coche » correspond au poids des robes (côlons descendants) de cochons utilisées juste avant l'enveloppe, qui, elle, est constituée d'un caecum de cochon.

Poids porc IFIP (g) = Poids montée – (Poids chute + Poids coeur + Poids coche + Poids enveloppe + Poids sel poivre)

Il correspond au poids de gros intestins de porcs de races Duroc ou Gallia issus de la station expérimentale de l'I.F.I.P entrant dans la composition de l'andouille. C'est-à-dire que les composants de l'andouille tels que les coeurs (« Poids coeur »), fabriqués avec des chutes, et les gros intestins de cochons (« Poids coche » et « Poids enveloppe ») issus d'autres origines ne sont pas comptabilisés. Calculer la moyenne, et surtout l'écart type, de la quantité de matière première de porcs Gallia ou Duroc entrant dans la composition de l'andouille permet de vérifier l'homogénéité des andouilles fabriquées.

Perte poids égouttage (%) = $\frac{100 * (\text{Poids montée} - \text{Poids entrée cuisson})}{\text{Poids montée}}$

C'est le dernier calcul effectué à partir des données sur la matière première n'ayant subi aucun traitement thermique.

Ce pourcentage correspond à la perte de poids par égouttage lorsque les andouilles sont suspendues sur le chariot, prêtes à la cuisson.

II.1.3.3- Les rendements

Rendement cuisson andouille (%) = $\frac{100 * \text{Poids sortie cuisson}}{\text{Poids entrée cuisson}}$

Rendement ressuage 1 (%) = $\frac{100 * \text{Poids ressuage 1}}{\text{Poids sortie de cuisson}}$

$$\text{Rendement ressuage 2 (\%)} = \frac{100 * \text{Poids conditionné}}{\text{Poids ressuage 1}}$$

$$\text{Rendement total monté (\%)} = \frac{100 * \text{Poids conditionné}}{\text{Poids monté}}$$

$$\text{Rendement total mat 1ère (\%)} = \frac{100 * \text{Poids conditionné}}{\text{Poids total mat 1ère}}$$

II.2- Résultats

Le tableau des données relevées et des résultats calculés se trouve en *Annexe X*.

II.2.1- Etude des rendements

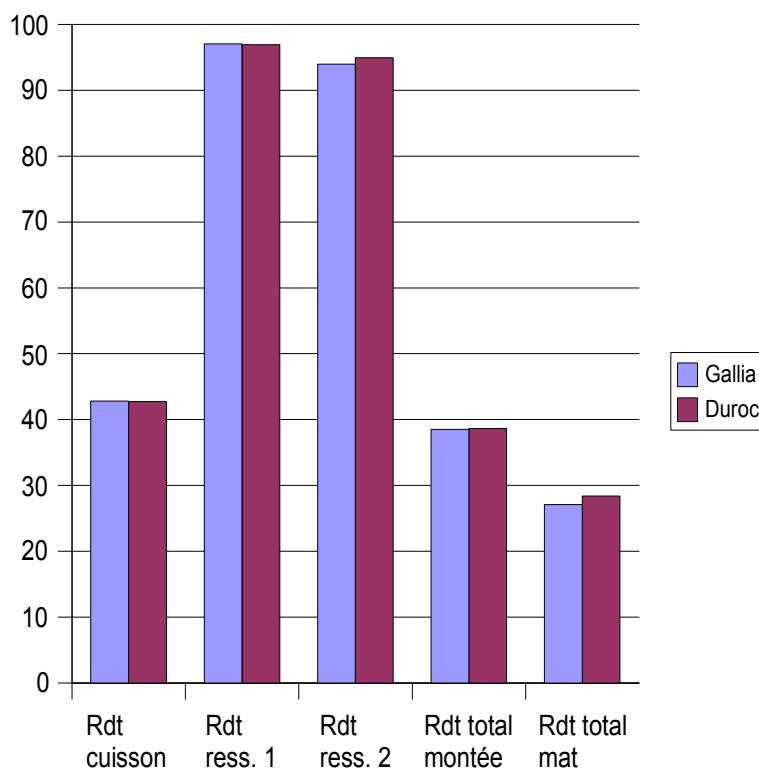


Figure n°50 : Etude du rendement de fabrication de l'andouille

Le test statistique de comparaison des variances permet d'accepter l'hypothèse selon laquelle les écarts-type observés sur les rendements chez les Gallia sont les mêmes que ceux

observés sur les rendements chez les Duroc, au seuil de risque de 5%. Ceci est validé pour tous les rendements.

De même, le test de comparaison des moyennes permet d'accepter l'hypothèse selon laquelle il n'existe pas statistiquement de différence entre les moyennes des rendements chez les Gallia et chez les Duroc, au seuil de risque de 5%. Ceci est vrai pour les rendements suivants : rendement cuisson, rendement ressuage 1, rendement ressuage 2, rendement total monté.

En ce qui concerne le rendement total matière première, il existe une différence statistique entre les Gallia et les Duroc, à savoir que le rendement total matière première est statistiquement plus faible chez les Gallia, au seuil de risque de 5%.

II.2.2- Etude de l'évolution du poids des andouilles

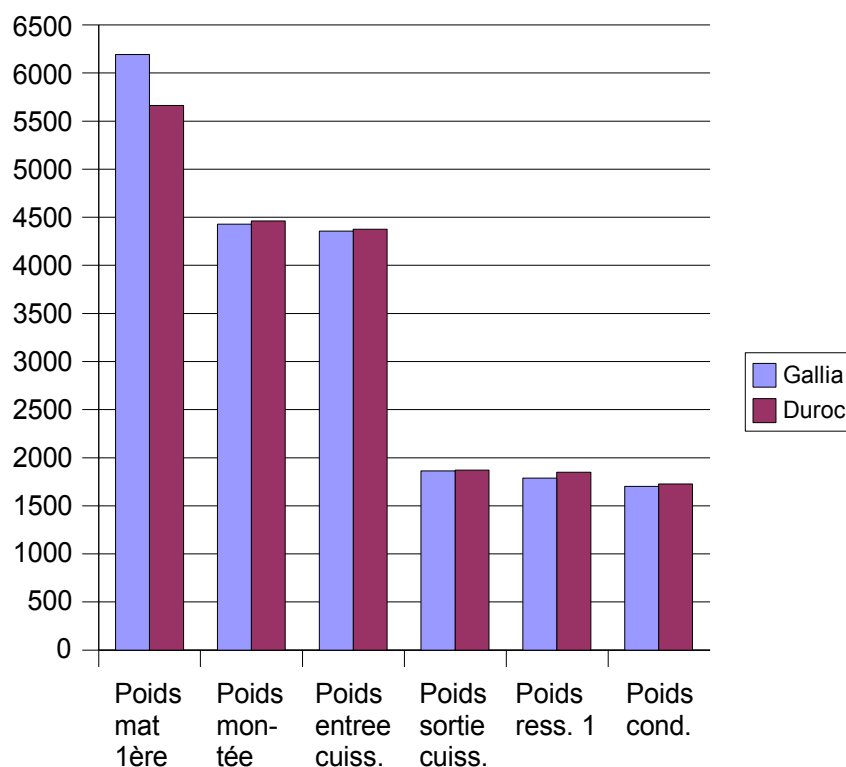


Figure n°51 : Evolution du poids des andouilles au cours de la fabrication (en grammes)

Le test statistique de comparaison des variances permet d'accepter l'hypothèse selon laquelle les écarts-type observés sur les poids des andouilles Gallia sont les mêmes que ceux observés sur les poids des andouilles Duroc, au seuil de risque de 5%. Ceci est validé pour toutes les mesures de poids.

De même, le test de comparaison des moyennes permet d'accepter l'hypothèse selon laquelle il n'existe pas statistiquement de différence entre les moyennes des poids des andouilles Gallia et des Duroc, au seuil de risque de 5%. Ceci est vrai pour les poids suivants : le poids des andouilles montées, le poids d'entrée en cuisson, le poids de sortie de cuisson, le poids après refroidissement (ressuage¹), le poids avant conditionnement (poids conditionné).

En ce qui concerne le poids de matière première saumurée utilisée pour fabriquer les andouilles, il existe une différence statistique entre les Gallia et les Duroc, à savoir que la quantité de matière première utilisée pour fabriquer une andouille de Gallia est supérieure à celle utilisée pour une andouille de Duroc. Ceci s'explique simplement par le fait qu'une andouille est fabriquée à partir de 3 gros intestins et que les gros intestins de Gallia sont plus longs et plus lourds que ceux des Duroc.

II.2.3- Etude histologique

Avant tout, il faut noter que le process de fabrication de l'andouille de Guéméné entraîne une modification des structures histologiques : la tunique séreuse est absente dans les coupes d'andouille. L'étape du montage, lors de laquelle les différentes couches de chaudins sont raclées au couteau, est probablement à l'origine de sa suppression.

Ensuite, il n'est pas possible de différencier l'andouille de Guéméné fabriquée à partir de gros intestins de Duroc de celle fabriquée à partir de gros intestins de Gallia. Ceci est valable macroscopiquement et confirmé par l'approche microscopique.

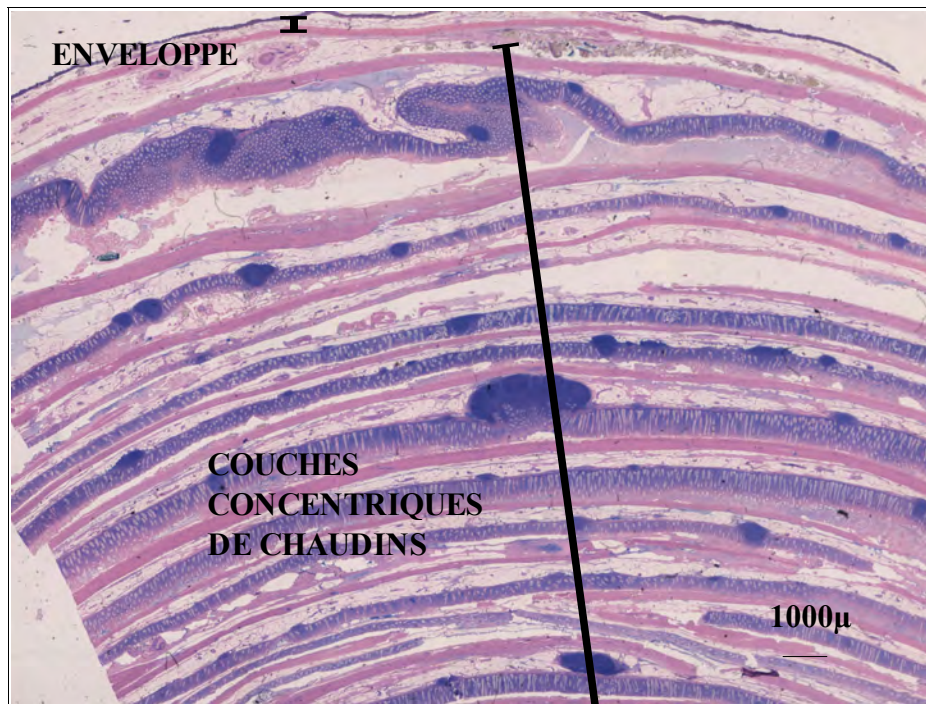


Figure n°52 : Coupe transversale d'andouille de Gallia
 (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×20 ; coloration de Masson)

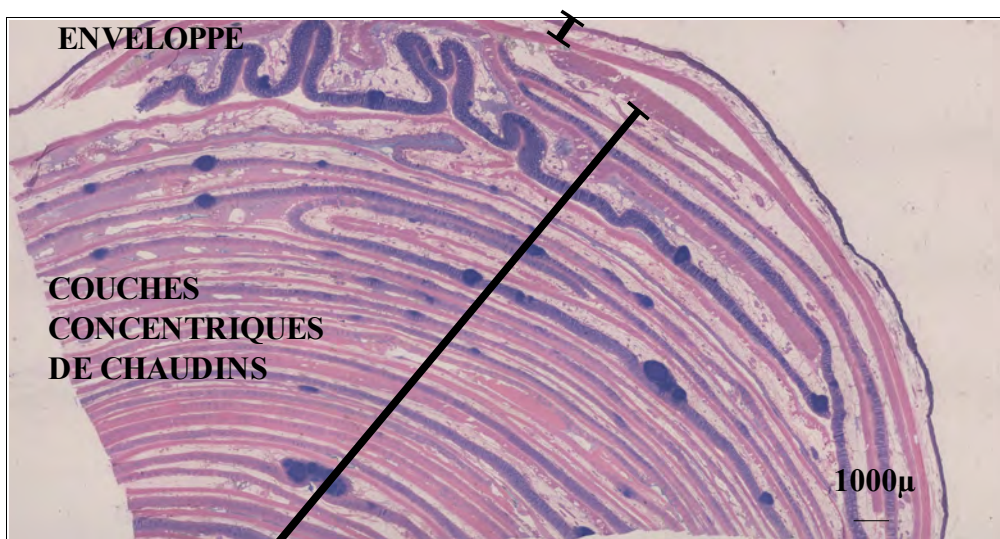


Figure n°53 : Coupe transversale d'andouille de Duroc
 (Microscope Nikon éclipse 80i ; ×20 ; coloration au trichrome de Masson)

En contre partie, il est possible de différencier andouille industrielle et andouille artisanale.

L'andouille de fabrication traditionnelle utilisée pour cette étude comparative provient de la Maison de l'Andouille, tenue par la famille RIVALAN-QUIDU, située à Guéméné-sur-Scorff. Cette andouille a été fabriquée suivant le process traditionnel, le fumage a duré 3 mois.

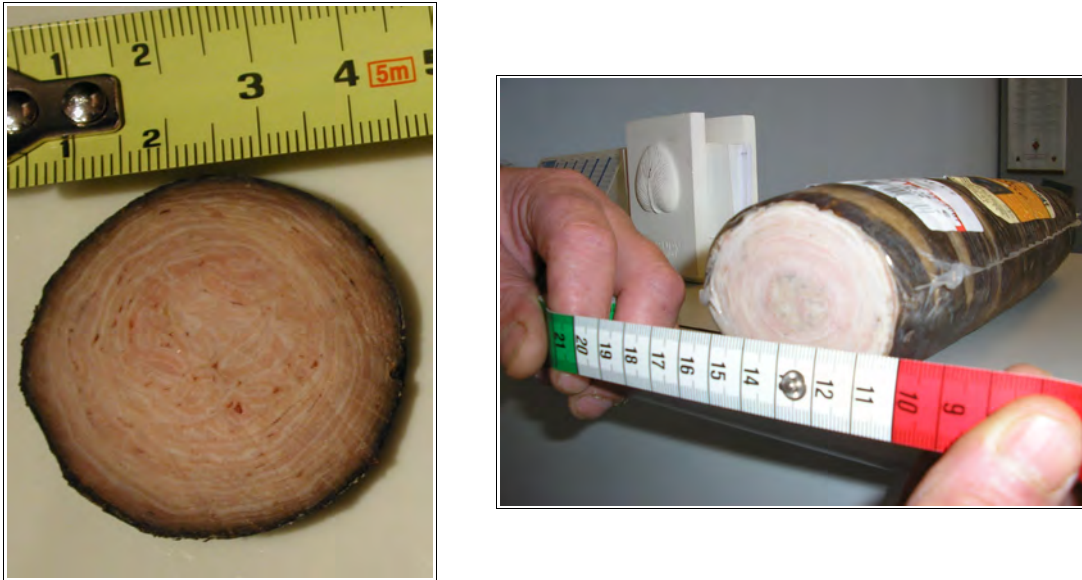


Figure n°54 : Coupe transversale d'andouilles de Guéméné fabriquées de façon traditionnelle (à gauche) et industrielle (à droite)

D'un point de vue macroscopique, l'andouille fabriquée de façon traditionnelle présente un diamètre d'environ 3,5cm, contre environ 5 cm pour l'andouille industrielle. Par contre le coeur présente un diamètre de 1,5 à 2cm quelle que soit l'origine.

De plus, l'andouille industrielle paraît beaucoup plus pâle que celle fabriquée artisanalement.

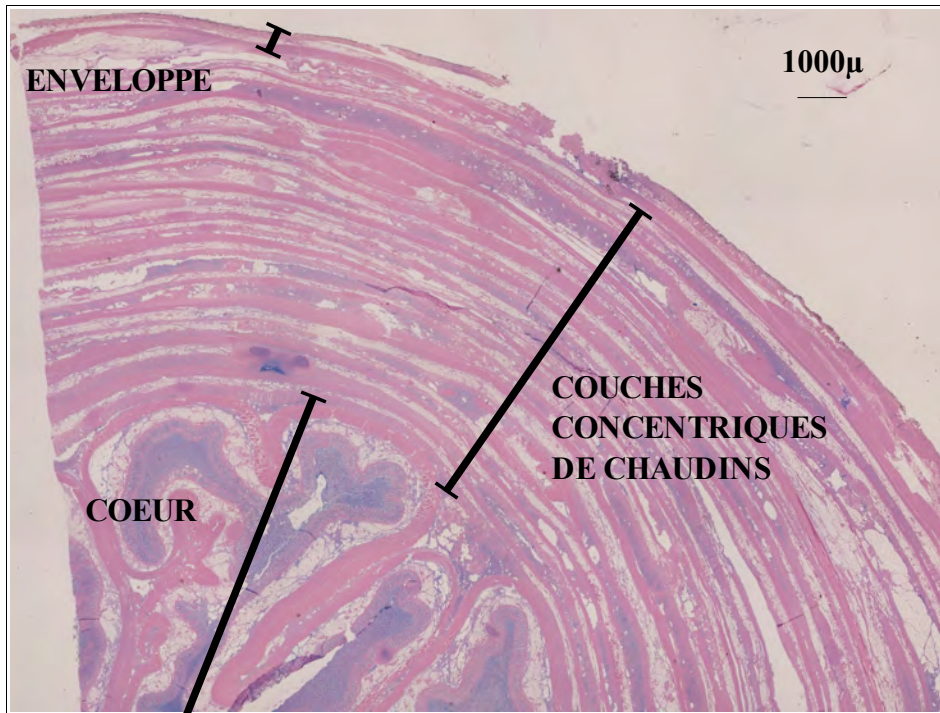


Figure n°55 : Coupe transversale d'andouille « traditionnelle »
 (Microscope Nikon éclipse 80i ; $\times 20$; coloration de Lillie Pasternak)

En effet, sur cette coupe microscopique large, les couches concentriques de chaudins semblent plus compactes que celles observées précédemment (figure n°48 et n°49). Les différences histologiques sont approfondies dans les coupes suivantes à plus fort grossissement.

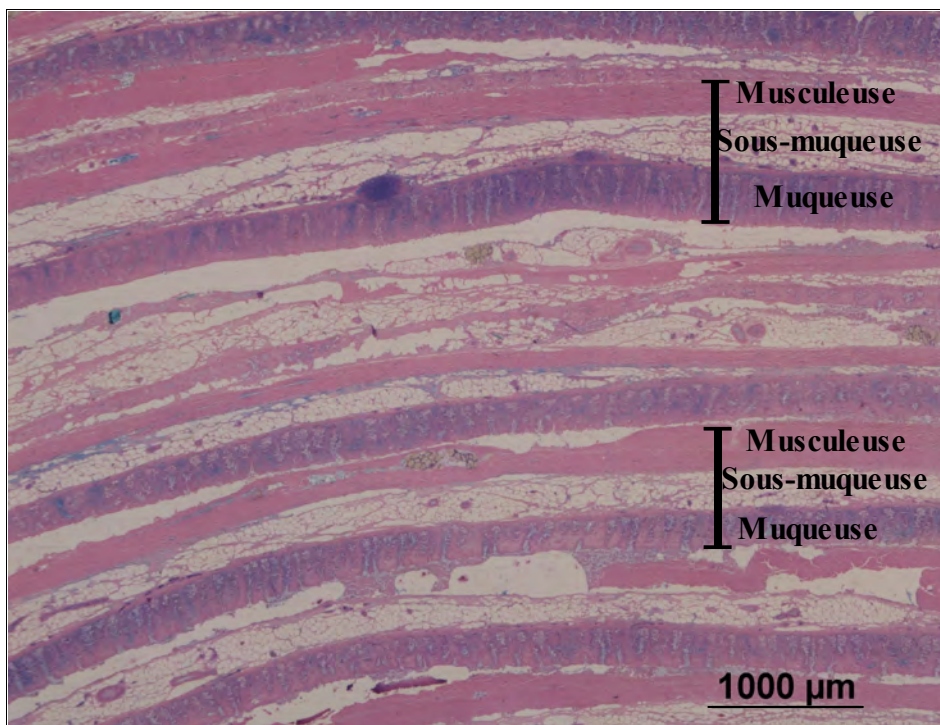


Figure n°56 : Coupe transversale d'andouille de Duroc
 (Microscope Nikon éclipse 80i ; $\times 40$; coloration de Lillie Pasternak)

L'andouille fabriquée industriellement présente une structure bien différente de celle fabriquée de façon traditionnelle.

Les tuniques muqueuses des différentes couches sont aisément identifiables et conservent toute leur épaisseur. Sur l'ensemble de la coupe, de nombreux follicules lymphoïdes sont présents. Les sous-muqueuses sont toujours très riches en adipocytes et entre les couches, on discerne aussi une quantité non négligeable de graisse. Ceci confère sa pâleur à l'andouille industrielle.

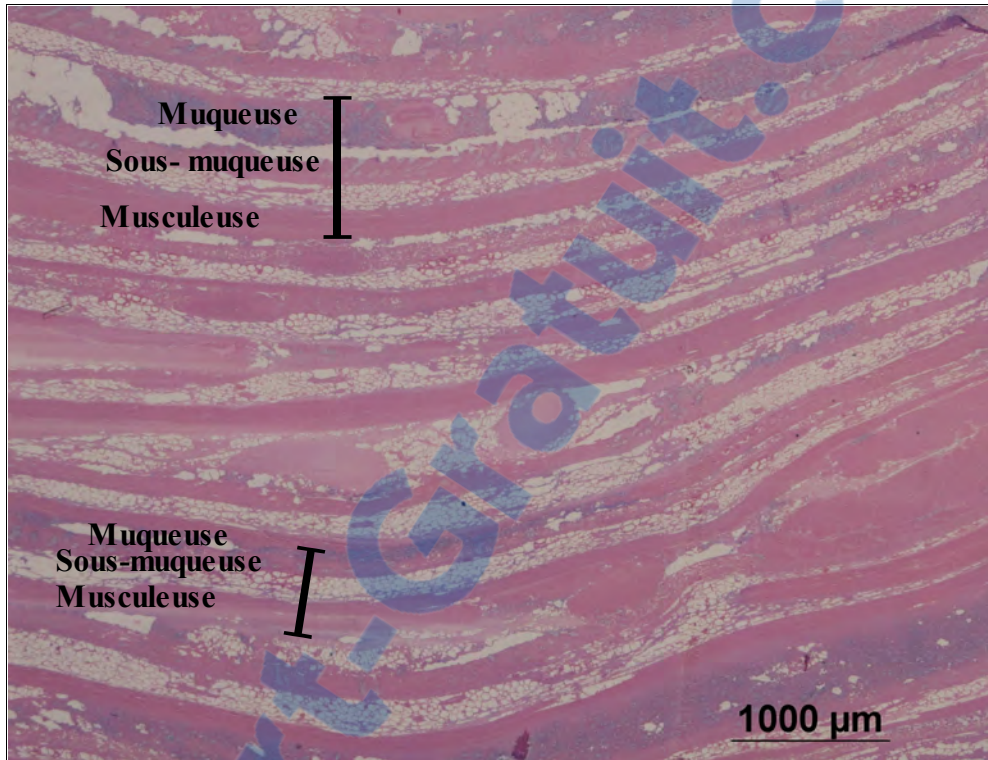


Figure n°57 : Coupe transversale d'andouille « traditionnelle »
(87Microscope Nikon éclipse 80i ; $\times 40$; coloration de Lillie Pasternak)

Pour l'andouille fabriquée de façon traditionnelle, les tuniques muqueuses sont bien plus difficiles à identifier. Seule l'alternance tunique musculieuse tunique sous-muqueuse, riche en cellules adipeuses, permet de distinguer les couches qui se superposent.

Globalement pour un même grossissement, l'andouille « traditionnelle » laisse paraître des couches musculieuses plus nombreuses et donc en proportion une quantité de gras moindre.

II.3- Discussion

Précisons avant tout que les deux races Duroc et Gallia étudiées dans cette expérimentation ne sont pas utilisées dans le domaine de la charcuterie. Ce sont des races pures et non des porcs charcutiers.

II.3.1- Premiers constats

D'après l'analyse statistique, il n'existe pas de différence entre les andouilles fabriquées à partir de gros intestins de Gallia et celles fabriquées à partir de Duroc. Une fois l'andouille montée, que ce soit le suivi de poids ou l'étude des rendements, andouille Gallia et andouille Duroc sont donc semblables.

Ceci est d'autant plus intéressant qu'il existait des différences au niveau des matières premières. En effet, avant le montage, le poids de matière première utilisé pour fabriquer une andouille Gallia est supérieur à celui permettant de fabriquer une andouille Duroc. Ce résultat est logique : pour fabriquer une andouille, trois gros intestins sont nécessaires, les gros intestins de Gallia sont plus longs et plus lourds que ceux de Duroc.

En conséquence, le rendement matière première, qui met en relation le poids de matière première utilisé et le poids du produit fini, est moindre pour le Gallia. Par contre le rendement andouille montée, qui met en relation le poids de l'andouille à la fin de la chaîne de montage avec le poids du produit fini, n'est pas différent entre Gallia et Duroc.

Ainsi, le gain de poids supplémentaire des Gallia dû au saumurage ne se répercute pas sur le rendement final de l'andouille. Dès la fin de la chaîne de montage de la matière première en andouille, il n'existe plus statistiquement de différence entre les rendements d'andouilles Gallia et Duroc. Cette forte perte peut être expliquée par des chutes plus importantes lors du montage des andouilles Gallia et un égouttage plus marqué.

Cependant, il faut surtout insister sur la difficulté d'évaluer le poids de matière première utilisée pour fabriquer une andouille et sur l'imprécision des mesures qui en résultent.

D'autre part, des pesées complémentaires ont été réalisées le premier jour afin d'évaluer les pertes au cours du montage (matière grasse, "mucus", égouttage) :

- pesée des déchets lors de la fabrication
- pesée des chutes lors de la fabrication

Visiblement ces mesures sont trop imprécises pour permettre de les analyser ensuite. En effet, lors

de la fabrication, les chaudins continuent à dégorger et racler les tables pour évaluer les déchets est peu fiable. La seule solution serait de travailler sur une bâche avec les bords relevés et de peser la bâche avant et après la fabrication de l'andouille. Ceci n'était pas envisageable en pratique dans le projet et ces pesées n'ont pas été maintenues.

II.3.2- Les problèmes de traçabilité

Les problèmes de traçabilité à l'usine de fabrication sont bien moindres qu'à l'abattoir. Les seuls rencontrés concernent des pertes d'étiquette lors du saumurage ou de l'extraction des gros intestins des bacs au moment de la fabrication (déchirures, arrachages d'étiquette).

II.3.3- La phase d'égouttage

Lors du transfert des gros intestins des bacs de saumurage aux bacs « d'égouttage » (avant la première pesée) puis à la découpe, de grandes quantités de saumure présentes dans les intestins sont évacuées. Il y a alors une perte d'eau par égouttage importante difficile à prendre en compte pour mesurer avec exactitude le poids réel des gros intestins.

En effet, comme détaillé précédemment, la fabrication de l'andouille nécessite une étape de découpe en tronçons qui contribue largement à l'évacuation de l'eau de saumurage.

De plus, tout au long de la fabrication, les couches successives de gros intestins sont dégraissées évacuant non seulement le gras excédentaire mais aussi de l'eau et du « mucus » en quantité non négligeable.

Nous pouvons illustrer ce phénomène d'égouttage (perte d'eau de saumurage lors de la découpe en tronçons) par les calculs suivants:

- le poids saumuré total calculé : il correspond à la somme des poids des gros intestins saumurés découpés (tronçons et rectum). Ce poids est en général inférieur au « poids saumuré », c'est-à-dire au poids des gros intestins saumurés entiers. Cela sous-entend que la prise de poids due à la saumure est sur-évaluée.
- la différence entre poids monté et poids total de matière première, « poids total mat-montée », montre que les andouilles perdent près de 30% (1800g environ) au cours de leur montage.

II.3.4- La prise de mesure

Deux points essentiels sont à souligner à ce sujet. D'une part, comme suggéré dans la discussion de la seconde partie, il serait utile de travailler constamment avec la même balance.

D'autre part, il apparaît clairement sur les tableaux de données une perte progressive dans la précision des mesures : alors que les matières premières sont pesées d'abord au gramme près (mesures avec la balance de l'IFIP à l'abattoir, par la suite arrondies à 5 grammes près), elles le sont ensuite enregistrées à 5 grammes près pour les pesées d'andouille le premier jour de fabrication (mesures avec une première balance aux Salaisons du Père Isidore), puis à 10 grammes près pour les pesées d'andouille le deuxième jour de fabrication (mesures avec une deuxième balance aux Salaisons du Père Isidore).

II.3.4- L'étude histologique

Le premier intérêt de cette étude est de contrebalancer une idée reçue selon laquelle la tunique muqueuse serait la première affectée lors de la fabrication de l'andouille. Non seulement, cette tunique est conservée, plus particulièrement avec le process industriel, mais en plus son intégrité est quasi complète. En contrepartie, la tunique séreuse disparaît.

Ensuite, l'approche histologique ne permet pas d'établir de caractéristiques propres à chaque race. Par contre, elle permet de distinguer les andouilles suivant leurs procédés de fabrication. En ce qui concerne l'aspect macroscopique, la quantité de gras et les proportions relatives des muqueuses et musculueuses, il paraît évident que les trois mois d'affinage de l'andouille artisanale sont à l'origine des variations.

Enfin, sur la chaîne de fabrication, les ouvrières précisaient que “les chaudins étaient sales et difficiles à racler et à travailler”. Ceci peut expliquer la présence non négligeable des nombreux follicules lymphoïdes. De plus, les chaudins habituellement travaillés à Plouay ne proviennent pas de l'abattoir de Monfort-sur-Meu. Il se peut qu'il existe des différences de traitements percues ensuite par les ouvrières.

Plus généralement, les races de porcs Gallia et Duroc, qui ne sont pas utilisées couramment en charcuterie, peuvent être à l'origine de ces modifications

Cette étude de la fabrication des andouilles de Guéméné a été réalisée à partir de gros intestins de deux races distinctes mais dont les porcs avaient été élevés dans des conditions parfaitement identiques. Des différences avaient été notées dans la première partie de cette étude concernant la matière première. Cependant, dans cette seconde partie, le constat est qu'il n'existe aucune répercussion des différences anatomiques observées à l'étape de l'abattoir et au saumurage sur la fabrication d'andouille.

Si cette étude n'a pas conclu à des différences de rendements corrélés à une race, elle a en contre partie permis de souligner les difficultés de mise en place d'un suivi de fabrication. De plus, les données obtenues (notamment par les suivis de rendements) constituent un référentiel pour l'industriel pour chacune des étapes de fabrication.

L'étude histologique, quant à elle, souligne les modifications des structures histologiques avant et après traitement. Elle permet ainsi d'apprécier l'influence des process de fabrication sur l'aspect microscopique du produit. L'approche macroscopique comparative des andouilles fabriquées industriellement et artisanalement est donc approfondie par cette l'étude microscopique. Les tuniques muqueuses, peu modifiées par le process industriel, ont quasiment disparues sur les coupes d'andouille de fabrication artisanale, après une longue maturation. De même, la quantité de graisse est plus importante dans l'andouille industrielle proportionnellement à la quantité de muscle. Approfondir cette étude histologique pourrait conduire à établir des critères de distinction entre andouille industrielle et affinée.

Conclusion

L'andouille de Guéméné, bien que mets raffiné, ne constitue en aucun cas un domaine privilégié d'étude scientifique. L'ouvrage qui a été présenté ici est une première étape d'orientation pour de futurs travaux de recherche.

Les deux races de porcs étudiées pour les mesures, Gallia et Duroc, ne sont pas des porcs charcutiers couramment utilisés pour les transformations charcutières. La comparaison de ces deux races a cependant permis de constater l'existence d'une différence anatomique concernant la taille et le poids des gros intestins. Bien que cette différence ne se répercute pas au niveau de la fabrication des andouilles, elle laisse présager des résultats intéressants quant à l'étude des gros intestins de porcs charcutiers, notamment suivant leur alimentation.

Cependant, comme il l'a été précédemment décrit, même les résultats les plus satisfaisants sont à relativiser de par les méthodes de mesures employées et leur grande variabilité.

Cette étude a donc permis avant tout de détecter au fur et à mesure les points critiques des relevés de données afin d'établir un protocole expérimental plus précis tenant compte des difficultés du terrain. Elle souligne aussi la nécessité d'une coordination des intervenants.

L'étude histologique, qui n'avait jamais été envisagée dans ce domaine, présente des résultats satisfaisants. Non seulement, l'approche microscopique a permis de préciser le devenir des couches histologiques au terme de la fabrication mais aussi de souligner les différences existant entre andouille artisanale et industrielle.

Table des sigles

A.O.P : Appellation d'Origine Protégée

E.N.V.T : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

F.I.C.T : Fédération française des Industriels Charcutiers, Traiteurs et transformateurs de viandes

G.M.Q : Gain Moyen Quotidien

I.F.I.P : Institut Français des Industrie du Porc

I.T.P : Institut Technique du Porc

I.G.P : Indication Géographique Protégée

L.M.R : Labo Moderne Réactif

O.S.P : Organisation de Sélection Porcine

t.e.c : tonne équivalent carcasse

Annexes

Annexe I : Extrait de tableau du Code de la charcuterie

Andouilles, Andouillettes	ingrédients					enveloppes et enrobages		critères analytiques			caractéristiques particulières liées aux dénominations
	abats	gras	maigre	proportions des matières premières	liants	enveloppes	enrobages	HPD %	lipides % (2)	sucres solubles totaux	Les pourcentages sont comptés sur la masse nette du produit commercialisé
Andouille supérieure, de Vire, de Bretagne, bretonne supérieure, de Guéméné, de Cambrai, de Revin	tube digestif du porc	porc	porc exclusivement andouille de Revin	tube digestif du porc ≥ 75% de la masse nette commercialisée, rosette non tolérée		Boyaux naturels		≤ 75	≤ 20	≤ 1,0	<u>Guéméné</u> : exclusivement chaudins enfilés les uns sur les autres autour d'un noyau dont le diamètre ne dépasse pas le quart du diamètre total, fumée et cuite, HPD ≤ 77%

Annexe II: Cahier des charges matières premières (Salaisons du Père Isidore)

AT France Père Isidore	CAHIER DES CHARGES MATIERES PREMIERES CHAUDIN de porc. non retourné	Ref : E 232-	Page 1 / 3
		Indice 1	
		Date : 31/05/06	
Ce cahier des charges concerne le CHAUDIN de porc.			
1 - REGLES GENERALES			
<p>La bonne qualité des matières premières constitue un des éléments importants des produits commercialisés par notre société.</p> <p>Les fournisseurs doivent mettre en œuvre toute démarche nécessaire afin de garantir la qualité, la sécurité et la légalité de la matière première souhaitée dans le présent cahier des charges. En particulier le fournisseur s'assurera du respect des normes d'hygiène par la mise en place d'une démarche de type HACCP intégrant le risque de contamination des matières livrées, notamment les risques physique, microbiologique, allergène, OGM et chimique.</p> <p>La récolte du chaudin se réalise après extraction de la ventrée ; le travail, ainsi que la refroidissement, doivent se faire au maximum une demi-heure après la saignée.</p>			
2 – ORIGINE ET QUALITE DES PORCS			
2 – 1 L'origine des porcs			
L'origine des porcs doit être connue et doit respecter certaines règles :			
Absence de farines animales dans la nourriture			
Pas de traitement antibiotique			
Procédure de transport et d'abattage clairement définie			
Le fournisseur procédera régulièrement au contrôle des élevages dont sont issus les porcs travaillés à l'abattoir.			
Dans tous les cas le fournisseur mettra en place un système de traçabilité, lui permettant de connaître au plus vite l'origine des porcs des matières livrées ainsi que les jours d'abattage.			

AT France Père Isidore	CAHIER DES CHARGES MATIERES PREMIERES CHAUDIN de porc. non retourné	Ref : E 232-ACHA	Page 2 / 3
		Indice 1	
		Date : 31/05/06	

2 – 2 Présence de corps étrangers

La présence de corps étrangers est un défaut constaté régulièrement. Afin de diminuer le risque le fournisseur veillera à mettre en place un système préventif de détection et d'identification de ces corps étrangers.

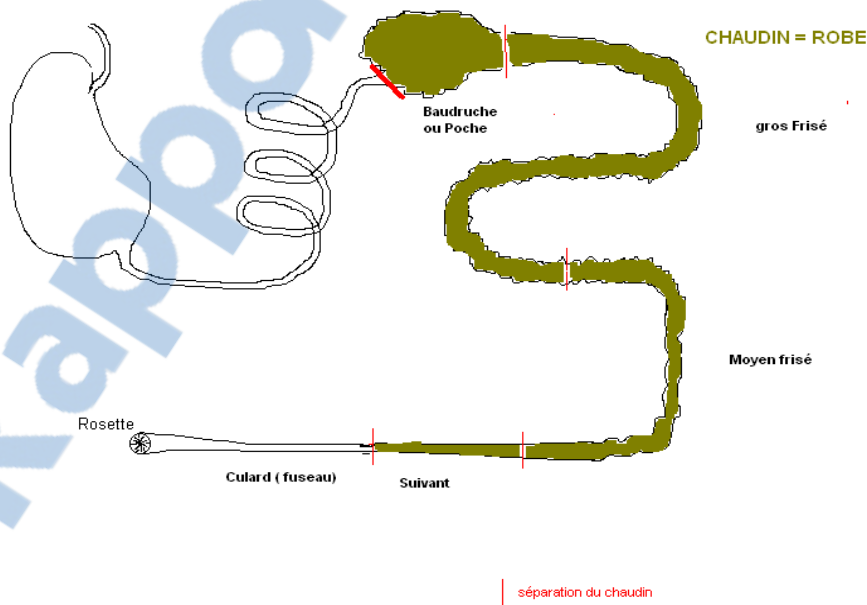
Le fournisseur veillera à mettre en place des procédures écrites pour la gestion des bris de verre, de plastique dur, de métal et de bois.

3 - DEFINITION DU PRODUIT

Le chaudin est composé de :

- H la Baudruche , appelée aussi poche.
- H Le gros frisé (Ø 65 à 45 mm)
- H le moyen frisé (Ø 45 à 35 mm)
- H le suivant (partie lisse - Ø 35 mm)

Il se présente non retourné et lavé.



Annexe II: Cahier des charges matières premières (Salaisons du Père Isidore)

AT France Père Isidore	CAHIER DES CHARGES MATIERES PREMIERES CHAUDIN de porc. non retourné	Def : E 222 ACHA	Page 2 / 2
		Index 1	
		Date : 31/05/06	

4 - PREPARATION

- ★ Les intestins sont décousus à la main avec délicatesse afin d'éviter toutes déchirures.
- ★ La dernière partie du menu est ôtée par sectionnement à la main.
- ★ La longueur minimum du chaudin doit être de 3 m (90% > 3 m)
- ★ Le chaudin est ensuite déposé dans un bac ajouré. Lorsque ce bac est rempli, la matière est alors transférée dans une installation de refroidissement

Après refroidissement, le chaudin est stocké à +3°C.

5 - LE CONDITIONNEMENT

Les abats sont conditionnés frais en bacs plastiques gerbables, entretenus (propres et non cassés). La contenance est de 20 kg par bac(à ± 1 kg)

Chaque unité de conditionnement doit disposer des éléments d'identification permettant de lire les paramètres suivants :

Dénomination de la matière

Estampille vétérinaire

Date d'abattage

D L C

La température de livraison doit être comprise entre 0° et +3°C.

6 - CONTROLES RECEPTION

Libellé	Valeur	Tolérance	Explications
Poids d'eau	1% du poids matière	-	Les bacs sont pesés à la sortie du camion. Les chaudins seront égouttés si nécessaire.
Température à coeur	0 / +3°C	1°C	La température est prise avec une sonde au centre de plusieurs bacs
Température camion	0 / +3°C	1°C	Relevé de la température du disque
Poids d'un bac	20 kg	+/- 1kg	Le poids sera contrôlé par prélèvement
Couleur matière	Beige / rose	-	Appréciation de l'altération du produit (la fermentation le rend verdâtre)

Annexe III : Caractéristiques des aliments

Contraintes relatives aux aliments « Croissance » et « Finition » suivant le Contrat Aliments Porcs – UE Testage Porcs de l'IFIP.

Composition (kg/t)	Croissance	Finition
Blé 11% MAT	533	546
Orge	200	200
Tourteau de soja 48	176	93
Pois	0	0
Son de blé tendre	20	50
Tourteau de colza	0	50
Mélasse de canne	20	20
Carbonate de calcium	12	11,8
Huile végétale (soja, colza ou palme brute)	19	13
Complément oligo-vitaminiques 0,5% charcutiers n°1	4,9	4,9
Phosphate bi-calcique	5,5	1,9
Sel ou chlorure de sodium	4	4
Lysine Hcl pure	3,7	3,8
L Thréonine pure	1,1	1
DL Méthionine pure	0,7	0,5
3-phytase microbienne Natuphos	0,1	0,1
Caractéristiques nutritionnelles « estimées »	Croissance	Finition
Matière sèche (%)	87,3	87,3
Matières azotées totales (%)	16,7	15,2
Cendres (%)	5,2	4,8
Cellulose brute (%)	3,3	3,8
Matières grasses (%)	3,5	3
Lysine totale (g/kg)	10,4	9,3
Lysine digestible	9,3	8,2
Méthionine dig.	2,9	2,6
Méthionine + Cystine dig.	5,7	5,3
Thréonine dig.	5,8	5,1
Tryptophane dig.	1,8	1,6
Calcium (g/kg)	7,1	6,4
Phosphore (g/kg)	4,7	4,4
Phosphore digestible (g/kg)	2,5	2,2
Energie digestible (kcal/kg)	3270	3170
Energie nette (MJ/kg)	9,84	9,62
Energie nette (kcal/ kg)	2350	2300
Lysine dig./MJ EN	0,95	0,85

Annexe IV : Protocole de mesure “abattoir”

Mesures à l'abattoir

Abattoir de Monfort-sur-Meu (35)

Main d'oeuvre : 4 personnes au total

Toutes les mesures sont réalisées à **J1**

Etape 1 : Identification individuelle des gros intestins

- 3 personnes : une personne place les étiquettes (n° gros intestin) dans les balancelles par ordre d'arrivage, le n°1 correspondant au numéro de tuerie du premier porc, une personne trouve le rectum et y place l'étiquette, une personne agrafe l'étiquette
- 1 personne se place à la fin de la chaîne afin de récupérer les gros intestins étiquetés

Sur la chaîne d'abattage, les porcs sont encore suspendu à ce moment aux ateliers suivants, il faut alors noter la correspondance n° gros intestin / n° de frappe

Etape 2 : Histologie

- 1 personne : prélèvement de deux gros intestins de porcs (un Duroc, un Gallia) qui seront alors retirés de la chaîne de fabrication
- 5 prélèvements par race de porc :
 - **D1:** Caecum Duroc
 - **D2:** Côlon ascendant Duroc (partie proximale)
 - **D3:** Côlon ascendant Duroc (partie distale)
 - **D4:** Côlon descendant Duroc
 - **D5:** Rectum Duroc
 - **G1:** Caecum Gallia
 - **G2:** Côlon ascendant Gallia (partie proximale)
 - **G3:** Côlon ascendant Gallia (partie distale)
 - **G4:** Côlon descendant Gallia
 - **G5:** Rectum Gallia

Annexe IV : Protocole de mesure “abattoir”

Etape 3 : Pesée et mesure du gros intestin

– 3-4 personnes : 2-3 personnes à la mesure et à la pesée, 1 personne notant les résultats
Egouttage dans les bacs de l'abattoir, environ une minute.

La mesure du gros intestin est réalisée par déroulement en parallèle du gros intestin et du mètre.

La pesée est réalisée successivement à la mesure de la longueur sur la balance fournie par l'I.F.I.P.

Préciser aux opératrices, lors de la préparation à l'abattoir, de laisser l'intégralité du gros intestin contrairement à la pratique courante qui vise à retirer une partie du rectum.

Seul le vidage des excréments est réalisé sur les porcs utilisés pour les mesures, les gros intestins ne sont pas retournés.

– description du matériel de vidange (www.laparmentiere.com):

<i>Nom</i>	Tube à vider		
<i>type</i>	GB		
<i>performances</i>	utilisation	vidage des excréments	retournement des boyaux
	rendement horaire	50/heure	60/heure
<i>description</i>	Cet appareil permet de vider et retourner les chaudins de porcs		



Etape 4: Conditionnement dans des bacs

– 4 personnes

– tri des gros intestins suivant les deux races dans des glacières distinctes

Tableau type à l'abattoir:
Date : 30/05/07 – exemples

N° de frappe	N° gros intestin	Race	Poids avant nettoyage (g)	Poids après nettoyage (g)	Longueur (cm)
32	1	Gallia	1860	1580	423
25	2	Duroc			
8	3	Duroc			

NB : les gros intestins des deux porcs utilisés pour l'histologie et les extrémités des rectums retirés seront livrés aux Salaisons du Père Isidore.

Annexe V : Protocole d'inclusion à la paraffine

Appareillage et matériel :

- automate à inclusion (Tissue-Tek II, modèle 4634) permettant la déshydratation, la délipidation, et l'imprégnation des échantillons
- distributeur de paraffine
- plaque réfrigérante
- microtome à paraffine
- plaque chauffante
- matériel de coloration des coupes
- minuteur
- hotte
- moule à inclusion
- papier essuie tout
- rasoirs jetables
- lames et lamelles

Réactifs :

- formol 10%
- alcool 70° et 95° alcool absolu
- microclearing à base de terpène : LMR® ou Claral®
- colorants (cf. coloration de Masson et coloration de Lillie Pasternak)

Méthode :

- prélever un échantillon de 2x0.5 cm environ en conservant intégralement l'épaisseur de l'intestin
- mettre le produit dans une cassette
- placer la cassette dans l'automate et lancer le cycle d'inclusion
- solidifier sur une plaque réfrigérante
- démouler pour obtenir des blocs prêts à être coupés
- couper au microtome pour obtenir des coupes de 3µm environ
- recueillir les coupes
- déposer la coupe sur une lame de verre contenant de l'eau
- placer l'ensemble sur une plaque chauffante pour l'étalement et l'adhésion de la coupe sur la lame
- laisser sécher 24 heures dans une étuve à 40°C
- déparaffiner la coupe dans deux bains de LMR® ou Claral® 5 minutes chacun
- éliminer le microclearing dans 2 bains d'alcool 100° et 95°, 5 minutes chacun puis dans un bain d'alcool à 70° pendant 5 minutes puis un bain d'eau
- réaliser la coloration (cf. coloration de Masson et coloration de Lillie Pasternak)
- rincer les lames à l'acétone sous la hotte
- les placer dans deux bains successifs de LMR® pendant quelques minutes
- déposer quelques gouttes de LMR®-histologique sur la lamelle
- placer la lamelle sur la lame, face couverte de LMR® au contact de la coupe
- laisser sécher 3 heures à température ambiante

Annexe VI : Coloration de Masson - Coloration de Lillie Pasternak

Coloration de Masson : coloration trichromique avec bleu d'aniline

Technique :

- déparaffiner et hydrater
- colorer à l'hématoxyline de Harris pendant 5 minutes
- rincer à l'eau courante pendant 5 minutes
- rincer dans de l'eau distillée
- colorer à la Fuchsine acide (ou Biebrich Scarlet) pendant 5 minutes
- rincer à l'eau distillée
- bain d'acide phosphomolibdique pendant 5 minutes
- colorer au Bleu d'aniline pendant 5 minutes
- bain d'acide acétique à 1% pendant 2 minutes
- rincer à l'eau distillée, déshydrater rapidement à l'alcool absolu, rincer au xylène
- monter avec une résine synthétique

Coloration de Lillie Pasternak :

Technique :

- déparaffiner et hydrater
- coloration pendant 1h30 dans le mélange suivant, préparé extemporanément :
 - Giemsa : 4mL
 - Solution tampon pH 4,2 : 17 mL
 - Acétone : 40 mL
 - Eau distillée : 200mL
- déshydrater directement avec de l'acétone pure
- éclaircir par 2 bains de L.M.R® (ou toluène)
- monter avec une résine synthétique

Annexe VII : Tableau de résultats “ abattoir”

Date	N° chaudins	Race	Poids gros intestin (g)	Longueur (cm)	Poids gros intestin saumuré (g)	Prise de poids saumure (%)	Poids à l'abattage (kg)	Rdt carcasse (%)
04/06/07		2 Duroc	2210	582	2340	5,88	121,3	78,05
04/06/07		6 Duroc	1860	539	1865	0,27	109,8	79,15
04/06/07		9 Gallia	2700	737	2795	3,52	124,1	77,21
04/06/07		10 Gallia	Abs	Abs	Abs	Abs	116,8	75,79
04/06/07		12 Duroc	2105	529	Abs	Abs	112,9	80,18
04/06/07		13 Gallia	1790	536	1840	2,79	120,8	76,91
04/06/07		14 Duroc	2070	609	2220	7,25	117	80,57
04/06/07		16 Gallia	2410	555	2520	4,56	98,3	76,56
04/06/07		17 Gallia	2150	570	2165	0,7	112,5	76,43
04/06/07		18 Duroc	2750	697	2755	0,18	110,6	80,86
04/06/07		21 Duroc	2530	685	2680	5,93	111,8	80,3
04/06/07		23 Duroc	2585	771	Abs	Abs	110,6	76,4
04/06/07		24 Gallia	1765	520	1960	11,05	109,2	78,41
04/06/07		25 Duroc	1840	520	1870	1,63	121,1	79,62
04/06/07		26 Duroc	2080	563	2150	3,37	102,6	78,71
04/06/07		27 Duroc	2225	572	2230	0,22	118	80,6
04/06/07		28 Duroc	Abs	Abs	Abs	Abs	114,2	80,46
04/06/07		29 Duroc	2470	735	2525	2,23	105,9	79,65
04/06/07		31 Duroc	2170	693	2265	4,38	108,7	79,21
04/06/07		32 Gallia	1840	521	2075	12,77	117,9	78,12
04/06/07		33 Duroc	1875	547	Abs	Abs	102	81,08
04/06/07		34 Duroc	1725	503	1780	3,19	104,6	81,65
04/06/07		35 Duroc	2745	710	Abs	Abs	111,6	79,56
04/06/07		36 Gallia	1940	525	2040	5,15	120	78,03
04/06/07		40 Duroc	1810	572	1920	6,08	120,7	80,44
04/06/07		41 Duroc	2290	646	2295	0,22	115,5	80,75
04/06/07		42 Duroc	1990	594	2110	6,03	113,4	77,11
04/06/07		43 Duroc	1690	470	1725	2,07	109,1	79,93
04/06/07		44 Duroc	1725	515	1830	6,09	114,8	81,14
04/06/07		45 Duroc	1995	546	2075	4,01	113,4	80,18
04/06/07		46 Duroc	1770	516	2140	20,9	99,7	77,5
04/06/07		47 Duroc	2020	532	2155	6,68	107	79,81
04/06/07		48 Duroc	1465	457	1470	0,34	116,5	79,08
12/06/07		2 Duroc	2500	642	2590	3,6	110,3	79,59
12/06/07		3 Gallia	2080	584	2345	12,74	105,2	76,86
12/06/07		4 Gallia	2035	562	2275	11,79	126,2	77,59
12/06/07		5 Duroc	Abs	Abs	Abs	Abs	106,7	78,33
12/06/07		6 Duroc	2045	547	2150	5,13	112,9	79,24
12/06/07		7 Duroc	2175	584	2260	3,91	114,4	79,29
12/06/07		8 Gallia	2185	661	2590	18,54	113,3	75,86
12/06/07		9 Duroc	1670	460	1700	1,8	105,2	80,5
12/06/07		10 Duroc	2215	615	Abs	Abs	112,9	77,91
12/06/07		11 Duroc	2115	562	2210	4,49	115,1	79,71
12/06/07		12 Duroc	2165	480	2170	0,23	114,5	79,49
12/06/07		13 Gallia	2775	714	2960	6,67	120,2	78,56
12/06/07		14 Duroc	2175	616	2335	7,36	118,1	78,63
12/06/07		15 Gallia	2870	694	Abs	Abs	102,3	75,38
12/06/07		16 Duroc	1685	513	1815	7,72	114,1	79,64
12/06/07		17 Gallia	2315	621	2645	14,25	119,6	77,76

Annexe VII : Tableau de résultats “ abattoir”

12/06/07	20 Duroc	1915	529	2025	5,74	115,6	79,26
12/06/07	21 Duroc	1760	579	1805	2,56	109,2	78,51
12/06/07	22 Duroc	1940	502 Abs	Abs		110,3	79,63
12/06/07	23 Duroc	1950	544	2175	11,54	114,6	79,72
12/06/07	24 Duroc	1950	583	2070	6,15	104	78,5
12/06/07	25 Duroc	2050	580	2230	8,78	107,1	77,84
12/06/07	27 Duroc	1895	624	1960	3,43	109,3	78,29
12/06/07	29 Duroc	1900	532	2065	8,68	105,9	78
12/06/07	32 Duroc	1950	580	2025	3,85	114,3	78,25
12/06/07	33 Duroc	1910	558	1985	3,93	112,6	81,13
12/06/07	35 Duroc	1940	543	2115	9,02	109,1	78,19
12/06/07	36 Duroc	2350	634	2450	4,26	120,5	77,78
12/06/07	37 Duroc	2150	581	2210	2,79	114,5	78,66
12/06/07	38 Duroc	2020	559	2140	5,94	111,6	78,13
12/06/07	39 Duroc	1960	626 Abs	Abs		106,6	76,54
12/06/07	40 Duroc	1875	517	1915	2,13	111,6	77,6
12/06/07	41 Duroc	2215	589 Abs	Abs		109,9	78,36
12/06/07	42 Duroc	2240	565	2435	8,71	115,9	77,62
12/06/07	43 Duroc	1745	568	1900	8,88	116,8	80,25
12/06/07	44 Duroc	2050	548	2200	7,32	114,6	79,46
12/06/07	46 Duroc	1965	609	2165	10,18	110,5	80,27
12/06/07	47 Duroc	2055	544	2155	4,87	116,1	79,31
12/06/07	49 Duroc	1930	594	1945	0,78	111,6	78,04
12/06/07	50 Duroc	2000	661	2130	6,5	106,9	77,56
12/06/07	51 Duroc	1890	582	1960	3,7	115,8	81,84
19/06/07	1 Gallia	2185	601	2435	11,44	108,5	77,51
19/06/07	2 Gallia	2475	736	2670	7,88	126,3	78,36
19/06/07	4 Duroc	1552	512	1585	2,13	99,1	77,84
19/06/07 6 ou 7	Duroc	2210	569	2225	0,68 Abs	Abs	
19/06/07	8 Duroc	1935	557	2065	6,72	113,3	79,6
19/06/07	9 Duroc	1810	493	1905	5,25	107,9	79
19/06/07	10 Duroc	1540	535	1635	6,17	99,2	79,08
19/06/07 13 ou 14	Duroc	1730	570	1805	4,34 Abs	Abs	
19/06/07	15 Duroc	1680	563	1815	8,04	106	78,15
19/06/07	16 Duroc	1860	553	1945	4,57	113,8	78,57
19/06/07	18 Duroc	1860	533	2000	7,53	110,3	78,41
19/06/07	20 Duroc	Abs	512	2265 Abs		119,2	77,49
19/06/07	21 Duroc	1990	606	2125	6,78	116	80,75
19/06/07	22 Duroc	2130	535	2280	7,04	120,3	79,93
19/06/07	23 Duroc	1910	521	2030	6,28	113,7	81,86
19/06/07	28 Duroc	2290	589	2440	6,55	98,9	79,75
19/06/07	29 Duroc	1970	589	2240	13,71	110,1	76,61
19/06/07 32 ou 33	Non déf	1360	474	1500	10,29 Abs	Abs	
19/06/07	35 Gallia	2235	658	2305	3,13	110,5	75,74
19/06/07	41 Duroc	2130	650	2185	2,58	116,5	79,68
MOYENNE		2045,02	578,12	2159,68	5,88	112,17	78,8
ECART TYPE		292,95	66,67	285,87	4,06	6,08	1,46

Annexe VIII : Etudes de régressions

Résultats de l'étude du poids à l'abattage en fonction du poids du gros intestin

X = Poids gros intestin (g)			Y= Poids à l'abattage (kg)
Régression linéaire	Duroc	Coefficient de corrélation	0,25
		Fonction de régression	$0,0519x + 101$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,08
		Fonction de régression	$-0,00196x + 119$
Régression exponentielle	Duroc	Coefficient de corrélation	0,28
		Fonction de régression	$20,6 + 11,9 \ln(x)$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,08
		Fonction de régression	$151 - 4,66 \ln(x)$
Régression logarithmique	Duroc	Coefficient de corrélation	0,25
		Fonction de régression	$101 * 1,00005^x$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,09
		Fonction de régression	$120 * 0,99^x$
Régression puissance	Duroc	Coefficient de corrélation	0,28
		Fonction de régression	$48,1x^{0,11}$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,1
		Fonction de régression	$166x^{-0,05}$

Annexe VIII : Etudes de régressions

Résultats de l'étude du poids à l'abattage en fonction de la longueur du gros intestin

X = Longueur gros intestin (cm)		Y= Poids à l'abattage (kg)	
Régression linéaire	Duroc	Coefficient de corrélation	0,09
		Fonction de régression	$0,078x + 107$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,2
		Fonction de régression	$-0,0221x + 101$
Régression exponentielle	Duroc	Coefficient de corrélation	0,11
		Fonction de régression	$76,4 + 5,5 \ln(x)$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,182
		Fonction de régression	$35,4 + 12,4 \ln(x)$
Régression logarithmique	Duroc	Coefficient de corrélation	0,09
		Fonction de régression	$106,6 * 1,00007^x$
	Gallia	Coefficient de corrélation	0,19
		Fonction de régression	$102 * 1,0002^x$
Régression puissance	Duroc	Coefficient de corrélation	0,11
		Fonction de régression	$80x^{0,52}$
	Gallia	Coefficient de corrélation	0,176
		Fonction de régression	$58,1x^{0,11}$

Annexe VIII : Etudes de régressions

Résultats de l'étude du rendement carcasse en fonction du poids du gros intestin

X = Poids gros intestin (g)			Y= Rendement carcasse (%)
Régression linéaire	Duroc	Coefficient de corrélation	0,05
		Fonction de régression	$0,0005x + 78,5$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,23
		Fonction de régression	$-6,66x + 78,7$
Régression exponentielle	Duroc	Coefficient de corrélation	0,05
		Fonction de régression	$71,2 + 1,1 \ln(x)$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,24
		Fonction de régression	$89,6 - 1,6 \ln(x)$
Régression logarithmique	Duroc	Coefficient de corrélation	0,05
		Fonction de régression	$78,5 * 1,000006^x$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,23
		Fonction de régression	$78,7 * 0,99^x$
Régression puissance	Duroc	Coefficient de corrélation	0,05
		Fonction de régression	$72,1x^{0,01}$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,24
		Fonction de régression	$90,7x^{-0,01}$

Annexe VIII : Etudes de régressions

Résultats de l'étude du rendement carcasse en fonction de la longueur du gros intestin

X = Longueur gros intestin (cm)			Y= Rendement carcasse (%)
Régression linéaire	Duroc	Coefficient de corrélation	-0,09
		Fonction de régression	$-0,004x + 81,9$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,15
		Fonction de régression	$-0,002x + 78,4$
Régression exponentielle	Duroc	Coefficient de corrélation	-0,104
		Fonction de régression	$95,5 - 2,51 \ln(x)$
	Gallia	Coefficient de corrélation	0,18
		Fonction de régression	$86,5 - 1,45 \ln(x)$
Régression logarithmique	Duroc	Coefficient de corrélation	-0,1
		Fonction de régression	$81,7 * 0,99^x$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,16
		Fonction de régression	$78,5 * 0,99^x$
Régression puissance	Duroc	Coefficient de corrélation	-0,1
		Fonction de régression	$95,8x^{-0,02}$
	Gallia	Coefficient de corrélation	-0,2
		Fonction de régression	$87,2x^{-0,02}$

Annexe IX : Protocole de mesure “fabrication”

Mesures à l'usine de fabrication

Salaisons du Père Isidore à Plouay (56)

Main d'oeuvre : le personnel de la salaison

J1: Pesée 1 : gros intestins sauf rectum (= chaudins) individuellement après 5 minutes d'égouttage

Saumurage réalisé à l'usine de fabrication par le personnel.

Durée de saumurage : 16h

J2: Début de fabrication des andouilles: 10h

Pesées réalisées sur chaque andouille:

- pesée 2 : pesée des gros intestins sauf rectum (=chaudins) saumurés après 5 minutes d'égouttage

Fabrication d'une andouille : 3 chaudins de la même race + coeur + enveloppe + coche

Identification individuelle des andouilles par un numéro fixé sur la ficelle de montage

- pesée 3 : andouille montée
- pesée 4 : andouille enduite de caramel et égouttée avant cuisson

J3: Pesée 5 : andouille après cuisson et fumage (15h)

Pesée 6 : andouille après ressuage 1 (7h) mais avant stockage et conditionnement

J4: Pesée 7 : andouille conditionnée

On s'assurera pour chacun des lots transformés qu'il y ait :

- une quantité de saumure proportionnelle au poids de matière première
- un temps de saumurage identique pour tous les lots
- une créneau horaire de fabrication identique pour tous les lots
- une quantité de caramel proportionnelle à la taille des lots
- un temps d'égouttage identique pour tous les lots
- une place dans le four identique pour tous les lots
- un temps de ressuage identique pour tous les lots

Tableau type au cours de la fabrication

Date: 01/06/07 – exemple

N° andouille	Race	Poids matière première (g) 1	Poids saumuré (g) 2	Poids montée (g) 3	Poids égouttée (g) 4	Poids après cuisson (g) 5	Poids après ressuage (g) 6	Poids conditionné (g) 7
1	Duroc	4180	4300	4500	4450	1500	1200	1200
2	Duroc							
3	Duroc							

Annexe X : Tableau de résultats “ fabrication ”

Date	N° andouille	N° gros intestins	Race	Poids gros intestin abattoir (g)	Poids saumuré(g)	Poids mat 1ere saumurée (g)	Poids rectum saumuré(g)	Poids saumuré total calculé (g)
31/05/07	25	40+35+7	Non déf.	5940	Abs	6650	635	7285
31/05/07	37	15+27+13	Gallia	5990	Abs	Abs	475	Abs
31/05/07	26	12+26+10	Non def.	4670	Abs	6390		7110
31/05/07	27	2+17+31	Duroc	6220	Abs	7030	500	7530
31/05/07	28	3+36+20	Non def.	4920	Abs	5930	590	6520
31/05/07	29	30+21+5	Duroc	Abs	Abs	6070	720	6790
31/05/07	30	22+11+37	Duroc	5305	Abs	6115	590	6705
31/05/07	31	9+33+39	Duroc	5680	Abs	6425	580	7005
31/05/07	32	18+23+32	Duroc	6230	Abs	7195	425	7620
31/05/07	33	8+16+34	Non def.	5120	Abs	5895	565	6460
06/06/07	100	13+32+36	Gallia	5570	5955	4635	1090	5725
06/06/07	99	16+9+24	Gallia	6875	7275	6010	1290	7300
06/06/07	98	2+14+43	Duroc	5970	6285	5520	760	6280
06/06/07	97	42+26+48	Duroc	5535	5730	4405	1210	5615
06/06/07	96	45+6+47	Duroc	5875	6095	5105	915	6020
06/06/07	95	31+44+21	Duroc	6425	6775	5610	1080	6690
06/06/07	94	27+25+41	Duroc	6355	6395	5015	1250	6265
06/06/07	93	40+29+34	Duroc	6010	6225	5015	1395	6410
06/06/07	92	28+35+18	Duroc	Abs	Abs	5775	1040	6815
06/06/07	36	17+33+10+4	Non def.	Abs	Abs	6420	830	7250
06/06/07	91	46+12+23	Duroc	Abs	Abs	5320	1090	6410
13/06/07	35	8+17+4	Gallia	6535	7570	5575	1490	7065
13/06/07	34	3+15+13	Gallia	7725	Abs	5985	1590	7575
13/06/07	38	46+38+23	Duroc	5935	6480	4995	1450	6445
13/06/07	39	29+43+36	Duroc	5995	6415	5000	1460	6460
13/06/07	40	24+25+50	Duroc	6000	6430	4795	1430	6225
13/06/07	41	47+42+14	Duroc	6470	6925	5395	1425	6820
13/06/07	42	9+51+10	Duroc	5775	Abs	4510	1225	5735
13/06/07	43	22+12+16	Duroc	5790	Abs	4585	1165	5750
13/06/07	44	6+49+2	Duroc	6475	6685	5330	1320	6650
13/06/07	45	11+21+32	Duroc	5825	6040	4475	1230	5705
13/06/07	46	27+41+40	Duroc	5985	Abs	4580	1355	5935
13/06/07	47	20+5+44	Duroc	Abs	Abs	4715	Abs	4715
13/06/07	48	37+35+7	Duroc	6265	6585	4950	1440	6390
20/06/07	49	1+2+35	Gallia	6890	7410	6145	1195	7340
20/06/07	90	22+23+29	Duroc	6025	6550	5325	1090	6415
20/06/07	89	28+41+21	Duroc	6415	6750	5385	1300	6685
20/06/07	88	13+6+31	Duroc	5520	5670	4565	980	5545
20/06/07	87	9+16+20	Duroc	6115	6115	4860	1255	6115
20/06/07	86	8+4+15	Duroc	5165	5465	4535	990	5525
MOYENNE				6136,2	6446,59	5441,92	1218,62	6329,17
ECART TYPE				533,36	543,05	751,98	207,09	641,43

Annexe X : Tableau de résultats “ fabrication ”

N° andouille	Perte égouttage mat 1ere (%)	Total prise de poids saumure (%)	Poids chutes (g)	Poids coeur (g)	Poids coche (g)	Poids enveloppe (g)	Poids sel poivre (g)	Poids total mat 1ere (g)	
25	Abs	Abs	0	330	230	450	60	7720	
37	Abs	Abs	585	330	230	450	60 Abs		
26	Abs	Abs	100	330	230	450	60	7360	
27	Abs	Abs	760	330	230	450	60	7340	
28	Abs	Abs	140	330	230	450	60	6860	
29	Abs	Abs	165	330	460	450	60	7205	
30	Abs	Abs	0	330	230	450	60	7185	
31	Abs	Abs	0	330	230	450	60	7495	
32	Abs	Abs	200	330	230	450	60	8065	
33	Abs	Abs	0	330	230	450	60	6965	
100		3,86	6,91	0	335	300	400	60	5730
99		-0,34	5,82	520	335	300	400	60	6585
98		0,08	5,28	265	335	300	400	60	6350
97		2,01	3,52	1175	335	600	400	60	4625
96		1,23	3,74	60	335	300	400	60	6140
95		1,25	5,45	145	335	300	400	60	6560
94		2,03	0,63	0	335	300	400	60	6110
93		-2,97	3,58	0	335	300	400	60	6110
92	Abs	Abs	215	335	300	400	60	6655	
36	Abs	Abs	600	335	300	400	60	6915	
91	Abs	Abs	315	335	300	400	60	6100	
35		6,67	15,84	310	300	360	400	60	6385
34	Abs	Abs	815	300	360	400	60	6290	
38		0,54	9,18	0	300	360	400	60	6115
39		-0,7	7,01	0	300	360	400	60	6120
40		3,19	7,17	335	300	360	400	60	5580
41		1,52	7,03	405	300	360	400	60	6110
42	Abs	Abs	585	300	360	400	60	5045	
43	Abs	Abs	555	300	720	400	60	5510	
44		0,52	3,24	240	300	360	400	60	6210
45		5,55	3,69	450	300	360	400	60	5145
46	Abs	Abs	125	300	360	400	60	5575	
47	Abs	Abs	330	300	360	400	60	5505	
48		2,96	5,11	440	300	360	400	60	5630
49		0,94	7,55	1435	300	400	500	60	5970
90		2,06	8,71	550	350	400	500	60	6085
89		0,96	5,22	350	350	400	500	60	6345
88		2,2	2,72	160	350	800	500	60	6115
87	Abs	Abs	410	350	800	500	60	6160	
86		-1,1	5,81	400	350	400	500	60	5445
		1,55	5,87	328,5	323,38	359,25	427,5	60	6292,69
		2,17	3,1	322,43	18,34	141,32	37,47	0	756,78

Annexe X : Tableau de résultats “ fabrication ”

N° andouille	Poids montée (g)	Poids total mat-monté (g)	Poids porc IFIP (g)	Poids entrée cuisson (g)	Perte poids égouttage (%)	Poids sortie cuisson (g)	Rendement cuisson (%)
25	5035	2685	3965	4830	4,07	2380	49,28
37	4505 Abs		2850	4470	0,78	2000	44,74
26	4380	2980	3210	4310	1,6	1880	43,62
27	4205	3135	2375	4165	0,95	1850	44,42
28	4015	2845	2805	3995	0,5	1690	42,3
29	4370	2835	2905	4200	3,89	1770	42,14
30	4340	2845	3270	4240	2,3	1840	43,4
31	4420	3075	3350	4240	4,07	1910	45,05
32	4455	3610	3185	4420	0,79	1980	44,8
33	4325	2640	3255	4245	1,85	1800	42,4
100	4265	1465	3170	4200	1,52	1750	41,67
99	4405	2180	2790	4380	0,57	1800	41,1
98	4330	2020	2970	4280	1,15	1820	42,52
97	Abs	Abs	Abs	4380 Abs		1970	44,98
96	4535	1605	3380	4500	0,77	2010	44,67
95	4540	2020	3300	4420	2,64	1900	42,99
94	4635	1475	3540	4560	1,62	2030	44,52
93	4620	1490	3525	4540	1,73	1980	43,61
92	4790	1865	3480	4700	1,88	2120	45,11
36	4875	2040	3180	4770	2,15	1990	41,72
91	4530	1570	3120	4440	1,99	1940	43,69
35	4710	1675	3280	4480	4,88	1870	41,74
34	4685	1605	2750	4610	1,6	1940	42,08
38	4705	1410	3585	4620	1,81	1980	42,86
39	4685	1435	3565	4570	2,45	1910	41,79
40	4690	890	3235	4560	2,77	2000	43,86
41	4550	1560	3025	4470	1,76	1760	39,37
42	4060	985	2355	3980	1,97	1680	42,21
43	4515	995	2480	4400	2,55	1840	41,82
44	4735	1475	3375	4550	3,91	1890	41,54
45	4120	1025	2550	3990	3,16	1660	41,6
46	4075	1500	2830	4000	1,84	1650	41,25
47	4040	1465	2590	4270 Abs		1820	42,62
48	4360	1270	2800	4200	3,67	1690	40,24
49	4000	1970	1305	4000	0	1820	45,5
90	4405	1680	2545	4380	0,57	1940	44,29
89	4775	1570	3115	4725	1,05	2000	42,33
88	4375	1740	2505	4270	2,4	1680	39,34
87	4640	1520	2520	4530	2,37	1880	41,5
86	4415	1030	2705	4335	1,81	1750	40,37
	4464,49	1873,16	2993,33	4380,63	2,04	1879,25	42,88
	250,53	694,04	477,43	220,91	1,15	142,78	1,9

Bibliographie

1. BARONE R.
Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome troisième : Splanchnologie - Fœtus et ses annexes. Fascicule premier : Appareil digestif - Appareil respiratoire
4^{ème} édition, édition Vigot. Paris, 2000.
2. CHADWICK J.P., BICHARD M., COATES A. ROPER T.M.
Offal and other carcass components in four lines of pigs
Animal Production. 1980, 30, 463-464.
3. CHARTIER E.
Les Andouilles Le Coustumer : une saga charcutière.
Ar Men. 2002 mars-avril, 127, 12-17.
4. CIRCULAIRE N°80 - CONSOMMATION DE CHARCUTERIE A DOMICILE, 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} trimestres 2003
Fédération française des Industriels Charcutiers, Traiteurs et transformateurs de viandes
Référence 279 – jaune. Paris, 10 novembre 2003.
5. CODE DES USAGES DE LA CHARCUTERIE, DE LA SALAISON, DES CONSERVES DE VIANDES
Code des Usages de la Charcuterie, 2.1.10.1 Andouille – 2.1.10.2 Andouille supérieure, 2,225-2,269
Edition 1997, mise à jour 1998.
6. DELENTE M.
Charcuterie artisanale en basse Normandie : l'andouille de Vire
Thèse de doctorat vétérinaire, TOULOUSE, 1971, 72 p.
7. DEMARQUETTE P.
L'Andouillette de Cambrai
Thèse de doctorat vétérinaire, ALFORT, 1993, 64 p.
8. DIETER DELLMANN H., EURELL J.
Textbook of veterinary histology
5^{ème} édition, édition Williams et Wilkins. USA, 1998.
9. GABRIEL I., QUIMERC'H S., VIVIEN S., MALLET S., TRAVEL A., CHEVALIER D., BOUVAREL I.
Caractérisation des troubles digestifs non spécifiques chez le dindonneau par morphométrie de l'intestin grêle
Septième journée de la Recherche Avicole, Tours, mars 2007, 357-361.
10. IANUCELLI N., RIQUET J., MERCAT M.J., LEGROS H., SANCRISTOBAL M., LACOSTE A., BIDANEL J.P., MILAN D.
Diversité génétique des populations porcines françaises dans les régions chromosomiques soumises à la sélection : projet DIVQTL
Les actes du BRG. 2006, 6, 111-128.

11. KEMPSTER A.J, CHADWICK J.P, CUE R.I, GRANTLEY-SMITH M.
The estimation of sheep carcass composition from fat and muscle thickness measurements taken by probes
Meat Science. 1986, 16, 113-126.
12. LELONG M.
Célébration de l'andouille
Edition Rober Morel. Le Jast du Revest-Saint-Martin, 1964.
13. LELONG M., DELAUNEY M., BRUNEAU M.
Le grand livre de l'andouille : histoire et traditions
Edition Ouest France. Rennes, 1997.
14. LE PORC PAR LES CHIFFRES 2006
Institut Français des Industries du Porc – Industrie du Porc
Edition IFIP-Industrie du Porc. Paris, 2007.
15. MEMENTO DE L'ELEVEUR DE PORC
Institut Technique du Porc
Edition 2000. Paris.
16. MORNET P., TOURNUT J., TOMA B. et collaborateurs
Le porc et ses maladies
Maloine - S.A. Editeur. Paris, 1982.
17. RAPPORT D'ACTIVITE 2003-2004
Fédération française des Industriels Charcutiers, Traiteurs et transformateurs de viandes
Edition FICT. Paris, 2004.
18. TURQUIN H.
Etude de la fabrication industrielle d'un produit de charcuterie traditionnelle : l'andouillette de Troyes
Thèse de doctorat vétérinaire, ALFORT, 1997, 81 p.
19. WOOD J.D, MACFIE H.J.M, BROWN A.J
Effects of body weight, breed and sex on killing-out percentage and non-carcass components weights in lamb
Meat Science. 1983, 9, 89-99.

Toulouse, 2008

NOM : HORGUE-ALBERT

Prénom : CHARLOTTE

TITRE : L'andouille de Guéméné : de la matière première au produit fini, étude de rendement et investigations histologiques en fonction de la race de porc

RESUME :

L'andouille de Guéméné est constituée uniquement de gros intestins de porc. Une étude histologique et une étude de rendement en fonction de deux races de porcs, Duroc et Gallia, ont été mis en place.

L'étude de la matière première conclue à une différence de longueur et de poids de gros intestins. En contre partie, d'un point de vue histologique, il n'est pas possible de distinguer Duroc et Gallia. Ensuite, en travaillant sur un process de fabrication industrielle, les rendements relevés aux différentes étapes ne sont statistiquement pas différents en fonction de la race. L'étude histologique le confirme mais souligne les caractéristiques de distinction entre andouille industrielle et andouille artisanale. Ces travaux illustrent avant tout la complexité de mise en oeuvre de tels protocoles expérimentaux.

MOTS-CLES : andouille de Guéméné, gros intestin, process de fabrication, rendement, histologie, Duroc, Gallia

ENGLISH TITLE : Guéméné chitterlings sausage : from Raw material to finished product, output study and histological investigations in function of race of pig

ABSTRACT :

Guéméné chitterlings sausage is only made up of large intestine of pig. In a function of two races of pig, Duroc and Gallia, chitterlings sausage production output and histological studies are undertaken.

The study of the raw material concluded to the difference of length and weight of large intestine between these two races. In point of histological view, it is not possible to distinguish Duroc and Gallia. In working on industrial production process, various stage's outputs are statistically not different in function of the races. The histological study confirms it but underlines the distinction's characteristics between industrial and small-scale chitterlings sausage. First of all, these study illustrates the implementation's complexity of such experimental protocols.

KEYWORDS : Guéméné chitterlings sausage, large intestine, production process, output, histology, Duroc, Gallia