

Rapport de Stage

Synthèse bibliographique sur le mâle entier

Table des matières

1. Contexte :	3
1.1.Actualité	3
En France	3
En Europe	3
La recherche	4
1.2.Avantages et désavantages de produire du mâle entier	4
1.2.1.Avantages	4
1.2.2.Désavantages	5
2. L'origine du risque d'odeur : 2 composés	6
2.1. Androsténone:.....	6
2.2. Scatol:	6
3. L'alimentation.....	7
3.1.Composition de l'aliment	7
3.1.1 Fibres fermentiscibles	7
3.1.2 Acides aminés/lysine	8
3.2. Mode de distribution	10
3.2.1 Rationnement.....	10
3.2.2 Soupe ou sec.....	11
3.2.3 Jeun	11
3.2.4 Cases mixtes	11
3.2.5 Santé.....	11
3.3. Le coût alimentaire.....	11
4. Le logement.....	13
4.1.La qualité de l'air	13
4.2.Le sol.....	13
4.3.L'allottement.....	14
4.4.Structuration des logettes.....	15
4.5.Matériaux manipulables et fourrage grossier.....	15
5. Génétique	16
6. A l'abattoir.....	17
6.1.Transport et préabattage	17
6.2.L'âge d'abattage	17
6.3. Evaluation de la qualité des carcasses	17
6.4 Détection du risque d'odeur en abattoir : le « nez humain ».....	19

6.4.1.Principe.....	19
6.4.2.Les testeurs	20
6.4.3.Organismes d'assurance qualité	21
6.4.4.Le retour d'information.....	21
6.4.5.L'efficacité du nez humain	21
6.4.6.Pénalités	21
6.4.7.Coût	21
6.5.Recherches en cours : la méthode LDTD-MS/MS	22
6.5.1.L'objectif.....	22
6.5.2.La méthode LDTD-MS/MS.....	22
8. Transformation et acceptabilité du consommateur	24
8.1.Le rôti.....	24
8.2.Longe cuite tranchée dégraissée.....	24
8.3.Saucisse traditionnelle gros grains seulement épicée de sel.....	24
8.4.Autres produits de salaison.....	25
9. Le porc immunocastré.....	26
9.1 Le principe de la vaccination	26
9.2 La procédure de vaccination	26
9.2.1 Le pistolet	26
9.2.2 Le calendrier de vaccination	27
9.3 L'alimentation des porcs immunocastrés	28
9.4 Assurer à l'abattoir le non risque d'odeur	28
9.4.1 Observation en exploitation.....	28
9.4.2 Documents	29

1. Contexte :

1.1.Actualité

Actuellement, les porcelets sont castrés à vif : ils sont stabilisés, une incision verticale est faite du milieu au bas du scrotum. Une pression avec les doigts fait sortir les 2 testicules qui sont coupés à la base du cordon spermatique à l'aide d'un scalpel. Enfin, une solution antiseptique est appliquée sur la plaie (La Coop, 2013).

Cette pratique a été dénoncée par les associations de bien-être animal pour alerter le consommateur. Afin d'améliorer le bien-être en élevage et ne pas éloigner les consommateurs des produits à base de porcs, Didier Guillaume (alors ministre de l'agriculture) a déclaré l'arrêt de la castration à vif des porcelets pour fin 2021. L'arrêté officiel fût publié le 24 Février 2020. Ci-dessous un extrait de cet arrêté :

«La castration chirurgicale à vif des porcs domestiques mâles est interdite. Seule la castration chirurgicale avec anesthésie et analgésie par d'autres moyens que le déchirement des tissus est autorisée.

Seuls les vétérinaires mentionnés à l'article L. 241-1 du code rural et de la pêche maritime peuvent pratiquer des opérations de castration.

Par dérogation à l'alinéa précédent, les détenteurs de porcs domestiques mâles et leurs salariés peuvent pratiquer la castration des porcs domestiques mâles âgés de sept jours ou moins dans des conditions et techniques fixées par instruction du ministre chargé de l'agriculture publiée au Bulletin officiel du ministère chargé de l'agriculture. » (DGAL, 2020).

En France

En France, 25% des producteurs produisaient du mâle entier en 2017 (Chevillon, 2018). Cette part est principalement due à l'initiative de la coopérative agricole Cooperl qui s'est engagée depuis 2013 à l'arrêt de la castration. En 2019, 78,07% de ses éleveurs (soit plus de 2100 éleveurs) ne castraient plus leurs porcelets, adhérant au cahier des charges porc bien-être de sa filière qualité (Cooperl, 2019).



Figure 1: Logo porc bien-être, Cooperl

Le 23 juin 2020, 10 organisations de producteurs du Grand Ouest (tels Agrial ou Porc Armor Evolution) ont annoncé arrêter la castration des porcelets pour le 1er janvier 2022 (Walbecque, 2020).

En Europe

En Europe, 1/3 des éleveurs produisent du mâle entier.

En Espagne, (tout comme au Portugal et en Grèce), 70 à 80% des mâles abattus sont des mâles entiers, ce mode d'élevage étant une pratique ancienne dû à la meilleure rentabilité et à la tolérance aux odeurs de verrat des produits de charcuterie-salaison espagnols. La viande castrée est principalement destinée à des marchés de niche. Au Royaume Uni, la castration ayant été remise en question dès la fin des années 90, la part de mâles entiers dans les mâles abattus est supérieure à 90%, tout comme en Irlande qui exporte de manière importante au Royaume Uni (Van Fernej, Chevillon, 2015). On observe aussi un fort

développement de la non castration en Hollande, en Allemagne et en France entre 2009 et 2017 suivi par une stabilisation puis un léger développement (Chevillon, 2020, a). La Belgique développe quant à elle l'immunocastration (Chevillon, 2020, a).

La recherche

En 2013, un partenariat européen sur la castration des porcs a été créé et 5 études ont été menées, financées par la Commission Européenne (1 330 000€). L'IFIP a participé à 2 d'entre elles (Chevillon, Van Ferneij, 2014):

- BOARCHECK : « Etude sur les méthodes de détection rapide de l'odeur de verrat sur les sites d'abattage »
- CAMPIG : « Etude sur l'acceptation par les consommateurs de la viande venant de porcs non castrés. »

La Commission Européenne a aussi publié en Mars 2019 un rapport établissant les meilleures pratiques en élevage, de transformation et marketing de mâles entiers et immunocastrés.

Un réseau européen nommé IPEMA est créé pour coordonner les recherches afin d'augmenter l'efficacité et partager les connaissances entre différentes régions d'Europe mais aussi entre les scientifiques, les acteurs de la filière porcine, les décideurs et les pouvoirs publics (IPEMA, 2020). L'IFIP l'a rejoint en 2017.

1.2. Avantages et désavantages de produire du mâle entier

Il a été prouvé scientifiquement que la castration des porcelets engendre une douleur aiguë ainsi qu'un stress pour le porcelet. On constate que l'activité d'allaitement est diminuée durant les 2 heures qui suivent la castration et que cet acte semble affaiblir l'état de santé du porcelet au vu d'un taux de mortalité plus élevé chez les porcelets castrés (6,3% contre 3,6%), surtout s'ils ont un poids faible à la naissance (12,6% contre 6,2%).

1.2.1. Avantages

La production de mâle entiers a de nombreux avantages (Aluwe et al., 2019) :

- Amélioration du bien-être animal
- Suppression du temps de travail de castration
- Réduction du coût alimentaire
L'indice de consommation est réduit de 10% (le mâle entier a donc besoin de moins manger pour un même gain de poids). Par conséquent, il mange moins : sa consommation journalière est réduite de 11%.
- Les carcasses sont plus maigres :
La quantité de gras sous cutané est de 16% inférieure à celle des porcs castrés.
- Impact environnemental positif :
Le dépôt de protéines est augmenté de 11% (pour un même repas, la quantité de muscle formée par le mâle entier est plus importante que par le porc castré).

L'excrétion d'azote est donc réduite de 20%: le porc mange moins (donc excrète moins), il a un dépôt de protéine supérieur (ce qui diminue la concentration en azote de ses excréments).

1.2.2.Désavantages

Des désavantages dus à la maturité sexuelle du verrat sont aussi à noter (Aluwe et al., 2019 ; Weiler, Bonneau, 2020):

- Baisse de la qualité de la viande et du gras
 - Réduction de la quantité de lipides intra musculaire : réduction de la tendreté
 - Réduction de la capacité de rétention d'eau
 - Plus d'acides gras insaturés : augmentation de l'oxydation des protéinesIl y a donc un impact négatif pour la consommation en frais et la transformation
- Comportements agressifs : combats, coups de têtes, morsures, menaces, poursuites
- Comportements sexuels : montes et problèmes d'aplomb
- Risque d'odeurs de verrat dû à une accumulation de scatol et d'androsténone dans le tissu adipeux : 5% des carcasses sont déclassées car malodorantes selon la méthode du « nez humain » à l'abattoir.
- Gestation non désirée

2. L'origine du risque d'odeur : 2 composés

2.1. Androsténone (Parois et al., 2018):

Origine : Synthétisé dans les testicules et circule dans le sang sous forme libre. A pour molécule de base le cholestérol.

Particularité : Odeur d'urine.

Rôle : Phéromone: stimule le comportement sexuel des femelles et peut jouer un rôle dans la régulation des relations sociales

Devenir :

- sécrété dans le milieu extérieur via la salive : rôle de phéromone
- métabolisé dans le foie, élimination par voie urinaire
- stocké dans le tissus gras intramusculaire, intra-abdominal et surtout sous cutané (stockage sous forme réversible).

Seuil d'acceptabilité : 1µg/g

2.2. Scatol (Parois et al., 2018):

Origine : Synthétisé par des bactéries dans le colon à partir de tryptophane provenant de la fraction indigestible d'aliment ou de particules issues de la desquamation de la muqueuse intestinale.

Particularité : Odeur de fèces.

Rôle : Inconnu.

Devenir :

- excrété dans les fèces
- métabolisé dans le foie, élimination par voie urinaire
- stocké dans le gras (a priori de manière réversible)

Seuil d'acceptabilité: 0,20µg/g

L'androsténone est corrélée positivement et significativement avec le scatol ($r=+38$) (Chevillon et al., 2011, d). En effet, la présence d'androsténone engendre une réduction de la dégradation du scatol au niveau du foie. Ainsi, la teneur en scatol du gras augmente avec celle de l'androsténone (Gaudré et al., 2012).

On remarque que les carcasses à fort taux de muscle ont tendance à présenter des niveaux d'androsténone faibles ($r=-0,28$). Les carcasses lourdes avec une forte adiposité favorisent des niveaux d'androsténone élevés ($r=+0,32$ et $+0,31$ respectivement) (Chevillon et al., 2011, d).

3. L'alimentation

3.1.Composition de l'aliment

Remarque : l'alimentation ne pourra jouer de rôle que sur la production de scatol (celle d'androstérone étant davantage liée à la génétique). On va donc chercher à réduire la quantité de tryptophane dans le colon, et modifier l'activité microbienne pour qu'elle se tourne vers une fermentation glucidique plutôt que protéique.

3.1.1 Fibres fermentiscibles

L'incorporation de fibres fermentiscibles est une solution potentielle. En effet :

- L'énergie provenant de ces fibres va stimuler la croissance des bactéries qui vont utiliser le tryptophane pour accroître leur biomasse.
- L'augmentation des processus fermentaires va baisser le pH de la lumière intestinale : le tryptophane va être mobilisé pour former de l'indole au lieu du scatol.
- Le butyrate produit va inhiber l'apoptose des cellules de la muqueuse intestinale.
- Le transit digestif est accéléré ce qui favorise l'élimination du scatol par les fèces.

Mais surtout, elles permettent de **limiter l'importance des fermentations protéiques dans le colon au profit des fermentations glucidiques** (Parois et alt., 2018).

/!\ L'effet barrière des fibres augmente aussi la fraction indigestible.

Les racines de chicorée (Bee, et alt. 2020)

Elles sont en général vendues sous forme de racines sèches.

On les incorpore dans l'aliment à 7-15% 2 à 3 semaines avant le départ à l'abattoir. (L'inclure à 15% durant les 4 jours précédents l'abattage pourrait aussi suffire.)

L'inuline présente dans la chicorée permet de baisser la production de scatol. L'inuline est un polysaccharide stockant de l'énergie dans les racines ou tubercules des plantes. Etant une fibre soluble, elle ne se métabolise que dans le colon, y stimulant la population microbienne qui s'y trouve (Wikipédia, sans date). Le taux de butyrate du colon va augmenter, réduisant l'apoptose cellulaire, et le tryptophane va être incorporé par les microorganismes.

Avantage	Désavantage
Méthode prouvée scientifiquement. Les porcs nourris de cette manière grossissent plus rapidement que les autres. Effet positif sur le comportement (diminution de morsures et de sauts).	Coût : 100kg d'inuline coûte 200€. Pas disponible chez tous les fournisseurs d'aliments Organisation des silos à gérer

Les tannins hydrosolubles/ condensés (Bee, et alt. 2020)

A inclure à la hauteur de 3% durant les 70 jours (période de finition) précédents l'abattage.

- Réduction de l'apoptose des cellules du caecum
- Augmentation d'*Oscillospira* induisant une augmentation de butyrate, qui entraîne une baisse de mortalité cellulaire.
- Réduction de *Streptocoques* et de *Proteobactéries* réduisant les inflammations.
- Réduction de *Lactobacilles* induisant une baisse de tryptophane disponible.

L'amidon de patate crue (Bee, et alt. 2020)

Doit constituer 30% de la ration durant les 7 jours ou 600g/j durant les 2 semaines précédant l'abattage.

- Augmente la quantité de butyrate dans le colon, ce qui entraîne une baisse de l'apoptose cellulaire.

Quelques autres matières premières utilisables :

Le bicarbonate, l'inuline, le lactose et la caséine (Parois et alt., 2018). Graines de lupin, ensilage d'herbe, pulpe de betterave sucrière, cellulose, lignine (Bee, et alt. 2020). Topinambour (Commission Européenne, 2019).

3.1.2 Acides aminés/lysine

Les mâles entiers ont une efficacité alimentaire supérieure à celle des mâles castrés car ayant moins d'adiposité du gain de poids, ils ont une meilleure utilisation de l'azote ingéré. La quantité de rejets azotés est ainsi moindre, ce qui est favorable au niveau environnemental.

L'indice de consommation (IC) du mâle entier est inférieur à celui du mâle castré mais les besoins en acides aminés sont les mêmes (20g de lysine par kg de gain de poids) et augmentent en fin d'engraissement (+17% par rapport aux mâles castrés et aux femelles) (Caldier, 2012). Ceci représente en moyenne +0,1 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette durant la période d'engraissement (Quiniou et al., 2010).

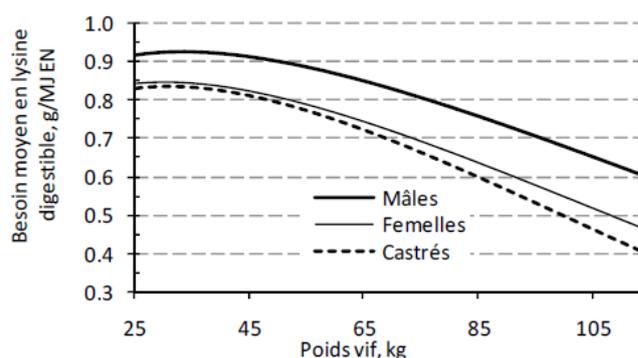


Figure 3 : Estimation du besoin en lysine digestible selon le poids et le type sexuel

Résultats de l'étude « Performances de croissance et risques d'odeurs de verrat de porcs mâles entiers selon les apports alimentaires en acides aminés essentiels ou en protéines » présentée lors de la journée de la recherche porcine 2015 (Quiniou, Chevillon, 2015)

	1 Baisse du niveau de MAT de 2%	2 Aliment pour mâle castré (témoin)	3 Augmentation de 0,1g de lysine digestible/MJ d'énergie nette
Performances de croissance et caractéristiques de la carcasse	Pas d'influence significative		IC : -13% M2 : +3,1mm Pas d'influence significative sur l'épaisseur de gras
Rejets Azotés	-21 à -25% (Baisse de 12 à 15% de la quantité d'N ingérée)	Base 100	-7 à -9% (Baisse de 5 à 4% de la quantité d'N ingérée)
Risque odeur	Les teneurs en scatol et androsténone ne sont pas influencées par les niveaux d'apports en MAT ou AA.		
Marge sur coût alimentaire	89,7€	85,3€	89,1€

On observe que si on augmente la quantité de lysine de 0,1g/MJ d'énergie nette (colonne 3), l'indice de consommation baisse de 13%, l'épaisseur du maigre augmente de 3,1mm et il n'y a pas de différence significative ni sur l'épaisseur de gras, ni sur le risque d'odeur (intérêt technique). Les rejets azotés sont diminués (intérêt environnemental), et la marge sur le coût alimentaire est plus importante (intérêt économique) car ils consomment moins d'aliment et la carcasse est payée plus cher (+1,9€/porc).

Si on baisse la MAT de 2% (colonne 1), il n'y a pas d'impact sur la performance de croissance ou la qualité de la carcasse. Les rejets azotés sont bien moins inférieurs et la marge sur le coût alimentaire est similaire au lot 3.

Remarque : il est difficile de formuler des aliments avec un taux de MAT plus bas et un taux de lysine plus élevé (ce qu'on serait tenté de faire pour essayer de cumuler les effets positifs). En effet, ceci entraîne un profil en acides aminés déséquilibré notamment au niveau des AA secondaires. L'essai conduit durant l'étude s'est montré sans résultat convainquant, la qualité des carcasses étant affectée négativement par ce déséquilibre.

3.1.3.Recommandations de la Commission Européenne sur la composition de l'aliment

Le rapport final de la commission européenne établissant les meilleures pratiques de production des mâles entiers contre le risque d'odeurs propose 2 types de régimes (Commission Européenne, 2019):

- Régime avec des teneurs en lysine ajustées au besoin des mâles entiers

Selon le rapport, un régime ajusté en lysine permet d'aider les porcs à croissance lente à atteindre le poids d'abattage plus jeune, et de réduire la variation des poids des carcasses au sein d'une bande. Il pourrait aussi permettre de réduire les comportements agressifs et sexuels et réduire le risque d'odeur. On peut rajouter à ces avantages les avantages environnementaux et techniques démontrés dans l'étude menée par l'Ifip. Le seul désavantage de ce régime est le coût qu'il pourrait représenter.

- Régime riche en fibres avant l'abattage

Il est conseillé de faire une transition en un régime pauvre en protéines et basé sur les céréales au plus tard à partir de 4 jours avant l'abattage. Par exemple, la ration peut contenir 48% de blé et 48% d'orge. (Le rôle des fibres est expliqué dans la sous partie « 1.1 fibres fermentescibles »). Il faut tout de même veiller à ce que les teneurs en acides aminés soient respectées. L'avantage de ce régime est son faible coût.

Remarque 1 : On peut combiner ces 2 régimes : Le régime ajusté en lysine est distribué durant la fin de l'engraissement et la transition en régime céréales se ferait 4 jours avant l'abattage.

Remarque 2 : 2 entreprises proposent un aliment contenant des fibres et des additifs visant à réduire le risque d'odeurs : Dumoulin en Belgique et Vitelia au Pays Bas. Ces aliments sont à distribuer 2 semaines avant l'abattage.

Le Taintstop belge est composé en partie de graines de lin et chicorée. Son effet est prouvé par des expériences sur le terrain et il est conforme aux nouvelles normes européennes. (ILVO, 2017). Cependant, il coûte 100€ de plus par tonne qu'un aliment normal (Commission Européenne, 2019).

3.2. Mode de distribution

3.2.1 Rationnement

Il est conseillé d'alimenter à volonté les mâles entiers (Chevillon et al., 2011, d ; Courboulay, 2013). En effet, il n'y a aucun intérêt à les rationner car cela n'améliore ni leurs performances zootechniques, ni le risque d'odeur, qu'on soit en système soupe ou sec (Parois et alt., 2018). De plus, le rationnement induit une augmentation de l'IC due à une augmentation de l'activité physique ainsi que des comportements sociaux négatifs (tels des morsures ou des montes), et donc des lésions sur les carcasses.

Cependant, quand le risque odeur est élevé, un rationnement très léger peut néanmoins être envisagé. Dans ce cas, il est conseillé de diminuer la quantité d'énergie en diluant

l'aliment afin de préserver les volumes distribués et limiter la frustration alimentaire (Quiniou et al., 2017).

Remarque : L'impact du rationnement dépend de son intensité et du type de porc. On note sur les courbes ci-contre qu'un léger rationnement pénalise seulement le gras. Par exemple, si on passe du cas 1 au cas 2 par rationnement, la quantité de lipides déposée va diminuer tandis que le dépôt de protéine restera quasiment identique. Quand le rationnement est trop sévère, il impacte le dépôt musculaire (cas 3). Quand il est beaucoup trop intense, la proportion de nutriments utilisés pour la croissance diminue au profit de l'entretien. (Chevillon et al., 2011, d)

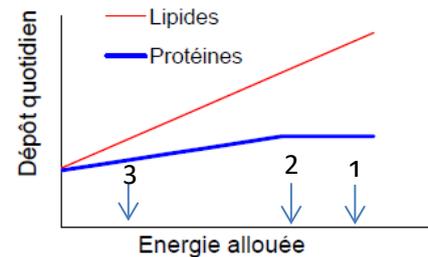


Figure 2: Chevillon et al., 2011,d. Evolution des dépôts de protéines et lipides. P.14. In: Rapport d'études.

3.2.2 Soupe ou sec

Le mode d'alimentation n'influence pas de manière importante les performances zootechniques des mâles entiers. L'alimentation en soupe tend à produire des carcasses plus maigres (G2 plus faible et M2 plus élevé). Aucune différence n'est observée en termes de risque d'odeur dans le gras (Chevillon et al., 2011, d).

3.2.3 Jeun

La mise à jeun avant l'abattage réduit la teneur en scatol dans l'intestin et donc dans le gras. Un jeûne de 6 à 12h est efficace pour réduire le risque d'odeurs (Parois et al., 2018).

3.2.4 Cases mixtes

Lorsque l'on a des cases mixtes, il est préférable de distribuer de l'aliment femelle à tous les animaux malgré la hausse de l'IC et la baisse de performance des mâles entiers car ces inconvénients sont moins importants que le surcoût que représenterait une distribution d'aliment mâle. Ceci permet aussi de limiter la perte d'acides aminés par les femelles (qui ont des besoins inférieurs aux mâles) (Parois et al., 2018).

3.2.5 Santé

La maîtrise de la santé digestive du porc est aussi un point clé pour réduire les odeurs sexuelles car le scatol étant produit par les bactéries de l'intestin, les troubles intestinaux vont modifier sa production. Ainsi, on observe une augmentation de scatol dans le gras suite à une dysenterie (maladie infectieuse du colon caractérisée par des diarrhées hémorragiques).

3.3. Le coût alimentaire

La production de mâles entiers permet de réduire la charge alimentaire notamment grâce à sa bonne efficacité alimentaire. Pour avoir des chiffres les plus exacts possibles, il faudrait prendre en compte le prix de l'aliment, la marge du fabricant, les frais de livraison, la

performance de l'élevage, s'il y a distribution ou non d'un aliment distinct entre mâles entiers et femelles... Selon la fiche d'information publiée par l'IPEMA, on pourrait économiser jusqu'à 7,11€/porc (Aluwe et al., 2019). La production de mâle entiers peut réduire la charge alimentaire de 1,8 à 3,40€ selon l'étude menée par (Parois et al, 2018). Dans l'étude présentée dans la partie acides aminés, la réduction du coût alimentaire par rapport au lot 2 était de 2,2€/porc pour le lot 1 (baisse de MAT) et 1,9€/porc pour le lot 3 (enrichi en lysine) (Quiniou, Chevillon, 2015).

Conclusion de la partie alimentation:

- Il est conseillé d'incorporer plus de **fibres** (ex: racine de chicorée) dans l'alimentation. Ceci permet de réduire la quantité de tryptophane présente dans le colon, de stimuler l'activité microbienne, la tourner vers des fermentations glucidiques, réduire l'apoptose cellulaire, et ainsi diminuer la production de scatol.
- Il faut raisonner l'apport en acides aminés (**lysine**) pour que l'animal exprime au maximum son potentiel de croissance, et pour limiter l'impact environnemental (rejets azotés).
- Une alimentation **à volonté** permet de limiter les comportements sociaux négatifs.
- On peut aussi finir sur un **jeûne** ou sur un régime basé sur des céréales/fibres.

4. Le logement

Il est essentiel que les porcs et leurs logettes soient propres. En effet, même après que le scatol soit excrété dans les fèces, il peut se retrouver dans le gras en (Parois et al., 2017) :

- traversant la peau (notamment la peau du ventre qui est très fine).
- Etant ingéré (lors du comportement fouisseur de l'animal).
- Etant inhalé si la température est élevée et que le scatol s'est volatilisé.

On peut par ailleurs noter qu'une absorption accrue de scatol modifie le microbiote intestinal en faveur des populations productrices de scatol (*Lactobacillus helveticus*).

4.1. La qualité de l'air

Une bonne qualité de **ventilation** est nécessaire pour gérer l'humidité du sol. (Commission Européenne, 2019) Il faut aussi s'assurer que les bâtiments soient bien isolés et éviter les courants d'air.

De plus, il est essentiel de maîtriser la **température**. En effet, à température ambiante élevée, le scatol peut non seulement être inhalé mais il peut aussi traverser la peau lorsque le porc se roule dans ses déjections pour essayer de se rafraîchir. En hiver, les porcs se serrent entre eux ce qui accroît aussi le risque d'odeurs (Parois et al., 2018).

Il est donc essentiel d'assurer un bon contrôle de la température et de la ventilation. (La température de confort est à environ 24-25°C.)

4.2. Le sol

Les cases doivent être nettoyées régulièrement pour limiter la quantité de scatol traversant la peau. Si le sol est paillé, la paille doit être renouvelée régulièrement (Commission Européenne, 2019).

Les effets des types de sol sur les performances de croissance et sur la composition des carcasses des mâles entiers sont présentés dans le tableau ci-dessous (Roy et al., 2016) :

	Caillebotis		Litière	
	CASTRE	ENTIER	CASTRE	ENTIER
Effectif	151	164	177	175
Post sevrage				
Poids entrée (kg)	9,59	9,30	8,61	8,60
GMQ (g/j)	547	521	433	417
Engraissement				
Durée d'engraissement	90,8	93,2	101,7	106,2
GMQ	916	914	939	911
TMP (%)	58,7	60,5	57,2	60,0
G2 (mm)	17,2	14,5	18,8	13,8
M2 (mm)	62,9	60,7	60,5	61,5
Plus-value (c€/kg)	10,2	14,5	6,4	13,3

Rq : Le poids en entrée est plus faible en litière car la taille de portée est supérieure dans ce système.

Rq : Plus-value : prix payé à l'éleveur. Attention, à relativiser car pas perçue par l'éleveur si verrasson ou odeur sexuelle. Un bilan économique complet nécessiterait également d'intégrer l'influence du prix de l'aliment qui peut augmenter du fait de contraintes nutritionnelles plus élevées.

Tandis que l'élevage du mâle castré sur litière est peu rentable (plus-value de 6,4c€/kg) celui du mâle entier s'avère intéressant et la plus-value sur litière (13,3c€/kg) est proche de celle sur caillebotis (14,5c€/kg). La non-castration permet donc de pallier aux carcasses grasses des mâles castrés logés sur litière en améliorant leur efficacité alimentaire.

4.3.L'allottement

Les comportements agressifs et sexuels des mâles entiers entraînent une dégradation du bien-être animal et de la carcasse. On suppose que la hiérarchie au sein d'un groupe de mâles entiers prend plus de temps à se mettre en place qu'au sein d'un groupe de mâles castrés (Chevillon et Al., 2011, d). Il est donc nécessaire de minimiser le mélange des animaux.

2 méthodes sont préconisées dans le rapport de la Commission Européenne sur les bonnes pratiques de production de mâles entiers contre le risque d'odeurs, publié en 2019.

Séparer les mâles et les femelles

La séparation se fait au sevrage (Commission Européenne, 2019).

Ceci permet de :

- Réduire la production d'hormones liées à l'odeur.
- Eviter que les femelles soient saillies.
- Rendre les conduites alimentaires visant à réduire l'odeur des mâles plus économiques et pratiques à mettre en place. Par exemple, il permet de donner des aliments avec des additifs visant à réduire l'odeur (plus onéreux), seulement aux verrats.

Remarque : les effets sur l'augmentation ou la réduction de l'agressivité des verrats sont encore à confirmer.

/!\ Cette méthode peut demander une modification de l'infrastructure (au niveau de la disponibilité des cases ou encore des silos.)

Le non mélange des porcelets dès le post sevrage

Il n'y a pas de mélange de porcelets après le sevrage (les porcelets d'une même portée restent ensemble) (Commission Européenne, 2019). Si cette pratique est combinée avec la séparation des sexes (paragraphe ci-dessus), cela requerrait des cases d'engraissement plus petites. Cette méthode :

- Réduit le stress de l'animal le long de sa vie
- Permet un gain de poids supérieur
- Evite la propagation de maladies et contribue à la santé de l'animal.

/!\ : Des cases plus petites impliquent un coût de logement plus élevé.

La mixité réduit la fréquence des comportements sexuels et permet une réduction des lésions, en particulier après détassage, ainsi qu'une moindre teneur en androsténone, mais elle freine la croissance des animaux (Quiniou, Chevillon, 2015).

Autres recommandations :

Sortir les animaux malades ou blessés de la case.

Avoir des petits groupes, inférieurs à 30 animaux (Commission Européenne, 2019). L'élevage en petit groupe (<9 individus) entraîne une vitesse de croissance plus élevée via une augmentation de 10% de la quantité d'aliment consommé et un IC identique (Chevillon et al., 2011, d).

4.4.Structuration des logettes

Il est conseillé d'avoir des logettes structurées avec des espaces d'alimentation, repos et déjection distinctement séparés ainsi que (si possible) des espaces de cachette/refuge. Il faut aussi leur garantir assez d'espace : au moins 0,65m² pour des porcs entre 85 et 110kg et au moins 1m² pour des porcs au-dessus de 110kg. Les murs peuvent être en partie ouverts pour permettre un contact avec les porcs des cases avoisinantes. La luminosité ne doit pas être trop claire, mais avec un rythme jour/nuit (conformément à la réglementation). Enfin, il est nécessaire de garantir un accès à l'eau fraîche (Von Borell, 2020 ; Commission Européenne, 2019).

4.5.Matériaux manipulables et fourrage grossier

Mettre des enrichissements tels du bois, des branches, de la paille, de la luzerne. Les matériaux manipulables qui sont destructibles et comestibles sont le plus efficaces. Il doit y en avoir assez pour ne pas engendrer de la compétition. Ces objets permettent de garder les porcs occupés et calmes. Donner plus de fourrage grossier peut aussi réduire le niveau de stress (Comission Européenne, 2019).

Conclusion de la partie logement :

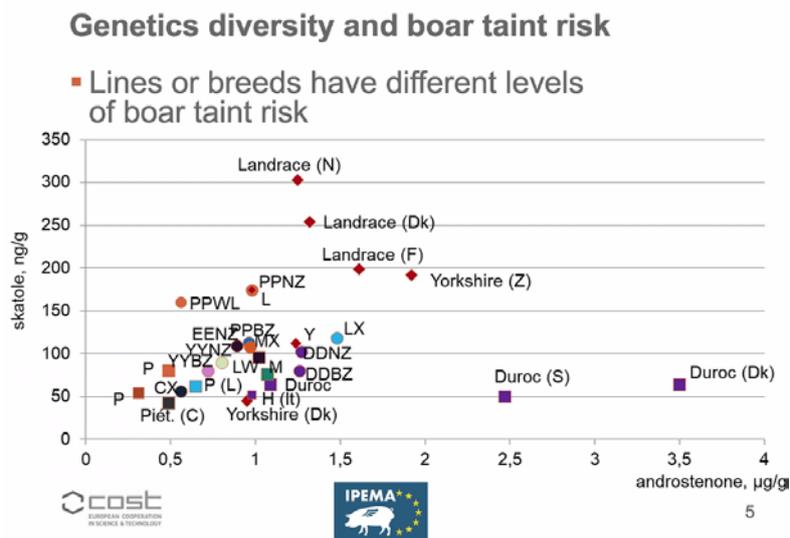
- Il est nécessaire d'avoir une **bonne maîtrise de la température et de la ventilation**
- Les **logettes doivent être propres**, et le sol peut être en caillebottis ou litière (la plus value est similaire)
- Au sujet de l'allotement : on peut séparer les mâles des femelles, ou choisir de ne pas mélanger les porcelets (et les laisser qu'entre ceux d'une même portée). Il est cependant important d'avoir des **petits groupes** (<30 individus voir même < 9 individus).
- Les **matériaux manipulables** jouent un rôle important dans la réduction de stress et de comportements agressifs.

5. Génétique

Le risque d'androsténone n'est réellement limitable qu'en jouant sur la génétique (contrairement au taux de scatol qui peut être maîtrisé en améliorant les pratiques d'élevage).

La teneur en androsténone a une forte héritabilité ($h=0,5$ à $0,6$), mais il existe de fortes différences de teneurs selon le type génétique. Par exemple, la Large White ou le Piétrain ont des teneurs plus faibles.

Remarque : Le scatol ($h=0,2$ à $0,3$) a aussi un effet race significatif : il est élevé chez le Landrace comparé au Duroc (Chevillon et al., 2011, d).



L'entreprise de sélection génétique porcine Nucléus a sélectionné des verrats en fonction de leur teneur en androsténone et créé un label INO (comme inodore) qui certifie cette aptitude « sans risque de transmission d'odeur ». Aujourd'hui tous ses verrats Piétrain et Vigor sont labellisés INO et contribuent à une baisse significative du taux de mâle odorants dans les abattoirs Cooperl (Nucléus, 2019). Le prix de la paillette est similaire à une paillette « normale », et le risque d'odeur est limité dès le début.

- ⇒ L'éleveur peut donc choisir de sélectionner la race (ex : passer du Duroc au Piétrain) ou sélectionner au sein d'une race (ex : passer d'un verrot Piétrain à un verrot piétrain labellisé INO).

Sélectionner contre l'androsténone a un effet favorable sur l'efficacité alimentaire et la morphologie mais il peut y avoir un effet défavorable sur le taux de croissance. Il est préférable de ne pas trop sélectionner contre l'androsténone car cela peut induire une diminution de la production d'hormones stéroïdiennes ou un retard de développement sexuel.

Cependant, la relation entre androsténone et qualité de la viande étant faible, on peut à la fois sélectionner sur l'odeur ET sur la qualité de la viande (Larzul, 2020).

Attention : la paillette ne représente que la moitié du matériel génétique futur. La contribution du matériel génétique de la femelle est aussi à considérer (Larzul, 2020).

6. A l'abattoir

6.1. Transport et préabattage

Le stress durant le transport et les conditions de préabattage (bagarres, voyage de longue distance, temps d'attente dans le véhicule, mélange avec des porcs inconnus) fait augmenter le taux de scatol et androsténone dans le gras. Il a été montré que :

- Mélanger des mâles entiers entre eux provoque plus d'agressions et de montes que mélanger des mâles entiers avec des femelles avant l'abattage
- La taille du groupe et sa stabilité semblent plus importantes que le ratio mâle entier/femelle.
- Le fractionnement des départs semble par contre entraîner une augmentation de la teneur en scatol dans le gras.

Le mélange avec des porcs inconnus en phase préabattage influence fortement le comportement des animaux, mais les conséquences sur la qualité sont limitées. Les porcs entiers et immunocastrés n'apparaissent pas plus sensibles aux conditions de préabattage que les porcs castrés (Quiniou et al., 2015).

6.2. L'âge d'abattage

Des mâles entiers lourds (134kg) ont été comparés avec des mâles entiers standards (116 kg). Les résultats sont les suivants (Chevillon et al., 2011):

- M2 supérieur de 5,5mm pour le mâle entier lourd
- G2 supérieur de 1mm pour le mâle entier lourd
- Le rendement de la carcasse est amélioré.
- L'IC des mâles entiers lourds > IC des mâles entiers standards.

L'augmentation de l'IC semble due à une utilisation différente de l'énergie ingérée :

- la contribution du besoin d'entretien au besoin total s'accroît avec le poids
- l'activité physique augmente (comportements agressifs et sexuels) ce qui génère une dépense énergétique très intense
- Augmentation de la teneur en gras intramusculaire avec l'âge.

En ce qui concerne l'odeur, il n'y a pas d'effets marqués et significatifs concernant les taux de scatol et androsténone malgré une légère tendance à y avoir des teneurs en androsténone plus élevées dans les carcasses de porcs lourds (Chevillon et al., 2011,d).

On voit donc que « l'augmentation du poids n'accroît pas le risque d'odeur mais l'activité des animaux augmentant avec l'âge, il faut prendre soin à ce que la fréquence des lésions ne pénalise pas la valeur des carcasses. » (Parois et al., 2018).

6.3. Evaluation de la qualité des carcasses

Le paiement de la carcasse est en fonction du Taux de Muscle des Pièces (TMP).

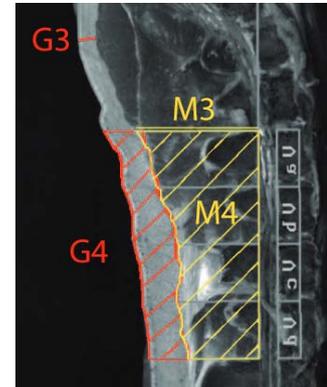
En France, 3 méthodes de classement sont utilisées : une méthode manuelle (réglette) et 2 méthodes automatiques (CGM et Image Meater) pour les abattoirs qui ont une cadence

d'abattage supérieure à 200 porcs/semaine (FranceAgriMer, 2016). En Auvergne-Rhône Alpes, on compte 27 sites d'abattage de porcs dont 11 fonctionnant avec un CGM et 1 avec un Image Meater (Interporc Rhône-Alpes, 2019).

Comment fonctionne l'Image-Meater ?

L'Image-Meater est utilisé depuis le 3 Juin 2013 dans la zone Uniporc Ouest (qui concentre environ 75% des effectifs porcins). Cet appareil est entièrement automatisé et se constitue d'une caméra vidéo couplée à un analyseur d'image (UNIPORC-Ouest, sans date). Il permet de prendre 4 mesures au niveau de la jonction longe/jambon (Gaudré, Daumas, 2013):

- G3 : épaisseur minimale du gras
- G4 : épaisseur moyenne du gras
- M3 : épaisseur minimale de muscle entre l'extrémité antérieure du muscle fessier moyen et la partie dorsale du canal médullaire
- M4 : épaisseur moyenne de muscle recouvrant quatre vertèbres lombaires



Ces valeurs sont ensuite insérées dans une équation qui permet de déterminer le TMP :

$$\text{TMP} = 60,12 - 0,487 \text{ G3} - 0,133 \text{ G4} + 0,111 \text{ M3} + 0,036 \text{ M4}$$

On remarque que l'épaisseur de gras a une place 3 à 4 fois plus importante que le muscle dans la détermination du TMP.

Les mâles entiers ont des conformations différentes des mâles castrés et des femelles.

Les mâles entiers ont (Daumas, 2015):

- Un G3 de 4,6 mm inférieur et un M3 de 1,8 mm inférieur aux mâles castrés
- Une variabilité du G3 inférieure aux mâles castrés et un TMP plus homogène.
- Un alourdissement de 10 kg provoque une baisse de TMP de 0,23 pour les mâles entiers, contre 0,49 pour les mâles castrés et 0,45 pour les femelles.

Or, l'équation de l'Image Meater a été déterminée en utilisant des échantillons venant à 50% de carcasses de mâles castrés et à 50% de carcasses de femelles. L'utilisation de cette équation, qui n'est donc pas calibrée pour le mâle entier, devrait donc engendrer une erreur dans l'estimation du TMP.

Des études à ce sujet ont été réalisées aux Pays Bas et en Espagne. Les biais de TMP obtenus sont les suivants (Daumas, 2015):

- mâles entiers : sous-estimés de 0,25 point aux Pays-Bas et de 1 point en Espagne.
- mâles castrés : sur-estimés de 1 point aux Pays-Bas et de 2,1 points en Espagne.
- Femelles : sous-estimés de 0,1 point aux Pays-Bas et en Espagne.

Remarque : Les Pays-Bas utilisent l'outil CGM pour leurs mesures et l'Espagne FOM II.

D'un autre côté, l'utilisation d'une équation par sexe ne semble pas réduire l'erreur significativement car elle implique une estimation d'un nombre plus important de paramètres à partir des mêmes données, ce qui augmente la variance (Daumas, 2015).

Il est donc proposé de reconstruire l'équation de détermination de TMP en intégrant un échantillon de mâle entier ou d'approfondir les recherches pour construire des équations par sexe fiables.

6.4 Détection du risque d'odeurs en abattoir : le « nez humain »

Il est nécessaire de détecter systématiquement les carcasses odorantes pour (Commission Européenne, 2019) :

- Ecarter celles à risque d'odeurs
- Faire un retour d'information à l'amont pour améliorer les pratiques
- Gagner la confiance des grossistes, transformateurs et consommateurs
- Orienter efficacement les carcasses sur les différents marchés en fonction de leur risque afin d'optimiser leur valorisation.

6.4.1.Principe

La méthode du nez humain est la plus courante dans les abattoirs. Un testeur chauffe le gras du cou (image ci-contre), sent la carcasse, puis met une note d'appréciation selon le risque d'odeur. L'avantage de cette méthode est son faible coût et sa rapidité, compatible avec la cadence de la ligne (Commission Européenne, 2019).



La chauffe du gras

Le gras peut être chauffé selon plusieurs méthodes (Quiniou et al., 2010):

- Par air chaud : décapeur thermique
- Par flamme : chalumeau ou plaque chauffée à rouge
- Par contact avec une résistance électrique : fer à souder

Il est chauffé à 660°C durant 3 à 10 secondes.

Il existe aussi des techniques de chauffe hors ligne : le chauffage au micro-ondes ou par plongeon dans une eau ébouillante. Ces 2 méthodes ne sont adaptées que pour des abattoirs où le nombre de mâles entiers abattus est faible. Elles nécessitent de plus un système de traçage robuste afin de ne pas perdre le lien entre l'échantillon et la carcasse.

Les échelles de notation

Pour une ligne d'abattage à 511porcs/h, l'opérateur a 5 secondes pour donner une note.

2 échelles de notations existent actuellement (Commission Européenne, 2019):

- Une échelle binaire oui/non :
La formation des testeurs est plus facile mais les options de classification de la viande sont limitées dans le cas où l'on souhaite l'envoyer sur différents marchés.

- Une échelle à 5 niveaux :

Ci-dessous l'échelle d'odeur mise en place par le groupe VION au Pays-Bas

Note	Descriptif	Orientation
0	Pas d'odeur	Marché normal
1	Odeur déviante mais pas de mâle entier	Marché normal
2	Légère odeur de mâle entier	Marché normal
3	Odeur de mâle entier	Marché spécifique
4	Odeur très forte de mâle entier	Marché spécifique

Ce type d'échelle permet plusieurs options de classification, transformation et commercialisation sur différents marchés ainsi qu'un retour plus détaillé à l'amont. Elle permet aussi une meilleure identification des carcasses « limites » qui nécessitent un second test. La formation des testeurs est très importante.

Remarque : Un second testeur peut être mis en place afin de confirmer la présence d'odeurs lorsqu'elle est relevée par le premier testeur. Ceci permet de limiter les faux positifs, c'est-à-dire les carcasses étant notées ayant risque d'odeurs alors qu'elles ne le sont pas. En cas de doute, une troisième opinion peut être sollicitée (Quiniou et al., 2012).

6.4.2. Les testeurs

Formation

Etant donné que certaines personnes sont anosmiques à l'androsténone et que d'autres y sont hyper sensibles, la sélection des testeurs doit se faire avec précaution, en utilisant des kits d'odeurs. Ceux-ci permettent de déterminer leur sensibilité à l'androsténone et leur capacité à différencier son odeur d'autres odeurs similaires. La formation dure en général entre 4 et 6 semaines se compose de quelques jours en laboratoire suivis de quelques semaines sur la ligne d'abattage avec un collègue mentor. La formation doit aussi permettre une maîtrise de l'échelle de notation (Commission Européenne, 2019).

Garantir une consistance des tests

Le testeur doit prendre des **pauses** afin que son nez ne soit pas saturé, et qu'il ne perde pas sa concentration. Les pauses peuvent être toutes les 20-30 minutes ou toutes les 100 carcasses par exemple. Un testeur doit aussi prendre une pause une fois qu'il a repéré une carcasse positive. Tourner en prenant des pauses permet aux testeurs de rester constants dans leur notation et de faire d'autres tâches dans l'abattoir (Commission Européenne, 2019).

L'abattoir peut aussi mettre à disposition des **nettoyants pour le nez** qui peuvent avoir une odeur de menthol ou de café moulu. Le testeur peut aussi se renifler l'intérieur du bras si son vêtement est propre. Il est néanmoins noté que même si les nettoyants sont disponibles, ils sont peu utilisés notamment dans les lignes à haute cadence. Il est donc nécessaire d'étudier comment introduire cette étape au sein de la ligne de détection (Commission Européenne, 2019).

6.4.3. Organismes d'assurance qualité

En 2012, 2 organismes d'assurance qualité, QS en Allemagne et IKB aux Pays Bas, se sont entendus sur un cadre commun pour la technique du nez humain. Ceci leur permet de mettre en place et développer communément la méthode afin d'avoir des résultats homogènes entre abattoirs et de pouvoir commercialiser la viande de mâle entier dans d'autres pays de l'Union Européenne.

6.4.4. Le retour d'information

Le retour d'information aux éleveurs, aux entreprises de sélection génétique et aux fournisseurs d'aliment permet une amélioration de la production de mâle entier. Une base de données, stockant les informations relatives aux porcs et à leurs résultats aux tests d'odeurs, peut être mise en place afin de permettre une analyse globale et approfondie du risque pour y trouver des perspectives d'amélioration (Font I Furnols, 2020).

6.4.5. L'efficacité du nez humain

4 à 5% des carcasses sont écartées selon la technique du nez humain et 90% des carcasses positives au risque d'odeurs seraient détectées (Quinou et al., 2010).

Il faut cependant noter que 15,2% des carcasses à risque pourraient être commercialisées (Parois et al., 2017). De plus, les testeurs qui ont peu de faux négatifs (donc toutes les carcasses qu'ils jugent sans risque le sont bel et bien), ont un taux de faux positif élevé (ils sont trop sévères dans leur détection d'odeur et peuvent déclasser une carcasse sans qu'elle ne présente de risque d'odeur). Une amélioration de la détection des carcasses peut être atteinte par une meilleure sélection et formation des testeurs, un suivi continu par un « référent expert » et des reformatations régulières pour remettre à 0 les seuils olfactifs des testeurs. Le gain d'expérience permet aussi d'améliorer les performances.

Afin d'augmenter l'efficacité de ces tests, les mâles entiers peuvent être abattus séparément des femelles ou des castrés.

6.4.6. Pénalités

Les pénalités concernant les mâles entiers varient selon les pays et selon les abattoirs. De nombreux abattoirs ont mis en place un système de pénalité car la viande de mâle entier complique la commercialisation et transformation. La présence d'un label « bien-être » peut baisser le coût de la pénalité voir l'annuler. En France, il n'y a une pénalité que si la carcasse a été notée positive en abattoir.

Il est cependant nécessaire d'implémenter en parallèle des incitations positives afin d'encourager la production de mâle entiers et d'éviter une détérioration de la relation entre l'éleveur et l'abattoir.

6.4.7. Coût

Le coût moyen est en général inférieur à **1€/porc** mais il existe des variations importantes entre les abattoirs (de 0,20€/porc à 2,68€/porc !) (Quiniou et al., 2010). Des actions au niveau de l'élevage, telles la mise en place d'un cahier des charges définissant les conduites

et conditions d'élevage, (alimentation, génétique, environnement, bien être), pourraient réduire le risque d'odeurs et alléger le coût de gestion des carcasses odorantes à l'abattoir. Une poursuite des études est aussi nécessaire.

Même si la méthode du nez humain est à faible coût et permet d'éliminer les carcasses les plus odorantes, elle manque de subjectivité et de précision. Il est ainsi difficile de la faire reconnaître au niveau international. Il faudrait pour cela la faire valider par un panel d'experts pour mettre en place une technique de formation, contrôle et procédure de chauffe internationale.

6.5. Recherches en cours : la méthode LDTD-MS/MS

6.5.1. L'objectif

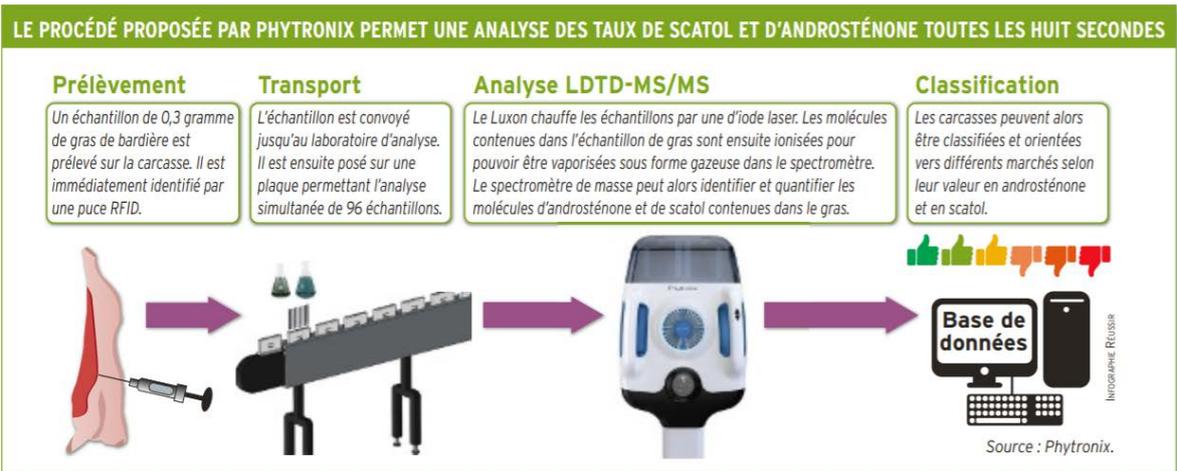
De nouvelles techniques de détection d'odeurs sont actuellement en cours d'étude. Il faut que cette technique soit (Commission Européenne, 2019) :

- Adaptable aux cadences d'abattages (200 à 900 porcs/h)
- Capable de sortir une réponse en moins de 24h (Idéalement quelques secondes/minutes)
- Peu contestable sur le marché mondial
- Capable de prendre en compte les 2 composés (scatol ET androsténone)
- Objective (à l'opposé de la technique du nez humain qui est subjective)

6.5.2. La méthode LDTD-MS/MS (Chevillon et Escriva, 2019)

L'Ifip et Inaporc étudient une technique de détection de carcasses odorantes basée sur une analyse LDTD-MS/MS (une source ionique par diode laser couplée à un spectromètre de masse très sensible) qui permet une analyse de gras toutes les 8 secondes. On pourrait donc avoir une cadence de **700 porcs/heure** si le ratio moyen est de 50/50 soit 350 mâles et 350 femelles.

Les coefficients de corrélation obtenus lors des essais prouvent la fiabilité de la méthode : 0,95 pour l'androsténone et 0,96 pour le scatol.



L'abatteur obtient en moins de 2 heures des mesures précises pour chaque carcasse, ce qui lui permet de les orienter efficacement dans différents marchés pour optimiser leur valorisation. Le coût de la mesure serait à 1,34€/porc mâle analysé. De plus, le spectromètre pourra aussi servir pour détecter des résidus d'antibiotiques dans le maigre ou profil d'acides gras dans le gras.

Cependant, la mise en place d'un tel système dans les abattoirs est un réel défi car il nécessite des moyens financiers et techniques très importants : la préparation de l'échantillon nécessite plusieurs opérateurs ou une robotisation, le prélèvement se fait avec un appareil très pointu, et la traçabilité doit être parfaite. De nombreuses études sont encore à mener à propos de la faisabilité ou de la mise en place d'un site pilote.

Au Danemark, cette technique a été validée et implantée dans un grand abattoir (360 échantillons mâles/heure) pour tester son efficacité. Le coût est de 1,20€ par porc analysé (coût incluant la maintenance préventive des appareils, le transfert des échantillons, ou les réactifs et combustibles).

Conclusion de la partie abattoir

- Il est essentiel de limiter le stress durant le transport et la phase de préabattage.
- Une augmentation du poids n'accentue pas le risque odeur.
- Il faudrait revoir l'équation du calcul du TMP utilisée en abattage car elle est calibrée avec 50% d'échantillon femelles et 50% d'échantillon de mâles castrés : ceci engendre un biais lors de la mesure du TMP des mâles entiers.
- La méthode du nez humain est en place pour détecter le risque d'odeur en abattoir. Même si elle a un faible coût, elle manque de subjectivité et de précision, et n'est pas reconnue au niveau international.
- Des nouvelles méthodes telles la LDTD-MS/MS (spectrophotométrie) sont en cours de développement. Ces méthodes requièrent des moyens financiers et techniques importants et des études sont encore à mener pour évaluer la faisabilité.

8. Transformation et acceptabilité du consommateur

40% des consommateurs sont sensibles à l'androsténone et la jugent désagréable (Chevillon et al., 2009). La transformation joue un rôle crucial afin de limiter au maximum l'insatisfaction du consommateur. Selon les taux de composés odorants présents dans les carcasses en 2009, le consommateur risque d'être repoussé par l'odeur 1 à 6 fois pour 100 actes d'achat en fonction du seuil d'acceptabilité de l'androsténone fixé ($2\mu\text{g/g}$ ou $2,5\mu\text{g/g}$ de gras pur). Il est essentiel de maîtriser ce risque d'odeurs car **20%** des consommateurs seraient prêts à arrêter de consommer de la viande de mâle entier s'ils en sont déçus plusieurs fois (Chevillon et al., 2009).

Ci-dessous sont présentées quelques études réalisées sur différents produits.

8.1. Le rôti (Chevillon et al., 2011, c)

Sur les rôtis frais (relativement maigres et dégraissés en surface), le risque de non-acceptation du consommateur pourrait concerner de 5 à 7 % des carcasses de mâles entiers.

Si la teneur en scatol est faible, le consommateur ne rejette pas les viandes qui ont des teneurs en androsténone entre $1,4$ et $1,8 \mu\text{g/g}$ de gras pur. (Le seuil fixé est de $1 \mu\text{g/g}$). Les chercheurs proposent donc de réétudier ce seuil d'acceptabilité qui pourrait être remonté à $2 \mu\text{g/g}$ pour la viande consommée sous forme de rôti.

Différents tests d'analyse sensorielle ont montré que le pourcentage d'insatisfaction de la viande de mâle entier positive au risque d'odeurs est de 33%, soit 14% supérieur à celle des femelles et 21% supérieur à celui de mâles entiers négatif au risque d'odeurs (Chevillon et al., 2009).

8.2. Longe cuite tranchée dégraissée (Chevillon et al., 2011, a)

Le risque de dégagement d'odeurs sexuelles désagréables pour le consommateur est très faible même pour des carcasses ayant des taux d'androsténone à $2\mu\text{g/g}$ de gras pur (le taux de scatol était toujours inférieur à $0,2 \mu\text{g/g}$). Ceci peut s'expliquer de plusieurs manières :

- La faible teneur en gras du produit final (2 à 3 %)
- La cuisson du rôti préalable en salaison
- La consommation en froid

Les longes de mâle entiers peuvent donc être destinées vers la longe cuite tranchée, consommée froide, associée éventuellement avec des ingrédients aromatiques pour masquer l'odeur et donner du goût.

8.3. Saucisse traditionnelle gros grains seulement épicée de sel

L'acceptabilité des consommateurs à 3 lots de saucisses faites à partir de viande de mâle entier à différentes teneurs en androsténone ($0,5 \mu\text{g/g}$, $1 \mu\text{g/g}$, et $2 \mu\text{g/g}$ de gras pur), et 1 lot de saucisses faites à partir de viande femelle a été comparée.

Les consommateurs ont préféré significativement le lot femelle et une teneur en androsténone de $0,5\mu\text{g/g}$ est suffisante pour distancer le consommateur. De plus,

lorsqu'elles sont cuites à 100°C, le goût en bouche perturbe aussi le consommateur en plus de l'odeur. (En 2009, environ 52% des mâles entiers avaient des teneurs en androsténone supérieures à 0,5 µg/g de gras.)

Entre 62 et 67% des consommateurs sont perturbés par l'odeur de cuisson des saucisses de viande de mâle entiers. Et 10% des consommateurs ayant réalisé l'expérience étaient prêts à ne plus consommer de la saucisse traditionnelle de mâle entier.

On peut donc conclure que la viande de mâle entier n'est pas apte à être transformée en saucisse traditionnelle juste salée, et il est possible que le secteur de la charcuterie commande aux abatteurs découpeurs seulement de la viande femelle ou de mâle castré pour ce type de produit. Son utilisation pour ce type de produit doit impérativement se faire en « incluant des ingrédients, arômes ou produits de fumage pouvant masquer les odeurs et goûts sexuelles de mâles entiers » (Chevillon et al., 2011, b).

8.4. Autres produits de salaison (Chevillon et al., 2009)

Les consommateurs ne différencient pas produits à base de viande de femelle et viande de mâle entier pour les lardons et les chipolatas. Ceci s'explique par le fait que des gras venant de différentes carcasses sont mélangés, et que le sel, les arômes, et le hachage jouent un rôle masquant.

Pour ce qui est du jambon cuit, malgré une réaction face à l'odeur à l'ouverture du sachet, l'appréciation du produit et l'intention de rachat est similaire entre viande de mâle entier et viande de femelle. Ceci s'explique par la très faible teneur en gras (<2%) ainsi que la consommation froide.

Pour le saucisson sec, le goût et l'odeur ne semblent pas modifiés mais il ne faut pas dépasser un taux d'androsténone de 1,3 µg/g de gras car sinon le taux de satisfaction descend à 56%.

Enfin, des études menées en Allemagne, Danemark et Pays Bas s'accordent sur le fait que le taux de dilution de viandes très odorante est de 10 à 20% dans les mêlées de fabrication (Chevillon, 2020, b).

Conclusion partie transformation et acceptabilité:

Le processus de transformation joue un rôle important pour limiter le risque d'odeurs et l'insatisfaction du consommateur. La viande de mâle entier peut être (Skrlep, 2020):

- Mélangée avec d'autres viandes de mâles entiers et de femelles (taux de dilution acceptables de 10 à 20%)
- Cuisinée avec des arômes et ingrédients qui masquent l'odeur et le goût
- Transformée préférentiellement en produits consommés froids
- Salée et séchée (ex jambon cru)
- Fermentée (ex : salami)
- Fumée
- Traitée chimiquement (ex saucisse de foie)

9. Le porc immunocastré

9.1 Le principe de la vaccination (Commission Européenne, 2019)

Le vaccin stimule le système immunitaire et bloque la production de substance responsable de l'odeur (GnRF). La viande de porcs vaccinés ne représente pas de risque pour le consommateur. Une dose d'Improvac coûte entre 1,40€ et 1,50€.

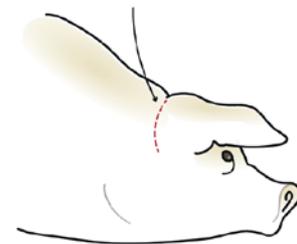
Ceci permet d'avoir moins de problèmes sur la qualité de la viande au niveau de la transformation qu'avec des mâles entiers. De plus, on peut jouer sur l'intervalle entre 2nd vaccin et abattage pour trouver le bon équilibre entre performance et qualité.

Enfin, le risque que des femelles soient saillies dans des groupes mixtes est réduit, et les performances sont supérieures aux mâles castrés et aux femelles même après le 2nd vaccin.

9.2 La procédure de vaccination (Commission Européenne, 2019)

Le vaccin est injecté derrière l'oreille et la peau doit être propre et sèche.

La personne administrant le vaccin doit entrer calmement dans la case et la vaccination ne doit commencer que lorsque les porcs sont calmes et regroupés ensemble dans un coin de la case pour être facilement accessibles par l'opérateur. Il est important que le vaccin soit administré correctement afin de limiter les abcès ou le stress. Chaque porc doit être marqué immédiatement après vaccination. En cas de doute, il faut revacciner immédiatement le porc.



La personne administrant le vaccin doit être formée pour la préparation et l'administration du vaccin, le maintien des animaux, le nettoyage de la seringue ainsi que le renseignement des documents de contrôle. Cette formation est délivrée par Zoetis (l'entreprise vendant le vaccin) gratuitement et dure une demi-journée.

La vaccination représente une tâche supplémentaire pour l'éleveur, mais cette charge de travail est compensée par le fait de ne pas avoir à castrer physiquement les cochons. Pour les élevages en plein air, la procédure de vaccination peut être compliquée et il faut regrouper les porcs dans une case/enclos.

9.2.1 Le pistolet



Il faut faire attention à ne pas s'injecter une dose par accident car le vaccin a aussi des effets sur l'homme.

Le pistolet à plusieurs mécanismes de sécurité : l'aiguille est protégée et n'est activée que lorsque le pistolet est contre la peau de l'animal et que la gâchette est tirée. Le pistolet est facile d'usage et est distribué gratuitement par les distributeurs

de vaccin. Il est approprié pour les gros et petits cochons. Une formation à son utilisation et à son entretien est nécessaire pour l'avoir.

9.2.2 Le calendrier de vaccination

2 doses doivent être injectées :

La première dose : à partir de 8 semaines (pas d'effet physiologique).

La seconde dose : au moins 4 semaines après la première et 4-6 semaines avant l'abattage.

Les effets du vaccin sont temporaires et réversibles. Les teneurs en androsténone et scatol diminuent considérablement à partir de 2 - 3 semaines après l'injection de la seconde dose, et ces effets durent les 10 semaines qui suivent la seconde injection. (Les porcs doivent donc être abattus au plus tard 10 semaines après la seconde dose.)

Une 3ème injection peut être réalisée si les effets désirés ne sont pas observés (par exemple si l'animal se comporte comme un mâle entier). Cette situation est très rare et lorsque les éleveurs maîtrisent bien l'outil, seuls 0,3% des cochons nécessitent une 3ème dose.

Si les porcelets sont transportés sur une longue distance entre la maternité et le site d'engraissement, il est conseillé, avant d'injecter la première dose, de les laisser se reposer une semaine afin de réduire le niveau de stress.

On peut synchroniser les vaccinations en vaccinant le même jour la 1^{ère} dose à une bande et la 2^{nde} dose à une autre bande afin de rendre ce processus plus efficace.

Une 2^{nde} dose précoce

La seconde dose peut être appliquée précocement afin de limiter les comportements agressifs qui s'expriment en s'accroissant durant la maturation sexuelle du porc. Par exemple, si l'abattage se fait à 24-25 semaines et que le comportement des porcs devient agressif au bout de la 19ème, la seconde dose peut être injectée la 17ème semaine.

La réduction de l'agressivité améliore le bien-être animal et la qualité des carcasses. Ceci permet aussi de maximiser la quantité de gras dorsal et intramusculaire.

Remarque : Il y a tout de même un âge minimum de vaccination (=12mois) étant donné que la première injection ne peut pas se faire avant 8 semaines et qu'il faut attendre au moins 4 semaines avant de faire la seconde.

Attention, une 2^{nde} vaccination très précoce peut engendrer la nécessité d'une troisième vaccination. Ex : 1^{ère} dose à 8 semaines, la seconde à 12 semaines, et la 3ème à 18 ou 20 semaines pour un abattage à 24 semaines.

Une 2^{nde} dose tardive

Il est aussi possible d'injecter la 2^{nde} dose tardivement afin que le porc ait des performances de mâle entier (tel un meilleur indice de consommation ou une carcasse plus maigre) plus longtemps. Cependant, ceci implique en contrepartie une augmentation des comportements agressifs et sexuels.

L'utilisation de 3 doses pour les porcs lourds

Les porcs peuvent être abattus lourds pour répondre à une demande du marché. (Par exemple, la 3^{ème} dose est utilisée en Espagne et en Italie pour produire de la viande fraîche ou faire du salage à sec). Ceci permet d'éviter le risque d'odeurs pour les porcs abattus lourds, mais peut engendrer du stress ou former un abcès si la vaccination n'est pas effectuée proprement.

9.3 L'alimentation des porcs immunocastrés

Avant l'injection de la seconde dose, les porcs sont nourris tels des mâles entiers.

La ration doit être adaptée après la seconde dose car le métabolisme des porcs devient similaire à celui d'un mâle castré : ils mangent plus, gagnent du poids plus rapidement et leur besoin en acides aminés baisse de 30% (Commission Européenne, 2019). Ainsi, si par exemple la quantité d'aliment ingérée augmente de 20% après injection de la 2^{nde} dose, le gain de poids journalier sera 5% supérieur à celui du mâle entier.

L'immunocastration nécessite une séparation des mâles et des femelles pour offrir des formulations adaptées à chaque sexe.

Une alimentation à volonté est recommandée. En effet, le rationnement des porcs immunocastrés n'améliore pas leurs performances (indice de consommation ou qualité de la carcasse) et au contraire a pour effet d'augmenter le nombre de lésions (Quiniou, 2010).

Remarque : Le coût de l'alimentation d'un porc immunocastré peut être inférieur à celui d'un mâle entier dû à des besoins en lysine moindre.

9.4 Assurer à l'abattoir le non risque d'odeur (Commission Européenne, 2019)

9.4.1 Observation en exploitation

Ces vérifications sont effectuées 2 à 3 semaines après la seconde vaccination, à n'importe quel moment de la journée. (Il faudrait cependant éviter les heures de repas ou les heures chaudes de la journée car l'activité des porcs est réduite à ces moments).

Les comportements suivants doivent être absents :

- Fréquentes tentatives de monte
- Testicules rouges et grossis
- Comportements agressifs répétés

La vérification de l'absence de ces comportements se fait en 2 étapes :

Tout d'abord, la personne doit entrer dans la salle et inspecter les cases de l'extérieur en traversant la salle calmement à plusieurs reprises. Pour un bâtiment de 500 cochons, cette opération doit durer entre 15 et 20 minutes.

Ensuite, elle prend 10 à 15 minutes par case pour l'observer (de l'extérieur ou de l'intérieur). Une fois que les porcs se sont habitués à la présence de l'éleveur et ont un comportement calme et normal, il est alors facile de repérer ceux avec des comportements sexuels ou agressifs.

Ces animaux sont marqués et revaccinés. Si le comportement de mâle entier est toujours présent même après la 3^{ème} dose, il est nécessaire d'en informer l'abattoir pour qu'il vérifie la carcasse.

Dans la majorité des cas, les indicateurs sont clairs : lorsque la dose est ratée, l'agitation dans la case est bien supérieure. Une fois que l'éleveur gagne en expérience, ces vérifications forment part de la routine journalière.

9.4.2 Documents

Les informations relatives à la vaccination peuvent se trouver

- Sur le **bon d'enlèvement** : nombre de mâles vaccinés et confirmation que les mâles ont été observés, identification de ceux présentant un risque d'odeurs.
- Sur la **déclaration de vaccination** : nom de la personne ayant réalisé le vaccin, date de vaccination et nombre d'animaux vaccinés, dates des vérifications, présence d'abcès sur la peau du cochon (dû au vaccin ou à d'autres injections), identification des animaux ayant nécessité une 3^{ème} dose, nombre d'animaux vaccinés envoyés à l'abattoir. Ce document est envoyé à l'abattoir avec le transporteur.

Ces informations relatives au vaccin permettent une transparence entre l'éleveur et l'abattoir. Elles peuvent aussi être utilisées par l'abattoir pour identifier l'origine des problèmes de vaccination et améliorer le processus. (Par exemple, re-former une personne). Cependant, le remplissage des documents peut prendre du temps, et il faudrait que le format soit déjà fait pour que l'éleveur n'ait plus qu'à le compléter

Conclusion partie immunocastration:

- 2 doses sont à injecter (et une 3^{ème} si nécessaire)
- Il est possible de jouer sur l'intervalle entre la 1^{ère} et 2^{nde} dose pour maximiser les performances techniques propres aux mâles entiers ou au contraire limiter ses comportements agressifs et sexuels.
- A la seconde dose de vaccin, on passe d'une alimentation pour mâle entier à une plus spécifique pour mâle castré

/!\L'interprofession porcine nationale Inaporc s'est posée en DEFAVEUR de l'immunocastration (car elle doute de l'acceptabilité du consommateur vis- à vis de cette pratique, et car l'immunocastration engendrera de nouvelles contraintes pour les différents acteurs de la filière).

BIBLIOGRAPHIE

ALUWE, M., BACKUS, G., BEE, G., BONNEAU, M., VON BORELL, E., CANDEK-POTOKAR, M., DORAN, E., FONT I FURNOLS, M., LARZUL, C., SKRLEP, M., TOMASEVIC, I., TUDOREANU, L., VERHAAGH, M., et WEILER, U., 2019. Fiche d'information : Production de porcs mâles entiers. In : *Approches innovantes en production porcine avec des mâles entier*. Août 2019.

BEE, G., QUINIOU, N., MARIBO, H., et ZAMARATSAKAIA, G., 2020. Alternatives to piglet castration: Nutrition. In: *Practical solutions to piglet castration*, Webinaire IPEMA, 15 Septembre 2020. [Consulté le 15 Septembre 2015]. Disponible à l'adresse: <http://www.ca-ipema.eu/> (IPEMA 2 Nutrition)

CALDIER, Philippe, 2012. Porcs non castrés, réduire les odeurs sexuelles par l'alimentation. In : *La revue de l'alimentation animale* [en ligne]. 14 Juillet 2013. N°662, décembre 2012. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.revue-alimentation-animale.fr/colloques-et-conferences/porcs-non-castres-reduire-les-odeurs-sexuelles-par-lalimentation/> (Caldier, 2012)

CHEVILLON , P., GUINGAND, N., LE STRAT, P., COURBOULAY, V., QUINIOU, N., LHOMMEAU, T., et GAULT, E., 2009. Impact de la production de porcs mâles entiers sur le risque de non acceptation de la viande fraîche ou de produits transformés par le consommateur. In : *Rapport d'Etude*. Pôle viandes fraîches et produits transformés, IFIP. (V12).

CHEVILLON, Patrick, 2020, a. Bilan 2019 [en ligne]. In : *Editions Ifip*. Mai 2020, p.62. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.ifip.asso.fr/fr/mots-cl%C3%A9s/non-castration>

CHEVILLON, Patrick, 2020, b. Les viandes de verrassons très odorantes utilisables en salaisonnerie. In : *TechPorc*. Octobre 2020, n°282, p42.

CHEVILLON, Patrick., et NASSY, Gilles, 2011. Veille sur les techniques de détection en abattoir des composés odorants de mâles entiers. In : *Rapport d'étude*. Pôle viande fraîche et produits transformés, IFIP. Juin 2011. (V1)

CHEVILLON, Patrick, et QUINIOU, Nathalie, 2012. Conséquence de la non castration des porcs mâles selon le type génétique : verrat Piétrain versus verrat Duroc*Piétrain. Effet sur les performances de croissance et le niveau d'odeur du gras. In : *Rapport d'Etude*. Pôle viandes et charcuteries et techniques d'Elevage, IFIP. Mai 2012. (Z2)

CHEVILLON, P., GAULT, E., LHOMMEAU, T., et BONNEAU, M., 2011, a. Acceptabilité de l'odeur et du goût de la longe cuite de porcs mâles entiers dégraissée vendue tranchée en libre-service selon 4 classes d'androsténone. In : *Rapport d'Etude*. Pôle viandes fraîches et produits transformés, IFIP. Juin 2011. (V3)

CHEVILLON, P., MARTIN, J-L., GAULT, E., et LHOMMEAU, T., 2011, b. Acceptabilité de l'odeur et du goût de saucisses traditionnelles de porcs mâles entiers selon 3 classes d'androsténone

par comparaison à un lot témoin de porcs femelles. In : Rapport d'étude. Pôle viande fraîche et produits transformés, IFIP. Juin 2011. (V4)

CHEVILLON, P., NASSY, G., GAULT, E., LHOMMEAU, T., et BONNEAU, M., 2011, c. Détermination d'un seuil de risque d'odeurs sexuelles de verrats sur rôti de mâle entier à partir d'analyses sensorielles de consommateurs. In : Rapport d'étude. Pôle viande fraîche et produits transformés, IFIP, Juin 2011. (V2)

CHEVILLON, P., QUINIOU, N., COURBALAY, V., GOUES, T., LE ROUX, A., GAULT, E., LHOMMEAU, T., 2011, d. Produire des porcs mâles entiers en France demain, Effets : du mode d'alimentation, du plan d'alimentation, de l'âge à l'abattage sur la qualité des carcasses et les odeurs sexuelles de verrat. In : Rapport d'Etudes. Pôle Viandes Fraîches et Produits Transformés, IFIP. Juin 2011. (Z3)

CHEVILLON, Patrick, VAN FERNEIJ, Jan Peter, 2014. Le point sur les travaux européens relatifs aux porcs mâles non castrés [en ligne]. In : *SPACE 2014*, Rennes, 16-19 Septembre 2014. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/etudes-arret-castration-porcs-europe-ifip.pdf>

CHEVILLON, Patrick, 2018. Bilan 2017 [en ligne]. In : *Editions Ifip*. Mai 2018, p.79. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.ifip.asso.fr/fr/mots-cl%C3%A9s/immunocastration>

COMMISSION EUROPEENNE, 2019. Establishing best practices on the production, the processing and the marketing of meat from uncastrated pigs or pigs vaccinated against boar taint (immunocastrated). Final Report [en ligne] . Luxembourg Publication Office of the European Union, 2019. 14 Mars 2019. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_establishing-best-practices.pdf ISBN 978-92-79-99366-4.

COOPERL, 2020. Rapport annuel intégré : Bilan d'activités, responsabilités sociales de l'entreprise [en ligne]. In : *Cooperl, coopérative agricole et agroalimentaire du grand ouest organisée en filière*. Septembre 2020. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://drive.google.com/file/d/1LiSANnm3EEnID_Pliulxrv6d9C-uqnHY/view

COURBOULAY, V., QUINIOU, N., GOUES, T. et CHEVILLON P., 2013. Incidence des conditions d'élevage sur le comportement et le risque de blessures chez les porcs mâles entiers [en ligne]. In : *Journée de la recherche porcine*, Paris, 5-6 Février 2013. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/courboulayn1_poster2013jrp.pdf (Courboulay et alt., 2013)

DAUMAS, Gérard, 2015. Mâles entiers Evaluer la qualité des carcasses. In : Rapport d'étude. IFIP. Septembre 2015. (V11 (DAUMAS, 2015))

FONT I FURNOLS, Maria, 2020. Alternatives to piglet castration: Innovation in grading and meat quality control systems. In: *Practical solutions to piglet castration*, Webinaire IPEMA,

15 Septembre 2020. [Consulté le 15 Septembre 2015]. Disponible à l'adresse: <http://www.ca-ipema.eu/> (IPEMA 4 Cascasse)

FRANCEAGRIMER, 2016. Méthodes de classement [en ligne]. In : Pesée/Classement/Marquage : Guide technique et réglementaire. Octobre 2016. [Consulté le 12/10/2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.franceagrimer.fr/content/download/49247/document/4%20-%20Guide%20PCM%20des%20carcasses%20de%20porcs..pdf>

GAUDRE, D., CHEVILLON, P., GAULT, E., LHOMMEAU, T., et LE ROUX, A., 2012. Effet de la teneur en protéines non digestibles de l'aliment sur le dépôt de scatol dans le gras de porcs mâles entiers. In : Rapport d'étude Pôle viandes et charcuteries, IFIP. Mai 2012. (Z1)

INTERPORC RHÔNE-ALPES, 2019. La filière porcine d'Auvergne-Rhône-Alpes en 2019 [en ligne]. In : *Interporc Rhône-Alpes*. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.interporcra.fr/chiffres-filiere-2019/>

IPEMA, 2020. About IPEMA [en ligne]. In : *Innovative Approaches for Pork Production with Entire Males*. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse: <http://www.ca-ipema.eu/about-ipema>

LA COOP, 2013. La bonne méthode de castration pour réduire l'incidence des hernies inguinales [en ligne]. In : *La filière porcine coopérative*. Fiche technique. Novembre 2013. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://porclacoop.coop/membres/admin/fiches-techniques/Fiche-technique-Methode-de-castration-nov2013.pdf>

LARZUL, Catherine, 2020. Alternatives to piglet castration: Breeding & Genetics. In: *Practical solutions to piglet castration*, Webinaire IPEMA, 15 Septembre 2020. [Consulté le 15 Septembre 2015]. Disponible à l'adresse: <http://www.ca-ipema.eu/> (IPEMA 1 Génétique)

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2020. Arrêté du 24 Février 2020 modifiant l'arrêté du 16 Janvier 2003 établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs [en ligne]. Journal officiel, n°0049, texte n°39. 27 Février 2020. [Consulté le 9 octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000041645046

NUCLEUS, 2019. Piétrain INO : diminution du risque d'odeurs sexuelles[en ligne]. In : *Nucléus*. 1^{er} Avril 2019. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.nucleus-sa.com/actualites/692-pietrain-ino-diminution-du-risque-dodeurs-sexuelles.html>

Uniporc Ouest, sans date. Image Meater [en ligne]. In : *Uniporc Ouest*. [Consulté le 12 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.uniporc-ouest.com/documentation-technique/classement-des-animaux/image-meater.html>

PAROIS, S., BISSIANNI, G., HERLEMONT, S., MERCAT, M-J., BLANCHET, B., LARZUL, C., et PRUNIER, A., 2016. Influence de l'agressivité sur le comportement alimentaire, le développement sexuel et les odeurs sexuelles chez le porc mâle entier [en ligne]. In : *Journée de la Recherche Porcine*, Paris, 2-3 Février 2016. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2016/bien_etre/c4.pdf (IFIP 6)

PAROIS, S., BONNEAU, M., CHEVILLON, P., LARZUL, C., QUINIOU, N., ROBIC, A. et PRUNIER, A., 2018. Odeurs indésirables de la viande de procs mâles non castrés : problèmes et solutions potentielles. In : *La revue Inrae productions animales* [en ligne]. 11 Juin 2018. Vol.31, n°1, p.23-36. [Consulté le 7 Octobre 2020]. DOI : <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.1.2206>. Disponible à l'adresse : <https://productions-animales.org/article/view/2206#> (Parois et alt., 2018) : Site

PAROIS, S., FAOUCEN, A., LE FLOC'H, N., et PRUNIER, A., 2016. Effet de l'environnement sanitaire sur l'état inflammatoire, le développement sexuel et l'odeur des porcs mâles entiers [en ligne]. In : *Journée de la Recherche Porcine*, Paris, 2-3 Février 2016. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2016/bien_etre/cp14.pdf (IFIP 4)

PAROIS, S., ZEMB, O., et PRUNIER, A., 2017. Influence des conditions de logement sur la production et le stockage du scatol et de l'indole chez le porc mâle entier [en ligne]. In : *Journée de la Recherche Porcine*, Paris, 31 Janvier- 1^{er} Février 2017. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2017/bienetre/B06.pdf> (IFIP 3)

QUINIOU, N., COURBOULAY, V., CHEVILLON, P. et AUBRY, A., 2012. Elever des mâles entiers : oui, mais dans quelles conditions ? In : *Tech Porc* [en ligne]. Mars-Avril 2013. N°10, p.15-17. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/techporc_quiniou_n10_2013.pdf (Quiniou et alt., 2012)

QUINIOU, N., COURBOULAY, V., SALAUN, Y., et CHEVILLON, P., 2010. Conséquences de la non castration des porcs mâles sur les performances de croissance et le comportement : comparaison avec les mâles castrés et les femelles [en ligne]. In : *Journée de la Recherche Porcine*, Paris, 2-3 Février 2010. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2010/alimentation/A6.pdf> (IFIP 1)

QUINIOU, Nathalie, et CHEVILLON, Patrick., 2015. Performances de croissance et risques d'odeurs de verrat de porcs mâles entiers selon les apports alimentaires en acides aminés essentiels ou en protéines [en ligne]. In : *Journée de la Recherche Porcine*, Paris, 3-4 Février 2015. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2015/alimentation/03A.pdf> (IFIP 8)

QUINIOU, N., VALABLE, A-S., LEBAS, N., et COURBOULAY, V., 2017. Effet du niveau d'ingestion et de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance, le comportement et le risque d'odeurs sexuelles du porc mâle entier [en ligne]. In : *Journée de*

la Recherche Porcine, Paris, 31 Janvier- 1^{er} Février 2017. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2017/alimentation/A05.pdf> (IFIP 2)

QUINIYOU, N., VALABLE, A-S., MONTAGNON, F., et MENER, T., 2015. Effet du mode de présentation (farine ou miette) de l'aliment distribué en soupe sur les performances des porcs mâles entiers et le risque d'odeurs de verrat [en ligne]. In : *Journée de la Recherche Porcine*, Paris, 3-4 Février 2015. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2015/alimentation/26AP.pdf> (IFIP 9)

QUINIYOU, Nathalie, 2010. Conduite alimentaire des porcs vaccinés contre les odeurs de verrat. In : *Institut du porc* [en ligne]. Approche par l'alimentation, fiche 27. [Consulté le 08/10/2020]. Disponible à l'adresse : <https://ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/01-27-10-quiniyou.pdf>

ROY, H., DOURMAD, J-Y., PRUNIER, A., LEMOINE, T., et RAMONET, Y., 2016. Effet des types de sol et d'alimentation sur les performances de croissance et la composition des carcasses des porcs mâles entiers [en ligne]. In : *Journée de la Recherche Porcine*, Paris, 2-3 Février 2016. [Consulté le 7 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2016/bien_etre/c3.pdf (IFIP 5)

SKRLEP, Martin, 2020. Alternatives to piglet castration: Innovation in the processing industry and products development. In: *Practical solutions to piglet castration*, Webinaire IPEMA, 15 Septembre 2020. [Consulté le 15 Septembre 2015]. Disponible à l'adresse: <http://www.ca-ipema.eu/>

VAN FERNEIJ, Jan Peter, CHEVILLON, Patrick, 2015. Abattage de porcs mâles entiers : situations contrastées dans l'UE [en ligne]. In : *Tech Porc*. Mars-Avril 2015, N°22, p.9-11. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/techporc_vanfernej_n22_2015.pdf

VON BORELL, Eberhard, 2020. Alternatives to piglet castration: Management & Housing. In: *Practical solutions to piglet castration*, Webinaire IPEMA, 15 Septembre 2020. [Consulté le 15 Septembre 2015]. Disponible à l'adresse: <http://www.ca-ipema.eu/>

WALBECQUE, Claire, 2020. Dix groupements de l'Ouest signent l'arrêt de la castration. In : *PorcMag*. Septembre 2020, n°555, page 32.

WEILER, U., et BONNEAU, M., 2020. Alternatives to piglet castration: Overview of issues and solutions. In: *Practical solutions to piglet castration*, Webinaire IPEMA, 15 Septembre 2020. [Consulté le 15 Septembre 2015]. Disponible à l'adresse: <http://www.ca-ipema.eu/> (IPEMA 0 Intro)

WIKIPEDIA, 2020. L'inuline [en ligne]. In : *Wikipédia* l'encyclopédie libre. 17 Avril 2020. [Consulté le 9 Octobre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Inuline>