



HAL
open science

Quelles sont les conséquences d'une stratégie alimentaire sur les qualités des produits porcins issus de l'agriculture biologique ?

Chloé Van Baelen, Lucile Montagne, Stéphane Ferchaud, Armelle Prunier, Bénédicte Lebret

► To cite this version:

Chloé Van Baelen, Lucile Montagne, Stéphane Ferchaud, Armelle Prunier, Bénédicte Lebret. Quelles sont les conséquences d'une stratégie alimentaire sur les qualités des produits porcins issus de l'agriculture biologique?. 56. Journées de la Recherche Porcine (JRP), INRAE; Ifip, Feb 2024, Saint-Malo, France. pp.1-6. hal-04491558v1

HAL Id: hal-04491558

<https://hal.inrae.fr/hal-04491558v1>

Submitted on 12 Mar 2024 (v1), last revised 25 Mar 2024 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Quelles sont les conséquences de la stratégie alimentaire sur les qualités des produits porcins issus de l'agriculture biologique ?

Chloé VAN BAELEN (1), Lucile MONTAGNE (1), Stéphane FERCHAUD (2), Armelle PRUNIER (1), Bénédicte LEBRET (1)

(1) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590, Saint-Gilles, France

(2) INRAE, GenESI, 86480 Rouillé, France

chloe.van-baelen@inrae.fr

Avec la collaboration de Nathalie BONHOMME (1), Sophie DARE (1), Laurence LE NORMAND (1), Doryan GRIVAUULT (2), Stéphane MOREAU (2), Tony TERRASSON (2) et Jérôme LIGER (UE 3P, INRAE, 35590 Saint-Gilles, France)

Quelles sont les conséquences de la stratégie alimentaire sur les qualités des produits porcins issus de l'Agriculture Biologique ?

Depuis 2022, le cahier des charges de l'agriculture biologique (AB) stipule de distribuer des aliments 100 % AB et de renforcer le lien au sol *via* les matières premières incorporées dans l'aliment. La stratégie alimentaire est un levier majeur pour améliorer les qualités des produits porcins autour des dimensions extrinsèques (d'image) et intrinsèques (composition des carcasses, propriétés nutritionnelles, organoleptiques, technologiques). Une expérimentation a été conduite en AB avec 77 porcs mâles non castrés (Piétrain NN x Large White) issus de deux bandes, répartis entre deux lots intra-bande. L'un recevait un régime Témoin correspondant au cahier des charges AB, l'autre un régime Bio+ contenant majoritairement des matières premières françaises : des protéagineux (féverole), des sources d'acides gras oméga-3 (graines de lin, cameline) et des fourrages grossiers. Les animaux étaient élevés sur litière paillée (1,3 m²/porc) avec accès à une courette (1,0 m²/porc), alimentés *ad libitum* jusqu'à l'abattage (125 kg environ). La vitesse de croissance n'a pas été modifiée par la stratégie alimentaire ; le taux de muscle des pièces était plus élevé pour les porcs Bio+ ($P < 0,05$). La viande (muscle *Longissimus*) des porcs Bio+ avait un pH ultime plus élevé lié à un potentiel glycolytique plus faible, était moins claire, jugée plus rouge par un panel d'experts ($P < 0,05$), et présentait un moindre rapport en acides gras n-6/n-3 ($P < 0,001$) que celle des porcs Témoin. Les concentrations en scatol et androsténone de la bardière étaient faibles pour les deux lots toutefois les porcs Bio+ avaient une concentration en scatol inférieure à celle des porcs Témoin ($P < 0,05$). Ainsi, la stratégie Bio+ a amélioré plusieurs dimensions de qualité de la viande porcine AB tout en contribuant à la relocalisation des ressources alimentaires.

How does the feeding strategy affect the quality of organic pork products?

Since 2022, organic farming specifications require using 100 % organic feed and having a closer connection to the soil through the feed ingredients. The feeding strategy is one major factor for improving several properties of the quality of pork products, both extrinsic (image) and intrinsic (carcass composition; nutritional, organoleptic and technological properties). An experiment was conducted with 77 organic non-castrated male pigs (Piétrain NN x Large White) from two batches, divided into two groups per batch. One received a control feed that met the organic specifications, while the other received a test feed (Bio+) based mainly on French raw ingredients, protein crops (faba bean), sources of omega-3 fatty acids (linseed, camelina) and roughage. The pigs in each group were reared on deep straw bedding (1.3 m²/pig), with free access to an outdoor run (1.0 m²/pig), and fed *ad libitum* until slaughter at ca. 125 kg. The average daily gain was not influenced by the feeding strategy; carcass lean meat content was higher for the Bio+ pigs ($P < 0.05$). Loin meat (*Longissimus* muscle) from Bio+ pigs had a higher ultimate pH associated with a lower glycolytic potential, was less light in colour, judged to have a more intense red colour by trained panelists ($P < 0.05$), and had a lower n-6:n-3 fatty acid ratio ($P < 0.001$). Backfat skatole and androstenone concentrations were low in both groups, however the Bio+ pigs had a lower skatole concentration than control pigs ($P < 0.05$). Overall, the Bio+ feeding strategy had positive impacts on several qualities of organic pork from entire male pigs, while contributing to the change in the origin of feed ingredients.

INTRODUCTION

Le bien-être animal, l'impact environnemental de l'élevage et les conséquences de leur alimentation sur leur santé sont des préoccupations majeures des consommateurs de produits animaux (EU, 2020). L'agriculture biologique (AB) est un système de production visant à améliorer le bien-être animal, préserver la biodiversité et réduire fortement l'utilisation des intrants. C'est une obligation de moyens et non de résultats. Depuis 2022, le cahier des charges AB impose, pour les porcs en croissance-finition, une alimentation 100 % AB avec au moins 30 % de matières premières locales (même région ou, à défaut, territoire national ; Règlement UE 2018/848). Le bien-être animal améliore les surfaces d'élevage disponibles supérieures à celles appliquées en élevage conventionnel, la mise à disposition de litière et l'interdiction de la caudectomie. Les conditions de castration des porcs mâles sont similaires à celles de l'élevage conventionnel (jusqu'à 7 jours d'âge avec l'utilisation d'analgésique et d'anesthésique) mais il est plus cohérent de ne pas castrer les mâles en AB car cela permet de conserver leur intégrité et parce que les protocoles pratiqués en élevage ne soulagent que partiellement la douleur (Prunier *et al.*, 2020). L'évaluation conjointe des dimensions extrinsèques (ou d'image) et intrinsèques (composition des carcasses ; propriétés organoleptiques, nutritionnelles, technologiques) de la qualité permet d'identifier des synergies et/ou antagonismes entre ces dimensions (Prache *et al.*, 2022). L'alimentation des animaux est un levier pour améliorer ces qualités. L'incorporation de fibres dans l'aliment ou l'apport de fourrages permet de favoriser le comportement exploratoire des animaux, de réduire le risque d'odeurs indésirables des viandes de mâles non castrés (dites « odeurs de verrat ») en limitant la production de scatol (Parois *et al.*, 2018), et de réduire la teneur en glycogène musculaire pouvant influencer le pH de la viande (Li *et al.*, 2015).

Cette expérimentation teste les conséquences d'une stratégie alimentaire associant la distribution d'un régime à base de ressources locales, riche en acides gras n-3 et la mise à disposition de fourrages grossiers chez des porcs mâles non castrés, élevés en AB, sur plusieurs dimensions de la qualité. L'originalité de cette étude est d'évaluer conjointement différentes dimensions de la qualité en termes de valeur commerciale pour l'éleveur et de propriétés organoleptiques, nutritionnelles et technologiques (Prache *et al.*, 2022). L'hypothèse est que comparativement à une alimentation correspondant *a minima* au cahier des charges AB, la stratégie d'alimentation testée réduit la concentration de scatol et par conséquent le risque d'odeurs indésirables chez les mâles non castrés, limite la diminution du pH *post mortem* et améliorer ainsi la qualité technologique, et par ailleurs améliore la valeur nutritionnelle de la viande tout en contribuant à la relocalisation des ressources alimentaires.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental et animaux

L'expérimentation a été conduite dans la station expérimentale INRAE Porganic (UE GenESI, 86480 Rouillé, doi : 10.15454/1.5572415481185847E12) en respectant la directive européenne 2010/63/EU relative à l'expérimentation animale. Elle s'est déroulée de novembre 2021 à juin 2022 avec 77 porcs mâles non-castrés (Piétrain (NN) x Large White), issus de deux bandes d'élevage (n = 49 et n = 28 porcs). Au sein de chaque

bande, les porcs ont été choisis intra-portée (10 portées issues de neuf verrats et huit portées issues de huit verrats, respectivement pour les bandes 1 et 2) sur la base de leur poids vif au sevrage (49 jours d'âge), et répartis entre deux lots. Chaque lot de porcs était élevé dans une case du même bâtiment sur une litière paillée (1,3 m²/porc) avec un accès libre à une courette bétonnée couverte (1,0 m²/porc). Les porcs étaient pesés toutes les deux semaines individuellement pour déterminer leur gain moyen quotidien (GMQ).

1.2. Stratégie alimentaire

Au sein de chaque bande, un lot de porcs a reçu successivement deux aliments (un aliment croissance de 30 à 70 kg puis un aliment finition jusqu'à l'abattage, à environ 125 kg) dits Témoin (T) correspondant au cahier des charges AB. L'autre lot a reçu successivement deux aliments test (Bio+) formulés essentiellement avec des matières premières françaises, contenant plus de graines protéagineuses et des sources d'acides gras n-3 (graines de lin, cameline). Les porcs de ce lot ont eu accès à des fourrages distribués au râtelier : du foin de prairie pendant la phase de croissance et de l'enrubané de trèfle pendant la phase de finition. Les aliments ont été formulés par une société commerciale (DFP Nutraliance, 19140 Saint-Ybard), pour répondre aux besoins nutritionnels des animaux (Tableau 1). Les régimes étaient formulés pour être isoénergétiques. Les animaux ont été nourris *ad libitum* tout au long de l'expérience et les quantités distribuées de chaque aliment, et de fourrages grossiers pour les porcs Bio+, ont été estimées par case. Tous les porcs avaient un accès permanent à l'eau.

1.3. Abattage et mesures de qualité sur carcasse et viande

Les animaux ont été abattus dans un abattoir commercial (Cooperl, 79800 Sainte-Eanne) à un poids vif moyen de 125 kg. La carcasse chaude a été pesée et le taux de muscle des pièces (TMP) de la carcasse a été déterminé à l'aide de l'appareil CSB-Image-Meater. La détection des odeurs de verrat (carcasse odorante ou non) a été effectuée sur chaque carcasse à l'aide de la méthode du nez humain, par le personnel de l'abattoir formé et expérimenté. Après 24 h à 4°C, la demie carcasse droite a été découpée selon la découpe néerlandaise standardisée et le jambon, la longe, l'épaule, la poitrine et la bardière ont été pesés. Le pH ultime (pHu) du muscle *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL ; 1^{ère}-2^{ème} dernières côtes ; électrode Ingold Xerolyt, pH-mètre Syleps) et sa couleur (coordonnées CIE L* (clarté), a* (rougeur), b* (jaune), C* (saturation) et h* (teinte), section transversale niveau dernière côte ; chromamètre Minolta CR400) ont été mesurés. Les pertes en eau ont été déterminées selon la méthode EZ-Drip-Loss, 24 h après la découpe.

1.4. Propriétés biochimiques du muscle *Longissimus*

A la découpe, une tranche de LTL (1^{ère} vertèbre lombaire) a été prélevée, parée, broyée et stockée sous vide (-20°C) pour déterminer la teneur en lipides intramusculaires par extraction chloroforme/méthanol et analyse de la composition en AG par chromatographie en phase gazeuse (Lebret *et al.*, 2023). Les teneurs en protéines et en eau ainsi que le potentiel glycolytique ont été déterminés sur un échantillon de LTL (niveau dernière côte) selon les méthodes décrites par Lebret *et al.* (2023).

1.5. Détermination des concentrations en androsténone et scatol

Un échantillon de bardière (épaisseur totale) a été prélevé au niveau du cou 24 h *post-mortem* et stocké sous vide à -20°C. Après élimination de la peau et des résidus de muscle, chauffage, centrifugation puis extraction (méthanol), les concentrations en androsténone et scatol du gras liquide ont été déterminées par HPLC (high performance liquid chromatography) comme décrit par Batorek *et al.* (2012). Les limites de détection étaient de 0,24 µg/g de graisse pure pour l'androsténone et de 0,02 µg/g de graisse pure pour le scatol et ces valeurs ont été attribuées aux porcs dont les concentrations étaient inférieures à ces limites.

1.6. Analyse sensorielle

Des échantillons de LTL (rôti de 800 g, entre la 11^{ème} et la 5^{ème} vertèbre dorsale sur 18 cm vers le côté crânial) ont été prélevés à la découpe, mis sous-vide à 4°C et envoyés au laboratoire d'analyse sensorielle (IDELE, 14310 Villers-Bocage) pour être dégustés après 7 à 8 jours de maturation. Le profil sensoriel a été réalisé dans une salle d'analyse sensorielle par un jury de 14

experts, qualifiés et entraînés. Chaque caractère a été évalué selon une grille de notation continue allant de 0 (absence) à 10 (élevé). L'évaluation de l'aspect cru a été réalisée sur une tranche coupée côté caudal. Des bouchées de 25 g ont été préparées puis cuites au four 5 min 30 à 250°C (73°C à cœur) pour l'évaluation de l'odeur, de la flaveur et de la texture. Les jurés ont également indiqué si la viande avait une odeur atypique en cru et/ou en cuit selon des propositions préétablies ou sous forme de réponse ouverte.

1.7. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec un modèle mixte sur le logiciel R studio (version 4.3.0). L'unité statistique était l'animal, sauf pour les données de consommation alimentaire et d'indice de consommation calculées par case. Le modèle incluait la stratégie d'alimentation et la bande comme effets fixes, et le jour d'abattage (pour les indicateurs de qualité) ou la session d'analyse sensorielle, comme effets aléatoires. Les moyennes ajustées ont été calculées par lot. Pour les données d'androsténone et de scatol, dont les résidus n'ont pu être normalisés même après transformation en log ou en racine, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé.

Tableau 1 – Composition et valeurs nutritionnelles des aliments exprimés sur la base de la matière sèche (MS)

Lot	Témoin		Bio+	
	Croissance	Finition	Croissance	Finition
Phase				
Matières premières, %				
Orge	39,9	45,1	40,9	39,7
Blé	19,3	15,6	21,3	16,1
Maïs	-	1,0	-	-
Pois	15,0	17,6	13,8	18,7
Son de blé	5,1	8,0	-	-
Tourteau de soja	13,9	7,8	10,9	1,8
Tourteau de cameline	-	-	5,0	-
Féverole	-	-	2,9	8,0
Luzerne	1,0	1,0	1,0	1,0
Tourteau de tournesol	1,7	-	-	5,7
Graine de lin extrudée	-	-	-	5,0
Macro-éléments (sel, argile, phosphore, carbonate de chaux)	3,89	3,69	3,92	3,72
Premix (oligo-éléments et vitamines)	0,25	0,25	0,25	0,25
Composition nutritionnelle (analysée sauf précisé)				
Matière sèche (MS), %	88,7	89,0	89,2	89,1
Matière organique, % MS	93,0	93,1	93,5	93,4
Matières azotées totales, % MS	17,2	15,7	16,9	15,9
Matières grasses, % MS	3,1	2,6	3,3	4,1
NDF, % MS	17,1	18,3	17,6	16,8
Acides gras saturés, % acides gras identifiés	19,2	21,8	19,2	16,5
Acides gras monoinsaturés, % acides gras identifiés	26,8	11,9	22,1	36,5
Acides gras polyinsaturés, % acides gras identifiés	54,1	66,3	58,6	47,0
acide linoléique (LA) / acide α-linolénique (ALA)	8,2	9,3	6,8	1,7
Lysine (calculée), g/kg	8,5	7,3	8,6	7,3
Energie nette (calculée), MJ/kg	9,44	9,33	9,45	9,34

2. RESULTATS

2.1. Performances de croissance et qualité de la carcasse

La vitesse moyenne de croissance des animaux et le poids vif à l'abattage ne diffèrent pas significativement selon la stratégie

alimentaire. L'indice de consommation est similaire pour les deux groupes (2,81 respectivement pour les témoins et les Bio+). Les animaux ont consommé en moyenne par jour pendant la phase croissance et finition : 2,86 kg par porc pour le Bio+ et 2,80 kg par porc pour le Témoin. En plus, les animaux Bio+ ont mangé en moyenne 65 g de foin et 117 g d'enrubanné frais/porc/ jour. Le poids de carcasse chaude et le rendement

de carcasse ne sont pas influencés par la stratégie alimentaire, mais le TMP est plus élevé pour les porcs Bio+ comparés aux porcs Témoin, avec une valeur d'épaisseur de muscle plus élevée (+ 0,9 points TMP ; $P < 0,05$; Tableau 2).

Tableau 2 – Effet de la stratégie alimentaire sur les performances de croissance et les caractéristiques de la carcasse

	Stratégie alimentaire ¹				Statistique – Effets ²	
	Témoin		Bio+		Lot	Bande
	37	40	37	40		
n - animaux	37	40	37	40		
	Lsmeans	se	Lsmeans	se		
Performances de croissance-finition						
Age abattage, jour	172	5,19	172	5,18	0,46	0,81
Poids vif initial, kg	33,1	1,53	34,1	1,51	0,40	0,67
Poids vif final, kg	127,0	1,41	129,0	1,34	0,41	0,38
GMQ ³ , g	998	28,9	1021	28,6	0,22	0,48
Caractéristiques des carcasses						
Poids de carcasse chaude, kg	97,9	1,19	99,5	1,13	0,28	0,31
Rendement de carcasse ⁴ , %	77,0	0,75	77,3	0,75	0,29	0,25
TMP ⁵ , %	59,8	0,47	60,7	0,46	0,04	0,72
G3, mm	13,2	0,76	13,6	0,70	0,50	0,17
M3, mm	72,5	1,82	76,3	1,63	0,04	0,56
G4, mm	23,3	0,65	23,8	0,55	0,51	0,07
M4, mm	54,8	1,01	57,2	0,85	0,06	0,52

¹ moyennes ajustées (least-square means) et erreur standard de cette moyenne (standard error). ² Probabilités de l'effet de la stratégie alimentaire et de la bande. ³ Gain Moyen Quotidien. ⁴ Ratio entre le poids de carcasse chaude et le poids vif final (x100). ⁵ Taux de Muscles par Pièces avec G3 et M3 : épaisseur minimale de gras (couenne incluse) et de muscle recouvrant le muscle Gluteus medius ; G4 et M4 : épaisseur moyenne de gras (couenne incluse) et de muscle recouvrant quatre vertèbres lombaires.

2.2. Qualité technologique et composition biochimique du muscle Longissimus

Le pHu est plus élevé pour les porcs Bio+ que pour les porcs Témoin ($P < 0,05$; Tableau 3). La luminance est plus faible ($P < 0,05$) et l'angle de teinte tend à être réduit ($P < 0,10$) chez les porcs Bio+ comparés aux porcs Témoin, indiquant une viande moins claire et plus rouge, alors que les pertes en eau et la teneur en lipides ne diffèrent pas significativement. En revanche, la teneur en protéines du LTL est plus élevée ($P < 0,01$) et le potentiel glycolytique est plus faible ($P < 0,001$) chez les porcs Bio+ comparés aux porcs Témoin. Concernant les compositions en AG, le régime Bio+ a permis de réduire nettement le rapport LA /ALA passant de 20,3 pour les Témoin à 6,3 pour les Bio+ ($P < 0,001$).

2.3. Composés odorants du tissu adipeux

La concentration en androstenone tend à être plus élevée pour les porcs Bio+ comparés aux Témoin ($P = 0,06$; Figure 1). A l'inverse, la concentration en scatol est réduite chez les porcs Bio+ comparés aux Témoin, où plus d'animaux présentent des valeurs supérieures à 0,02 µg/g ($P = 0,03$; Figure 1). Toutefois, les valeurs des deux composés restent globalement basses au regard des seuils de détection et aucune carcasse n'a été

déclarée odorante à l'abattoir suite au test du nez humain.

Tableau 3 – Effet de la stratégie alimentaire sur les indicateurs de qualité et la composition biochimique de la longe

	Stratégie alimentaire ¹				Statistique – Effets ²	
	Témoin		Bio+		Lot	Bande
	37	40	37	40		
n - animaux	37	40	37	40		
	Lsmeans	se	Lsmeans	se		
Indicateurs de carcasse						
pHu	5,51	0,01	5,56	0,01	0,012	0,83
Pertes en eau, %	4,22	0,43	3,85	0,42	0,42	0,031
Luminance, L*	50,2	0,56	49,0	0,51	0,031	0,23
Indice de rouge, a*	6,74	0,23	6,75	0,22	0,96	0,26
Indice de jaune, b*	4,80	0,24	4,65	0,24	0,45	0,43
Saturation, C*	8,31	0,32	8,25	0,31	0,83	0,34
Angle de teinte, h°	35,5	0,54	34,2	0,51	0,082	0,13
Composition biochimique						
Eau, %	75,1	0,11	75,0	0,11	0,35	0,593
Protéines, %	22,0	0,08	22,3	0,08	0,003	0,117
Lipides, %	2,25	0,11	2,13	0,11	0,39	0,101
PG ³ , µmol eq. lactate/g	178	4,55	160	4,44	<0,001	0,189
Composition en acides gras, % d'AG identifiés						
Saturés	35,1	0,39	34,5	0,38	0,143	0,99
Monoinsaturés	47,4	0,47	47,8	0,45	0,580	0,61
Polyinsaturés	17,5	0,59	17,7	0,56	0,776	0,65
LA/ALA ⁴	20,3	0,64	6,3	0,61	<0,001	0,70

¹ moyennes ajustées (least-square means) et erreur standard de cette moyenne (standard error). ² Probabilités de l'effet de la stratégie alimentaire et de la bande. ³ Potentiel Glycolytique. ⁴ Acide linoléique / acide α -linoléique

Tableau 4 – Effet de la stratégie alimentaire sur les indicateurs sensoriels de la longe (note de 0 : absence à 10 : élevé)

	Stratégie alimentaire ¹				Statistique – Effets ²	
	Témoin		Bio+		Lot	Bande
	37	40	37	40		
n - animaux	37	40	37	40		
	Lsmeans	se	Lsmeans	se		
Viande crue						
Couleur rouge	5,09	0,14	5,60	0,13	0,01	0,02
Odeur	2,10	0,11	2,14	0,11	0,58	0,84
Quantité de persillé	1,89	0,10	1,86	0,10	0,81	0,10
Homogénéité du persillé	1,87	0,10	1,86	0,09	0,95	0,21
Viande cuite						
Odeur	5,78	0,10	5,75	0,09	0,67	0,53
Flaveur	5,82	0,10	5,76	0,10	0,27	0,19
Tendreté	6,34	0,14	6,12	0,13	0,08	0,61
Jutosité	5,62	0,08	5,57	0,08	0,58	0,13
Persistance aromatique	5,88	0,08	5,79	0,08	0,13	0,53

¹ Moyennes ajustées (least-square means) des juges pour chaque indicateur et erreur standard de cette moyenne (standard error). ² Probabilités de l'effet de la stratégie alimentaire et de la bande.

2.4. Analyse sensorielle du rôti de longe

Parmi les indicateurs sensoriels évalués sur viande crue, seule l'intensité de la couleur rouge a été modifiée par la stratégie Bio+, donnant une viande plus rouge comparée à la stratégie Témoin ($P < 0,01$; Tableau 4). Lorsque les odeurs sur viande crue étaient jugées comme atypiques, les descripteurs considérés ou proposés par les juges étaient : « urine » (15 porcs : 8 Bio+ et 7 Témoin), « verrat » (2 Bio+ et 2 Témoin), « animale » (1 Bio+). La stratégie Bio+ n'a pas eu d'impact significatif sur les indicateurs sensoriels de la viande cuite. La viande des porcs Témoin tendait toutefois à être plus tendre que celle des Bio+ ($P < 0,10$). Concernant l'odeur de la viande cuite, les juges ont pu relever des odeurs atypiques mais peu d'odeurs singulières : « vanille » (1 Témoin), « noisette » (1 Témoin) et « sous-bois » (1 Bio+). Finalement, pour la flaveur évaluée sur viande cuite, des nouveaux descripteurs proposés par les juges apparaissent : « sang » (2 Témoin et 1 Bio+), « poivre piquant » (1 Bio+) et « piquant » (4 Bio+).

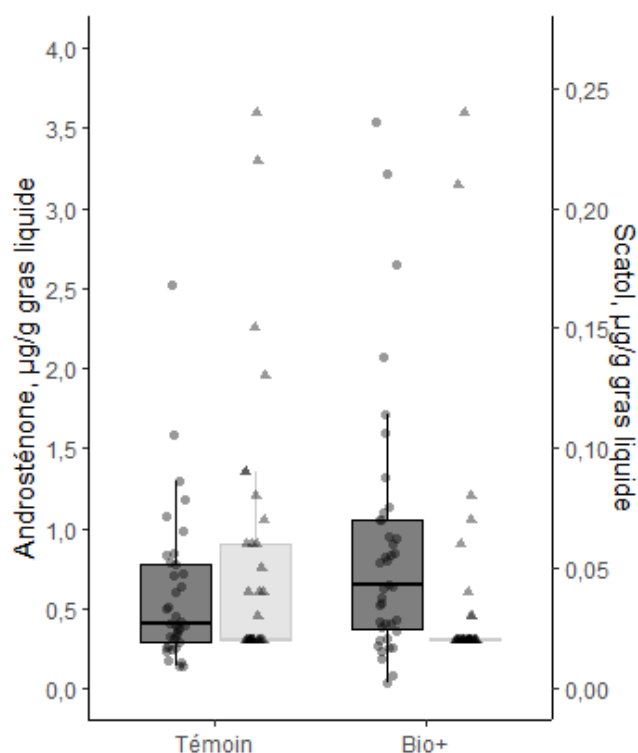


Figure 1 – Concentration en scatol et en androsténone dans le tissu adipeux des porcs Témoin et Bio+. Les traits horizontaux représentent (du haut vers le bas) le 3^{ème} quartile, la médiane et le 1^{er} quartile.

Noir = androsténone avec $P < 0,10$ / Gris = scatol avec $P < 0,05$

3. DISCUSSION

Les effets de la stratégie alimentaire fondée sur les ressources locales, l'inclusion de féverole et de matières premières riches en AG n-3 et la distribution de fourrages grossiers a permis d'améliorer conjointement plusieurs dimensions de la qualité de la viande issue de porcs mâles non-castrés élevés en AB.

3.1. Performances de croissance et qualité des carcasses

Les stratégies alimentaires testées Bio+ comme Témoin, excluant l'incorporation d'acides aminés de synthèse conformément aux cahiers des charges AB, conduisent à des performances de croissance et une qualité de carcasse des porcs mâles non castrés satisfaisantes au regard des résultats obtenus en AB (Ferchaud *et al.*, 2022). Des études indiquent

qu'en AB les performances de croissance peuvent être réduites en raison d'une insuffisance de couverture des besoins énergétiques qui peuvent être accrus par l'augmentation de surface disponible et l'accès à l'extérieur (activité physique et thermorégulation) (Prunier et Lebret, 2009). Par ailleurs, la distribution de fourrages n'a pas altéré le rendement de carcasse, effet négatif souvent rapporté dans la littérature, en raison de l'augmentation du poids du tube digestif relativement au poids vif suite à l'ajout de fibres dans la ration (Asmus *et al.*, 2014). Dans la mesure où la stratégie Bio+ n'a pas d'effet négatif sur les critères de croissance, de paiement des carcasses pour les éleveurs et sur les découpes primaires (% des pièces) pour l'abattoir, nous suggérons qu'elle n'a pas diminué la valeur commerciale de la viande.

3.2. Qualité technologique de la longe

La stratégie Bio+ a permis d'augmenter légèrement le pHu de la longe, en raison de la réduction du potentiel glycolytique musculaire correspondant à la somme des composés susceptibles de produire de l'acide lactique *post-mortem* (Monin, 2003). Ce résultat est en accord avec la littérature, montrant que l'incorporation de fibres dans la ration alimentaire entraîne une réduction des réserves en glycogène musculaire (Li *et al.*, 2015). L'amélioration de la couleur de la viande (moindre luminance, teinte plus rouge) des porcs Bio+ relativement aux porcs Témoin peut s'expliquer par le pHu plus élevé des premiers, en raison des relations bien établies entre ces caractères (Rosenvold et Andersen, 2003). La couleur de la viande Bio+ (luminance faible) est en cohérence avec les différences de pH et PG. L'ensemble de ces résultats indique que, comparé au Témoin, le régime Bio+ améliore la qualité technologique de la viande.

3.3. Qualité organoleptique de la longe

Aucune carcasse n'a été déclarée odorante par le test du nez humain, en cohérence avec des concentrations en androsténone et en scatol faibles. Au regard des seuils de rejet par les consommateurs qui sont de 3 µg/g de gras liquide pour l'androsténone et 0,15 µg/g de gras liquide pour le scatol (Moerlein *et al.*, 2012 ; Bonneau et Chevillon, 2012), seuls deux porcs Bio+ dépassent le seuil pour l'androsténone et deux autres le seuil pour le scatol, deux porcs Témoin dépassent le seuil pour le scatol. Les verrats (Piétrain NN ; Nucleus) ont été choisis pour leur faible risque d'odeurs liées à l'androsténone. En outre, le paillage régulier, favorisant une zone de litière propre, a sans doute contribué à limiter la concentration en scatol dans le tissu adipeux (Parois *et al.*, 2018). La présence de des fibres dans la ration de ces porcs pourrait expliquer la réduction de production de scatol, issu de la dégradation du tryptophane dans le colon (Parois *et al.*, 2018 ; Quiniou *et al.*, 2022). La moindre teneur en scatol du gras des porcs Bio+ n'a toutefois pas affecté l'intensité d'odeur ou de flaveur en cohérence avec le fait que le même nombre de porcs dépasse le seuil de rejet (0,15 µg/g) dans les deux groupes. La tendreté tend à être réduite chez les porcs Bio+, alors que nous aurions pu attendre l'inverse en raison de leur pHu légèrement plus élevé, et de la corrélation positive généralement observée entre ces caractères (Listrat *et al.*, 2015). Globalement, les notes moyennes des indicateurs sur la viande cuite (ainsi que la couleur de la viande crue) sont assez élevées, suggérant une bonne qualité organoleptique de la viande des porcs quelle que soit la stratégie alimentaire.

3.4. Qualité nutritionnelle de la longe

La stratégie Bio+ comprenant des aliments formulés pour augmenter les apports en ALA *via* l'incorporation de tourteau de cameline et de graines de lin extrudées, associée à la distribution de fourrages riches en ALA (foin de prairie : 0,44% et enrubbanné de trèfle : 1,15 % des AG identifiés), ont permis d'augmenter la proportion d'AG n-3 dans la viande et de réduire le rapport LA/ALA jusqu'à des valeurs proches des recommandations nutritionnelles (ANSES, 2011). L'effet favorable de la distribution d'un régime enrichi en AG n-3, en particulier *via* l'incorporation de graines de lin pour augmenter leur teneur et améliorer la valeur nutritionnelle de la viande de porc, est bien établi (Wood *et al.*, 2008; Corino *et al.*, 2014). Ainsi, la stratégie Bio+ permet de mieux répondre aux recommandations nutritionnelles.

CONCLUSION

Comparativement à une alimentation respectant *a minima* le cahier des charges AB, la stratégie Bio+ qui repose sur des matières premières pour la plupart d'origine française,

l'incorporation de fibres et de matières premières riches en AG n-3, a permis d'améliorer plusieurs propriétés de qualité de la viande importantes pour les consommateurs : propriétés d'image (relocalisation des ressources visant un moindre impact environnemental), organoleptiques (concentration en scatol plus faible) et nutritionnelles (composition en AG n-3) . La stratégie Bio+ n'a pas modifiée les performances de croissance mais a permis d'améliorer la qualité des carcasses, ainsi que plusieurs indicateurs de qualité technologique qui ont un intérêt pour les éleveurs et les transformateurs. La quantification des conséquences de la stratégie alimentaire testée sur d'autres propriétés de la qualité, en particulier celle des impacts environnementaux mérite d'être réalisée.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été conduite dans le cadre du CASDAR Farinelli (2020-2024), porté par la FNAB, l'ITAB et FOREBIO. La responsabilité du ministère en charge de l'agriculture ne saurait être engagée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANSES, 2011. Actualisation des Apports Nutritionnels Conseillés pour les acides gras - Version intégrant les modifications apportées par l'erratum du 28 juillet 2011. Anses 327 pages. <https://www.anses.fr/fr/content/actualisation-des-apports-nutritionnels-conseill%C3%A9s-pour-les-acides-gras-version-int%C3%A9grant-0>
- Asmus M.D., De Rouche L.M., Tokach M.D., Dritz S.S., Houser T.A., Nelssen J.L., Goodband R.D., 2014. Effects of lowering dietary fiber before marketing on finishing pig growth performance, carcass characteristics, carcass fat quality, and intestinal weights. *J. Anim. Sci.*, 92, 119-128.
- Batorek N., Škrlep M., Prunier A., Louveau I., Noblet J., Bonneau M., Čandek-Potokar M., 2012. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *J. Anim. Sci.*, 90, 4593-4603.
- Bonneau M., Chevillon P., 2012. Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone. *Meat Sci.*, 90, 330-337.
- Corino C., Rossi R., Cannata S., Ratti S., 2014. Effect of dietary linseed on the nutritional value and quality of pork and pork products: Systematic review and meta-analysis. *Meat Sci.*, 98, 679-688.
- EU, 2018. Règlement (EU) 2018/848 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques, et abrogeant le règlement (CE) no 834/2007 du Conseil. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/848/oj/eng>
- EU, 2020. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee of the regions. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381>
- Ferchaud S., Terrasson T., Moreau S., Grivault D., Billon Y., 2022. Présentation de l'installation porcine biologique INRAE, #porganic : choix techniques et premiers résultats. *Journées Rech. Porcine*, 54, 307-308.
- Lebreton B., Lhuisset S., Labussière E., Louveau I., 2023. Combining pig genetic and feeding strategies improves the sensory, nutritional and technological quality of pork in the context of relocation of feed resources. *Meat Sci.*, 197, 109074.
- Li Y., Li J., Zhang L., Yu C., Lin M., Gao F., Zhou G., Zhang Y., Fan Y., Nuldali L., 2015. Effects of dietary energy sources on post mortem glycolysis, meat quality and muscle fibre type transformation of finishing pigs. *PLOS ONE*, 10, e0131958.
- Listrat A., Lebreton B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Bugeon J., 2015. Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs. *INRA Prod. Anim.*, 2015, 28, 125-136.
- Moerlein D., Grave A., Sharifi A.R., Buecking M., Wicke M., 2012. Different scalding techniques do not affect boar taint. *Meat Sci.*, 91, 435-440.
- Monin G., 2003. Abattage des porcs et qualités des carcasses et des viandes. *INRAE Prod. Anim.*, 16, 251-262.
- Parois S., Bonneau M., Chevillon P., Larzul C., Quiniou N., Robic A., Prunier A., 2018. Odeurs indésirables de la viande de porcs mâles non castrés : problèmes et solutions potentielles. *INRAE Prod. Anim.*, 31, 23-36.
- Prache S., Lebreton B., Baeza E., Martin B., Gautron J., Feidt C., Medale F., Corraze G., Raulet M., Lefevre F., Verrez-Bagnis V., Sans P., 2022. Review: quality of animal-source foods. *Animal*, 16, 100376.
- Prunier A., Lebreton B., 2009. La production biologique de porcs en France : caractéristiques des élevages, impacts sur la santé, le bien-être et la qualité des produits. *INRA Prod. Anim.*, 22, 179-188.
- Prunier A., Devillers N., Herskin M.S., Sandercock D.A., Sinclair A.R.L., Tallet C., Von Borell E., 2020. Husbandry interventions in suckling piglets, painful consequences and mitigation. *The suckling and weaned piglet*, Chantal Farmer (Ed.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 107-138.
- Quiniou N., Bee G., Maribo H., Zamaratskaia G., Lawlor P., 2022. Quelles stratégies alimentaires pour couvrir les besoins nutritionnels des porcs mâles entiers et/ou immuno-castrés et pour réduire les risques d'odeurs de verrat dans la viande ? *INRAE Prod. Anim.*, 35, 109-120.
- Rosenvold K., Andersen H.J., 2003. Factors of significance for pork quality—a review. *Meat Sci.*, 64, 219-237.
- Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M., 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.*, 78, 343-358.