# Influence de la nature des acides gras n-3 sur les critères de performances de croissance du porc et sur les qualités nutritionnelle et sensorielle de la viande

Auriane de TONNAC (1, 2), Karine METEAU (3), Mathieu GUILLEVIC (2), Guillaume CHESNEAU (2), Guillaume MAIRESSE (2),

Jacques MOUROT (1)

(1) INRA, UMR1348 PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France
(2) Valorex, 35210 Combourtillé, France
(3) INRA, UE 1206 EASM, 17700 Saint-Pierre-d'Amilly, France

jacques.mourot@rennes.inra.fr

Avec la collaboration technique de Cécile PERRIER (1), Gwennola ROBIN (1), Yolande JAGUELIN-PEYRAUD (1) et Jennifer CARRE (1), dans le cadre du projet ANR Agralid.

# Influence de la nature des acides gras n-3 sur les critères de performances de croissance du porc et sur les qualités nutritionnelle et sensorielle de la viande

L'apport de graines de lin extrudée (GLE) dans l'aliment de porcs améliore la qualité nutritionnelle de la viande via un accroissement des dépôts d'ALA (C18:3 n-3), sans toutefois accroître celui de DHA (C22:6 n-3). Un traitement d'extrusion sur graines de lin plus ou moins riches en fibres et leur association dans les régimes avec des microalgues riches en DHA permettrait d'accroître davantage les dépôts du précurseur et des dérivés à longue chaine dans la viande. L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle et sensorielle de la viande de porcs nourris avec ces deux ressources (graines de lin et/ou microalgues). Soixante-douze porcs en croissance-finition ont reçu un régime témoin ou cinq régimes expérimentaux composés soit de GLE riches (GLE+) ou non (GLE-) en fibres, soit de microalgues riches en DHA, soit d'un mélange GLE-/microalgues. Les performances zootechniques n'étaient pas différentes entre les lots, les régimes étant isoénergétiques, isoprotéiques et isolipidiques. Les acides gras (AG) n-3 du foie, du muscle longissimus dorsi et du tissu adipeux dorsal correspondaient aux acides gras n-3 ingérés. La viande du lot microalgues était la plus peroxydée alors que celle du lot GLE- ne l'était pas plus que les lots témoin et GLE+. Ceci a été confirmé par une analyse sensorielle réalisée par un jury d'experts qui a détecté une odeur anormale de la viande du lot microalgues par rapport à celle du lot témoin.

#### Influence of n-3 fatty acids on pig growth performance criteria and on the nutritional and sensory qualities of pork

The addition of extruded linseed (GLE) to pig feed improves the nutritional quality of the pork via an increase in ALA deposits (C18:3 n-3), but without increasing the deposition of DHA (C22:6 n-3). The extrusion treatment of more or less fiber-rich linseed and its association with DHA-rich microalgae in the diets would appear to increase even further the precursor deposits and long-chain derivatives in the pork. The aim of this study was to evaluate the nutritional and sensorial quality of meat from pigs fed linseed and/or microalgae. Seventy two growing-finishing pigs received a control diet or five experimental diets composed either of linseed rich (GLE+) or not (GLE-) in fibers, or of DHA-rich microalgae, or of a GLE-/microalgae mixture. The growth performances did not differ between batches, as the diets were isoenergetic, isoproteic and isolipidic. The n-3 fatty acids in the liver, longissimus dorsi muscle and back fat corresponded to the n-3 fatty acids ingested. The pork from the microalgae batch was the most peroxided whilst the pork in the GLE- batch was not more peroxided than the control or GLE+ batches. This was confirmed by a sensorial analysis carried out by a panel of experts, detecting an abnormal odor in meat from the microalgae batch compared with the control batch.

#### **INTRODUCTION**

Des études ont depuis longtemps montré l'intérêt de nourrir les animaux d'élevage avec des régimes naturellement riches en acides gras n-3 afin d'améliorer in fine la qualité nutritionnelle de l'assiette du consommateur à travers l'apport lipidique. Ces études ont par exemple, porté sur l'intérêt de la graine de lin extrudée chez le lapin (Benatmane et al., 2011), les poules pondeuses (Baéza et al., 2014) et le porc (Guillevic et al., 2009), ou sur la microalgue chez le lapin (Mordenti et al., 2010) et les poules pondeuses (Baéza et al., 2015). Pour continuer d'augmenter le transfert d'acides gras (AG) n-3 précurseurs ou dérivés dans les tissus animaux, cette étude propose de distribuer des graines de lin extrudées pauvres en fibres associées à une microalgue riche en acide docosahexaénoïque (DHA) à des porcs en croissance. L'objectif est d'évaluer la qualité nutritionnelle et sensorielle de la viande de porcs nourris avec ces deux ressources. Pour cela, il faudra déterminer si l'apport de graines de lin pauvres en fibres dans les régimes améliore le dépôt d'acide  $\alpha$ -linolénique (ALA) dans les tissus par rapport à des graines de lin riches en fibres et si l'apport de microalgues riches en DHA améliore le dépôt de ce dérivé. Il s'agira également d'examiner la sensibilité des acides gras à la peroxydation et d'évaluer grâce à un jury d'experts la qualité sensorielle de la viande.

# 1. MATERIEL ET METHODES

#### 1.1. Dispositif expérimental

Soixante-douze porcs mâles entiers ou castrés de race croisée [(Large White × Landrace) × Piétrain] ont été élevés pendant huit semaines à partir de 50,8 kg à l'INRA de Saint-Gilles (UMR1348 Pegase). Ils ont été équitablement répartis par sexe et par poids dans six lots de 12 animaux. Les animaux ont été nourris avec des régimes isoénergétiques (13,5 MJ/kg de poids sec), isoprotéiques (16,8 % de poids sec) et isolipidiques (2,8% de poids sec) entre chaque lot mais dont la source de matière grasse variait. Les animaux du lot témoin (lot 1) ont ainsi reçu un régime à base d'huile de soja et de palme, riche en acides gras saturés (AGS). Les animaux du lot 2 ont été alimentés avec un régime composé de graines de lin extrudées (GLE+) (Valorex, France) riches en ALA, précurseur des acides gras n-3. Ceux du lot 3 ont reçu des graines de lin extrudées dont l'enveloppe de la graine a été supprimée (GLE-) (Valorex, France). Ceux des lots 4 et 5 ont reçu respectivement 3/1 et 2/2 d'un mélange GLE-/microalgues (MAG) (DHA Gold®, Schizochytrium sp.) (DSM, Belgique) riches en DHA, dérivé de l'ALA. Enfin, les animaux du lot 6 ont reçu un aliment à base de microalgues. La composition en acides gras des régimes est donnée dans le Tableau 1.

**Tableau 1 -** Composition réelle en acides gras principaux des régimes (g/kg d'aliment)<sup>1</sup>

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
	Tém	GLE+	GLE-	3GLE-/1MAG	GLE-/MAG	MAG
AGS	3,10	2,93	3,07	3,88	5,13	7,95
AGMI	3,90	3,58	3,80	3,30	3,31	3,22
AGPI	9,22	12,22	13,17	13,55	15,37	20,34
LA	8,57	8,27	8,78	8,89	7,98	8,10
ALA	0,55	3,97	4,23	3,22	2,43	0,69

 $<sup>^1</sup>$  GLE+/-: graines de lin extrudées respectivement riches et pauvres en fibres; MAG: microalgues; 3GLE-/1MAG: mélange 3/1 de GLE- et MAG; AGS: acide gras saturé; AGMI: acide gras monoinsaturé; AGPI: acide gras polyinsaturé; LA: acide linoléique; ALA: acide  $\alpha$ -linolénique.

Tous les lots ont reçu de la vitamine E (52,7 mg/kg d'aliment). Les animaux étaient logés dans des cases individuelles, leur consommation journalière a été enregistrée quotidiennement et ils ont été pesés une fois par semaine afin d'évaluer leurs performances de croissance.

#### 1.2. Abattage et prélèvements

Les porcs ont été abattus après une mise à jeun de 16 heures à l'abattoir expérimental de l'INRA de Saint-Gilles. Des échantillons de foie, de muscle *longissimus dorsi* et de tissu adipeux sous-cutané dorsal (TAD) ont ensuite été prélevés sur la carcasse et conservés individuellement à -20°C jusqu'au moment des analyses.

# 1.3. Analyse de la qualité nutritionnelle et sensorielle de la viande

#### 1.3.1. Analyse de la composition en acides gras des tissus

Les lipides des trois tissus prélevés à l'abattoir ont été extraits à froid par un mélange de méthanol-chloroforme (Folch *et al.*, 1957). L'extrait lipidique (20 mg) a ensuite été saponifié et méthylé selon une méthode décrite précédemment (Morrison et Smith, 1964). Les acides gras extraits ont ensuite été analysés par chromatographie en phase gazeuse (CPG; Agilent technologies 7890 GC system, USA). L'hydrogène a servi de gaz vecteur. Les temps de rétention et les pics ont été déterminés grâce au logiciel ChemStation Agilent. L'identité des pics d'acides gras a été vérifiée par comparaison à un standard interne. Les résultats ont été exprimés en pourcentage ou en mg pour 100 g de tissu.

## 1.3.2. Mesure de la peroxydation des acides gras

La sensibilité des acides gras à la peroxydation dans le TAD a été déterminée selon la méthode de Buege et Aust (1978) et révisée par Kornbrust et Mavis (1980) qui utilise l'acide 2-thiobarbiturique (TBARS). Le résultat de cinétique de peroxydation est donné en nmol de malondialdehyde (MDA) formé par gramme d'échantillon à 0, 60, 120, 200 et 300 minutes.

#### 1.3.3. Analyse sensorielle de la viande de porc

La qualité sensorielle de neuf rôtis par lot et de quatre lots uniquement (Témoin, GLE-, 3GLE-/MAG et MAG) a été jugée par un jury entrainé de douze personnes, ayant effectué trois séances d'entrainement et six séances de dégustation expérimentale. La notation s'est effectuée sur une échelle continue bornée de 0 à 10.

# 1.4. Analyses statistiques

Les résultats de composition en acides gras ont été soumis à une analyse globale de variance avec le régime comme facteur principal. Les résultats de peroxydation ont également été soumis à une analyse globale de variance à chaque temps de mesure avec le régime comme facteur principal. Des comparaisons de moyennes de lots deux à deux ont ensuite été effectuées à l'aide du test de Bonferonni. Les résultats sont significativement différents pour P < 0,05. Les données d'analyse sensorielle ont été saisies sur le logiciel FIZZ, puis traitées statistiquement sur le logiciel Minitab. Les données des séances de profil ont été soumises à une analyse de variance selon la procédure GLM (test ANOVA-Tukey 5%) avec le régime comme facteur principal.

#### 2. RESULTATS

#### 2.1. Performances zootechniques

Les régimes n'ont eu aucun effet sur les performances de croissance des porcs (poids final, consommation journalière, gain moyen quotidien, indice de consommation et lipides totaux dans les tissus, Tableau 2).

**Tableau 2** - Résultats de performances des porcs en croissance-finition (n = 72, 35-115 kg PV)<sup>1, 2, 3</sup>

	<b>-</b> /	C1 F .	<b>CLE</b>	3GLE-	GLE-		ETR	P-
	Tém	GLE+	GLE-	/MAG	/MAG	IVIAG		value
n	12	12	12	12	12	12		
Poids final, kg	114,3	114,1	115,1	117,8	113,9	115,1	7,9	NS
Conso, kg/j	3,3	3,2	3,2	3,4	3,2	3,2	0,3	NS
GMQ (kg/jour de 35-115 kg)	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	0,1	NS
IC (35-115 kg)	2,92	2,88	2,87	2,82	2,85	2,87	0,2	NS
LT LD, %	1,5	1,5	1,7	1,5	1,5	1,5	0,6	NS
LT TAD, %	66,3	63,3	62,0	65,3	62,3	61,4	7,2	NS
LT foie, %	3,9	3,9	3,7	4,0	4,1	4,0	0,6	NS

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Voir tableau 1

#### 2.2 Qualité nutritionnelle des tissus

Dans les trois tissus, les quantités de lipides totaux, AGS, et AG monoinsaturés (AGMI) selon les régimes, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. En revanche, les quantités d'AG n-3 et les rapports n-6/n-3 et acide linoléique/acides  $\alpha$ -linolénique (LA/ALA) sont différents d'un lot à l'autre (P < 0.001).

# 2.1.1. Les acides gras du muscle LD

La quantité d'AG n-3 du lot MAG est quatre fois supérieure à celle du lot témoin et une fois et demie supérieure à celle du lot GLE+ (Tableau 3) (P < 0.001). Il en résulte que le rapport AG n-6/n-3 est quatre fois inférieur pour le lot MAG par rapport au lot témoin et 1,4 fois inférieur par rapport au lot GLE+ (P < 0.001). De la même façon, les lots n'ayant pas reçu de graines de lin (Tém et MAG), présentent un rapport LA/ALA deux à quatre fois supérieur aux quatre autres lots (P < 0.001).

**Tableau 3** - Quantité des classes d'acides gras selon les régimes dans le muscle LD des porcs  $(mg AG/100 g de tissu)^{1,2}$ 

	Tém	CLE	GLE-	3GLE-	GLE-	MAG	ETR	P-
	rem	GLE+		/1MAG	/MAG			value
AGS	437	449	502	420	412	449	226,4	NS
AGMI	552	551	618	521	504	529	284,2	NS
AGPI	176	201	225	215	218	234	57,1	NS
n-6	157	157	173	158	158	168	44,9	NS
n-3	15 <sup>a</sup>	40 <sup>b</sup>	47 <sup>bc</sup>	53 <sup>bc</sup>	56 <sup>c</sup>	63°	12,2	<0,001
n6/n3	10,1ª	3,9 <sup>b</sup>	3,7°	3,0°	2,8°	2,7°	0,5	<0,001
LA/ALA	24 <sup>a</sup>	7b <sup>c</sup>	6 <sup>c</sup>	8 <sup>bc</sup>	10 <sup>b</sup>	$20^{d}$	2.7	< 0.001

¹Voir tableau 1

#### 2.1.2. Les acides gras du tissu adipeux

Les quantités d'AG polyinsaturés (AGPI) du TAD sont différentes entre les lots (P < 0.001; Tableau 4).

Le TAD des animaux des lots ayant reçu des graines de lin ou des microalgues contient quatre à cinq fois et demie plus d'AG n-3 que ceux du lot témoin. Le rapport des AG n-6/n-3 est alors passé de 11 pour le lot témoin à 2 ou 3 pour les cinq autres lots (P < 0,001). Le ratio LA/ALA du TAD des animaux des lots témoin et MAG est respectivement de 17 et 14 contre moins de 5 pour les quatre autres lots (P < 0,001). Comme 100 grammes de TAD des animaux du lot témoin contiennent 8692 mg d'AGPI contre 10435 mg en moyenne pour les animaux des lots GLE+ et GLE-, cela représente une hausse de 20,1% d'AGPI. De même, le TAD des animaux des lots nourris avec des microalgues ont en moyenne 11864 mg d'AGPI, ce qui représente une hausse de 36,5% par rapport au lot témoin (P < 0,001).

**Tableau 4 -** Quantité des classes d'acides gras selon les régimes dans le tissu adipeux dorsal des porcs (g AG/100 g de tissu)<sup>1, 2</sup>

	Tám	GLE+	GLE-	3GLE-	GLE-	NAAC	ETR	P-
	rem			/1MAG	/MAG	IVIAG		value
AGS	26,0	23,5	23,0	23,5	22,5	22,2	0,4	NS
AGMI	27,2	24,6	24,1	25,0	23,8	22,9	0,3	0,09
AGPI	8,7ª	10,3 <sup>ac</sup>	10,6 <sup>ab</sup>	12,0 <sup>b</sup>	11,6 <sup>bc</sup>	12,0 <sup>b</sup>	0,1	<0,001
n-6	7,6	7,2	7,2	8,1	7,7	7,9	0,09	NS
n-3	$0,7^{a}$	2,7 <sup>b</sup>	2,9 <sup>bc</sup>	3,6 <sup>d</sup>	3,4 <sup>cd</sup>	3,8 <sup>d</sup>	0,05	<0,001
n6/n3	11 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>	<b>2</b> <sup>b</sup>	<b>2</b> <sup>b</sup>	<b>2</b> <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	1,5	<0,001
LA/ALA	17 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>	$3^{b}$	4 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	2,5	<0,001

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Voir tableau 1

#### 2.1.3. Les acides gras du foie

Le foie des animaux ayant consommé des microalgues présente plus d'AG n-3 et un ratio n-6/n-3 plus faible que ceux des lots témoin, GLE+ et GLE- (effet global P < 0,001; Tableau 5). En revanche, les animaux ayant consommé des graines de lin (lots GLE+ à GLE-/MAG) ont un ratio LA/ALA plus faible que ceux qui n'en n'ont pas consommé (lots Tém et MAG; effet global P < 0,001). La quantité d'AG n-6 du lot témoin par rapport à celle des autres lots est supérieure de 100 à 200 mg pour 100 g de foie (P < 0,001).

**Tableau 5** - Quantité des classes d'acides gras selon les régimes dans le foie des porcs (mg AG/100 g de tissu)<sup>1, 2</sup>

	Tám	GLE+	GLE-	3GLE-	GLE-	D44C	ETR	P-
	rem			/1MAG	/MAG	MAG		value
AGS	1014	985	963	1050	1054	1032	185,5	NS
AGMI	482	419	429	380	381	311	17,6	NS
AGPI	931	939	957	1056	1124	1048	182,1	0,06
n-6	803ª	690 <sup>ac</sup>	689 <sup>ac</sup>	654 <sup>bc</sup>	685 <sup>ac</sup>	580 <sup>bc</sup>	115,6	0,001
n-3	118ª	240 <sup>b</sup>	257 <sup>b</sup>	392 <sup>c</sup>	429 <sup>c</sup>	459 <sup>c</sup>	83,5	<0,001
n6/n3	7,2ª	2,9 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	1,7 <sup>c</sup>	1,7°	1,3°	0,8	<0,001
LA/ALA	43 <sup>a</sup>	$9^{b}$	$8^{b}$	10 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup>	<b>26</b> <sup>c</sup>	8,4	<0,001

¹Voir tableau 1

## 2.1.4. ALA et DHA dans les tissus

Les quantités d'ALA augmentent de 12 (lot GLE-/MAG) à 23 mg (lot GLE-) pour 100 g de LD et de la même façon de 36 (lot GLE-/MAG) à 55 mg (lot GLE-) pour 100 g de foie (Figure 1). A contrario, les quantités d'ALA les plus faibles dans ces deux tissus sont celles des animaux des lots témoin et MAG, les valeurs ne dépassant pas 6 mg pour le LD et 12 mg pour le foie. Ces valeurs sont différentes à P < 0,05. Les quantités d'ALA dans les tissus suivent les quantités contenues dans les régimes.

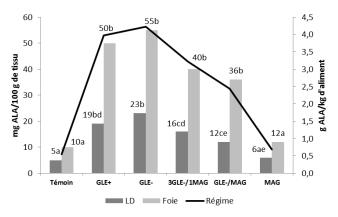
 $<sup>^{2}</sup>$  ETR : écart type résiduel ; analyse de variance avec l'effet lot ; NS : non significatif

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> PV: poids vif; Conso: consommation journalière; GMQ: gain moyen quotidien; IC: indice de consommation; LT: lipides totaux

 $<sup>^2</sup>$  Voir Tableau 2 ; Des lettres différentes sur une même ligne indiquent une différence entre les régimes (P < 0,05).

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Voir tableau 2

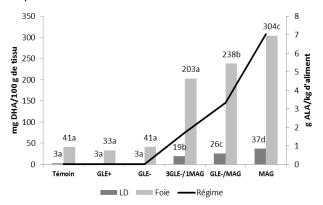
<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Voir tableau 2



**Figure 1** - Quantité d'ALA dans les régimes (g/kg), le muscle LD et le foie (mg/100 g de tissu) des porcs

Des lettres différentes indiquent une différence intra-tissu entre les régimes (P < 0.05). Voir le texte pour les indications sur les régimes

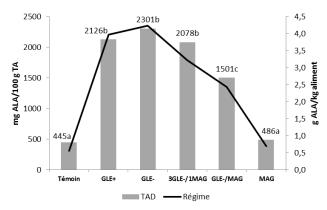
Les quantités de DHA dans le muscle LD et le foie augmentent avec l'apport de microalgues (P < 0,001; Figure 2). Les quantités sont toutefois 8 à 14 fois plus importantes dans le foie que dans le muscle.



**Figure 2 -** Quantité de DHA dans les régimes (g/kg), le muscle LD et le foie (mg/100 g de tissu) des porcs

Des lettres différentes indiquent une différence intra-tissu entre les régimes (P < 0.05). Voir le texte pour les indications sur les régimes

Les quantités d'ALA dans le TAD sont différentes entre les lots (P < 0,001; Figure 3). Les quantités les plus faibles sont observées chez les animaux des lots témoin et MAG qui n'ont pas consommé de graines de lin. Les animaux des autres lots présentent des quantités d'ALA en moyenne 4,3 fois supérieures au lot témoin.



**Figure 3 -** Quantité d'ALA dans les régimes (g/kg) et le tissu adipeux dorsal (mg/100 g de tissu) des porcs

Des lettres différentes indiquent une différence intra-tissu entre les régimes (P < 0.05). Voir le texte pour les indications sur les régimes

Le dépôt d'ALA dans les trois tissus n'est pas significativement différent entre les lots GLE+ et GLE-. Il semble cependant exister un dépôt supérieur avec GLE- (Figures 1 et 3).

Comme pour les deux autres tissus, les quantités de DHA dans le TAD augmentent avec l'apport de microalgues dans les régimes (Figure 4). En effet, le TAD des animaux n'ayant pas consommé de microalgues (lots Tém à GLE-) contient en moyenne 65 mg de DHA contre 2719 mg pour le lot MAG, soit 41 fois plus (P < 0.05).

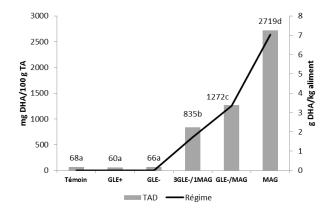
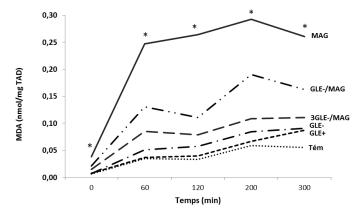


Figure 4 - Quantité de DHA dans les régimes (g/kg) et le tissu adipeux dorsal (mg/100 g) des porcs

Des lettres différentes indiquent une différence intra-tissu entre les régimes (P < 0.05). Voir le texte pour les indications sur les régimes

#### 2.1.5. Peroxydation des acides gras

Le TAD du lot témoin, le plus riche en AGS, peroxyde le moins, alors que le TAD du lot recevant le plus de microalgues peroxyde le plus (Figure 5). Le TAD des lots témoin et celui des lots riches en graines de lin (lots GLE+ à GLE-/MAG) ne peroxydent pas de façon différente (NS) quel que soit le temps de peroxydation simulée. La peroxydation du TAD du lot MAG est différente des quatre premiers lots à tous les temps de mesure, y compris au temps initial (effet global P < 0,001).



**Figure 5 -** Cinétique de peroxydation des acides gras dans le tissu adipeux dorsal (nmol MDA/mg TAD)

\* au point de temps T, il y a une différence significative entre les lots à

# 2.2. Qualité sensorielle de la viande

L'alimentation des porcs n'a pas eu d'effet sur les paramètres sensoriels testés, hormis l'odeur (Figure 6). En effet, une odeur anormale des rôtis issus du lot MAG par rapport au lot témoin a été ressentie par le jury, mais non significativement. Cette odeur anormale a été identifiée à une odeur de poisson ou d'abats.

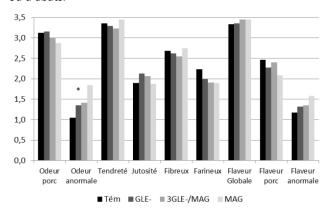


Figure 6 - Impact des régimes sur la qualité sensorielle des rôtis de porc (notes sur 10)

#### 3. DISCUSSION

Comme attendu, les régimes qui étaient isoenergétiques et isolipidiques n'ont altéré ni les performances zootechniques, ni les teneurs en lipides totaux des tissus.

La teneur en DHA des graines de lin est proche de zéro, tandis que celle des microalgues est de 35% (en % des AG totaux). Ainsi, la forte teneur en ALA et la faible teneur en DHA des graines de lin et la constatation inverse pour les microalgues explique que la composition en AG des tissus reflète la composition en AG des régimes, comme le confirme la revue de Kouba et Mourot (2011). L'apport de microalgues dans les régimes améliore ainsi la composition de la viande en favorisant le dépôt de dérivés d'AG n-3 comme le DHA. Il faut noter également que l'apport de graines de lin extrudées améliore très nettement le dépôt d'ALA dans la viande ainsi que le rapport LA/ALA par rapport à un régime riche en acides gras saturés. Ce dernier résultat est concordant avec une étude précédente (Noblet et al., 2008), qui a montré que la digestibilité des graines de lin est augmentée après avoir subi un traitement de thermo-extrusion. En revanche, il semblerait que la suppression de l'enveloppe de la graine de lin n'améliore pas le dépôt d'ALA dans la viande, les quantités trouvées dans les trois tissus n'étant pas différentes entre les lots GLE- et GLE+. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que le porc en croissance-finition est un animal moins sensible à la teneur en composés non digestibles ou en sucres complexes que les jeunes animaux comme le porcelet (Champ, 1985). La digestibilité de la matière grasse, à travers le dépôt d'ALA, des graines de lin extrudées après la suppression de leur enveloppe ne semble donc pas être modifiée. Ce nouveau traitement de la graine ne semble donc pas avoir d'impact positif chez le porc en croissance en termes de dépôt par rapport au traitement de thermo-extrusion auquel sont habituellement soumises les graines de lin. Ainsi quel que soit le traitement de la graine de lin, son introduction dans l'aliment du porc permettra d'apporter davantage d'ALA au consommateur et de répondre aux recommandations de nutrition sur les lipides (ANSES, 2011). Les quantités en AGPI et en DHA des régimes augmentaient entre les lots témoin et MAG (lots 1 à 6).

Ce résultat s'est également retrouvé dans le TAD. Or, la cinétique de peroxydation des acides gras du TAD du lot MAG est significativement plus élevée que dans le TAD des autres lots. Ces résultats confirment que plus le régime est riche en AGPI, plus le tissu est susceptible de peroxyder (Guillevic et al., 2009). De même, plus le régime est riche en microalgues, donc en DHA, plus il peut peroxyder également. Le DHA semblerait plus sensible à la peroxydation par l'air et la lumière qu'ALA. Cela s'expliquerait par le fait que plus un AG contient de doubles liaisons, plus il s'oxyde (Monahan et al., 1992). En revanche, la cinétique de peroxydation du lot GLE- n'est pas plus élevée statistiquement que celle du lot GLE+. Les deux lots ont reçu la même quantité de vitamine E. Ainsi, les AG apportés par les graines de lin pauvres en fibres ne sont pas moins protégés et plus soumis à l'oxydation que ceux présents dans les graines de lin extrudées. La libération des acides gras de la graine de lin, n'augmente pas le dépôt d'ALA dans les tissus de porc, mais n'accentue pas non plus leur oxydation.

Il faut noter que dans le cadre de cette étude, l'analyse sensorielle a révélé qu'un trop grand apport d'AGPI et de DHA en particulier dans le régime MAG, entraîne un défaut d'odeur des rôtis de ce lot. Cela confirme la nécessité de maîtriser à priori en amont de la filière animale, les quantités et les sources d'AGPI et d'antioxydants à ajouter aux régimes des animaux. Les résultats de peroxydation sur le TAD pouvaient laisser envisager que l'analyse sensorielle révélerait un rejet de la viande du lot MAG par le jury, en raison d'un goût rance exacerbé. A part la mise en évidence d'une odeur anormale de la viande de ce lot par rapport au lot témoin, aucun autre paramètre sensoriel négatif n'a été mis en avant par le jury. Ceci peut s'expliquer par le fait que la teneur en acides gras du muscle est plus faible (2%) que celle du TAD (65%). Ce résultat sera à confirmer sur des produits de transformation comme le pâté, riches en lipides.

# **CONCLUSION**

Cette étude montre que l'apport de graines de lin, dont l'enveloppe a été retirée, dans l'alimentation de porcs n'améliore pas le dépôt d'ALA dans leurs tissus par rapport à une graine entière thermo-extrudée. De même, l'apport de microalgues dans le régime de porcs en croissance-finition pendant les deux mois précédant l'abattage, améliore le dépôt de DHA dans la viande. En revanche, les tissus riches en DHA provenant de microalgues sont davantage soumis à la peroxydation que les tissus des animaux n'ayant pas consommé cette nouvelle ressource alimentaire. Cet aspect a été confirmé par une analyse sensorielle réalisée sur les rôtis des mêmes animaux. Ainsi, nourrir des animaux avec des acides gras n-3, à la fois précurseurs ou dérivés présente un intérêt pour la santé du consommateur. Cependant, il est nécessaire de connaître la nature et l'origine de ces acides gras et les quantités d'AGPI distribuées afin de ne pas les surdoser pour ne pas entraîner de surcoût à l'éleveur, maîtriser le risque d'accentuer la peroxydation dans la viande et donc l'apparition d'une odeur désagréable pour le consommateur.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ANR, projet ANR-12-ALID-0003, AGRALID qui a assuré le financement de cette étude.

<sup>\*</sup>Différence significative à P < 0,05

#### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- ANSES, 2011. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. 323 p.
- Baéza E., Chartrin P., Lessire M., Méteau K., Chesneau G., Guillevic M., Mourot J., 2014. Effet de différentes sources alimentaires en acides gras n-3 sur les performances de ponte et la qualité technologique, nutrtionnelle et sensorielle des oeufs. Nut. Clin. Metab., 28, 048
- Baéza E., Chartrin P., Lessire M., Meteau K., Chesneau G., Guillevic M., Mourot J., 2015. Is it possible to increase the n-3 fatty acid content of eggs without affecting their technological and/or sensorial quality and the laying performance of hens? Brit. Poult. Sci., doi: 10.1080/00071668.2015.1113500
- Benatmane F., Kouba M., Youyou A., Mourot J., 2011. Effect of a linseed diet on lipogenesis, fatty acid composition and stearoyl-CoAdesaturase in rabbits. Animal, 5, 1993-2000.
- Buege J.A., Aust S.D., 1978. Microsomal lipid peroxidation. Methods in Enzymology, 52, 302-310.
- Champ M., 1985. Digestion des glucides chez le monogastrique. Reprod. Nutr. Dev., 25, 819-842.
- Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- Guillevic M., Kouba M., Mourot J., 2009. Effect of a linseed diet on lipid composition, lipid peroxidation and consumer evaluation of French fresh and cooked pork meats. Meat Sci., 81, 612-618.
- Kornbrust D.J., Mavis R.D., 1980. Relative susceptibility of microsomes from lung, kidney, brain and testes to lipid peroxidation: correlation with vitamin E content. Lipids, 15, 315-322.
- Kouba M., Mourot J., 2011. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. Biochimie, 93, 13-17.
- Monahan F.J., Buckley D.J., Morrissey P.A., Lynch P.B., Gray J.I., 1992. Influence of dietary fat and alpha-tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. Meat Sci., 31, 229-241.
- Mordenti A.L., Sardi L., Bonaldo A., Pizzamiglio V., Brogna N., Cipollini I., Tassinari M., Zaghini G., 2010. Influence of marine algae (Schizochytrium spp.) dietary supplementation on doe performance and progeny meat quality. Livest. Sci., 128, 179-184.
- Morrison W.R., Smith L.M., 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride methanol. J. Lipid Res., 5, 600-608.
- Noblet J., Jaguelin-Peyraud Y., Quemeneur B., Chesneau G., 2008. Valeur énergétique de la graine de lin chez le porc : impact de la technologie de cuisson-extrusion. Journées Rech. Porcine, 40, 203-208.