

Consommer des produits dont les animaux ont été alimentés à l'herbe est-il suffisant pour équilibrer notre alimentation en acides gras poly-insaturés ?

M. Duru, M.-B. Magrini

L'apport en acide alpha-linolénique (ALA) dans notre alimentation est en moyenne très insuffisant. Une alimentation animale à base d'herbe est-elle suffisante pour fournir des produits animaux permettant de rapprocher nos apports alimentaires des recommandations ? D'autres changements dans notre alimentation sont-ils aussi nécessaires ?

RÉSUMÉ

En nutrition humaine, les recommandations nutritionnelles sont pour l'ALA (acide alpha-linolénique) de 1,8 g/j et pour le rapport LA (acide linoléique)/ALA de moins de 4, alors que la moyenne française est respectivement de 0,9 g/j et plus de 9. Les produits animaux des élevages contemporains ont une faible teneur en ALA. L'augmentation de la part de l'herbe dans la ration (ruminants) ou l'accès à un parcours herbeux (monogastriques) avec utilisation de lin et de tourteau de colza permet de se rapprocher des recommandations pour la teneur en ALA et le rapport LA / ALA des produits. Des indications précises sont données (concernant les produits animaux et les huiles) pour que le consommateur puisse orienter son alimentation et équilibrer ses apports en acides gras poly-insaturés.

SUMMARY

Can we balance our dietary intake of polyunsaturated fats by consuming products from grass-fed livestock?

According to nutritional recommendations, humans should consume 1.8 g/day of alpha-linolenic acid (ALA) and have a dietary linoleic acid (LA) to ALA ratio of less than 4. However, in France, mean ALA consumption is 0.9 g/day, and the mean dietary LA:ALA ratio is greater than 9. These trends are linked to the lower levels of ALA found in animal products currently on the market. To generate products containing recommended ALA levels and LA:ALA ratios, we should increase the amount of grass in the diets of ruminant livestock, give non-ruminant livestock greater access to grasslands, and provide all livestock with dietary supplements such as rapeseed oilcakes and flaxseed. However, to fully meet nutritional recommendations, consumers also need to make global changes to their diets in terms of the animal products and oils they eat. Here, we provide clear guidelines that consumers can follow to improve the quality of their diets and balance their intake of polyunsaturated fats. They involve eating foods produced in certain quality marks (e.g., via organic farming), favoring grass-fed products and certain types of edible oils.

Introduction

Au-delà de sa fonction première d'alimenter les animaux domestiques à bas coût, la prairie est aussi connue pour les nombreux services qu'elle fournit à l'agriculture (habitats pour les ennemis naturels des cultures) et à la société (régulation des cycles de l'eau et du carbone). Les questions de nutrition et de santé humaine ont motivé de nombreuses expérimentations en alimentation animale pour comparer l'effet de rations (maïs vs herbe pour les

ruminants, mais aussi tourteaux de différentes natures et huiles ajoutées) sur la composition en acides gras des produits. Cependant, le plus souvent, ces études s'arrêtent à la composition des produits, sans aller jusqu'à évaluer l'impact sur la composition d'une assiette, ce qui suppose de prendre en compte les autres sources d'acides gras (huiles, poissons) dans notre alimentation. Lorsque de telles études sont faites, c'est le plus souvent pour comparer des produits bio à des conventionnels (BENBROOK *et al.*, 2013). L'intérêt d'études prenant en compte les principales sources d'acides gras s'est renforcé ces

AUTEURS

INRA, UMR 1248 AGIR, F-31326 Castanet-Tolosan ; Université de Toulouse, INPT, UMR 1248 AGIR, F-31029 Toulouse ; mduru@toulouse.inra.fr

MOTS CLÉS : Acide gras essentiel, aviculture, colza, fourrage, lin, porc, prairie, production de lait, production de viande, qualité des produits, qualité du lait, ration alimentaire, santé, soja, système d'élevage, système herbager, tournesol, tourteau.

KEY-WORDS : Dairying, diet, essential fatty acid, forage, forage system, fowl production, grassland, health, linseed, livestock system, meat production, milk quality, oil-seed cake, product quality, rape, soybean, sunflower, swine.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Duru M., Magrini M.B. (2016) : "Consommer des produits dont les animaux ont été alimentés à l'herbe est-il suffisant pour équilibrer notre alimentation en acides gras poly-insaturés ?", *Fourrages*, 228, 301-312.

Deux familles d'acides gras poly-insaturés (AGPI) sont à distinguer :

- les oméga-3, dont l'acide alpha-linolénique (ALA) est le précurseur des acides docosahexaénoïque (DHA) et eicosapentaénoïque (EPA) qui sont des oméga-3 à très longue chaîne,

- et les oméga-6 (acide linoléique, LA, principalement).

Les sources courantes en AGPI dans notre alimentation sont les produits animaux, les huiles végétales et les poissons. Il y a actuellement un consensus international sur les besoins des principaux AGPI. L'apport minimum physiologique est de 0,8 et 2 % des apports énergétiques (AE) respectivement pour l'ALA et le LA (ANSES, 2011) soit 1,8 et 4,4 g par jour pour un apport énergétique de 2 200 kcal (figure 1). **Les apports recommandés** pour des adultes ont été fixés à 1 et 4 % des AE respectivement pour l'ALA et le LA, et à 500 mg/j pour l'EPA et le DHA.

Le rapport LA / ALA est important à considérer compte tenu de la compétition entre les deux familles pour la synthèse et la disponibilité de l'EPA et du DHA, et ce dès lors que les apports en ALA, EPA et DHA ne sont pas satisfaits (LEGRAND, 2013). Pour cette raison il est recommandé d'avoir un rapport LA / ALA pour certains inférieur à 4 (ANSES, 2011) et pour d'autres aussi proche que possible de 3 (BENBROOK *et al.*, 2013), voire de 1 (YANG *et al.*, 2016).

Les recherches cliniques et en épidémiologie ont permis de progresser fortement sur **l'impact sur la santé des AGPI** dont la consommation est obligatoire car non synthétisés chez l'homme. L'insuffisance en oméga-3 et/ou un déséquilibre entre LA et ALA contribuent à nombre de maladies chroniques telles que l'obésité, le diabète, le cancer, l'arthrite, l'asthme et les maladies cardiovasculaires, ainsi que certaines maladies du cerveau (dépression, Alzheimer) (MOLFINO *et al.*, 2014). Les dérivés des oméga-6 et oméga-3 sont des précurseurs de molécules qui ont des rôles importants dans la régulation de l'inflammation. Ceux dérivés des AGPI n-6 sont pro-inflammatoires alors que ceux dérivés des AGPI n-3 sont anti-inflammatoires (PATTERSON *et al.*, 2012). Dans un récent ouvrage de synthèse sur les oméga-3, il est conclu qu'ils sont cruciaux pour notre santé car ils constituent la composante structurelle et fonctionnelle des membranes et sont aussi les précurseurs de nombreux eicosanoïdes et de médiateurs lipidiques contrôlant des milliers de réactions dans le corps humain, de telle sorte que leur carence a une large gamme d'effets néfastes sur les différents organes et tissus, aggravant ainsi nombre de maladies (HEDGE *et al.*, 2016).

ENCADRÉ 1 : Santé humaine et apports en acides gras poly-insaturés (AGPI).

FRAME 1 : The role of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in a healthy diet.

dernières années compte tenu des progrès dans la définition des recommandations en lien avec certaines maladies qui sont en augmentation régulière dans les pays occidentaux depuis plusieurs décades (GOCUS et SMITH, 2010). Nous renvoyons le lecteur à l'encadré 1 pour une synthèse des enjeux de santé d'une alimentation équilibrée en AGPI. **Nous avons ciblé cet article sur deux acides gras poly-insaturés (AGPI), l'acide alpha-linolénique (ALA) précurseur des oméga-3 à très longue chaîne et l'acide linoléique (LA) car notre alimentation est très déficiente pour le premier et est déséquilibrée**

quant à la contribution respective de ces deux acides gras à notre alimentation (ANSES, 2015).

En 2000, les apports apparents en LA et ALA, calculés à partir des données statistiques d'approvisionnement (sans tenir compte des diverses pertes entre production et consommation, d'où le nom d'apports apparents), sont estimés respectivement à 21 et 0,9 g/j, ce qui correspond depuis 1960 à une augmentation du LA (x 2,5) et une réduction de l'ALA (/ 1,7) (AIHAUD *et al.*, 2006) et à un rapport LA / ALA de 23. **Le décalage entre les apports et les besoins s'est donc fortement accru** au cours de cette période. Cette dégradation provient principalement d'une augmentation de la consommation d'huiles, généralement pauvres en ALA et riches en LA, mais aussi du changement du mode d'alimentation de quasiment tous les animaux domestiques, notamment par la réduction de la place de l'herbe et l'augmentation du tourteau de soja, qui a concerné la composition de tous les produits animaux : lait, viandes et œufs (AIHAUD *et al.*, 2006). En 2006, les consommations en AGPI (ANSES, 2015) sont toujours très éloignées des recommandations indiquées ci-dessus : ALA = 0,9 g/j (au lieu de 1,8 pour le seuil physiologique) et LA / ALA = 9,6 au lieu de 4 comme recommandé (figure 1). Néanmoins, l'évolution de la teneur du lait maternel en AGPI montre une augmentation de l'ALA et une réduction du LA entre 1997 et 2014 (COUÉDELO *et al.*, 2014).

Nombre de recherches en productions animales ont bien mis en évidence l'impact de l'alimentation sur la composition des produits, souvent en alertant sur l'écart de composition en regard des recommandations pour l'homme, notamment pour l'ALA. Néanmoins, peu de travaux donnent une vision globale, incluant l'ensemble des sources d'acides gras pour évaluer l'impact d'un changement du mode d'alimentation des animaux sur la

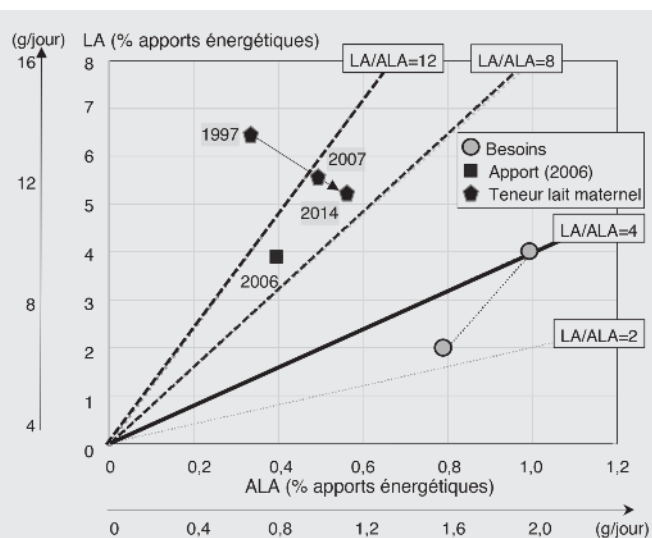


FIGURE 1 : Quantités journalières d'acides linoléique (LA) et alpha-linolénique (ALA) dans l'alimentation humaine (ANSES, 2015).

FIGURE 1 : Daily LA and ALA intake by humans in France (ANSES, 2015).

composition en AGPI de notre assiette. En outre, ces recherches ne fournissent pas d'indications pour éclairer le choix des consommateurs. C'est pourquoi notre objectif est d'évaluer dans quelle mesure le choix de certains produits animaux, dont l'alimentation améliore la teneur en ALA, permet de se rapprocher des recommandations pour l'alimentation humaine.

Dans une première partie, nous synthétisons les connaissances sur l'effet des régimes alimentaires des animaux sur la composition des produits en AGPI, en examinant tout particulièrement l'effet de la part d'herbe et de la nature des concentrés, y compris pour les monogastriques. Dans une deuxième partie, nous évaluons le changement de composition de notre assiette en AGPI lorsque constituée de produits animaux issus d'une alimentation à l'herbe, associée ou non à des changements importants de la nature des concentrés. Dans le cas où ces changements s'avèreraient insuffisants pour atteindre les recommandations nutritionnelles en AGPI, nous avons évalué l'ampleur des changements nécessaires pour les autres sources en AGPI, en particulier les huiles alimentaires. Sur la base de ces résultats, nous avons élaboré un guide de recommandations pour que le consommateur choisisse des produits mieux équilibrés en AGPI, même si cette composition n'est généralement pas indiquée sur l'emballage des produits.

1. De l'alimentation des animaux à la composition de notre assiette

■ La composition des produits animaux en acides gras dépend beaucoup de leur alimentation

Les matières premières pour l'alimentation des animaux ont des compositions en AGPI très différentes. Parmi celles utilisées dans la ration de base, **les concentrations en ALA sont les plus élevées pour l'herbe**, sachant qu'il y a des variations importantes selon les espèces (valeurs plus élevées pour les légumineuses) et la saison en liaison avec le stade phénologique (valeurs généralement plus élevées au printemps) (ELGERSMA, 2015 ; FARRUGIA *et al.*, 2008). Les valeurs sont inférieures pour le blé et l'orge, et encore plus basses pour le maïs grain (tableau 1).

Les aliments concentrés apportent aussi des AGPI par les huiles résiduelles contenues dans les tourteaux (autour de 2 %) et par l'ajout d'huiles dans les concentrés. Les teneurs des huiles en AGPI varient considérablement : la teneur en ALA est la plus élevée pour le colza et surtout le lin ; elle est la plus élevée en LA pour l'huile de palme et surtout le tournesol (tableau 1).

Les aliments ingérés sont profondément transformés lors du passage dans l'appareil digestif, surtout dans le cas des ruminants. Chez les monogastriques, les AG longs de la ration sont absorbés au niveau de l'intestin sans avoir été métabolisés ; il y a donc une relation étroite

entre la composition des AG ingérés et celle des AG absorbés (RAES *et al.*, 2004). Au contraire, chez les ruminants, les AG insaturés sont très fortement hydrogénés et isomérisés dans le rumen. Il y a donc une grande différence entre la composition des AG ingérés et celle des AG absorbés, et les produits de ruminants contiennent une grande variété d'AG qui ne sont pas présents dans leur ration (DOREAU *et al.*, 2012). Néanmoins, la synthèse de nombreux essais d'alimentation montre que **la hiérarchie des régimes quant à leur composition en AGPI est conservée dans la composition des produits** : l'augmentation dans la ration d'aliments riches en oméga-3 améliore la composition du produit (lait, viande, œuf) en ces AGPI, et il est en est de même pour les produits riches en oméga-6.

Les travaux les plus nombreux portent sur **le lait**, surtout en production bovine, et secondairement caprine et ovine. Il a été montré une relation décroissante entre le rapport LA / ALA du lait et la part d'herbe dans la ration de base (COUVREUR *et al.*, 2006). D'une manière générale, **une alimentation à l'herbe est « équilibrante » pour notre alimentation, puisque le ratio LA / ALA du lait (environ 2) est inférieur à la recommandation** (qui est de 4), alors qu'une ration à base d'ensilage de maïs est « déséquilibrante » (ratio \approx 8) (tableau 2). **Les huiles** contenues dans les concentrés ou les huiles résiduelles des tourteaux **peuvent réduire ou amplifier ces effets.** L'apport de tourteaux ou d'huile de colza dans les aliments pour animaux diminue ce ratio en comparaison du soja. En revanche, l'addition de tournesol (graine ou huile) augmente beaucoup le rapport LA / ALA (de 13 à 28) pour un régime témoin comprenant du tourteau de soja (MAJEWSKA *et al.*, 2016). Il a été montré un effet de la nature des huiles sur la composition en AGPI du lait de chèvre (MARTINEZ MARIN *et al.*, 2012) : le rapport LA / ALA est élevé (\approx 9) avec l'apport d'huile de tournesol linoléique,

	MG* (g/kg)	LA (g/kg MG)	ALA(g/kg MG)	LA/ALA
a) Fourrages et céréales				
Herbe	18	135	590	0,2
Maïs ensilage	35	480	80	6,0
Maïs grain	43	560	20	28,0
Blé tendre	23	628	71	8,8
Orge	26	564	92	6,1
b) Huiles				
Lin		16	54	0,3
Colza		21	9	2,3
Soja		58	7	8,3
Tournesol oléique		15	/	
Tournesol non oléique		68	/	
Palme		10	/	

* MG : matières grasses

TABLEAU 1 : Teneurs en acides linoléique (LA), alpha-linoléique (ALA) et rapport LA / ALA a) des principaux aliments pour animaux (adapté de BUTLER, 2014), et b) des huiles.

TABLE 1 : *Linoleic acid (LA) content, alpha-linolenic acid (ALA) content, and the LA:ALA ratios of (a) common types of animal feed (after BUTLER, 2014) and (b) oils.*

Produit	Ration	LA	ALA	LA/ ALA	Références bibliographiques
Lait	Herbe	82 (58-89)	28 (19-32)	2,9	COUVREUR <i>et al.</i> , 2006
	Maïs	73 (60-90)	12,5 (8-15)	5,9	ANSES, 2011 ; BORREANI <i>et al.</i> , 2013
Viande rouge	Herbe	75 (52-120)	35 (21-60)	2,2	ANSES, 2011 ; MOUROT, 2015 ; MOUROT et TONNAC, 2015 ; RAZMINOWICZ <i>et al.</i> , 2006 ; VAN ELSWYK et McNEILL, 2014
	Maïs	118 (73-170)	16 (10-24)	7,4	
Porc		450 (400-500)	42 (30-50)	10,7	ANSES, 2011 ; MOUROT, 2015 ; MOUROT et TONNAC, 2015 ; PARUNOVI <i>et al.</i> , 2012 ; TURNER <i>et al.</i> , 2014
Volaille		250 (150-300)	20 (10-25)	12,5	ANSES, 2011 ; KARTIKASARI <i>et al.</i> , 2012 ; MOUROT, 2015 ; MOUROT et TONNAC, 2015
Oeuf		250 (140-350)	25 (10-35)	10	ANTRUJO <i>et al.</i> , 2011 ; ANSES, 2011 ; KARSTEN <i>et al.</i> , 2010
Poisson gras		310	170	1,8	ANSES, 2013
Poisson maigre		190	30	6,3	

TABLEAU 2 : **Composition des produits animaux en acides linoléique (LA) et alpha-linolénique (ALA) : valeurs moyennes et extrêmes observées dans la littérature** (mg/100 g de produit).

TABLE 2 : **LA and ALA content of animal products (mg/100 g): means and extreme values obtained from the scientific literature.**

moyen ($\approx 7,5$) avec le tournesol oléique et faible (≈ 4) avec le lin ; les effets déséquilibrants des deux tournesols et équilibrants pour le lin sont croissants avec la quantité d'huile apportée (30, 48 et 60 g/jour). Il en est de même pour l'ajout de tournesol. GUILLEVIC *et al.* (2009) montrent que, pour le porc, la teneur en ALA du muscle et du gras est multipliée par un facteur d'environ 6 pour l'ALA et le LA est réduit d'environ 20 % lorsqu'on remplace le tournesol par du lin. Des résultats similaires ont été rapportés pour le lait de vache (GLASSER *et al.*, 2008). L'apport de lin en complément du maïs permet d'obtenir une teneur en ALA du lait similaire à celle d'une alimentation à l'herbe (HURTAUD *et al.*, 2014).

Pour la **viande rouge** (bovin, ovin), de nombreuses études comparent l'engraissement à base d'ensilage de maïs et l'herbe avec plus ou moins de concentrés. **La teneur en ALA des muscles d'animaux engraisés à l'herbe est toujours la plus élevée.** Par exemple, les teneurs en ALA et LA sont de 25 et 127 mg avec le maïs et 65 et 113 mg par 100 g de tissu frais avec l'herbe (CHERFAOUI *et al.*, 2013), de telle sorte que le rapport LA / ALA passe de 5,1 à 1,7. Dans une expérimentation comparant la composition de la longe en AGPI pour deux régimes alimentaires (ensilage d'herbe vs céréales, maïs et mélasses) pour deux races (Angus et Hoslstein), WARREN *et al.* (2008) montrent que la teneur en LA passe de 7,3 à 2,2 mg/100 g et le ALA de 0,45 à 2,1 mg/100 g ; en conséquence, le rapport chute de 16,2 à 2,1. Dans une synthèse, VAN ELSWYK et McNEILL (2014) comparent des régimes maïs et herbe. Les quantités de LA passent de 0,113 à 0,053 g/100 g de viande (steak, entrecôte) et le ALA de 0,010 à 0,021 ; le rapport LA / ALA décroît donc de 11,3 à 2,5, respectivement pour les régimes maïs et herbe. En outre, la quantité de DHA (acide docosahexaénoïque) et EPA (acide eicosapentaénoïque) double, de 0,011 à 0,020 mg/100 g de viande. Des résultats similaires ont été obtenus par NUERNBERG *et al.* (2006) pour les races Simmental et Holstein. En fait, pour des animaux élevés à l'herbe, la teneur en ALA de la viande à l'abattage est d'autant plus faible que la phase d'engraissement avec du concentré est longue, comme observé pour l'agneau par exemple (AUROUSSEAU *et al.*, 2007 ; SCERRA *et al.*, 2011) ou la viande bovine (ALDAI *et al.*, 2011).

Pour les monogastriques, les teneurs en AGPI dépendent en partie du morceau considéré : la cuisse de poulet est moins riche en ALA que le blanc de poulet (KARTIKASARI *et al.*, 2012 ; DAL BOSCO *et al.*, 2016) ; entre la longe et le gras de porc, le gras est plus riche en LA et ALA mais avec un rapport LA / ALA voisin de celui de la longe (WOOD *et al.*, 2008). Néanmoins, tout comme pour les ruminants, **la nature du concentré** (type de tourteau, huiles ajoutées) **influence fortement la composition de la viande et des œufs en AGPI.**

Pour **les œufs**, les différences entre régimes conventionnels (animaux en cage recevant principalement du maïs pour l'énergie, et deux tiers de soja et un tiers de cameline, riche en oméga-3, pour les protéines) et pâturant (luzerne, trèfle ou graminées) sont aussi très importants. Le rapport LA / ALA passe de 12 à 5,7 et les teneurs en DHA et EPA sont doublées (KARSTEN *et al.*, 2010). Des données moyennes sont indiquées dans le tableau 2.

Bien que le pâturage des monogastriques ne soit pas une pratique courante, plusieurs études montrent **un effet positif du pâturage sur la teneur en ALA des viandes de porcs et de poulet ainsi que des œufs.** Par exemple, pour le porc, l'accès au pâturage de truies de réforme permet d'environ doubler la teneur en ALA de la viande (LEBRET *et al.*, 2002). L'utilisation d'un parcours avec herbe et glands pour du porc ibérique (5 ha par porc) permet d'augmenter d'environ 50 % la teneur des muscles en ALA par rapport à un régime conventionnel (REY *et al.*, 2006). Mais d'autres travaux où la surface allouée par porc est beaucoup plus faible montrent très peu de différences dans la composition de la viande en AGPI (HÖGBERG *et al.*, 2004). PARUNOVIĆ *et al.* (2012) ont montré que l'accès de porcs à 1 000 m² de pâturage chacun permet de tripler la teneur en ALA et ainsi de faire passer le rapport LA / ALA de 31 à 9. Dans une synthèse, PUGLIESE et SIRTORI (2012) concluent aussi à une augmentation de la teneur en ALA de la viande pour des porcs pâturant comparés à des porcs élevés en milieu confiné. Pour le poulet, la comparaison d'animaux nourris à partir de concentrés ou de pâturage (10 m² par poulet) montre un quasi-doublement de la teneur en oméga-3 d'où un rapport oméga-6 / oméga-3 (peu différent du rapport LA / ALA non indiqué) qui passe de 8 à 2,4 (valeurs moyennées de la cuisse et du

blanc) (DAL BOSCO *et al.*, 2013). CASTELLINI *et al.* (2012) ont aussi montré un effet positif significatif de l'accès à un parcours sur la teneur en ALA lorsque la surface disponible passe de 4 à 10 m² par poulet. Pour les poules pondeuses, l'accès à une surface en herbe de 10 m² par poule permet de réduire le rapport LA / ALA des œufs de 18 à 7 (MUGNAI *et al.*, 2014).

L'addition de lin dans la ration **se traduit toujours par une augmentation de la teneur en ALA de tous les produits animaux**. Pour la viande rouge, l'apport de lin permet de multiplier la teneur en ALA ; le facteur se situe entre 2 et 3 pour une ration à base de foin ou d'ensilage d'herbe (NASSU *et al.*, 2011). Cette augmentation est particulièrement élevée pour les viandes de poulet et de porc (KOUBA et MOUROT, 2011 ; CORINO *et al.*, 2014 ; TURNER *et al.*, 2014 ; MOUROT, 2015), de même que pour les œufs. Par exemple, une synthèse de nombreuses expérimentations montre que la teneur en ALA est multipliée par 8 à 20 selon la quantité de lin apportée (FRAEYE *et al.*, 2012). De manière générale, la teneur en ALA est multipliée par 3 à 6 selon les espèces et tous les rapports LA / ALA sont inférieurs à 4 (MOUROT, 2015).

■ Une représentation synthétique de l'effet de l'alimentation animale sur la composition des produits en acides gras

Nous avons représenté de manière synthétique et qualitative les variations du rapport LA / ALA en fonction de la part de l'herbe dans la ration de base et de la nature des huiles et/ou tourteaux ajoutés (figure 2), tant chez les ruminants que chez les monogastriques. Par exemple, pour le lait : LA / ALA > 7 et < 2, respectivement pour une

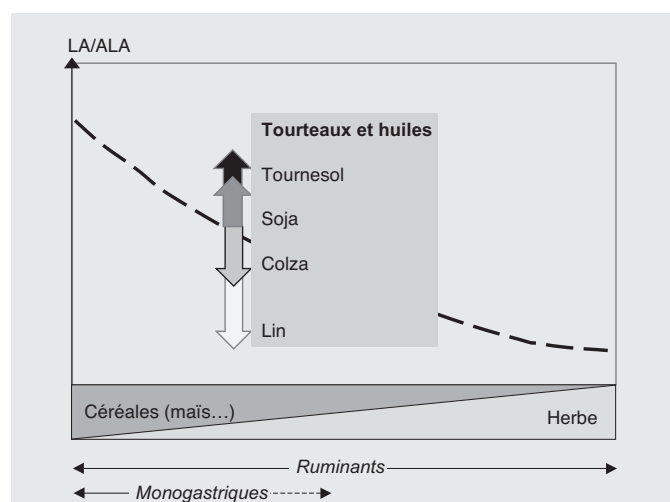


FIGURE 2 : Relation entre le rapport LA / ALA dans les produits animaux et la ration (pourcentage d'herbe et nature des tourteaux et des huiles, d'après HURTAUD *et al.*, 2010).

FIGURE 2 : Relationship between a food's LA:ALA ratio and the diet of the animal producing it (i.e., % of grass and the types of oilcakes and oils eaten, after HURTAUD *et al.*, 2010).

alimentation à base de maïs et à l'herbe ; la nature des huiles et concentrés peut faire varier à la hausse ou à la baisse le rapport LA / ALA : par exemple LA / ALA = 2 pour une alimentation à base de maïs avec ajout de lin extrudé.

Sur la base des teneurs en LA et ALA des matières premières utilisées pour alimenter les animaux (tableau 1) et de la réponse en termes de composition des produits (section précédente), nous avons classé les matières premières contribuant aux apports en ALA et LA de la manière suivante :

- très équilibrantes : herbe, tourteaux (huile) de lin ;
- équilibrantes : tourteaux de colza ;
- peu déséquilibrantes : ensilage de maïs et tourteaux de soja ;
- déséquilibrantes : céréales (blé, orge) ;
- très déséquilibrantes : maïs grain, tourteaux (huile) de palme et de tournesol (sauf s'il est oléique).

Une représentation synthétique de ces résultats est faite en distinguant **trois régimes alimentaires principaux** (figure 3) : R0 : les régimes les plus courants ; R1 : ceux maximisant l'apport d'herbe (ruminants) ou en introduisant (monogastriques), avec généralisation de tourteaux et d'huiles de colza ; et R2 : l'un des deux régimes précédents mais complété en lin. De cette manière, les produits animaux peuvent être classés en « équilibrants » ou « déséquilibrants » pour l'alimentation humaine selon que le rapport LA / ALA est inférieur ou supérieur à 4, de même que les régimes alimentaires des animaux qui les sous-tendent.

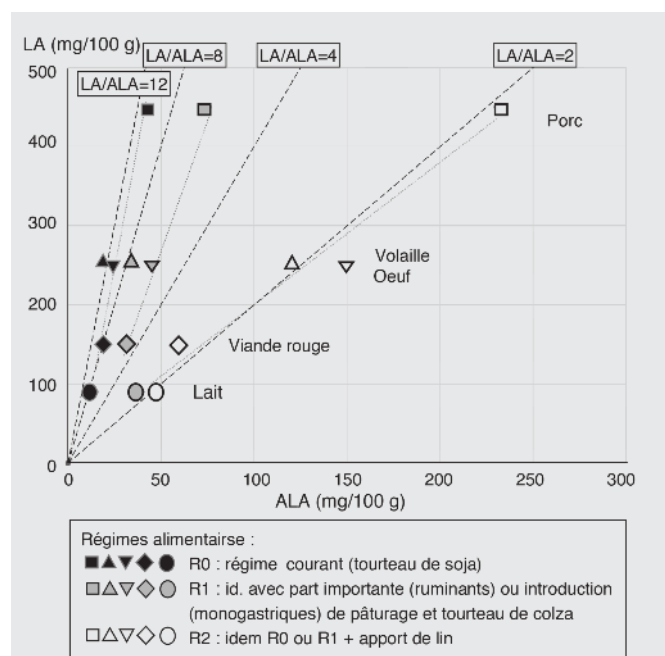


FIGURE 3 : Teneurs en acides linoléique (LA) et alpha-linolénique (ALA) des principaux produits animaux (lait, viande rouge, porc, poulet, œuf) selon trois types de régimes alimentaires.

FIGURE 3 : LA and ALA content of commonly consumed animal products, such as milk, red meat, pork, chicken, and eggs, from livestock fed 3 diet types.

Modalité	LA (g/j)	ALA (g/j)	LA/ALA
Situation actuelle (R0)	1,2	0,21	5,7
Option herbe (R1)		0,40	3,1
Option lin (R2)		0,66	2,2

TABEAU 3 : Simulation de changements des apports quotidiens en LA et ALA dans l'alimentation humaine résultant de modifications de systèmes d'alimentation des animaux.

TABLE 3 : Expected changes in LA and ALA dietary intake for humans if livestock diets are changed.

Au-delà d'augmenter la teneur en ALA des produits animaux, les régimes de type R1 et R2 réduisent la teneur en acides gras saturés, délétères pour la santé lorsqu'ils sont consommés en excès (acide palmitique notamment) et, bien qu'ils augmentent celles en acides gras trans, cela est bénéfique pour la santé (MALPUECH-BRUGÈRE *et al.*, 2010). Ils augmentent aussi les teneurs en DHA et EPA, mais dans des proportions très variables (résultats non présentés) ; cette augmentation est du même ordre de grandeur que l'augmentation de l'ALA pour les œufs, mais elle est dix fois moindre dans le cas de la viande de porc et intermédiaire pour les autres viandes et le lait (voir par exemple MOUROT et TONNAC, 2015).

■ Comparaison de différentes voies d'amélioration de la composition de l'alimentation humaine en acides gras

Pour évaluer l'impact de régimes alimentaires à l'herbe sur la composition en AGPI de notre assiette, nous avons d'abord comparé la situation actuelle (R0) à deux scénarios, l'un (R1) maximise la place de l'herbe et optimise le choix des tourteaux et huiles ajoutées, le second (R2) consiste en un apport de lin (*cf.* ci-dessus). Les teneurs en ALA et LA sont celles rapportées sur la figure 3. Pour simplifier, la teneur en LA des produits animaux a été considérée comme inchangée pour une alimentation à l'herbe et aussi pour l'apport de lin, alors que le plus souvent cette teneur est diminuée : c'est le cas pour les viandes de porc (TURNER *et al.*, 2014) et de poulet (BAEZA *et al.*, 2013), et le lait de vache (HURTAUD *et al.*, 2010). Pour estimer les apports en AGPI, nous avons considéré les consommations moyennes de produits animaux en France. Les quantités journalières nettes consommées dans l'alimentation humaine (hors pertes et gaspillages) ont été estimées à 810 g/j pour le lait (et les laitages), 48 pour les viandes rouges, 69 pour le porc, 46 pour la volaille et 32 pour les œufs¹.

Les scénarios « Herbe » et « Lin » (R1 et R2) permettent respectivement environ de doubler et de tripler l'apport d'ALA (tableau 3), et le rapport LA / ALA moyen des produits animaux passe de « déséquilibrant » (> 4) à « équilibrant » (< 4). Toutefois, le supplément d'apport d'ALA (entre 0,19 et 0,45 g/j respectivement pour les

scénarios Herbe et Lin) n'est pas suffisant pour combler le déficit qui est de 0,9 g/j. En conséquence, des changements au moins aussi importants que ceux portant sur les autres formes d'apport d'AGPI doivent être envisagés. Une estimation des changements nécessaires dans les apports d'huiles est présentée dans l'encadré 2.

2. Des connaissances scientifiques aux indicateurs pour le consommateur

Les résultats des simulations ont montré que, pour se rapprocher des recommandations en ALA, il convient de changer à la fois les types de produits animaux et d'huiles consommés (encadré 2). Il ne s'agit pas de supprimer un type d'ingrédient (huiles, lait, viandes et œufs), mais de **privilégier certains modes d'alimentation des animaux relativement à d'autres et certaines huiles dans l'alimentation humaine** au détriment d'autres. Afin de guider le consommateur dans ses choix, nous évaluons l'offre en produits animaux et nous mobilisons notre expertise agronomique pour interpréter les signes de qualité les concernant ou pour identifier les modes d'élevage offrant une certaine garantie de composition en AGPI. Ensuite, pour les huiles, nous indiquons quelques règles pour la lecture des étiquettes. D'autres solutions, consistant à utiliser des compléments alimentaires à base de poissons ou d'algues, ne sont pas considérées ici.

■ Diversité et traçabilité de la composition en acides gras des produits animaux

Les produits animaux ont été classés en 3 catégories relativement au rapport LA / ALA : les équilibrants, les neutres et les déséquilibrants (*cf.* ci-dessus). **A l'heure actuelle, il n'y a pas de traçabilité pour la composition des produits, excepté pour la filière Bleu-Blanc-Cœur** qui garantit une teneur en ALA pour la plupart des produits animaux. Dans certains pays (Pays-Bas : ELGERSMA, 2015 ; USA : WEBER *et al.*, 2008), il existe une filière « animaux nourris à l'herbe » avec un label distinctif qui permet au consommateur de différencier ces produits animaux des produits standards. Mais rien de tel n'existe en France. Une deuxième possibilité est, dans le cadre de circuits courts, d'avoir un accès direct aux informations sur les modes d'alimentation des animaux. Les informations concernant l'alimentation des animaux que nous avons synthétisées ci-dessus (figure 3) peuvent être mobilisées pour choisir les produits. Mais, le plus fréquemment, **la seule possibilité pour le consommateur est de choisir ses produits à partir d'indicateurs indirects**. Nous avons donc examiné sous cet angle les différents labels (bio, AOP, label rouge) et les avons complétés par une connaissance des systèmes d'élevage (race, saison de production, type de produit).

Pour les produits laitiers, nous avons d'abord caractérisé les systèmes d'alimentation sur la base de la part de maïs ensilage dans la ration et la localisation géographique (plaine, piémont, montagne ; IDELE, 2011).

1 : <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/> ; <http://www.franceagrimer.fr/>

Pour estimer les **apports des huiles en AGPI** (tableau ci-dessous), nous avons soustrait des consommations estimées en LA et ALA, la contribution des produits animaux, ainsi que des aliments autres (poissons, légumes et fruits).

Nous montrons que, pour atteindre les recommandations, les apports des huiles en ALA doivent plus que doubler par rapport aux estimations actuelles (scénario R0), conformément aux conclusions de l'ANSES (2015). L'augmentation nécessaire en ALA par les huiles est plus faible pour le scénario R2, avec apport de lin. Les apports en LA sont satisfaisants si l'on considère les recommandations, ou doivent être drastiquement réduits si l'on tient compte des besoins physiologiques tels que présentés dans l'encart 1. Quelle que soit l'hypothèse, **la composition des huiles consommées doit être profondément modifiée de façon à augmenter l'apport en ALA** (ANSES, 2015). Cela supposerait d'augmenter la consommation d'huile de colza pour atteindre les recommandations en ALA (TRESSOU *et al.*, 2016) et ce en remplacement des huiles ne contenant pas d'ALA (tournesol oléique) pour tendre vers un rapport LA / ALA conforme aux recommandations de l'ANSES. Bien qu'actuellement en cours, cette substitution n'apparaît pas actuellement suffisante pour équilibrer notre assiette.

Estimations des apports d'huiles nécessaires pour avoir une alimentation en LA et ALA conforme aux recommandations de l'Anses et aux besoins physiologiques selon 3 scénarios de systèmes d'alimentation des animaux :

Critères	Source	LA (g/j)	ALA (g/j)	LA/ALA
Recommandation et consommation				
Besoins physiologiques (apports recommandés)** (1)	ANSES, 2011	4,4 (8,8)	1,8*	2,45 (4,9)
Consommation totale (2)	ANSES, 2015***	8,4	0,9	9,3
Apports par les poissons, légumes et fruits (3)	ANSES, 2015	0,68	0,09	7,6
Contribution des huiles				
= (2) - (3) - (apports produits animaux R0)	Tableau 3	1,22 (5,62)	0,6	2 (9,4)
Contribution des huiles pour atteindre les recommandations				
Avec les produits animaux actuels				
= (1) - (3) - (apports produits animaux R0)	Tableau 3	1,62 (6,02)	1,5	1,1 (4)
Avec scénario herbe				
= (1) - (3) - (apports produits animaux R1)	Tableau 3	1,62 (6,02)	1,31	1,2 (4,3)
Avec scénario lin				
= (1) - (3) - (apports produits animaux R2)	Tableau 3	1,62 (6,02)	1,05	1,5 (5,3)
* ALA : les apports recommandés sont supérieurs aux besoins physiologiques d'env. 20% (cf. encadré 1)				
** pour un apport de 2 000 kcal				
*** moyenne entre données de ANSES 2015 (données recueillies en 2006) et de FERRY <i>et al.</i> , com pers (données recueillies en 2010)				

ENCADRÉ 2 : **Estimation des nécessaires changements de quantités et nature des huiles consommées dans l'alimentation humaine.**

FRAME 2 : **Recommended changes to the amounts and types of oils consumed by humans.**

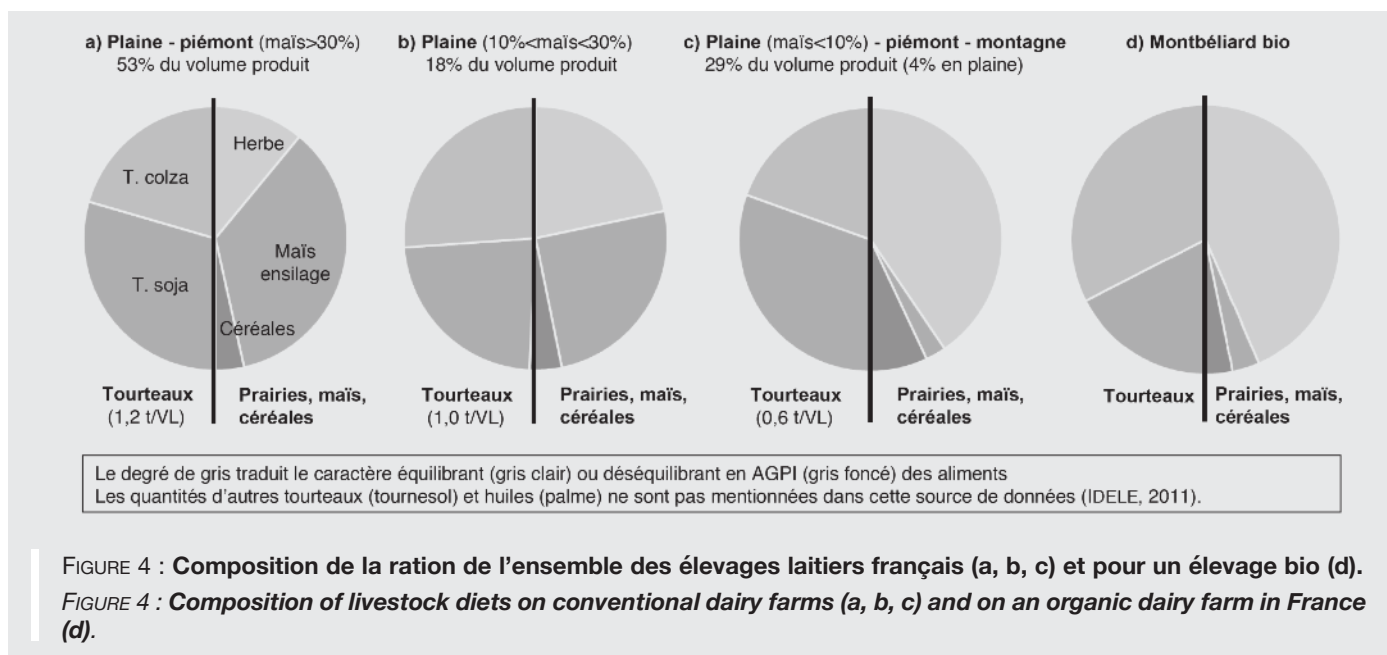
Nous nous sommes limités à trois systèmes principaux pour lesquels les rations de base et les compléments azotés sont connus. Les systèmes maïs, mixtes et herbagers représentent respectivement 53 %, 18 % et 29 % des volumes de lait produit ; les parts d'herbe dans l'alimentation étant respectivement de 20, 45 et 90 % (non montré). Selon notre grille d'analyse, 29 % du lait produit (celui des systèmes herbagers) correspond à une ration permettant de produire un lait « équilibrant » à partir de la ration de base, et vraisemblablement pour l'ensemble de la ration compte tenu du faible apport des tourteaux (0,6 t en moyenne et seulement 0,3 pour ce type d'élevage en plaine). Ces élevages herbagers sont situés majoritairement en montagne ; ils ne représentent que 4 % des élevages de plaine. Dans les deux cas, les tourteaux de colza (ou huiles ajoutées) contribuent le plus aux apports en AGPI (figure 4).

Le consommateur peut mobiliser diverses informations pour effectuer ses choix, à commencer par l'origine géographique, lorsqu'elle est précisée (par exemple : lait de montagne), sans offrir cependant de garantie absolue que l'herbe constitue la plus grande part de l'alimentation. En outre, il faut savoir que la plupart des vaches sont alimentées à l'herbe au printemps (mars-juin en plaine), y compris dans le système maïs. En conséquence, la plupart des laits de printemps, et donc les produits qui

en sont dérivés, ont une composition en AGPI proche de celles permises par des systèmes d'alimentation tels que décrits en figure 4c.

Nous avons aussi examiné deux signes de qualité : le bio et les AOP. La comparaison des produits conventionnels à ceux labellisés « agriculture biologique » montre fréquemment une valeur plus élevée en ALA pour ces derniers dans plusieurs produits européens (GALGANO *et al.*, 2016). Cette différence s'explique principalement par une plus grande contribution de l'herbe à l'alimentation des vaches dans les élevages bio que dans les élevages conventionnels. Le système d'alimentation (figure 4d) se rapproche de celui de piémont - montagne avec peu de maïs (figure 4c). Une synthèse récente confirme la généralité de ces résultats pour le lait (ŠREDNICKA-TOBER *et al.*, 2016a). Concernant les AOP de produits issus du lait, la consultation du site de l'INAO permet d'identifier les fromages pour lesquels l'ensilage de maïs est interdit (systèmes complètement herbagers) et ceux pour lesquels la contribution du pâturage est fixée au-dessus d'un seuil déterminé. Notons que les IGP n'indiquent qu'un ancrage territorial sans fournir d'indications sur le système d'alimentation.

Pour les viandes rouges, c'est la phase d'engraissement qui détermine la composition en acides gras des produits ; il n'y a donc pas de statistiques disponibles.



Pour les réformes de vaches laitières (qui constituent environ 35 % de la viande consommée ; IDELE, 2011), plus de 50 % d'entre elles sont abattues en cours de lactation sans avoir un régime alimentaire différencié des vaches productrices (IDELE, 2011). Les systèmes d'alimentation présentés ci-dessus (figures 4a-c) peuvent donc être retenus pour ces vaches. Pour éviter d'avoir des viandes issues d'animaux peu nourris à l'herbe, le consommateur peut privilégier des animaux de race à viande, car la race est maintenant indiquée sur les emballages. Mais, il n'en reste pas moins une grande diversité de systèmes d'alimentation, depuis des animaux engraisés en feedlots jusqu'à des engraisements à base d'herbe.

La viande produite en agriculture biologique présente généralement des teneurs plus élevée en oméga-3, et cet effet est plus marqué pour les animaux finis en été qu'en hiver (KAMIHIRO *et al.*, 2015), là encore parce que les élevages bio ont du fait du cahier des charges un lien explicite au sol, et aussi parce qu'ils cherchent à réduire les coûts de production en privilégiant une alimentation à l'herbe.

Pour les monogastriques, la variabilité des ressources alimentaires entre élevages est beaucoup moins grande qu'elle ne l'est pour les ruminants. Cependant, il a été montré un effet positif de l'élevage biologique sur la teneur en ALA de la viande de poulet (MUGNAI *et al.*, 2014) et les œufs (DAL BOSCO *et al.*, 2013), mais il s'agissait d'élevages bio pour lesquels la contribution du pâturage était élevée. Or, si le cahier des charges des monogastriques en bio impose un lien au sol, rien ne précise quelle doit être la contribution du pâturage. Sur le terrain, il existe cependant une diversité de pratiques, par exemple en termes de surface de pâturage allouée par poulet, les cahiers des charges ne précisant pas une contribution minimale du pâturage à l'alimentation ; ceci explique qu'une synthèse de plusieurs études ne montre pas d'effet significatif entre un poulet élevé en élevage biologique ou en conventionnel (ŚREDNICKA-TOBER *et al.*, 2016b). Pour le porc, la comparaison d'un mode d'élevage

conventionnel en porcherie avec un mode d'alimentation bio avec accès à la pâture (250 m² par porc) a montré des différences de qualité, mais pas en termes de LA et ALA (MARTINO *et al.*, 2014). À l'image de la filière BBC, des initiatives de filières précisant une addition de lin sont aussi un bon indicateur et sont envisagées hors de France (DUGAN *et al.*, 2015).

■ Vers une information plus complète pour les viandes

La traçabilité de la composition des produits animaux pour leur composition en AGPI pourrait facilement être mise en œuvre en mobilisant les méthodes de spectroscopie dans le proche infrarouge (SPIR), tout en limitant le nombre de catégories (2 par exemple) compte tenu de la précision des mesures. Cette technologie, bien éprouvée pour le lait (COPPA *et al.*, 2010), pourrait présenter plus d'intérêt pour les viandes dans la mesure où le tri des carcasses peut se faire à l'abattoir, évitant une mesure à la ferme qui augmenterait considérablement les coûts de collecte. Cette information pourrait être d'intérêt pour les viandes rouges compte tenu de la très grande diversité des modes d'engraissement des bovins, mais aussi pour les monogastriques de par la diversité des sources de protéines. De premiers résultats de composition des produits estimés par la SPIR ont été obtenus sur le porc (ZAMORA-ROJAS *et al.*, 2013), les viandes bovines (PRIETO *et al.*, 2012) et ovine (GUY *et al.*, 2011). Pour le poulet, des résultats encourageants mais aussi peu probants ont été obtenus respectivement par ZHOU *et al.* (2012) et de MARCHI *et al.* (2012).

■ Informations sur les huiles dans les aliments pour le consommateur

Nous avons vu que la nature des huiles impacte la composition de l'assiette en AGPI tout autant que le choix

des produits animaux. Pour cette raison, nous donnons aussi des indications basées sur une lecture attentive des étiquettes, de façon à réduire la consommation des huiles de tournesol non oléique et de maïs, ainsi que des produits en contenant (correspondant souvent à la mention huiles végétales) dans les plats préparés, les biscuits et les assaisonnements (certaines mayonnaises) (voir annexe 1). De même, pour l'assaisonnement, l'huile de colza plus équilibrante au regard de l'ensemble de notre consommation est à préférer aux huiles de mélange simplement équilibrées. En outre, une attention particulière doit être accordée aux huiles servant à conserver (MAGBOOL *et al.*, 2011) et à cuisiner (ANSORENA *et al.*, 2010) les poissons. Il a été montré que, pour des anchois, la composition en AGPI des filets est très dépendante du mode de conservation, en particulier de l'huile utilisée ; l'huile de tournesol utilisée après salage conduit par exemple à un effondrement des teneurs en oméga-3 (CZERNER *et al.*, 2015). La conserve naturelle et la friture à l'huile d'olive sont à privilégier pour ne pas enrichir les aliments en LA et ne pas détruire les oméga-3, en particulier à longue chaîne.

Conclusion

Après avoir rappelé de manière synthétique que la composition de la ration de base et des concentrés influence fortement la composition en acides alpha-linolénique (ALA) et linoléique (LA) de tous les produits animaux, nous avons montré qu'avec les modes d'alimentation actuels la plupart des produits animaux peuvent être classés comme « déséquilibrants » pour notre alimentation au vu du rapport LA / ALA (> 4), surtout du fait d'une teneur insuffisante en ALA. Cependant, l'augmentation de la part de l'herbe (pour les ruminants) ou l'accès à un parcours herbeux (pour les monogastriques), éventuellement complétés par des tourteaux de colza plutôt que de soja, permet, selon le produit animal considéré, d'atteindre ou de se rapprocher des recommandations pour ce rapport. En outre, la complémentation avec du lin permet d'avoir des produits équilibrants, voire très équilibrants. Néanmoins, nous avons montré que **pour se rapprocher des recommandations en ALA pour l'alimentation humaine, il faut aussi changer la nature des huiles alimentaires consommées, le seul changement des produits animaux étant insuffisant.**

Bien qu'il soit difficile, pour le consommateur, de connaître le mode de fabrication (traçabilité) d'un produit pour sa composition en LA et ALA, nous avons montré qu'à partir de certains signes de qualité (bio, AOP, produits d'origine de montagne) mais aussi par la lecture des étiquettes (race des animaux, nature des huiles pour les aliments en contenant), il est possible de privilégier certains produits et d'en éviter d'autres. Notons aussi que l'amélioration de l'information nutritionnelle du consommateur est un moyen d'initier un cercle vertueux pour orienter la production des produits animaux et l'industrie agroalimentaire. En effet, un consommateur peut, par ses choix, privilégier et éviter certains produits, ce qui peut contribuer à infléchir les normes et pratiques actuelles

des filières. Ces résultats seraient aussi à compléter pour d'autres acides gras soit pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine (le DHA et l'EPA), soit pour les risques qu'ils présentent en cas de consommation en quantités trop importantes (acide palmitique, acides gras trans).

Enfin, ces considérations sur les pratiques d'élevage nous amènent à faire un lien avec d'autres recommandations nutritionnelles actuelles, telles que la réduction des apports protéiques d'origine animale dans l'alimentation de l'homme. Nos sources protéiques sont actuellement de 60 % d'origine animale contre 40 % d'origine végétale alors que l'ANSES préconise un rapport 50-50 (CHARDIGNY et WALRAND, 2016). **La réduction de la consommation de produits animaux pourrait aussi amener le consommateur à modifier ses dépenses alimentaires en privilégiant les filières d'élevage les plus vertueuses que nous avons identifiées.** Rappelons que ces filières d'élevage privilégiant l'herbe sont aussi les garants de la préservation d'une biodiversité végétale et paysagère. Elles permettent ainsi de contribuer à la stratégie mondiale du « 4 pour 1 000 » (stockage annuel de carbone nécessaire pour compenser les émissions de gaz à effet de serre) dans la mesure où les prairies constituent des puits de carbone. En un sens, ces enjeux nutritionnels rencontrent des enjeux environnementaux, fondant une conception intégrée de la santé de l'homme et de la planète autour du concept de « une seule santé », qui ouvre de nouvelles perspectives de refondation de nos systèmes agricoles et agro-alimentaires.

Accepté pour publication,
le 8 novembre 2016

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AILHAUD G., MASSIERA F., WEILL P., LEGRAND P., ALESSANDRI J.-M., GUESNET P. (2006) : "Temporal changes in dietary fats: role of n-6 polyunsaturated fatty acids in excessive adipose tissue development and relationship to obesity", *Progress in Lipid Research*, 45 (3), 203-36.
- ALDAI N., DUGAN M. E. R., KRAMER J. K. G., MARTÍNEZ A., LÓPEZ-CAMPOS O., MANTECÓN A. R., OSORO K. (2011) : "Length of concentrate finishing affects the fatty acid composition of grass-fed and genetically lean beef: an emphasis on trans-18: 1 and conjugated linoleic acid profiles", *Animal*, 5 (10), 1643-1652.
- ANSES (2011) : *Impact des pratiques en alimentation animale sur la composition en acides gras des produits animaux destinés à l'Homme. Rapport d'expertise collective*, Anses, <https://www.anses.fr/fr>
- ANSES (2013) : *Composition nutritionnelle des aliments. Table Ciqual - version 2013*, Anses ; <https://pro.anses.fr/tableciqual/>
- ANSES (2015) : *Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Rapport d'expertise collective*, Anses ; <https://www.anses.fr/fr>
- ANSORENA D., GUEMBE A., MENDIZÁBAL T., ASTIASARÁN I. (2010) : "Effect of fish and oil nature on frying process and nutritional product quality", *J. Food Sci.*, 75 (2), 62-67.
- ANTRUEJO A., AZCONA J.O., GARCIA P.T., GALLINGER C., ROSMINI M., AYERZA R. *et al.* (2011) : "Omega-3 enriched egg production: the effect of α -linolenic ω -3 fatty acid sources on laying hen performance and yolk lipid content and fatty acid composition", *Brit. Poultry Sci.*, 52 : 6, 750-760.

- AUROUSSEAU B., BAUCHART D., GALOT A. L., PRACHE S., MICOL D., PRIOLO A. (2007) : "Indoor fattening of lambs raised on pasture: 2. Influence of stall finishing duration on triglyceride and phospholipid fatty acids in the longissimus thoracis muscle", *Meat Sci.*, 76 (3), 417-427.
- BAEZA E., CHARTRIN P., GIGAUD V., TAUTY S., METEAU K., LESSIRE M., BERRI C. (2013) : "Effects of dietary enrichment with n-3 fatty acids on the quality of raw and processed breast meat of high and low growth rate chickens", *British Poultry Sci.*, 54 (2), 190-8.
- BENBROOK C. M., BUTLER G., LATIF M. A., LEIFERT C., DAVIS D. R. (2013) : "Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: a United States-wide, 18-month study", *PLoS One*, 8 (12), e82429.
- BORREANI G., COPPA M., REVELLO-CHION A., COMINO L., GIACCONE D., FERLAY A., TABACCO E. (2013) : "Effect of different feeding strategies in intensive dairy farming systems on milk fatty acid profiles, and implications on feeding costs in Italy", *J. Dairy Sci.*, 1-16.
- BUTLER G. (2014) : "Manipulating dietary PUFA in animal feed: implications for human health", *Proc. of the Nutrition Soc.*, 73, 87-95.
- CASTELLINI C., BOGGIA A., CORTINA C., DAL BOSCO A., PAOLOTTI L., NOVELLI E., MUGNAI C. (2012) : "A multicriteria approach for measuring the sustainability of different poultry production systems", *J. Cleaner Production*, 37, 192-201.
- CHARDIGNY J. M., WALRAND S. (2016) : "Plant protein for food: opportunities and bottlenecks", *OCL*, 23 (4), D404.
- CHERFAOUI M., DURAND D., BONNET M., BERNARD L., BAUCHART D., ORTIGUES-MARTY I., GRUFFAT D. (2013) : "A grass-based diet favours muscle n-3 long-chain PUFA deposition without modifying gene expression of proteins involved in their synthesis or uptake in Charolais steers", *Animal*, 7 (11), 1833-40.
- COPPA M., FERLAY A., LEROUX C., JESTIN M., CHILLIARD Y., MARTIN B., ANDUEZA D. (2010) : "Prediction of milk fatty acid composition by near infrared reflectance spectroscopy", *Int. Dairy J.*, 20 (3), 182-189.
- 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 (4), 679-688.
- COUÉDELO L., BILLEAUD C., LAMIREAU D., PEREZ P., RIGOURD V., BUFFIN R... VAYSSE C. (2014) : "Evolution of essential fatty acid composition of French breast milk from 1997 to 2014 (poster), Rapport Iterg 2014, Iterg.
- COUVREUR S., HURTAUD C., LOPEZ C., DELABY L., PEYRAUD J. L. (2006) : "The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties", *J. Dairy Sci.*, 89 (6), 1956-69.
- CZERNER M., AGUSTINELLI S. P., GUCCIONE S., YEANNES M. I. (2015) : "Effect of different preservation processes on chemical composition and fatty acid profile of anchovy (*Engraulis anchoita*)", *Int. J. Food Sci. and Nutrition*, 66 (8), 887-894.
- DAL BOSCO A., RUGGERI S., MATTIOLI S., MUGNAI C., SIRRI F., CASTELLINI C. (2013) : "Effect of faba bean *Vicia Faba* var. minor inclusion in starter and growing diet on performance, carcass and meat characteristics of organic slow-growing chickens", *Italian J. Animal Sci.*, 12 (4), e76.
- DAL BOSCO A., MUGNAI C., MATTIOLI S., ROSATI A., RUGGERI S., RANUCCI D., CASTELLINI C. (2016) : "Transfer of bioactive compounds from pasture to meat in organic free-range chickens", *Poultry Sci.*, pev383.
- DOREAU M., FIEVEZ V., TROEGELER-MEYNAUDIER A., GLASSER F. (2012) : "Métabolisme ruminal et digestion des acides gras longs chez le ruminant: Le point des connaissances récentes", *Productions Animales*, 25 (4), 361-374.
- DUGAN M., VAHMANI P., TURNER T., MAPIYE C., JUÁREZ M., PRIETO N., ... AALHUS J. (2015) : "Pork as a Source of Omega-3 (n-3) Fatty Acids", *J. Clinical Medicine*, 4 (12), 1999-2011.
- ELGERSMA A. (2015) : "Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives", *Europ. J. Lipid Sci. and Technology*, 117 (9), 1345-1369.
- FARRUGGIA A., MARTIN B., BAUMONT R., PRACHE S., DOREAU M., HOSTE H., DURAND D. (2008) : "Quels intérêts de la diversité floristique des prairies permanentes pour les ruminants et les produits animaux ?", *Productions Animales*, 21 (2), 181-200.
- FRAEYE I., BRUNEEL C., LEMAHIEU C., BUYSE J., MUJLAERT K., FOUBERT I. (2012) : "Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review", *Food Research Int.*, 48 (2), 961-969.
- GALGANO F., TOLVE R., COLANGELO M.A., SCARPA T., CARUSO M.C. (2016) : "Conventional and organic foods: A comparison focused on animal products", *Cogent Food and Agriculture*, 2 : 1142818.
- GLASSER F., FERLAY A., CHILLIARD Y. (2008) Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk: a meta-analysis", *J Dairy Sci.*, 91, 4687-4703.
- GOGUS U., SMITH C. (2010) : "N-3 omega fatty acids: a review of current knowledge", *Int. J. Food Sci. and Technology*, 45 (3), 417-436.
- GUILLEVIC M., KOUBA M., MOUROT J. (2009) : "Effect of a linseed diet or a sunflower diet on performances, fatty acid composition, lipogenic enzyme activities and stearoyl-CoA-desaturase activity in the pig", *Livestock Sci.*, 124 (1-3), 288-294.
- GUY F., PRACHE S., THOMAS A., BAUCHART D., ANDUEZA D. (2011) : "Prediction of lamb meat fatty acid composition using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS)", *Food Chemistry*, 127 (3), 1280-1286.
- HEDGE M.V., ZANWAR A.A., ADEKAR S.P. (eds) (2016) : *Omega-3 Fatty acids*, Springer 610 pp.
- HÖGBERG A., PICKOVA J., STERN S., LUNDSTRÖM K., BYLUND A.C. (2004) : "Fatty acid composition and tocopherol concentrations in muscle of entire male, castrated male and female pigs, reared in an indoor or outdoor housing system", *Meat Sci.*, 68 (4), 659-65.
- HURTAUD C., AGABRIEL C., DUTREUIL M., ROUILLE B., UMR A.O., RENNES F., UMR I.O. (2010) : "Caractérisation de la composition des laits selon les pratiques d'alimentation dans les principales régions laitières françaises", *3R*, 5 (1), 381-384.
- HURTAUD C., DUTREUIL M., COPPA M., AGABRIEL C., MARTIN B. (2014) : "Characterization of milk from feeding systems based on herbage or corn silage with or without flaxseed and authentication through fatty acid profile", *Dairy Sci. and Technology*, 94 (2), 103-123.
- KAMIHIRO S., STERGIADIS S., LEIFERT C., EYRE M.D., BUTLER G. (2015) : "Meat quality and health implications of organic and conventional beef production", *Meat Sci.*, 100, 306-318.
- KARSTEN H.D., PATTERSON P.H., STOUT R., CREWS G. (2010) : "Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens", *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25 (01), 45.
- KARTIKASARI L.R., HUGHES R.J., GEIER M.S., MAKRIDES M., GIBSON R.A. (2012) : "Dietary alpha-linolenic acid enhances omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid levels in chicken tissues", *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 87 (4-5), 103-109.
- 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 (1), 13-7.
- IDELE (2011) : *La production de viande bovine en France. Qui produit quoi, comment et où ?*, Idele, dossier Economie de l'Elevage, 145, 60 pp.

- LEBRET B., GUILLARD A.S., BERGER F. (2002): "Influence du mode d'élevage (bâtiment ou plein air) sur les qualités des carcasses et des viandes de truies de réforme", *Journées de la Recherche Porcine*, 34, 31-37.
- LEGRAND P. (2013): "Nouvelle approche pour les recommandations nutritionnelles en lipides", *OCL*, 20 (2), 75-78.
- MAJEWSKA M.P., PAJAK J.J., SKOMIA? J., KOWALIK B. (2016): "The effect of different forms of sunflower products in diets for lambs and storage time on meat quality", *Animal Feed Sci. and Technology*, 222, 227-235.
- MALPUECH-BRUGÈRE C., MOURIOT J., BOUE-VAYSSE C., COMBE N., PEYRAUD J.L., LE RUYET P., ... CHARDIGNY J.M. (2010): "Differential impact of milk fatty acid profiles on cardiovascular risk biomarkers in healthy men and women", *European J. Clinical Nutrition*, 64 (7), 752-9
- MAQBOOL A., STRANDVIK B., STALLINGS V. A. (2011): "The skinny on tuna fat: health implications", *Public Health Nutrition*, 14 (11), 2049-54.
- MARCHI DE M., RIOVANTO R., PENASA M., CASSANDRO M. (2012): "At-line prediction of fatty acid profile in chicken breast using near infrared reflectance spectroscopy", *Meat Sci.*, 90 (3), 653-657.
- MARTÍNEZ MARÍN A.L., GÓMEZ-CORTÉS P., GÓMEZ CASTRO G. *et al.* (2012): "Effects of feeding increasing dietary levels of high oleic or regular sunflower or linseed oil on fatty acid profile of goat milk", *J. dairy Sci.*, 95 : 4, 1942-1955.
- MARTINO G., MUGNAI C., COMPAGNONE D., GROTTA L., DEL CARLO M., SARTI F. (2014): "Comparison of performance, meat lipids and oxidative status of pigs from commercial breed and organic crossbreed", *Animals*, 4 (2), 348-360.
- MOLFINO A., GIOIA G., FANELLI F., MUSCARITOLI M. (2014): "The role for dietary omega-3 fatty acids supplementation in older adults", *Nutrients*, 6 (10), 4058-4072.
- MOUROT J. (2015): "Evolution de la qualité des produits animaux ces cinquante dernières années", *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 50, 1-6.
- MOUROT J., DE TONNAC A. (2015): "The Bleu Blanc Cœur path: impacts on animal products and human health", *OCL*, 22 (6), D610.
- MUGNAI C., SOSSIDOU E.N., DAL BOSCO A., RUGGERI S., MATTIOLI S., CASTELLINI C. (2014): "The effects of husbandry system on the grass intake and egg nutritive characteristics of laying hens", *J. Sci. of Food and Agriculture*, 94 (3), 459-467.
- NASSU R.T., DUGAN M.E.R., HE M.L., McALLISTER T.A., AALHUS J.L., ALDAI N., KRAMER J.K.G. (2011): "The effects of feeding flaxseed to beef cows given forage based diets on fatty acids of longissimus thoracis muscle and backfat", *Meat Sci.*, 89 (4), 469-477.
- NUERNBERG K., ENDER K., DANNENBERGER D. (2006): "Possibilities to produce healthy, tasty meat and to improve its nutritional value", *Polish J. Food and Nutrition Sci.*, 15 (1), 17-21.
- PARUNOVIĆ N., PETROVIĆ M., MATEKALO-SVERAK V., TRBOVIĆ D., MIJATOVIĆ M., RADOVIĆ C. (2012): "Fatty acid profile and cholesterol content of *M. longissimus* of free-range and conventionally reared Mangalitsa pigs", *South African J. Animal Sci.*, 42 (2), 101-113.
- PATTERSON E., WALL R., FITZGERALD G.F., ROSS R.P., STANTON C. (2012): "Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated Fatty acids", *J. Nutrition and Metabolism*, 539426.
- PRIETO N., DUGAN M.E.R., LÓPEZ-CAMPOS O., McALLISTER T.A., AALHUS J.L., UTTARO B. (2012): "Near infrared reflectance spectroscopy predicts the content of polyunsaturated fatty acids and biohydrogenation products in the subcutaneous fat of beef cows fed flaxseed", *Meat Sci.*, 90 (1), 43-51.
- PUGLIESE C., SIRTORI F. (2012): "Quality of meat and meat products produced from southern European pig breeds", *Meat Sci.*, 90 (3), 511-8.
- RAES K., DE SMET S., DEMEYER D. (2004): "Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review", *Animal Feed Sci. and Technology*, 113 (1-4), 199-221.
- RAZMINOWICZ R.H., KREUZER M., SCHEEDER M.R.L. (2006): "Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef", *Meat Sci.*, 73 (2), 351-61.
- REY A.I., DAZA A., LÓPEZ-CARRASCO C., LÓPEZ-BOTE C.J. (2006): "Feeding Iberian pigs with acorns and grass in either free-range or confinement affects the carcass characteristics and fatty acids and tocopherols accumulation in *Longissimus dorsi* muscle and backfat", *Meat Sci.*, 73 (1), 66-74.
- SCERRA M., LUCIANO G., CAPARRA P., FOTI F., CILIONE C., GIORGI A., SCERRA V. (2011): "Influence of stall finishing duration of Italian Merino lambs raised on pasture on intramuscular fatty acid composition", *Meat Sci.*, 89 (2), 238-242.
- ŚREDNICKA-TOBER D., BARAŃSKI M., SEAL C. J., SANDERSON R., BENBROOK C., STEINSHAMN H., ... LEIFERT C. (2016a): "Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta-and redundancy analyses", *British J. Nutrition*, 7, 1043-1060.
- ŚREDNICKA-TOBER D., BARAŃSKI M., SEAL C., SANDERSON R., BENBROOK C., STEINSHAMN H., ... LEIFERT C. (2016b): "Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis", *British J. Nutrition*, 23, 1-18.
- TRESSOU J., PASTEAU S., DARTINET S.D., SIMON N., LE GUILLOU C. (2016): "Données récentes sur les apports en acides gras des Français", *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 23 (3).
- TURNER T.D., MAPIYE C., AALHUS J.L., BEAULIEU A.D., PATIENCE J.F., ZIJLSTRA R.T., DUGAN M.E.R. (2014): "Flaxseed fed pork: n-3 fatty acid enrichment and contribution to dietary recommendations", *Meat Sci.*, 96 (1), 541-7.
- VAN ELSWYK M.E., McNEILL S.H. (2014): "Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience", *Meat Sci.*, 96 (1), 535-540.
- WARREN H.E., SCOLLAN N.D., ENSER M., HUGHES S.I., RICHARDSON R.I., WOOD J.D. (2008): "Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition", *Meat Sci.*, 78 (3), 256-69.
- WEBER K., HEINZE K.L., DE SOUCEY M. (2008): "Forage for thought: Mobilizing codes in the movement for grass-fed meat and dairy products", *Administrative Sci. Quarterly*, 53 (3), 529-567.
- WOOD J.D., ENSER M., FISHER A.V., NUTE G.R., SHEARD P.R., RICHARDSON R.I., ... WHITTINGTON F.M. (2008): "Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review", *Meat Sci.*, 78 (4), 343-58.
- YANG L.G., SONG Z.X., YIN H., WANG Y.Y., SHU G.F., LU H.X., ... SUN G.J. (2016): "Low n-6/n-3 PUFA ratio improves lipid metabolism, inflammation, oxidative stress and endothelial function in rats using plant oils as n-3 fatty acid source", *Lipids*, 51 (1), 49-59.
- ZAMORA-ROJAS E., GARRIDO-VARO A., DE PEDRO-SANZ E., GUERRERO-GINEL J.E., PEREZ-MAREN D. (2013): "Prediction of fatty acids content in pig adipose tissue by near infrared spectroscopy: At-line versus in-situ analysis", *Meat Sci.*, 95 (3), 503-511.
- ZHOU L.J., WU H., LI J.T., WANG Z.Y., ZHANG L.Y. (2012): "Determination of fatty acids in broiler breast meat by near-infrared reflectance spectroscopy", *Meat Sci.*, 90 (3), 658-664.

Sur la base de l'ensemble des informations présentées dans cet article, les aliments ont été classés en 4 catégories selon leur intérêt pour équilibrer nos apports de ALA et LA. Des précisions sont indiquées dans la mesure où la lecture de l'étiquette des produits ne suffit pas toujours pour choisir. Cette liste n'est pas exhaustive : il existe bien d'autres aliments contribuant à la fourniture d'oméga-3 tels que fruits et légumes secs, noix, etc.

	Type de produit	Pourquoi	Spécifications pour choix et/ou utilisation
Aliments à privilégier			
Huiles végétales	Lin (graine à broyer ou huile)	Très riche en oméga-3 (ALA)	A broyer juste avant utilisation pour éviter l'oxydation et éventuellement à cuire façon porridge
	Huile de colza	riche en oméga-3 (ALA)	Possibilité de mélanger à l'huile d'olive pour le goût
Petits poissons gras	Sardine, maquereau, hareng...	riche en EPA et DHA et irremplaçables	Au naturel, surtout pas à l'huile de tournesol
Aliments bons, mais si... certaines caractéristiques du produit ou spécifications sont présentes			
Œufs	Œufs labellisés BBC*	Bien plus riches en oméga-3 que les œufs standard	Mention du label BBC
Laitages non allégés en MG*	Fromage, beurre, crème : produits bio et fromages AOP issus d'élevage sans ensilage de maïs	Probabilité élevée d'une alimentation à l'herbe (riches en oméga-3) pour le bio ou spécifiée dans le cahier des charges pour certaines AOP	La plupart des fromages au lait cru excluent les ensilages pour des raisons sanitaires ; de nombreux fromages AOP sont au lait cru
Viande rouge	Viande issue d'animaux engraisés à l'herbe ou label BBC	Plus riches en oméga-3 que les régimes conventionnels	Privilégier les races à viande : limousine, charolaise, ou des AOC comme « Bœuf de Charolles » ou « Fleur d'Aubrac » ; Bœuf d'herbe**
Viandes blanches (poulet ; porc)	Produits bio car un minimum de distribution de fourrages est une obligation réglementaire ou Label BBC	Plus riche en oméga-3 que les régimes conventionnels	
Effet neutre			
Laitages pauvres en MG	Yaourts allégés, bio	Si peu de MG, moins d'impact des oméga-6	De préférence bio (+ d'herbe dans l'alimentation du bétail)
Huiles	Olive	peu d'oméga-3 mais apporte des oméga-9 et est intéressante pour le goût	
Aliments à limiter			
Produits animaux (viande, lait, œufs) sans label ou sans spécification du mode d'alimentation	Modes d'alimentation inconnus	Produits plus pauvres en oméga-3 que ceux issus d'une alimentation à l'herbe ou ayant le label BBC ; laitages trop riches en oméga-6 donc déséquilibrants	Diminuer la consommation de viande rouge et de produits laitiers « bas de gamme et trop gras » (impacts environnementaux élevés en plus de l'impact santé)
Huiles mélangées	Huiles dites équilibrées lorsque utilisées en assaisonnement	Huile équilibrée mais pas équilibrante	Préférer le colza, huile équilibrante, pour l'assaisonnement
Gros poissons gras*	saumon, thon	Riches en oméga-3	Risque de métaux lourds
Aliments à éviter			
Huiles (et produits dérivés comme les mayonnaises)	Produits à base d'huiles de tournesol non oléique et de maïs	Trop riches en oméga-6, dénués d'oméga-3	Ces huiles sont souvent « cachées » dans nombre de plats préparés (mentions vagues : « huile végétale ») et dans certaines conserves

* BBC : Bleu Blanc Cœur ; MG : matières grasses

** exemple : <http://www.leboeufdherbe.fr/blog/3-fois-plus-d-omega-3-dans-la-viande-de-boeuf-d-herbe-n4>

ANNEXE 1 : Guide pratique pour choisir ses aliments afin de privilégier les oméga-3 et réduire les oméga-6.

APPENDIX 1 : Practical guide to eating foods high in omega-3s and low in omega-6s.



Association Française pour la Production Fourragère

La revue **Fourrages**

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

www.afpf-asso.org



AFPF – Maison Nationale des Eleveurs – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 – Mail : secretariat@afpf-asso.fr

Association Française pour la Production Fourragère