

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Blida 1

Institut des Sciences Vétérinaires



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur Vétérinaire

Revue Bibliographique Sur Les Additifs En Nutrition Aviaire

Présenté par

Guichi Sidali

Soutenu le 04/11/2018

Devant le jury :

Président(e) :	Djallata. N	MAA	ISVB
Examineur :	Yahimi. A	MCB	ISVB
Promoteur :	Hammami. N	MCB	ISVB

Année universitaire : 2017/2018

Remerciement

Je tiens à remercier dieu tout puissant de m'avoir donnée le courage et la patience de réaliser ce travail.

J'exprime mes profonds remerciements et mes vives reconnaissances à dr Hammami nabila pour avoir accepté de m'encadrer et de diriger ce travail. Qu'elle trouve ici mes sentiment de gratitude et de reconnaissance.

Je tiens a remercier tous mes enseignants et mes collègues du l'instituas des sciences veterinaires et toutes les personnes qui m'ont aidé de près loin a l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail tout d'abord à la mémoire de mon père que dieu le tout puissant l'accueille dans son vaste paradis et qui a consacré leur noble existence a faire de moi ce que je suis maintenant,

Ma mère Saliha celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation,

À mes sœurs fella et rabia

À mes frères sidahmed, yacine, et lounes

Toute ma grande famille Guichi

A mes amis ceux et celles qui mon connu et m'aiment

A toute les tous les étudiants vétérinaires de la promotion : 2017/2018

Sidali

ملخص :

لقد عرف قطاع تربية الدواجن في 25 سنة الماضية تطورا ملحوظا خاصة من حيث التغذية . من خلال اتباع الدولة استراتيجية تهدف الى تحسين النظام الغذائي بشكل رئيسي وذلك عن طريق استعمال المضافات و المكملات الغذائية للحصول على منتج افضل .

في هذا البحث سنعرض اشهر هذه المضافات الغذائية والتي تتمثل في الزيوت الحامضة المواد الدسمة و البروبيوتيك .

Résumé :

L'aviculture en algérie a connu au cours des dernières 25 ans un développement considérable, surtout pour la nutrition grâce a une stratégie adopté par l'état.

Cette stratégie visait principalement à améliorer le régime alimentaire par la substitution des additifs alimentaires à la nutrition des volailles le long de leur vie, l'objectif est l'obtention de meilleur produit .

Parmi les additifs les plus connues ; les probiotiques, les huiles acides , et les matières grasses.

Mots clés :

Probiotiques, matières grasses, huiles, acides gras, growth performances.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	5
CHAPITRE 1	6
LES MATIERES PREMIERES UTILISÉES DANS LE MODELE ALIMENTAIRE AVICOLE EN ALGÉRIE	6
1-1 : LES MATIERES PREMIERES UTILISÉES DANS LE MODELE ALIMENTAIRE AVICOLE EN ALGÉRIE :.....	7
1-1 : LES MATIERES PREMIERES UTILISÉES :.....	7
1-1-1 : LE MAIS :	7
1-1-2 : LE TOURTEAU DE SOJA :.....	7
1-1-3 : LES ISSUES DE MEUNERIE :.....	8
1-1-4 : LE BLÉ FOURRAGER :	8
1-1-5 : LES HUILES :.....	8
CHAPITRE 2	9
LES PROBIOTIQUES.....	9
2-1 : HISTORIQUE :	10
2-2 : DEFINITION :.....	10
2-3 : CRITERES DE SÉLECTION DES SOUCHES PROBIOTIQUES :.....	11
2-5 : DOSES ET MODES D'ADMINISTRATION DES PROBIOTIQUES :.....	13
2-6-1 : INHIBITION DES GERMES PATHOGENES :	13
2-6-2 : NEUTRALISATION DES TOXIQUES :.....	14
2-6-3 : AMELIORATION DE LA DIGESTIBILITE DE LA RATION ALIMENTAIRE :.....	14
2-6-4 : ÉFFETS SUR LE SYSTEME IMMUNITAIRE DE L'HÔTE :.....	14
2-6-4-1 : EFFETS DES PROBIOTIQUES SUR L'IMMUNITÉ ANNÉE:.....	14
2-6-4-2 : EFFET DES PROBIOTIQUE SUR L'IMMUNITE ACQUISE :.....	15
2-6-4-3 : ÉFFETS SUR LE SYSTEME IMMUNITAIRE SECRETOIRE :	15
2-7-1 : PRÉBIOTIQUES :.....	15
2-7-2 : SYMBIOTIQUES :	16
2-8 : REGLEMENTATION D'UTILISATION DES PROBIOTIQUES EN ALGÉRIE :.....	16
CHAPITRE 3	22
LES HUILES ACIDES	22
3-1 : LES HUILES:.....	23
3-2 : LES MATIERES GRASSES (MG) DANS L'ALIMENTATION DE LA VOLAILLE	23
3-2 : LES CARACTERISTIQUES ET STRUCTURE CHIMIQUE DES MATIERES GRASSES	23

3 -2-2 : STRUCTURE ET CLASSIFICATION DES ACIDES GRAS :.....	25
3-3 : LES DIFFERENTS SOURCES DE MATIERES GRASSES :.....	27
3-3-1 : LES GRAISSAGES ANIMAUX :.....	27
3-3-2 : LES HUILES VÉGÉTALES :.....	28
3- 4 : COMPOSITION COMPAREE, EN ENERGIE, EN LIPIDES ET EN ACIDES GRAS DES MATIERES GRASSES :.....	30
3-5 : VALEUR NUTRITIVE DES MATIERES GRASSES :.....	32
3-6 : UTILISATION DES MATIERES GRASSES DANS L'ALIMENTATION :.....	34
3-7 : AVANTAGES D'INCORPORATION DES MATIERES GRASSES :.....	36
3-8 : SPECIFICATION DES MATIERES GRASSES :.....	37
3-9 :EVALUATION ET CRITERES DE QUALITE:.....	37
3-10-1 : OXYDATION DES MATIERES GRASSES:.....	38
3-10-1-1 MECANISME GENERAL:.....	38
3-10-1-2 : CONSEQUENCES DES REACTIONS D'OXYDATIONS:.....	39
MATIERE.....	45
4-1- CARACTERISTIQUE ET STRUCTURE CHIMIQUE DES MATIERE GRASSES :	45
4-2- DIGESTION ET ABSORPTION DES LIPIDES :.....	48
4-4-4 : IMPURETES :.....	54
4-4-5 : INSAPONIFIABLES :.....	54
4-4-6 : INDICE D'IODE :.....	54
4-4-7 : INDICE DE PEROXYDE :.....	54
4-4-9 : TEST DE LA STABILITE OXYDATIVE OSI « TEST OF OXYDATIVE STAILITY » :.....	55
4-4-10 : ANALYSE DE L'ACIDE THIOBRABITUQUE (TBARS) :.....	55

Liste Des Tableaux

Numéro	Titre de Tableau	Page
1	composition des issues de meunerie (Entreprise ERIAD) (Ait El Hocine et Khallel, 1998) en % de MS	8
2	principaux microorganisme à effet probiotique (Rouche , 2001)	13
3	rendement de la carcasse et de la graisse abdominale, (Chafai ; 2006)	19
4	rendement de ponte et l'indice de consommation (Charles et Dukes 1978)	20
5	propriété des acides gras communs des MG et huiles incorporées dans l'alimentation animal (Benabdeljelil , 2003 ; Gestin , 2003	26
6	Teneurs énergétiques (Kcal/kg) et la composition en lipides (%) et en acides gras (en % des AG totaux) de quelques matières grasses. (*INRA, 1984 ; **Morand et Tran, 2001)	30, 31
7	Caractéristiques analytiques de l'huile de soja et de l'huile acide (Laffitte, 2003)	31
8	Energie métabolisable en Mcal/kg de différentes MG selon l'âge de poulet. (Pesti et al., 2002 in Benabdeljelil, 2003)	32
9	Effet du taux d »introduction des huiles acides (mélange huile de palme, colza, tournesol) et du régime de base sur les performances zootechniques et la digestibilité de la matière grasse (Laffitte, 2003).	36
10	nomenclature et propriétés des acides gras communs des matières grasses et huiles incorporées dans l'alimentation animale (Benbdeljelil, 2003)	47
11	composition en acides gras de quelques huiles végétales (Ewing 1997, Lesson et Summers, 2001)	47

Liste Des Figures

Numéro	Titre De Figure	Page
1	démarche scientifique de l'évaluation d'un effet probiotique (Hirahana, 2002).	12
2	structure chimique des lipides [Benabdaeljelil ; 2003]	24
3	classification des lipides [Benabdaeljelil ; 2003]	24
4	Acide gras saturé ; Gestin 2003	25
5	Structure d'AG Insaturés (Gestin, 2003)	26
6	Procédé de fonte des graisses animales (Laisney, 1992)	28
7	Schéma général d'une huilerie (Laisney, 1992).	29
8	Mécanisme général des réactions d'oxydation des lipides (Alais et al., 2003).	39
9	Modification et produits obtenus après oxydation de l'acide oléique (Alais et al., 2003).	40
10	aspect microscopique : atteinte dégénérative du cervelet avec œdème chez poult atteint d'une encéphalomalacie de nutrition (Hoffmann-La Roche, 1992) .	42
11	oedème cérébral chez un poussin atteint d'une encéphalomalacie de nutrition (Hoffmann-La Roche, 1992) .	42
12	animal mort par diathèse exsudative avec œdème facile (Sanders, 1992)	43
13	Stéatose hépatique (hépatomégalie et hémorragies) (Bernir, 1992)	44
14	forte infiltration graisseuse des hépatocytes (Bernier, 1992)	44
15	émulsion des globules gras par les acides biliaires [Baieo et Lara , 2005]	48
16	Action de la lipase pancréatique [Baieo et Lara , 2005]	49
17	absorption intestinale des micelles (Defforge, 2007 ; Ferreira, 1999).	50
18	Re-synthèse de triglycéride dans l'anthérocyte et formation des chylomicrons (Defforge, 2007 ; Ferreira, 1999).	50
19	vue générale de la digestion et de l'absorption des lipides (Defforge, 2007 ; Ferreira, 1999).	51

Liste Des Abréviation

AG	Acide Gras
AGs	Acide Gras Saturé
AGi	Acide Gras Insaturé
AOM	Active Oxygène Methode
Bf	Bifidobactérie
B.	Bacillus
C	Carbone
Ca	Calcium
CCK	Cholicytokine
EM	Energie Métabolisable
FAO	Food And Agriculture Organization
FOS	Fructo-Oligo-Sacchaides
GMQ	Gain Moyen Quotidian
g/j	Gramme Par Jour
IC	Indice De Cosommation
IgA	Immunoglobuline A
IgM	Immunoglobuline M
INRA	Institut National De Recherche Agronomique
Lb	Lactobacillus
MG	Matière Grasse
MP	Matière Première
MS	Matiere Sèche
Mg	Magnésium
NaCl	Chlorure De Sodium
NaOh	Hydroxyde De Sodium

OMS	Organisation Mondiale De Santé
PPM	Partie Par Million
S.	Salmonella
S.Cerevisiae	Saccharomyces Cerevisiae
St	Streptococcus
TG	Triglycéride
UI	Unité Internationale
UFC	Unité Formatrice De Colonie

INTRODUCTION

Grace à une grande demande croissante des consommateurs, la production des viandes blanches a présenté une expansion durant les dernières années, et on laisse supposer que cette évolution va se poursuivre.

Faut-il conclure que les problèmes techniques propres à cette production particulière sont tous résolus ?

Certainement non.

En Algérie les aliments composés pour les poulets de chair ont en général un taux d'énergie bas (ne dépassant pas 2900 kcal/kg d'aliment)et très souvent contenant des sous produits de meunerie pauvres en énergie tel que le son, le remoulage.

En absence de matière première riches en énergie autres que le maïs, l'incorporation des additifs dans l'alimentation seraient une solution capable d'augmenter leur teneur énergétique et de ce fait améliorer la croissance des poulets de chair, et réduire l'indice de consommation. Aussi le profit de l'éleveur est augmenté.

L'objectif général que nous avons pour suivi tout au long de ce recherche bibliographique est d'adopter les différents additifs alimentaires utiliser dans la nutrition aviaires en Algérie, et leurs effets sur les paramètres de croissance et les performances sanitaires et zootechniques en aviculture.

-

CHAPITRE 1

LES MATIERES PREMIERES UTILISÉES DANS LE MODELE ALIMENTAIRE AVICOLE EN ALGÉRIE

1-1 : LES MATIERES PREMIERES UTILISÉES DANS LE MODELE ALIMENTAIRE AVICOLE EN ALGÉRIE :

Les progrès enregistré en aviculture sont le fruit de la connaissance assez précise des besoins nutritionnels des volailles (INRA, 1992) en fonction des progrès génétique obtenus. L'alimentation doit apporter aux animaux tous les constituants permettant :

- Le renouvellement de la matière vivante : ce sont les besoins d'entretien.
- Un gain de poids ou la synthèse de produit (viande, œufs) : ce sont les besoins de production.

La quantités d'éléments nutritifs nécessaires à toutes ces activités définissent les besoins :

- En eau
- En énergie apportée principalement par les glucides et les lipides.
- En protéines. On distinguera les apports globaux et les apports en acides aminés lysine, méthionine....).
- En minéraux constituant le tissu osseux (calcium. Phosphore) ou agissant sur l'équilibre osmotique de l'animal (sodium, chlore,...).
- En oligo-éléments indispensables au déroulement de nombreuses réactions biochimiques du métabolisme (manganèse, fer, cuivre,...).
- En vitamine liposoluble et hydrosolubles.

La formulation des aliments consiste à déterminer la composition d'une ration pour obtenir, au moindre cout, les caractéristiques nutritionnelles recherchées. Elle doit tenir compte des contrainte telles que :

- Des besoins de l'animal
- De la disponibilité des matières premières et de leur composition
- Du cout des matières premières.

En Algérie, le maïs et le tourteau soja sont les matières dominantes dans le modèle alimentaire avicole. Elles représentent avec les phosphates, les acides amines et les autres additifs la totalité des MP importées. Le son de la calcaire sont des matières premières disponibles localement (Ferrah, 1997).

D'autres matières premières sont utilisées occasionnellement telles que la farine basse, les remoulages, le blé fourrage et plus récemment les MG telles que les huiles raffinées et les huiles acides (AQUINFO , 2004).

1-1 : LES MATIERES PREMIERES UTILISÉES :

1-1-1 : LE MAÏS :

C'est la céréale usuelle la plus énergétique. La pauvreté du maïs en protéine est compensée pour les volailles par une bonne digestibilité, par contre le phosphore et peu disponible pour les volailles. L'utilisation des maïs est limitée pour maintenir l'équilibre énergie-protéines. Il entre généralement pour 50 à 70 % dans la composition de l'aliment.

1-1-2 : LE TOURTEAU DE SOJA :

C'est la principale source de protéine. La teneur en protéines des tourteaux de soja en Algérie est variable de 38 à 46 %.

1-1-3 : LES ISSUES DE MEUNERIE :

Les sons représentent la plus importante part des issues de meunerie près de 80 pc (Ait Elhocine et Khellef ;1998) son utilisation est systémique dans les aliments de la volaille en raison de son cout. Ils présentent des teneurs en énergie faibles (1450 kcal/kg ; INRA, 1984). Le taux de protéines de quelques échantillons de sons collectés dans les entreprises ERIAD est indiqué dans les tableaux 1.

Les gros sons de blé contiennent un taux élevé cellulose. On peu admettre l'introduction de 25% de sons fins pour les aliments poulettes ou poules pondeuses (le son fin est déconseillé pour les poulets de chair).

Les remoulages, les criblures et la farine basse sont des matières premières utilisées occasionnellement. Elles son plus riches en énergie que le son et équivalentes en teneur protéique (tableau 1).

Tableau 1 : La composition des issues de meunerie (Entreprise ERIAD) (Ait El Hocine et Khallef, 1998) en % de Matière sèche

Sous produits	MS	MM	MAT	CB	MG	amidon
son	88.63	3.74	14.76	7.89	3.88	20.22
Farine basse	86.72	2.07	13.97	2.95	2.47	4876
criblures	91.17	3.72	13.95	4.66	5.30	3.08

MS: Matière Sèche, MM: Matière Minérale, MAT : Matière Azoté Totale, CB: Cendre Brute, MG: Matière Gras

1-1-4 : LE BLÉ FOURRAGER :

C'est un blé qui résulte généralement de déclassent en raison de ses qualités non panifiables.sa disponibilités occasionnelle.

1-1-5 : LES HUILES :

certain fabricants et éleveurs, soucieux de la réussite de leurs élevages utilisent l'huile raffinée bien que cette dernière soit très couteuse : pour pallier à la faible teneur énergétique de l'aliment particulièrement chez la dinde. L'huile acide, sous produit de raffinage, à été également utilisée et trouvé un engouement certain chez les éleveurs, car cette donne de bonne résultats dans les élevages et diminue le cout de la formule. Malheureusement, les difficultés économiques que traversent les unités de raffinage, surtout les plus grandes productrices, entraînent des problèmes de disponibilité.

CHAPITRE 2

LES PROBIOTIQUES

2-1 : HISTORIQUE :

Même si le terme probiotique est récent, les travaux réalisés pour prouver l'efficacité de certains microorganismes dans le traitement des désordres digestifs chez l'homme et l'animal remontent au 19^{ème} siècle.

Metchnikoff (1845-1916), savant russe biologiste à l'institut Pasteur, lauréat du prix Nobel de médecine (1908), grâce à ces travaux sur la microflore intestinale, avait démontré qu'une alimentation déséquilibrée pouvait entraîner une putréfaction intestinale : c'est la théorie d'auto-intoxication de l'organisme due à des métabolites microbiens produits par la microflore intestinale. Ainsi il avait remarqué que les paysans bulgares, grands consommateurs de lait fermenté, vivaient très vieux et en bonne santé. Donc, il avait proposé (1907) l'ingestion de bactéries vivantes surtout celles contenues dans les produits laitiers fermentés en prétendant qu'elles prévenaient la putréfaction. (Gournier-Château et al., 1994). En se basant sur ces études, la consommation de produits laitiers fermentés augmenta en Europe et en Amérique du nord jusqu'aux années 1920, les chercheurs s'intéressent de nouveau à la flore intestinale et étudieront de façon approfondie les effets des bactéries intestinales chez les animaux.

En 1965, pour la première fois, Lilly et Stillwell attribuent le terme « probiotique » pour désigner ces microorganismes qui, en améliorant l'hygiène digestive, augmentent l'espérance de vie. Depuis, plusieurs définitions ont été données aux probiotiques qui ont capté l'attention des microbiologistes ; mais ce n'est que vers la fin des années quatre-vingt que leur intérêt d'utilisation a évolué.

La consommation des produits laitiers fermentés est très répandue à travers le monde, mais les quantités absorbées varient beaucoup (Roberford, 2002). De nos jours, on trouve de plus en plus sur le marché des préparations renfermant divers microorganismes bénéfiques, auxquelles on ajoute parfois des fibres alimentaires non digestibles (inuline, extraits de la racine de chicorée,...) destinées à favoriser le développement des colonies de probiotiques.

2-2 : DEFINITION :

Les aliments fermentés sont conseillés, depuis des siècles, comme étant sains et bénéfiques pour la santé.

De nombreux travaux ont montré l'efficacité de certaines souches de bactéries lactiques sur la microflore intestinale entraînant ainsi une amélioration de l'hygiène digestive.

« les probiotiques sont des micro-organismes vivants administrés en quantités adéquates, et qui sont bénéfiques pour la santé de l'hôte » (OMS/FAQ, 2002).

Le terme probiotique dérive de deux mots grecs : **pro** et **bios** qui signifie littéralement **en faveur de la vie**, par opposition au terme **antibiotique** signifiant contre la vie.

Le terme probiotique a été proposé pour la première fois par **Parcker** en 1974 pour désigner les microorganismes et substances qui contribuent au maintien de l'équilibre de la microflore intestinale.

Les probiotiques sont redéfinis encore comme étant des préparations microbiennes vivantes utilisées comme additifs alimentaires, ayant une action bénéfique sur l'animal hôte en améliorant la digestion et l'hygiène intestinale (Fuller , 1989 ;Idoui et al, 2007).

Cette définition trop vaste intéresse surtout les cultures microbiennes, mais aussi les métabolites produits par les microorganismes (Fuller, 1989).

Les probiotiques sont souvent des bactéries lactiques (*lactobacilles*, *bifidobactéries*) , mais aussi des levures (*saccharomyces cerevisiae*), introduites dans l'alimentation sous formes des produits lactés fermenté ou de suppléments alimentaires, et qui, une fois dans le tube digestive, interagissent avec la flore intestinale, les cellules épithéliales intestinales, et même les cellules immunitaires de l'intestin grêle et du colon.

2-3 : CRITERES DE SÉLECTION DES SOUCHES PROBIOTIQUES :

De façon plus spécifique, pour qu'un microorganisme soit considéré comme étant potentiellement probiotiques il doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Il est généralement un habitant naturel de la microflore intestinale : en effet, certains microorganisme probiotiques font partie des hôtes normaux du tube digestif (Lactobacilles, entérocoques) alors que d'autres n'en sont pas (Bacillus, S.Cerevisiae) (Gaillot, 1998).
- Il doit rester vivant lors du transit intestinal, résister aux enzymes de la cavité buccale (lysozymes), à l'acidité gastrique et aux sels biliaires (Roberford , 2002). Cette résistance est variable d'un germe à d'autre et augmente avec la présence de nourriture en même temps que le probiotique (Conway et al., 1987) .
- Il doit s'implanter dans la paroi du colon au dépend des souches pathogènes (Rroberford, 2002).
- Il doit être capable de produire des substances inhibant les pathogènes : acides, h₂O₂, bactériocines,...
- Non invasif, non carcinogène et no pathogène.
- Il doit être capable de s'intégrer pour former une flore normale équilibrée.
- Il doit survivre durant tous les procédés technologique de production : les microorganismes tués par la chaleur ne sont pas considérés comme probiotique même si certain effets thérapeutique leir on été affectés. (Salminen et al, 1999).

De plus, les produits probiotiques doivent, en alimentation aviaire :

- Etre des facteurs de croissance remplaçant ainsi les antibiotiques en élevage avicole.
- Avoir des effets sur la santé cliniquement validés.
- Améliorer les performances zootechniques des volailles
- Améliorer le statut sanitaire : effet préventif sur les désordres digestifs.
- Augmenter la digestibilité de la ration alimentaire.
- Ne doivent avoir aucune répercussion défavorable sur la qualité des produits des volailles.

Dans toutes les définitions prononcées, la notion de viabilité d'un microorganisme au sein de la microflore digestive apparaît comme un critère de sélection très important (Marteau et al., 2003).

Cependant, cette notion demeure très controversée puisque des études récentes ont clairement démontré que même les souches non viables des probiotiques sont capables d'exercer certains effets positifs sur la santé (Amrouche, 2005).

Ceci laisserait donc envisager une éventuelle redéfinition des probiotiques où la notion de viabilité sera à considérer.

Dans la figure 1, on résume la démarche scientifique nécessaire à la définition et à l'évaluation d'un aliment probiotique.

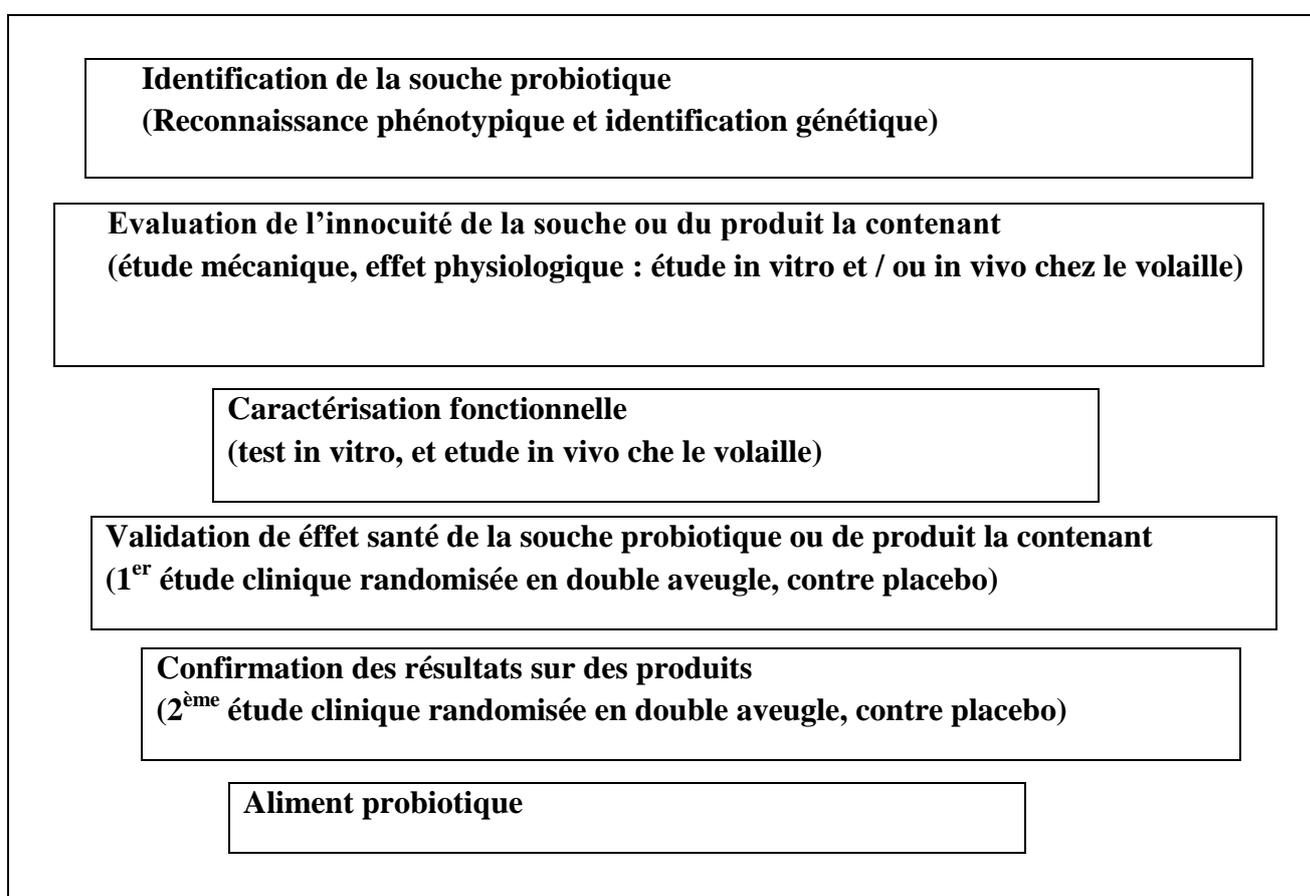


Figure1: La démarche scientifique de l'évaluation d'un effet probiotique (Hirahana, 2002).

2-4 : LES PRINCIPALES SOUCHES PROBIOTIQUES :

Actuellement, 5 groupes de probiotiques sont commercialisés et utilisés en alimentation aviaire (Rouchy, 2001) (tableau 2).

Les animaux concernés sont surtout le vœu boucherie, le porcelet et la volaille sur lesquels la plupart des études d'efficacité sont réalisées (Walter, 1988, cité par Leveau, 1993).

Tableau 2 : Les Principaux Microorganismes a effet probiotique (Rouchy , 2001):

Bactérie normale du yaourt		LB delrbuckii sulgaricus streptococcus themophilus
Micro Organismes probiotiques	Groupe 1 : Bacilles	B.toyoi, B.cereus, B.subtilis, B.coagulans, B.licheniformis.
	Groupe 2 : Lactobacilles et les coques	Lb.acidophilus, Lb.rhamnosus, Lb.casei, Lb.gasseri, Lb.reuteri, Lb.fermentum Enterococcus et Streptococcus.
	Groupe 3 : Bifidobactéries	Bf.adolescentis, Bf.animalis, Bf.bifidum, Bf.breve, Bf.lactis, Bf.thermophilum.
	Groupe 4 : Levures	Saccharomy cerevisiae.
	Groupe 5 : Autres bactéries lactiques	Pediococcus acidilactis, Enterococcus faecalis, Enterococcusfaecium.

2-5 : DOSES ET MODES D'ADMINISTRATION DES PROBIOTIQUES :

Un microorganisme probiotique va avoir une activité au niveau du tube digestif si sa concentration est suffisante de sorte que la quantité de substances produites par ce microorganisme, telles que les acides aminés, vitamines, substances antimicrobiennes doivent être importantes pour avoir une action (Ducluzeau et Raibaud, 1979).

Une dose de probiotiques de 10^6 à 10^7 /g d'aliment, administrée en continu pendant la période d'élevage est nécessaire pour obtenir dans le tube digestif un équilibre entre les microorganismes probiotiques et les bactéries de la microflore résidente (Gaillot , 1998).

Pour beaucoup d'espèces animales, la voie d'administration la plus sûre est l'incorporation dans l'aliment solide ou liquide. L'aspersion des poussins d'un jour dans les couvoirs, afin d'obtenir une colonisation précoce et dirigée est aussi pratiquée (Gaillot, 1998).

2-6 : MODE D'ACTION DES PROBIOTIQUES :

Les probiotiques sont donc, les germes bénéfiques qui habitent les intestins, et avec lesquels ils vivent en synergie. Leur mode d'action avec lequel ils contribuent à leur bénéfices reste encore imparfaitement connu, et beaucoup d'hypothèse subsistent :

2-6-1 : INHIBITION DES GERMES PATHOGENES :

La répression des bactéries pathogènes peut se faire de plusieurs façons :

- ❖ **La production des acides organiques** : acides lactique ou acétique à partir des glucides de la ration alimentaire ce qui entraîne du pH responsable de l'inhibition des E.coli et salmonelles (Fuller, 1977 ; Vanberwoorde et al ; 1991) .

- ❖ **la production du peroxyde d'hydrogène H₂O₂)** : par les bactéries lactiques inhibant ainsi de nombreuses souches bactériennes pathogène telles que : Staphylococcus aureus. E.Coli, Clostridium perfringens, clostridie butyrique, pseudomonas spp, salmonella (Fernandes et al ; 1989). Aussi les virus de la fièvre aphteuse, certains virus de la poliomyélite, certains champignons (Candida Albicans) . De plus l'acidification favoriserait le péristaltisme intestinal.
- ❖ **La production des bactériocines** : substances anti microbiennes (Babel, 1977).
- ❖ **La capacité de découper les sels biliaires** : les formes de conjuguées ont un pouvoir inhibiteur plus important sur le développement des pathogènes (Sardine, 1979)
- ❖ **En limitant l'implantation des germes pathogènes** : dans le tube digestif par compétition pour la colonisation, ou encore par la consommation des nutriments aux dépens des souches indésirables (Ducluzeau et al 1979) .

2-6-2 : NEUTRALISATION DES TOXIQUES :

par une orientation de la microflore digestive pour réduire l'absorption des substances toxiques (ammoniac, amines, indoles), et une diminution des biotransformation des sels biliaires et acides gras en produits toxiques (Vanbelle et al, 1989).

2-6-3 : AMELIORATION DE LA DIGESTIBILITE DE LA RATION ALIMENTAIRE :

le rôle essentiel des probiotiques est de garantir une bonne hygiène digestive en favorisant la digestibilité de la ration alimentaire ; et la production d'enzymes est les mécanismes pour assurer ce rôle.

Certaines souches probiotiques, surtout les lactobacilles, produisent la. Galactosides, le plus souvent absente dans le tube digestif des sujets intolérants un lactose assurant ainsi la digestion du lactose (shahani et al, 1980).elles facilitent la digestion des glucides plus complexes que le lactose, c'est le cas de β -D. glucine contenu dans les rations riches en avoine et en orge (Nousianen et al, 1993), les probiotiques améliorent encore la digestibilité de la ration alimentaire indirectement, en stimulant l'activité des enzymes de la microflore endogène : ce sont les activités lactase, maltase (Fuller, 1989).

Beaucoup de souches probiotiques sont capables de synthétiser des vitamines du groupe B :B1 :B3 :B9 :B12 : H , nécessaires pour leur développement et facilement assimilables par l'organisme (Gournier-Châteaux, et al 1994). De plus les probiotiques améliorent la biodisponibilité des minéraux et surtout du calcium, du fer. Du zinc, du manganèse. Des manganèses, du cuivre et du silicium.

2-6-4 : ÉFFETS SUR LE SYSTEME IMMUNITAIRE DE L'HÔTE :

Les microorganismes ont une action sur le système immunitaire de l'hôte en agissant sur les cellules impliquées dans l'immunité spécifique et non spécifique .

2-6-4-1 : EFFETS DES PROBIOTIQUES SUR L'IMMUNITÉ ANNÉE:

L'immunité naturelle utilise essentiellement des mécanismes visant à éliminer de façon rapide et non spécifique des microorganismes pathogènes par les phagocytes (monocytes, macrophages et les neutrophiles) ou à éliminer du non-soi par la stimulation

de l'activité des lymphocytes naturels killer) (nk). Les probiotiques stimulent la phagocytose par l'activation des macrophages qui reconnaissent et détruisent les antigènes étrangers (Bocles et Thomann, 2005).

2-6-4-2 : EFFET DES PROBIOTIQUE SUR L'IMMUNITE ACQUISE :

L'immunité adaptative est une réponse spécifique d'un antigènes exogène donné, faisant intervenir les lymphocytes B producteurs d'anticorps protecteurs (immunité humorale) et les lymphocytes T (immunité à médiation cellulaire).

Les deux systèmes communiquent entre eux par l'intermédiaire de substances chimiques telles que les interleukines. Cette immunité spécifique peut être locale pour la protection de la muqueuse intestinale (Ige), ou périphérique (IgG, IgM) pour une réponse plus générale de l'organisme.

L'établissement d'une mémoire immunitaire est un avantage déterminant de l'immunité acquise, il permet de développer des réponse plus intense et plus précise vis-à-vis des agresseur microbiens lorsque les contacts se répètent, réduisant ainsi la morbidité et la mortalité (Bocle et Thomann, 2005).

Les probiotiques auraient un effet sur la réponse immunitaire spécifique par l'activation des lymphocytes B et T. provoquant une augmentation du taux d'interleukines et des anticorps circulants (1gm et 1 gm) et une augmentation des IgA à la surface de la paroi intestinale (O'Sullivan et al, 2005) selon la nature de leurs constituants cellulaires, les probiotiques influencent sélectivement la fonction la immunitaire en induisant la réponse humorale, cellulaire ou non spécifique.

Les probiotiques ont aussi la propriété de réduire ou supprimer la réponse immunitaire induite par les ingrédients alimentaire en induisant la tolérance oral et en prévenant les allergie (Prioult et al, 2003) .

2-6-4-3 : ÉFFETS SUR LE SYSTEME IMMUNITAIRE SECRETOIRE :

Lorsque des antigènes infectieux (antigènes bactériens ou viraux pénètrent par voie oral, une réponse IgA sécrétoire est induite visant à inhiber l'adhésion et bloquer l'entrée des agents pathogènes dans la muqueuse intestinale. Les probiotiques favoriseraient donc cette immunité sécrétoire.

Les approches basées sur l'utilisation des probiotiques pourraient constituer une alternative d'immunothérapie et sécuritaire ouvrant ou pathologies immunologiques (Amrouche, 2005)

2-7 : PROBIOTIQUES ET PRÉBIOTIQUES ; SYMBIOTIQUES :

2-7-1 : PRÉBIOTIQUES :

Les prébiotiques sont des composant des aliments indigestibles qui ont un effet bénéfique sur l'animal par le biais d'une stimulation de la croissance et/ou de l'activité d'un nombre restreint d'espèces bactériennes non pathogènes déjà présentes dans le tube digestif, ce qui peut contribuer à l'amélioration de la santé de l'animal (Gibson et al, 1995)

Ces ingrédients alimentaires non distillés sont connus pour leur effet potentialisé au niveau de la microflore intestines. Ils sont considérés comme des facteurs de croissance

des bactéries coliques non pathogènes. Ils agissent en augmentant la masse bactérienne au niveau du tube digestif, qui à son tour va jouer le rôle d'une barrière contre la colonisation par les germes indésirables (Schaafoma, 1997). La plupart des périodiques sondes fructooligo-saccharides (Fos) ou fructose à courte chaîne (inuline, mucilages...) ou encore des glucides naturels d'origine végétale (amidon) retrouvés dans tous les légumes, les fruits et céréales (Amrouche, 2005).

2-7-2 : SYMBIOTIQUES :

Un symbiotique est tout simplement une combinaison d'un périodique (Colins et Gibon, 1999). Autrement dit, un symbiotique contient une bactérie vivante et un nutriment qui lui est favorable afin d'améliorer la survie et l'implantation de ces suppléments au sein de la flore du tube digestif.

Certaines combinaisons symbiotiques vont être bien étudiées, c'est le cas de l'association des *Bifidobacteries* et les FOS, ou les lactobacilles et les lactitol : le prébiotique va servir de substrat pour le probiotique pour augmenter sa fermentation donc potentialisation de son effet bénéfique sur la santé (Colins et Gibson, 1999).

2-8 : REGLEMENTATION D'UTILISATION DES PROBIOTIQUES EN ALGÉRIE :

L'usage des additifs en alimentaire animal est réglementé pour inclure les microorganismes et les enzymes administrés dans un but zootechnique, ce qui les fait considérer comme des additifs (INRA, 1996). Les principales modifications introduites ont trait à la spécification requise concernant :

- L'identification (y compris au niveau moléculaire et la caractérisation du microorganisme)
- Son innocuité et son efficacité
- Les microorganismes utilisés ne doivent être ni pathogènes. Ni toxigènes pour les espaces cibles pour l'homme.
- Les souches doivent être déposées dans une collection internationale de microorganisme, et les probiotiques comportant des microorganismes génétiquement modifiés (OGM), transgéniques,...) doivent être signalés.
- L'étude toxicologique est limitée à l'essai de tolérance à forte dose (10 fois la dose commerciale) sur l'espace cible.

En Europe, toute demande d'autorisation de commercialisation d'un microorganisme probiotique, doit depuis 1996, être accompagnée d'un dossier déposé au niveau communautaire (Gaillot, 1998).

2-9 : LES PROBIOTIQUES EN AVICULTURE

La microflore intestinale peut avoir des effets aussi bien sur la qualité bactériologique des produits que sur leur composition et qualité organoleptique, alors que les caeca hébergent surtout des anaérobies strictes. La microflore varie en fonction de l'âge de l'animal, de son environnement, du stress et de l'alimentation. Elle entraîne des

changements de la structure et du fonctionnement du tube digestif. Elle entraîne des modifications de la digestion des aliments, ainsi qu'une augmentation des besoins énergétiques. La flore indigène a des conséquences sur la santé de l'animal du fait de la production de différents métabolites. Ainsi, elle peut avoir un effet protecteur vis-à-vis des micro-organismes néfastes et est responsable en partie du développement du système immunitaire intestinal. Tous ces effets de la microflore ont des conséquences sur la croissance de l'animal, ainsi que sur la composition et la qualité organoleptique de la viande et de l'œuf. Cela montre qu'une connaissance plus approfondie de la microflore et de ses conséquences sont nécessaires pour essayer de l'orienter dans un but bénéfique à l'animal et au producteur.

Tous les micro-organismes ne peuvent pas être mis en évidence par les méthodes de culture conventionnelle. De plus, les problèmes techniques liés à l'isolement et à la culture de la flore anaérobie font que la plupart des études ne prennent en compte que la flore aérobie ou anaérobie facultative. Pour résoudre ces problèmes, les techniques de biologie moléculaire se sont développées. Elles permettent de mettre en évidence tous les micro-organismes présents même s'ils ne sont pas viables dans les conditions de laboratoire, grâce à leur ADN. Mais dans le cas des oiseaux, ces techniques n'en sont qu'à leur début (Knarreborg et al., 2002). La plupart des études décrivant la flore intestinale sont anciennes et utilisent les méthodes de culture conventionnelle. A l'heure actuelle, la flore digestive reste donc incomplètement décrite.

2-9-1 : LES SOUCHES PROBIOTIQUES UTILISÉS EN AVICULTURE

vu l'importance de la consommation des gallinacé par l'homme (viandes blanche et œufs),

En Algérie, La production de viandes blanches a connu une progression appréciable passant avec une croissance moyenne annuelle de 25%. Cette augmentation s'explique par les efforts accomplis dans le domaine avicole (Bougon et al 1988), plusieurs bactéries du tractus digestif des volailles nécessaire pour un bon développement et une bonne hygiène digestive œuvrent être absentes pour diverse raisons :

Inutile d'aller jusqu'au fond des océans ou sur des planètes voisines pour trouver des écosystèmes nouveaux. L'inconnu est à l'intérieur de nous. Chaque individu abrite des colonies extrêmement diversifiées de micro-organismes dont, il y a à peine 15 ans, on ne connaissait que peu de choses.

L'étude des microbiotes de l'intestin, de la bouche, du vagin, des poumons ou de la peau, a déjà donné lieu à de véritables révolutions dans la façon d'aborder des affections telles que la maladie de Crohn, l'obésité ou les allergies. Au fil des résultats scientifiques, l'homme et son microbiote se révèlent comme une véritable symbiose, un être hybride humain-microbes. Ainsi, les interactions entre nos cellules et organes et le microbiote nous conditionnent dès la naissance.

Le microbiote intestinal est, certes, un allié indispensable pour une bonne digestion. C'est lui qui se charge, entre autres, de la dégradation des fibres alimentaires dont nos cellules ne savent que faire.

Il est aussi en partie responsable de la maturation de notre système immunitaire qui apprend à ne pas réagir de façon exagérée à nos bactéries commensales* ou des substances inconnues, tout en gérant des agresseurs. Mais ce n'est pas tout : notre foie, notre tissu adipeux reçoivent des signaux provenant du microbiote qui leur permettent de s'équilibrer et de mieux fonctionner. Notre cerveau lui-même répond à des stimuli venus de cet ensemble de bactéries. Ainsi, des travaux récents montrent à quel point l'anxiété ou le stress peuvent être liés à des déséquilibres du microbiote. La place du microbiote se révèle chaque jour plus centrale dans notre santé.

Au coeur de nos intestins, 100 000 milliards de bactéries pèsent plus lourd que notre cerveau ! Ce gigantesque écosystème avec lequel nous vivons en symbiose, c'est notre microbiote intestinal. Depuis un demi-siècle, les chercheurs de l'Inra explorent ce micromonde : sa composition, ses gènes 25 fois plus nombreux que les nôtres, ses interactions avec notre organisme, ses dysfonctionnements et leurs conséquences... L'INRA est leader mondial de la recherche sur la métagénomique intestinale humaine, un champ de recherche qui révolutionne science, nutrition et médecine.

Tout au long du tube digestif, les bactéries intestinales sont à l'interface entre aliments et corps humain. Ce microbiote, s'il est avant tout protecteur, est impliqué dans de nombreuses maladies, inflammatoires, métaboliques ou neurologiques. En effet, les bactéries intestinales peuvent contrôler notre inflammation, notre faim voire notre humeur. Cependant, les altérations de cet écosystème sont associées à de nombreuses maladies chroniques dont l'incidence ne cesse d'augmenter. Les chercheurs font aujourd'hui le lien entre altération du microbiote et obésité, diabète, allergies voire même anxiété, dépression, autisme.

Qu'en est-il de cette symbiose précisément ? Sommes-nous tous égaux dans ce dialogue intestinal entre nos cellules et les bactéries ? Comment bien nourrir notre microbiote ? Les probiotiques sont-ils vraiment utiles ? Comment ces bactéries intestinales ont-elles le pouvoir d'influencer notre comportement ? Comment ces micro-organismes évoluent-ils au cours de notre vie ?

Les équipes de l'INRA mènent nombre d'investigations en 2002, et trouvent des réponses. Leurs recherches laissent entrevoir de fabuleuses perspectives pour notre bien-être et notre santé. Elles permettront sans doute de comprendre la sensibilité d'un individu à un traitement médical à un pathogène et de mieux appréhender le lien entre l'alimentation et la santé. Elles ouvrent des portes à des thérapies plus personnalisées, voire à une nutrition et à une médecine préventives.

Mais les scientifiques de l'INRA s'intéressent également aux microbiotes des animaux. Parce que l'étude et la compréhension du microbiote du rumen des vaches pourraient conduire à améliorer le climat de notre planète. Parce que l'analyse du

microbiote des tiques répond à des enjeux forts de santé publique. Parce qu'en publiant le catalogue de gènes du microbiote intestinal du porc, les chercheurs de l'INRA apportent des ressources majeures pour la recherche biomédicale et l'élevage.

Une révolution scientifique et médicale est en marche et nous vous proposons de la découvrir à travers ce dossier.

2-9-2 : ÉFFICACITE TECHNIQUE DES PROBIOTIQUES :

l'efficacité, du point de vue technique d'une souche probiotique, Le premier objectif de ce travail de thèse est de mettre en place de nouveaux outils permettant de cribler des bactéries probiotiques sur des critères de résistance aux stress mais aussi de fonctionnalité. Le second objectif de ce travail est d'approfondir la compréhension du rôle du potentiel d'oxydoréduction (Eh) sur une bactérie anaérobie stricte, *Bifidobacterium bifidum*, mais également du rôle de *B. bifidum* sur le redox du milieu. La compréhension de ces mécanismes devrait permettre d'améliorer l'efficacité probiotique des souches, d'un point de vue de leur résistance aux stress mais également de leur fonctionnalité. Les cribles mis en places lors de la première partie pourront ainsi servir à montrer l'influence du paramètre Eh sur le caractère probiotique d'une souche.

➤ CHEZ LE POULET DE CHAIR :

L'administration de *Pediococcus acidilactici* dans la ration montre que le rendement de la carcasses des poulets est ainsi influencé, meme le teneur en graisse abdominale (Chafai ; 2006).les memes resultats sont obtenus par Siwicki en 2005 qui a prouvé que la consommation d'une ration supplementée en probiotiques réduit fortement le taux de mortalité par rapport au témoin.

Tableau 3 :Le rendement d'huile de la carcasse et de la graisse abdominale ; (Chafai ; 2006)

	Lot temoin (n° 20)	Lot experimental (n°20)
Poids vif	2285.57 + 48.00	2629.90 + 45.20
Poids de la carcasse (g)	1715.56 + 38.80	2091.84 + 44.90
Poids de la graisse (g)	39.36 + 5.66	37.92 4.42
Rendement de la graisse (%)	2.27	1.9
Rendement de la carcasse (%)	60.40	66.32

➤ CHEZ LA POULE PONDEUSE

Une poule pondeuse est une femelle *gallus gallus domesticus* élevée dans le but de produire des œufs utilisés dans l'alimentation humaine. L'élevage de poules pondeuses peut s'effectuer de façon familiale ou fermière, semi-industrielle ou industrielle. Les races de poules pondeuses sont nombreuses et variées. La gestion de cet élevage demande des

installations et connaissances minimales afin d'optimiser l'alimentation et le lieu de vie de la poule.

D'après Charles et Dukes (1978) , l'incorporation d'un probiotique dans l'aliment des poules pondeuse n'a donné aucune amélioration de la ponte durant les six premiers semaines, mais des la septième semaine et jusqu'à la douzième, la production des œufs est significativement augmentée ; et chez des poules plus âgées (23 semaines), l'administration du probiotique est sans effet sur le taux de ponte .

D'autre expériences ont été réalisées sur 101 615 poules pondeuse. Le taux de ponte étaient de 72.17 % pour le lot recevant le probiotique contre 69.5% pour le lot témoin .

Tableau 4 : Le rendement de ponte et l'indice de consommation (Charles et Dukes 1978)

	Taux de ponte	Indice de consommation	Eclosion des poussins
Anti microbien	+ 3.07 %	-3.46%	NS
Probiotique	+ 3.08%	-7.41%	NS
Association des 2 molécules	+ 9.02 %	-10.51 %	NS

Une administration simultanée de *S. enteritidis* et *Lactobacillus . salvarius* souches CTC 2197, per os à des poussins âges d'un jour a permis l'élimination complète de la souche pathogène après 21 jours (Pascual et al , 1999) . encore, l'injection in ovo de *Lactobacillus retri* permet d'empêcher à la fois , le développement des salmonelles, des *E.coli* et des *Compylobacters* (Mulder et al 1997) .

Une inoculation simultanée à des poules de *Lactobacillus . acidophilus* et une souche de *E.coli* O2K1 pathogène a permis de réduire la mortalité dans le lot expérimental à 3.7% alors que pour le lot témoin inoculé uniquement avec la souche pathogène, le taux mortalité était environ de 67% (Waltkins et al , 1982) .

Pediococcus acidilactici est une bactérie probiotique très répandue, utilisé surtout chez le poulet de chair ; elle présente des effets positifs sur la flore intestinale, renforce les défenses immunitaires et améliore des performances de production (Jin et al 2000 ; Coppolla et al 2004 ; Stella, 2005)

S. cerevisiare est une levure utilisée en aviculture, une administration de cette levure à des avoir d'un jour, a contribué fortement . Une autre bactérie a un effet protecteur vis-à-vis d'une infection et un effet immunostimulant : c'est le *Bf.thermophilum* (Kobaychi et al 2002)

Après avoir découvert les avantages de la combinaison de deux ou trois souches probiotiques bien définies des préparations plurisouches sont administrées. La croissance de

S.entertidis a été reduite en preparations d'un melangée de Lb. Cripatus Clostriduim (Van der eviecen et Al 2002).

CHAPITRE 3

LES HUILES ACIDES

3-1 : LES HUILES:

Certains fabricants et éleveurs, soucieux de la réussite de leurs élevages utilisent huile raffinée bien que cette dernière soit très coûteuse: pour pallier à la faible teneur énergétique de l'aliment particulièrement chez la dinde. L'huile acide, sous-produit de raffinage, a été également utilisée et a trouvé un engouement certain chez les éleveurs, car elle donne de bons résultats dans les élevages et diminue le coût de la formule. Malheureusement; les difficultés économiques que traversent les unités de raffinage, surtout les plus grandes productrices, entraînent des problèmes de disponibilité

3-2 : LES MATIERES GRASSES (MG) DANS L'ALIMENTATION DE LA VOLAILLE

Il est connu que les matières grasses sont des sources énergétiques dont la teneur varie de 7300 à 9200 Kcal /kg (INRA, 1984). L'animal a un besoin énergétique à satisfaire pour assurer sa croissance et ses fonctions métaboliques. Il régule sa consommation d'aliment en fonction du niveau énergétique de ce dernier. Plus l'aliment est riche en énergie plus l'ingestion diminue et meilleur est l'indice de consommation.

L'animal stocke l'énergie en excès sous forme de matières grasses au niveau du gras abdominal et du gras sous-cutané.

3-2 : LES CARACTERISTIQUES ET STRUCTURE CHIMIQUE DES MATIERES GRASSES

Les Matières grasses sont des composés que l'on retrouve dans les tissus animaux et végétaux insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques. Toutes les substances solubles dans l'éther (extraits étherés) entrent dans cette catégorie: ce sont des triglycérides ou des dérivés du glycérol et autres composés telles les vitamines liposolubles. Les MG sont principalement constitués de lipides simples, complexes ou dérivés. Les simples sont des esters d'acides gras (AG) et d'alcóols en particulier du glycérol (**figure 2**) et du cholestérol. Les complexes sont des esters du glycérol: contenant deux résidus d'AG et un autre radical chimique tel la choline. Les phospholipides les plus importants et les céphalées (**figure 3**) (Benabdeljelile ; 2003).

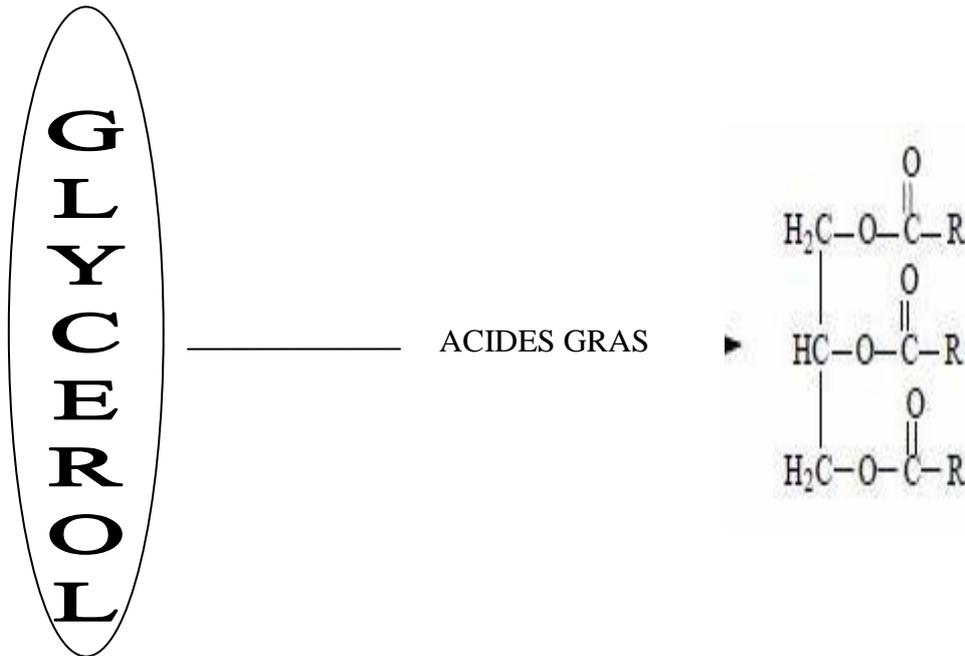


Figure 2 : structure chimique de Glycérol (ester d'acide gras)
 [Benabdeljelil ; 2003]

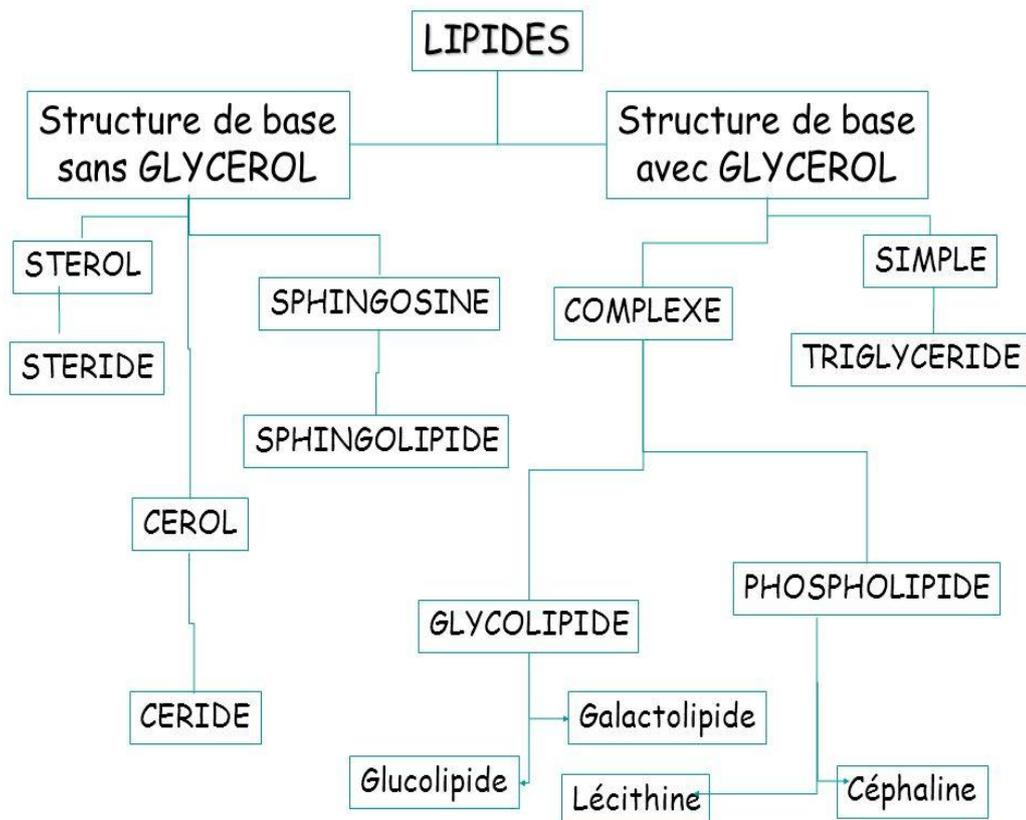


Figure 3 : La classification des lipides complexes (Benabdeljelil ; 2003)

3 -2-2 : STRUCTURE ET CLASSIFICATION DES ACIDES GRAS :

Sous l'action de la lipase pancréatique et des sels biliaire, les acides gras des triglycérides sont séparés de la molécule de glycérol: il en résulte des acides gras libres. Les acides gras sont classés en fonction du nombre de carbones, du nombre double liaison et de la place de la première double liaison.

Exemple : Acide alpha-linoléique C18:3



Selon l'absence ou la présence de double liaison, on distingue respectivement les acides gras saturés (AGS) et les acides gras insaturés (AGI). Cette distinction est fondamentale car le taux de saturation d'un acide gras conditionne ses propriétés physico-chimiques et biologiques.

Les acides gras saturés, rectilignes assurent une cohésion importante aux corps gras qui les contiennent (figure 4).

➤ Acide Palmitique C 16:0

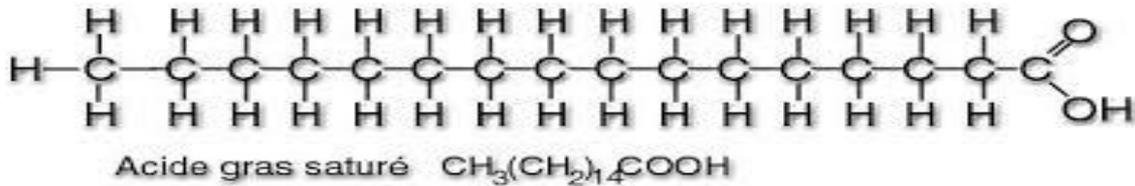
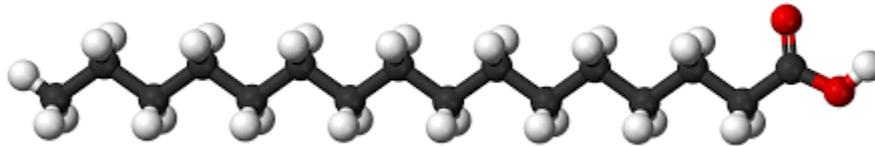


Figure 4 : Acide gras saturé (Acide Palmitique; Gestin 2003)

Palmitique	16	0	C 16 : 0	256	0	63
Stéarique	18	0	C 18 : 0	285	0	70
palmitoléique				254	99.8	
Oléique	18	1	C 18 :1	283	89.9	13
Linoléique	18	2	C 18 :2	281	181	-5
Linoléinique	18	3	C 18 :3	279	273.5	-11
Arachidonique	20	4	C20 :4	305	316.2	-15
EPA	20	5	C20 :5	302	335.7	-50
DHA	20	6	C22 :6			-50

3-3 : LES DIFFERENTS SOURCES DE MATIERES GRASSES :

Les principales matières grasses regroupement deux catégories

- Les graissages d'origines animal
- Les graissages d'origine végétale

3-3-1 : LES GRAISSAGES ANIMAUX :

Elles sont réparties dans l'ensemble du corps et se divisent en trois classes :

* Les graisses de couverture sont situées sous la peau. Leur composition entassez variable en fonction de la saison, du climat et de leur source de provenance (VIAU et al. 1989). Elles sont plus insaturées que les graisses internes

* Les graisses internes, situées entre les masses musculaires et autour des différents organes ont une composition plus constante pour une espèce donnée.

*Les graisses intracellulaires se situent à l'intérieur des masses musculaires.

Ces masses graisseuses à partir desquelles est extraite la graisse sont récupérées dans les abattoirs, chez les industriels de la viande et les bouchers.

Elles sont obtenues par un procédé de fonte (figure 6) qui comporte quatre étapes (Foures, 1992)

*L'éclatement des membranes

* La séparation de la partie solide de la partie liquide

*Séparation de l'eau et de la graisse dans la phase liquide

* Séchage de la phase solide.

Cette catégorie regroupe les graisses de volaille, les suifs (ruminants) et les huiles de poisson.

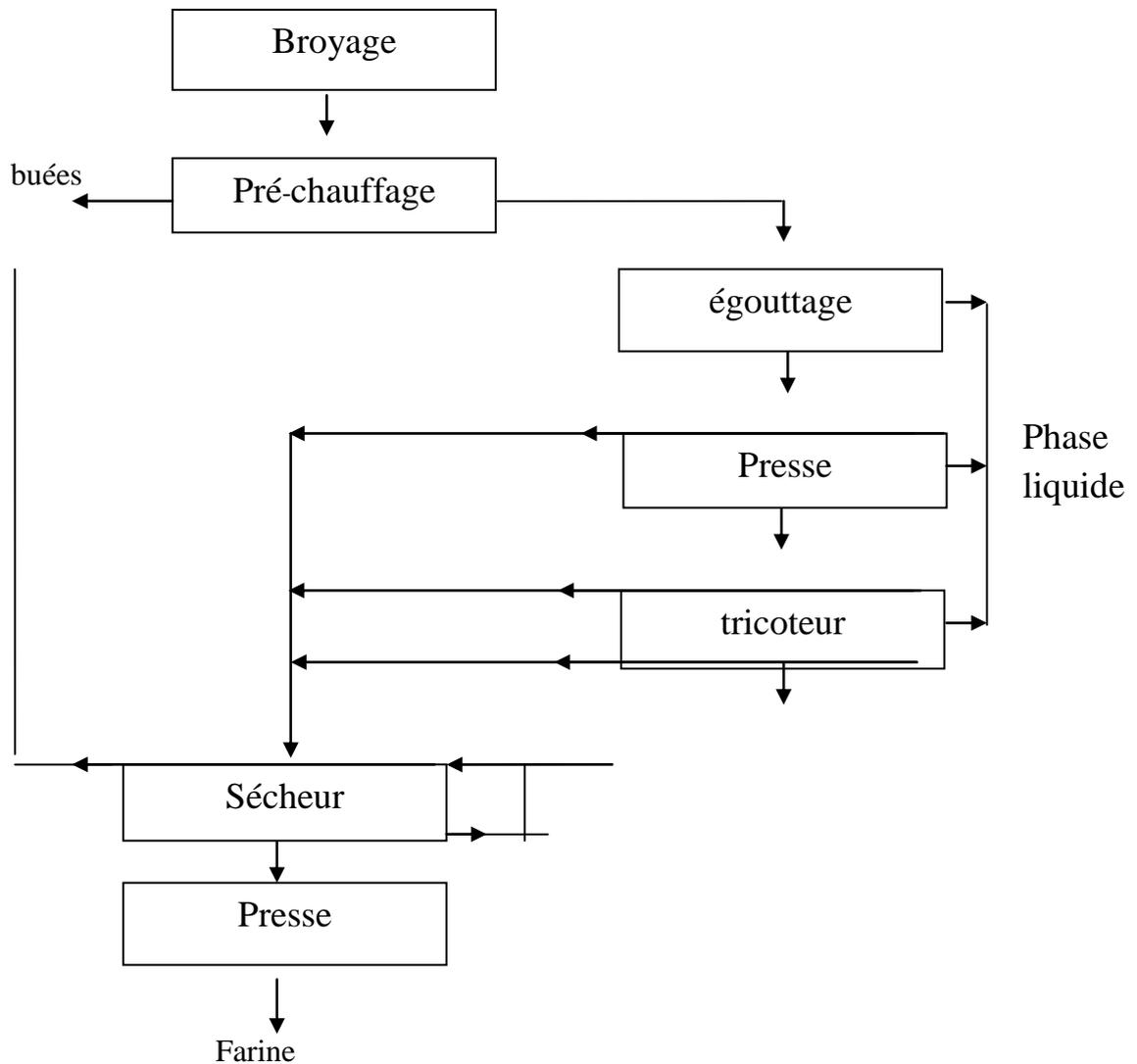


Figure 6 : Le Procédé de fonte des graisses animales (Laisney, 1992)

3-3-2 : LES HUILES VÉGÉTALES :

Les graines riches en huile subissent un traitement qui compte (figure 7).

* le nettoyage.

* la trituration (décorticages, broyage, chauffage, pression et l'extraction).

Ces opérations permettent d'obtenir de l'huile brute. Cette dernière subit un processus de raffinage.

Au cours du raffinage, les huiles brutes subissent une désodorisation, une décoloration et une et l'élimination des acides gras libres par distillation, ce qui aboutit à

avoir en fin de cette opération des huiles raffinées destinées à la consommation humaine, et d'autres sous-produits qui sont des huiles acides.

Les huiles de friture sont également utilisées.

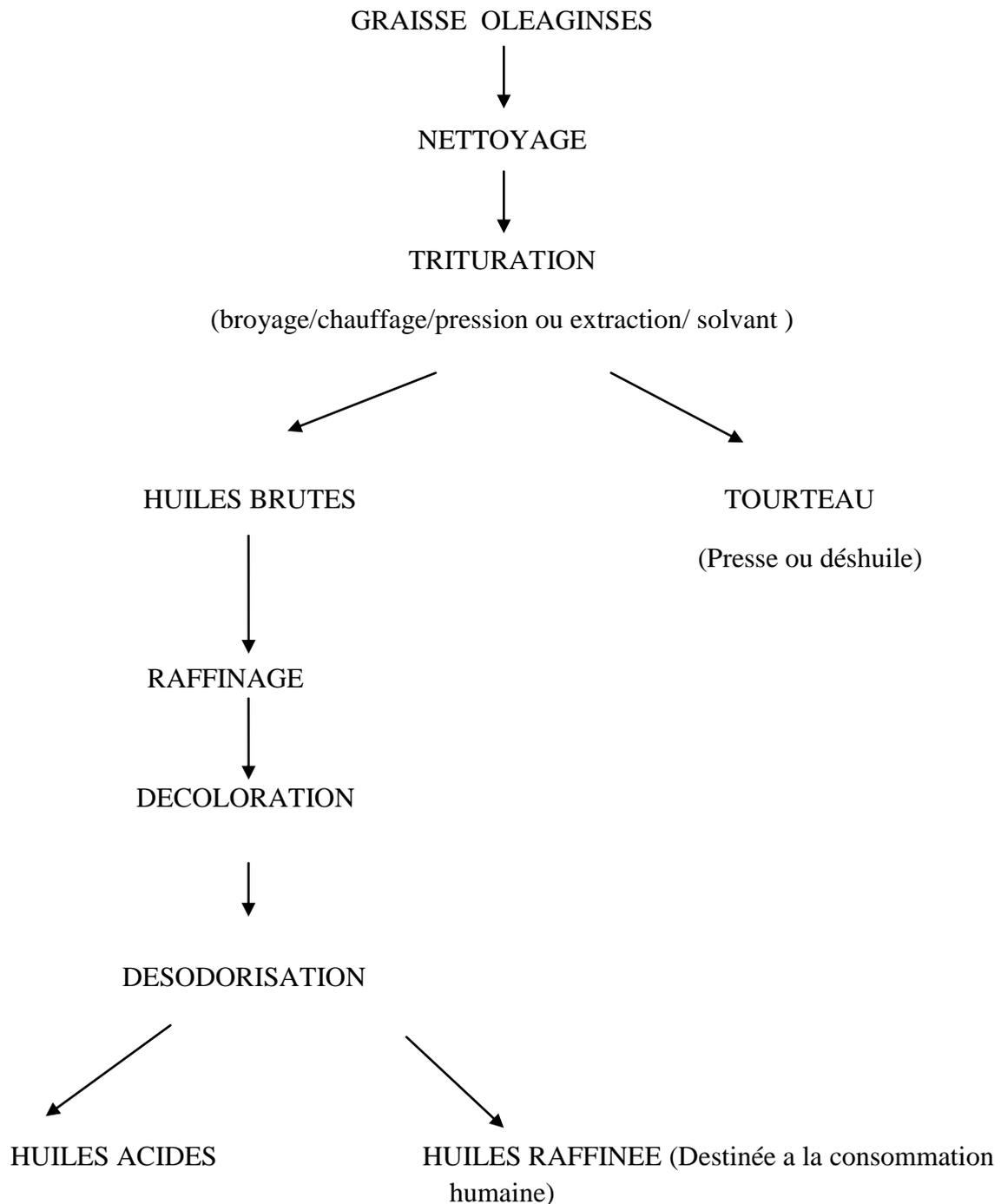


Figure 7 : Le Schéma général d'une huilerie (Laisney, 1992)

3- 4 : COMPOSITION COMPAREE, EN ENERGIE, EN LIPIDES ET EN ACIDES GRAS DES MATIERES GRASSES :

Dans le tableau 6, nous avons regroupé les valeurs énergétiques et la composition en lipides et acides gras de quelques matières grasses.

Ces valeurs indiquent que la plupart des huiles végétales apportent autour de 9200 Kcal kg d'énergie métabolisable apparente. Les graisses d'origine animale ont de faibles teneurs d'énergie métabolisable, ceci étant du les fortes proportions d'AG saturés. Cependant parmi ces matières, les graisses de volaille montrent une EMA plus élevée comparée aux autres, du fait d'un plus faible taux en AG saturés. Les MG d'origine végétale présentent des taux d'acides gras insaturés très élevés à l'inverse de celles d'origine animale. Ces dernières se caractérisent par une teneur en AG saturés plus importante.

Tableau 6 : Teneurs énergétiques (Kcal/kg) et la composition en lipides (%) et en acides gras (% des AG totaux) de quelques matières grasses. (*INRA, 1984 ; **Morand et Trans , 2001)

	graisse	suif	Graisse animal	Poisson	Mais	Soja	Colza
EB*	940	8410	9370	9380	9480	9400	9400
EMA							
Adulte	9200	7320	8500	9200	9250	9250	9250
Jeune	9080	8450	8450	9100	9200	9200	9200
Lipides*	98.5	98.3	98.4	99	99	99	99
AG**		2.8-4.0					
C 14 : 0	-	0.5-1.0	2.6	5.5	<0.2	<0.2	0.1
C 14 : 1	-	23-27	-	14.5	-	-	-
C 16 : 0	21.7	2.3-4.2	24.1	9	8.13	8-13	4.8
C 16 : 1	6.4	2.3-4.2	3.6	1.5	2-5	<0.2	0.6
C 18 : 1	6.2	15.5-23	40.5	17	17-26	2-5	1.7
C 18 : 2	41.7	36.5-43	7.7	-	50-62	17-26	59.3
C 18 : 3	18.4	1.4-3.9	1.1	-	4-10	4-10	20.8
C 18 : 0	0.9	0.3-0.8	-	-	2<	<1.2	9.6

C 20 :1	-	0.1-0.2	-	-	1<	<0.4	-
C 20 :4	-	0.1-0.6		13.5	<04	-	0.9
C 20 :5	-	0.2	0.2	-	-	-	-
C 20 :0	-	-	-	10	-		-
C 22 : 0	-	-	-	-	<0.5	<05	-

EMA : Energie Métabolisable Adulte ;EB : Energie Brute ; AG: Acide Gras

Par ailleurs, la composition en AG des huiles acides montre que la proportion des AG saturés est 31,2%, plus élevée que celle d'huile de soja (16%).

Les AG insaturés représentent 84% des AG dans l'huile de soja, alors que dans l'huile acide ils n'atteignent que 68,8%, avec cependant une forte part d'AG mono saturés (Tableau 7). De même que pour le taux d'AG libre, nous remarquons que l'huile acide est celle de l'huile de soja, selon Laffitte (2003).

Tableau 7 : Caractéristiques analytiques de l'huile de soja et de l'huile acide (Laffitte, 2003)

	Huiles de soja	Mélange d'huiles acides
Acides gras en % des AG totaux		
C 16 :0	11.1	25.5
C 18 :0	3.9	3.3
C 18 :1	23.8	42.8
C 18 :2	52.4	21.6
C 18 :3	7.4	3.2
Autres	1.5	3.6
Monoinsaturés	24.2	44
Polyinsaturés	59.8	24.8
Saturés	16	31.2
Acides gras libres en équivalent acide oléique	1.5	61.4

3-5 : VALEUR NUTRITIVE DES MATIERES GRASSES :

La valeur énergétique des matières grasses dépend beaucoup de leur teneur en acides gras saturés; lorsque la somme des teneurs en acides gras palmitique et stéarique dépasse 50%, la valeur énergétique décroît fortement.

Tel est le cas des suifs dont la digestibilité est souvent médiocre chez les très jeunes poussins âges de moins de 2 semaines (Pesti et al., 2002 in Benabdeljell, 2003)(Tableau 8) Comme il a été précisé auparavant, les huiles végétales et les graisses de volaille riches en acides gras dénaturés présentent pour toutes les espèces monogastriques des valeurs énergétiques élevées. En outre leur addition aux graisses saturées suif augmente fortement la valeur énergétique de ces dernières (Blanch et al., 1995)

Il faut signaler l'existence chez la volaille d'un effet extra calorique des graisses alimentaires. En effet l'incorporation de matières grasses dans un aliment augmente sa valeur énergétique au-delà de ce qui est prévisible. Par la simple addition des apports énergétiques les matières grasses exercent donc un effet bénéfique sur la digestibilité des autres constituants de la ration (Larbier et Leclercq, 1992)

La caractérisation des sources de MG alimentaires, préalable indispensable à une meilleure utilisation et une contribution optimale à la valeur énergétique des régimes, a fait l'objet de nombreux travaux de recherche.

Tableau 8: Energie métabolisable en Mcal/kg de différentes matières grasses selon l'âge de poulet. (Pesti et al, Benabdeljelil ;2002,2003)

	Age par jours		Moyenne
	10	40	
Graissage de poulet	6.61 ± 1.63 ab	7.11 ± 0.93 ab	6.94 ± 0.84 c
Huiles de friture	6.52 ± 0.97	8.36 ± 1.38	7.44 ± 0.60 c
Saindoux	7.26 ± 1.38 ab	7.62 ± 2.65 ab	8.20 ± 1.28
Huile de palme	5.32 ± 1.38 b	7.62 ± 0.54 b	6.47 ± 0.84 bc
Huile de soja	9.56 ± 1.97 a	12.66 ± 2.22 a	9.47 ± 0.84c
Moyenne	7.53 ± 0.52x	9.35 ± 0.59y	11. ± 1.54 a

LES FACTEURS DE VARIATION DE LA DIGESTIBILITE DES MATIERES GRASSES CHEZ LA VOLAILLE SONT :

***Ceux liés aux matières grasses elles-mêmes :**

La longueur de la chaîne carbonée intervient dans le sens ou l'utilisation digestive des acides gras diminue au fur et à mesure que celle-ci s'allonge. Renner et Hill (1961) in Mossab (1996), précisent que la digestibilité des acides laurique (C12:0), myristique (C14:0), palmitique (C16:0) et stéarique (C18:0) diminue de 65, 25, 5 et 2% respectivement

Le degré de saturation des AG influe également. Les acides gras insaturés (C18:1 ; C18:2 ; C18:3) sont mieux utilisés que les AG saturés (C16:0 et C18:0) de 92 à 98% contre 57 à 90%. La digestibilité des AG est d'autant plus faible que la matière grasse est saturée 69,2% pour le C16:0 dans le suif et 89,8% dans l'huile (Wiseman et Salvador, 1991).

La position des AG sur le glycérol a aussi son importance. La digestibilité de l'acide palmitique du saindoux (localisé en position 2 sur la molécule de glycérol) est de 94%, alors que celle de l'acide stéarique n'est que de 76% puisqu'il n'occupe pas de position privilégiée sur le glycérol. Pour le suif l'absorption de ces deux acides gras est faible soit 57 et 53% respectivement car localisés en position 1 et 3 sur le glycérol (Scott et al., 1982 in Mossab (1996)

L'absorption des MG et la valeur EM diminuent chez l'oiseau proportionnellement l'augmentation du taux d'AG libres dans la ration. Le rapport AG insaturés sur AG saturés est également mis en cause dans la digestibilité des MG (Fuller et Dale, 1982 in Mossab, 1996)

Aussi, la nature de la MG influence la digestibilité des AG. L'absorption des MG insaturées (l'huile de maïs) est supérieure à celle des MG saturées (suif)

***Ceux liés aux autres composants de la ration:**

La digestibilité des MG est améliorée avec l'augmentation du taux protéique de la ration. Les MG augmentent l'utilisation digestive des glucides en ralentissant la vitesse de transit des aliments dans le tube digestif, et soumettent le bol alimentaire à une activité enzymatique plus importante (Krogh, 1985 in Lessire, 2001).

Les MG permettent également la digestion partielle de la cellulose chez Mossab, 1996).

Enfin, l'utilisation des MG diminue lorsque le taux d'incorporation de celles-ci augmente dans la ration. Par ailleurs, la présence d'ions calcium et magnésium dans la ration réduit la disponibilité des MG ajoutées suite à la formation de savons insolubles. Les MG ajoutées améliorent des vitamines liposolubles

***Ceux liés à l'animal:**

Chez les oiseaux la digestibilité dépend de l'âge de l'animal. En effet chez le poulet, elle est faible jusqu'à deux semaines d'âge, puis s'améliore graduellement jusqu'à huit semaines (Lessire et al., 1982 in Mossab, 1996) (Tableau 5).

L'effet de l'espèce (autre que le poulet) a été peu étudié. Il semble que le dindonneau comparé au poulet utilise mieux les MG. L'EM de l'huile de soja et du suif est plus élevée chez le dindon que chez le poulet (Mossab, 1996).

Pour une même espèce aviaire, la souche et le sexe n'ont aucune influence sur la valeur nutritionnelle des MG (Sibbald, 1976 in Mossab, 1996), quoique Guirguis (1976) in Mossab (1996) signale une valeur de digestibilité des lipides plus élevée chez les femelles

La flore intestinale a un impact sur l'utilisation des MG, qui est supérieure chez les poulets axéniques par rapport aux poulets holoxéniques. La même tendance est observée chez les poulets recevant des antibiotiques (Kussaibati et al, 1982 in Mossab 1996).

3-6 : UTILISATION DES MATIERES GRASSES DANS L'ALIMENTATION :

Plusieurs travaux ont été réalisés afin de déterminer l'effet des MG incorporées dans l'aliment sur les performances zootechniques de la volaille ainsi que sur la qualité de la carcasse. Ainsi, Villalbi et al. (1993) ont alimentés des poulets de différentes souches avec des rations isoénergétiques et isoprotéiques contenant soit de l'huile de soja (S), soit des graisses animales, soit de l'huile de palme au même niveau d'incorporation.

Les poulets alimentés avec la ration à base d'huile de soja ont montré un pourcentage de graisses abdominales (GA) inférieur (2,23 vs 2,96) et un pourcentage de proportions de blancs (B) supérieur (19,11 vs 18,19) à celui des oiseaux alimentés avec la ration à base de graisse animales. D'autre part, les poulets alimentés avec la relation (S) ont présenté un pourcentage des viscères supérieur et un rendement de pattes inférieur, à ceux alimentés avec la ration à base d'huile de palme.

Si l'on tient compte de la lignée, les poulets Arbor Acres ont présenté un pourcentage de graisse abdominale significativement supérieur. Concernant le rendement de la carcasse, une interaction entre la ration et la lignée a été observée. On peut conclure que les réponses significatives dues à la ration à base d'huile de soja pourraient être d'un intérêt pratique, économique et commercial.

Chez la poule pondeuse, Grobas et al. (1999) in Benabdeljelil (2003) montre que l'incorporation des MG à 4% dans l'aliment entraîne une amélioration du ponte de 2%, du poids de l'œuf de 1,3%.

L'effet des MG sur la qualité de la carcasse a été relevé par Caudron et al.(1993). Ils précisent que pour des raisons nutritionnelles et économiques les poulets de chair consomment des quantités importantes de matières grasses. Celles-ci peuvent intervenir sur

la qualité des carcasses de la volaille en modifiant le pourcentage des lipides corporels ainsi que leur composition.

La masse adipeuse est un élément important à considérer car elle présente de nombreux inconvénients: pertes à l'abattage et l'aspect de conservation du produit.

Par ailleurs, chez le poulet, les lipides déposés sont représentatifs de la composition en acides gras du régime alimentaire. Les modifications en acides gras des lipides corporels sont encore plus évidentes lorsque les animaux reçoivent des lipides alimentaires de composition particulière. Ainsi, les huiles de palme et de coprah accroissent les proportions d'acides gras saturés; le suif enrichit les dépôts lipidiques du poulet en C16 :0 et C18 :0. A l'inverse avec les huiles végétales riches en AG

Polyinsaturés, ce sont les proportions de polyinsaturés à 18 atomes de carbone qui augmentent (Lessire, 2001)

En outre, plus les graisses corporelles sont dénaturées plus les carcasses

Apparaissent huileuses (Bougon et al 1985 in Lessire 2001). Cependant il n'existe pas de résultat concernant les taux maximum ou minimum d'acides gras à incorporer dans l'aliment pour éviter une détérioration de la carcasse. Wiseman (1988) suggère qu'un taux d'acide linoléique du gras abdominal supérieur à 15 % pose problème.

Dans ce sens, Caudron et al. (1993) précisent que l'acide palmitique et l'acide linoléique sont les acides gras donnant à la fois les meilleures corrélations entre la graisse abdominale et la présentation de la carcasse. En effet, les carcasses ayant une graisse assez ferme et non sèche ont une graisse abdominale contenant en moyenne 20 % d'acide palmitique 17 % d'acide linoléique.

Un minimum d'acide palmitique et un maximum d'acide linoléique pris en compte dans la formulation des aliments distribuent au poulet de chair et devraient permettre obtenir des carcasses ayant une bonne présentation.

Depuis les évolutions réglementaires sur l'usage des produits d'origine animale, de qualités technologiques et de leurs prix similaires. Peu de travaux ont concerné les mélanges d'huiles acides ont été substitués aux graisses animales en raison leurs l'utilisation des huiles acides dans les aliments volaille.

Toutefois la valeur nutritionnelle des huiles acides fait l'objet de quelques incertitudes dont l'influence de l'origine du produit, la nature des mélanges et leur conservation (Laffitte, 2003). Toutefois, certains auteurs rapportent une diminution des performances au-delà d'un taux d'incorporation des huiles acides : 2% dans le cas des travaux de Laffitte (2003) (Tableau 9).

Dans le cas des huiles acides contenant une forte proportion d'huile de palme les acides gras sont majoritairement libres et saturés. La digestibilité des MG est influencée par le degré de saturation des acides gras et par les acides gras libres (Wiseman et al., 1991). On

peut attendre de ces produits en comparaison avec une huile de soja plutôt insaturée (Tableau 9) et une moindre digestibilité de la matière grasse et constituée essentiellement de triglycérides (Blanch et al., 1995; Laffitte et al., 2003).

Tableau 9 : Effet du taux d'introduction des huiles acides (mélange huile de palme, colza, tournesol) et du régime de base sur les performances zootechniques et la digestibilité de la matière grasse (Laffitte, 2003).

	Taux d'incorporation des huiles acides				Régimes de base	
	0	2	4	6	A	B
Poids vif 33j (g)	1835	1845	1811	1784	1825	1812
CMQ (g/j)	137.6	140.5	140.5	139.1	140.3	138.6
GMQ (g/j)	80.5	80.5	79.1	77.6	79.9	79.1
IC	1.71	1.78	1.78	1.80	1.76	1.76
CUDa MG (%)	81.9	76.4	76.4	3.7	81.3	74.2

GMQ : gain moyen quotidien ; IC : indice de consommation

3-7 : AVANTAGES D'INCORPORATION DES MATIERES GRASSES :

la conversion des lipides en énergie avec une efficacité de 2.25 supérieure à celle des glucides offre aux animaux une latitude considérable pour la couverture de leur demande énergétique, les matières grasses ont rôle de solvant facilitant l'absorption des vitamines insolubles, lubrifiant lors de l'ingestion des granulés et réduisant la pulvérulence des aliments en farine.

L'utilisation commerciale de MG ajoutées aux régimes des volailles a pris une ampleur considérable depuis des années soixante.

Leur incorporation dans l'alimentation de poulet de chair permet :

- ❖ D'élever la densité énergétique de l'aliment ;
- ❖ Permet d'utiliser des matières premières peu onéreuses dans les formules.
- ❖ Améliore la qualité des miettes, des granulés et de la farine.
- ❖ Réduit l'empoussièremment, le gaspillage d'aliment, l'usure des filières et facilite la granulation.
- ❖ Améliore les performances de croissance et la conversion alimentaire.
- ❖ Améliore la qualité des carcasses
- ❖ Atténue les effets du stress thermique en maintenant le niveau de consommation

3-8 : SPECIFICATION DES MATIERES GRASSES :

Le choix de l'achat de matières grasses doit reposer sur les considérations suivantes :

- ❖ Toutes les sources doivent contenir un minimum de 90% d'acides gras totaux.

3-9 :EVALUATION ET CRITERES DE QUALITE:

*** Composition en AG :**

La première mesure de qualité des MG est de déterminer le profil ou la composition en AG afin de caractériser le niveau de saturation ou instauration. Les MG sont composées de 90% de d'AG totaux et de 10% de glycérol. Le glycérol fournit 4,33 cal/kg comparé au 9,4 cal/kg pour les AG (soit le double des apports énergétiques du glycérol). Ainsi la teneur en AG totaux d'une MG permet d'apprécier son apport énergétique (Benabdeljelil, 2003).

*** Acides gras libres:**

Dans les MG, la teneur en acides gras libres ou AG non estérifiés donne une indication sur leur conservation. Une teneur élevée en AG libres indique que les MG ont été affectés par un facteur donnée: excès d'eau, de chaleur ou une longue période de conservation.

***MIU (Moisture, Impurities and Un saponifiable)**

Humidité, Impuretés et Insaponifiables Les MG apportent souvent des matières non grasses appelées généralement MIU ne contribuant pas à l'apport énergétique des MG. Ce critère permet de classer les différents types de MG. Plus leur teneur est élevée plus la MG est diluée et son taux d'énergie diminue (Rouse et Petas 1988 in Benabdeljelil, 2003). La valeur de MUI varie de 1 à 9%.

***L'indice d'iode :**

Ce critère, utilisé par l'industrie, est une mesure simple et rapide de l'instauration totale mais ne fournit aucune indication quant au profil des MG en AG. Il est défini comme la quantité d'iode (g) absorbée par 100 g de MG. Naturellement les AG insaturés ont des indices diode plus élevés que les AG saturés. L'acide oléique, par exemple, a un indice d'iode de 90

***L'indice de peroxyde**

Cet indice est utilisé comme test d'oxydation des produits, il renseigne sur l'importance des hydroperoxydes qui sont des produits intermédiaires et transitoires de l'oxydation des acides désaturés. C'est la quantité d'oxygène (actif) par kg d'huile par exemple exprimée en meq/kg [meq :milliéquivalent]

***La stabilité**

Les MG doivent être suffisamment stabilisés en vue de passer le test de stabilité AOM (Active Oxygène Méthode). Celui-ci consiste en une agitation d'oxygène de 20 heures sous des conditions bien définies ou l'on mesure la quantité de peroxydes formés avant le

développement de la rancidité. Les MG ayant une stabilité de 20 meq/kg de peroxydes à la fin du test et moins de 5 meq au départ est considérée comme acceptable.

***Absorption d'oxygène**

Elle mesure le temps nécessaire à l'absorption pour une quantité déterminée de MG d'un volume spécifique d'oxygène injecté à un taux régulier

***Couleur**

Une grande variation de couleur est observée dans les MG. Le suif peut être blanc alors que le gras de volailles est jaune et les huiles acides de couleur sombre.

3-10 : L'AUTO-OXYDATION OU RANCISSEMENT DES MATIERES GRASSES ET DES HUILES :

L'action de l'oxygène sur les acides gras insaturés des MG est à l'origine de leur détérioration. Dans le cas des aliments contenant des lipides l'oxygène provoque un rancissement qui s'accompagne d'odeurs rendant ces aliments difficilement acceptables en affectant les qualités organoleptiques, leur couleur, et leur texture (Ucciani et Debal, 1992). La valeur nutritive des MG est évidemment affectée par l'oxydation pouvant avoir lieu avant et après la fabrication des aliments. Cette oxydation peut causer la destruction de nutriments liposolubles telles les vitamines aussi bien au niveau des aliments qu'au niveau des animaux. Plus les MG sont insaturées, plus les risques d'oxydation sont élevés. Ces risques peuvent être diminués par l'utilisation d'antioxydants.

3-10-1 : OXYDATION DES MATIERES GRASSES:

3-10-1-1 MECANISME GENERAL:

On distingue dans l'oxydation des lipides (Figure 8) trois types de réactions (Alais et Al., 2003):

-Les réactions d'initiation qui, à partir d'acides gras non saturés, conduisent à la formation des radicaux libres ou de peroxydes lipidiques. Ces réactions ont une énergie d'activation très élevée, Lorsque la teneur en peroxyde s'accroît, on observe l'initiation qui est dite secondaire qui résulte essentiellement de la décomposition des peroxydes .

- Les réactions de propagation constituent l'étape d'oxydation des lipides insaturés par l'oxygène gazeux. Elles se caractérisent par une accumulation de peroxyde de lipide et nécessitent l'intervention de radicaux libres qui, dans le cas de lipides purs, peuvent

Provoquer la formation de 10 à 100 molécules de peroxydes. L'énergie d'activation de ces réactions est très faible.

-Les réactions de terminaison au cours desquelles les radicaux libres s'associent pour donner des composés non radicalaires très divers.

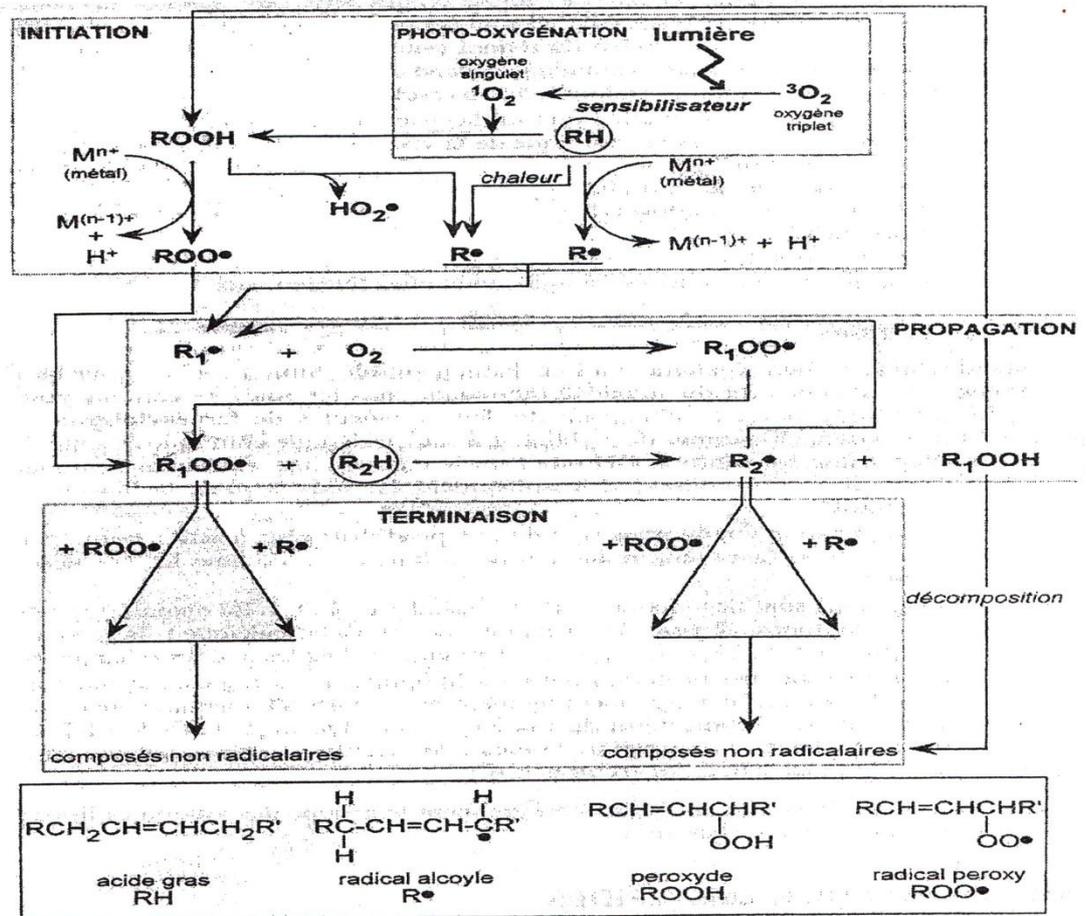


Figure 8 : Mécanisme général des réactions d'oxydation des lipides (Alais et al.,2003).

3-10-1-2 : CONSEQUENCES DES REACTIONS D'OXYDATIONS:

Les réactions d'oxydation donnent naissance à de nombreux composés (Alais et al., 2003). La figure 9 représente les principaux types de molécules obtenues après oxydation d'un acide gras mono- insaturé comme l'acide oléique.

En premier lieu, il convient de citer les aldéhydes et cétones de faible masse moléculaire qui sont responsables de l'odeur de rance ; c'est la première altération qui se manifeste d'autant que certains d'entre eux sont à des concentrations très faibles, de l'ordre de microgramme par litre Par ailleurs, les composés carbonylés peuvent réagir avec les protéines ou plus généralement favoriser le brunissement non enzymatique. La présence des lipides peut aussi provoquer l'oxydation secondaire de divers arômes. L'oxydation des lipides entraîne également des pertes d'activité vitaminique et de couleur, de même l'oxydation des acides gras essentiels provoque une diminution de la valeur nutritive.

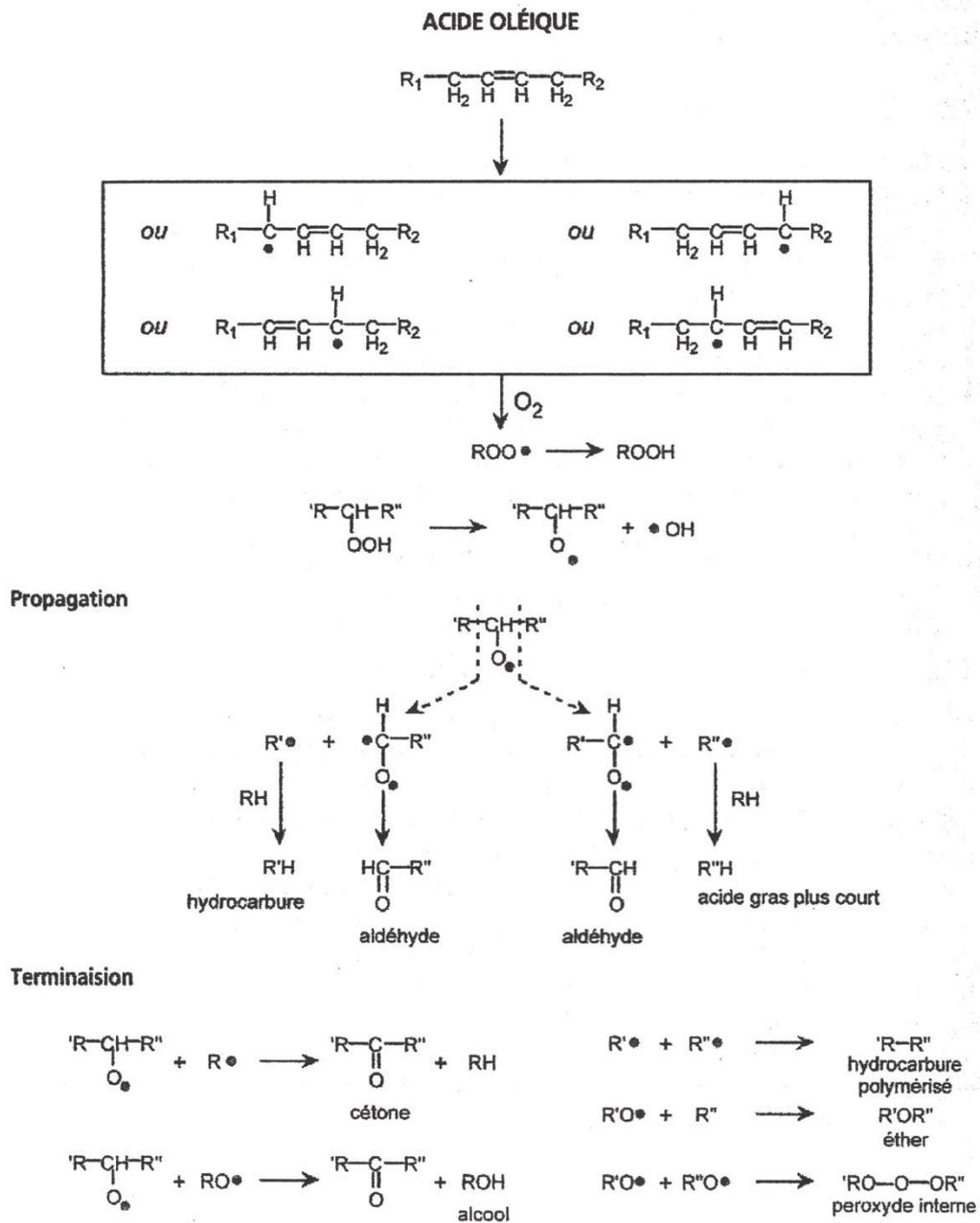


Figure 9 : Modification et produits obtenus après oxydation de l'acide oléique (Alais et al.,2003).

FACTEURS INFLUENÇANT L'OXYDATION :

Le Comportement vis-à-vis de l'oxydation des lipides est très variable. Ces variations peuvent être expliquées par l'influence des différents facteurs (Alais et al, 2003).

- Au stade d'initiation, l'oxydation est favorisée par la température élevée, la lumière est freinée par une réduction de la pression d'oxygène au contact.
- La présence d'agents pro-oxydants comme les métaux.
- Certains enzymes appelées lipoxydases sont présentes dans les tissus végétaux et catalysent l'oxydation des acides gras (l'hème, myoglobine, chlorophylle, lipoxygénases).
- La présence de certains antioxydants dans l'aliment empêchent le rancissement de ces matières grasses se sont : tocophérol ou vitamine E, l'acide ascorbique ou vitamine C, certains acides aminés et protéines et d'autres substances susceptibles de complexer les métaux.
- Parmi les autres facteurs intervenant dans l'oxydation des lipides des aliments, il faut citer l'activité de l'eau dont dépend en particulier l'action catalytique des métaux, la nature, le degré, de saturation et de dispersion des lipides.

ETUDES PATHOLOGIQUES :

La composition de la ration en matières grasses notamment riche en acides gras polyinsaturés influence de manière importante la disponibilité alimentaire de certaines substances anti-oxydantes telles que la vitamine E, la vitamine C, la biotine ou vitamine H, et le sélénium.

Le rancissement des matières grasses et leur détérioration qui s'effectue lors d'un stockage prolongé ou dans de mauvaises conditions, ainsi que l'apport alimentaire anormalement élevé en acides gras polyinsaturés sont deux processus majeurs responsables d'un phénomène de déséquilibre d'utilisation des anti-oxydants : essentiellement la vitamine E qui se manifeste cliniquement par les pathologies suivantes :

1. Une mortalité embryonnaire avec des lésions vasculaires dès le 4^{ème} jour d'incubation.
2. Chez les jeunes en croissance on observe :
 - *une encéphalomalacie : la plus dangereuse est caractérisée par une ataxie, une incoordination locomotrice, des contractions suivies d'un relâchement rapide des membres et une prostration précédant la mort. Ces signes cliniques apparaissent entre la 2^{ème} et la 4^{ème} semaine d'élevage du poulet, présence d'œdème du cervelet (figure 10 et 11).

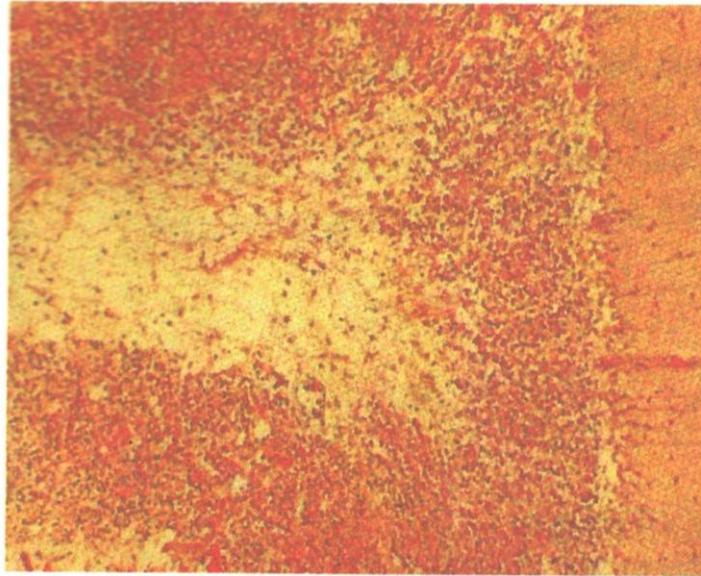


Figure 10 : Aspect microscopique : Atteinte dégénérative du cervelet avec Œdème chez poulet atteint d'une encéphalomalacie de nutrition (Hoffmann-la roche, 1992) .

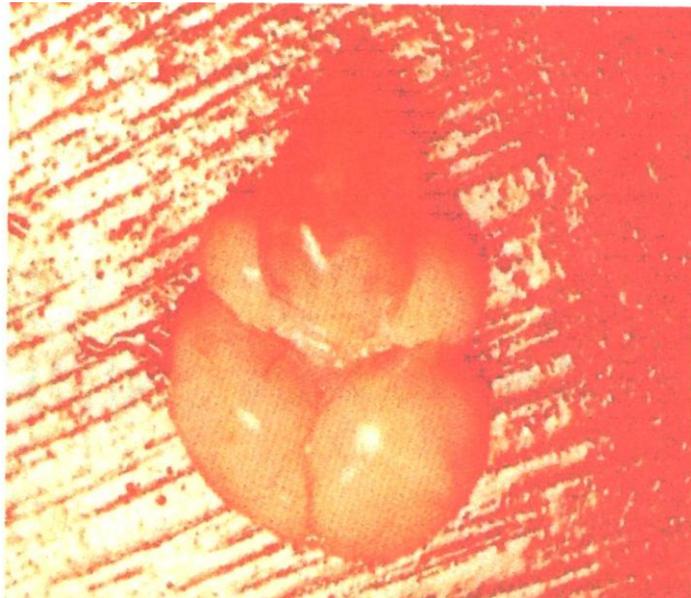


Figure 11 : Œdème cérébral chez un poussin atteint d'une encéphalomalacie de nutrition (Hoffmann-la roche, 1992) .



Figure 12 : Animal mort par diathèse exsudative avec œdème (Sanders, 1992)

- **Une diathèse exsudative** : caractérisée par un œdème du tissu sous cutané associé à une perméabilité des parois des capillaires (figure 12) .
- **Une dystrophie musculaire** : des lésions du muscle pectoral et des pattes peuvent être observées jusqu'à l'âge de 4 semaines.
- **Une immunodéficience** : due à une subcarence en tocophérol et en sélénium se manifeste principalement par une dépression de la réponse immunitaire.

Enfin la qualité de la viande des volailles est associée en partie à son contenu en graisses .Certaines odeurs de la viande sont accentuées, la carcasse est décolorée ce qui entraîne un mauvais goût . D'autre part il y a les syndromes d'infiltration du foie (figure 13 et 14), des reins et parfois le cœur qui touche les poulets de chair âgés d'une semaine lors d'un manque en biotine dans la ration supplémentaire en matières grasses.

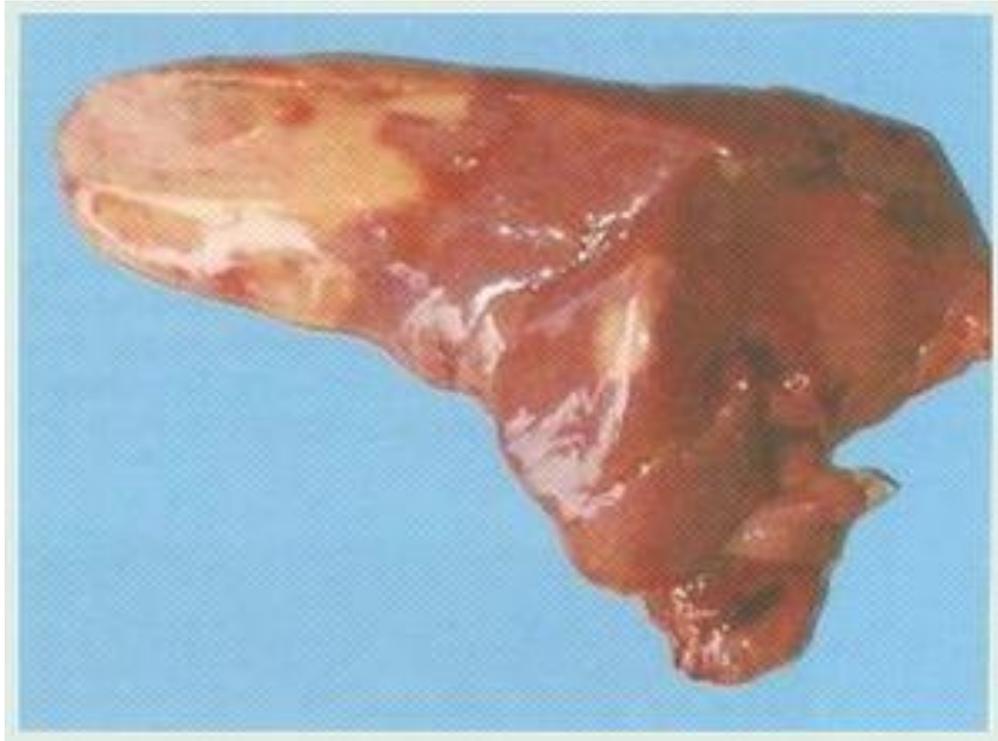


Figure 13: Stéatose hépatique (hépatomégalie et hémorragies) (Bernier, 1992)

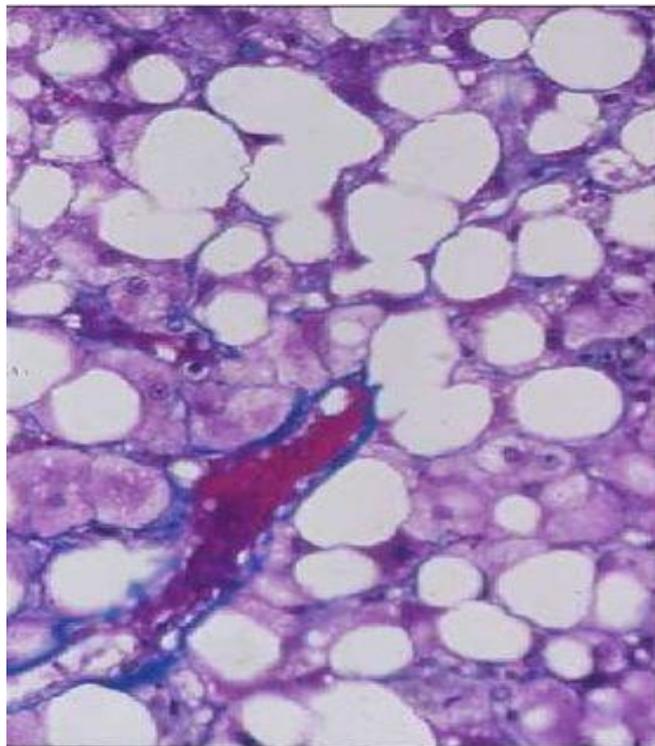


Figure 14 : Forte infiltration graisseuse des hépatocytes (Bernier, 1992)

CHAPITRE 4

MATIERE GRASSES

4-1- CARACTERISTIQUE ET STRUCTURE CHIMIQUE DES MATIERE GRASSES :

Les MG ou lipides sont des biomolécules organiques insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques non polaires comme benzène, chloroforme, l'éther

(extraits éthers), ... (Touitou Y, 2005). Ils sont principalement divisés en trois catégories : simple, complexes ou dérivés.

* **Les Lipides simples** : sont des esters d'acides gras (AG) et de certains alcools en particulier du glycérol et du cholestérol (Benabdeljelil 2003). On distingue couramment les glycérides et les stéroïdes (Touitou Y, 2005).

➤ **Les Glycines** : ce sont des esters d'acides gras (AG) et de glycérol.

Dans les aliments, le seul groupe de lipides possédant un rôle nutritionnel important est constitué par les triglycérides. Ce dernier est une molécule de glycérol sur laquelle est fixée 1, 2 ou 3 acides gras ce qui forme les mono-, di- ou triglycérides. Les AG se différencient par la longueur et/ou l'insaturation de leur chaîne (R, R', R''); les saturés étant préférentiellement estérifiés aux fonctions alcools.

➤ **Les Stéroïdes** : ce sont des esters d'acides gras et de cholestérol.

* **Les Lipides complexes** sont des esters du glycérol : contenant deux résidus d'AG et un autre radical chimique tel la choline ou sérine. Les groupes les plus importants sont ; les phospholipides qui contiennent le phosphate dans leur structure, les glycolipides et des lipoprotéines qui constituent les principaux moyens par lesquels les lipides sont transportés dans le sang (Benabdeljelil, 2003 ; Leeson et Summers, 2004).

* **Les lipides dérivés** sont des substances obtenues par hydrolyse des lipides simples et complexes (Ferreira, 1999).

Les acides gras présentent l'unité de base de diverses classes de lipides (Asseliner et Promé, 2004) c'est pour quoi il est plus important de connaître leur structure chimique ainsi que leur classification.

La structure de la plupart des AG contenus dans les MG montre une chaîne aliphatique hydrocarbonée de 8 à 24 atomes de carbone saturés, insaturés ou poly insaturés. Selon le nombre total d'atomes de carbone, on distingue les acides gras à chaîne courtes, de C4 à C6 (lipides du lait), à chaînes moyennes, de C8 à C18 (constituants majoritaires des huiles végétales et graisses animales alimentaires), enfin à chaîne très longues, C20 et plus (tissus nerveux, huiles de poisson...) les deux premières catégories de chaînes sont saturées, les deux derniers pouvant être saturées, mono ou polyinsaturées. (Entreessangles B et Mandel, 2004).

Tableau 10 : La nomenclature et les propriétés des acides gras communs des matières grasses et huiles incorporées dans l'alimentation animale (Benabdeljelil, 2003)

Nom de l'acide gras	Poids moléculaires (Kda)	Indice d'iode	Point de fusion C°
Laurique C10 :0	200	0	43.6
Myristique C14 :0	228	0	53.8
Palmitique C16 :0	256	0	62.9
Stearique C18 :	285	0	69.9
Palmitoléique C16 : 1	254	99.8	11.5
Oleique C18 : 1	283	89.9	4.0
Linoléique C18 :2	281	181.0	-5.0
Linoléique C18 :3	279	273.5	-14.4
Arachidonique C20 : 4	305	316.2	-49.5
Timnidonique C20 :5	302	335.5	-62.7
Clipandinique C22 : 5	331	384.5	-78.0

Tableau 11 : Composition en acides gras de quelques huiles végétales (Ewing 1997, Lesson et Summers, 2001)

Huiles	Acides gras saturés		Total (%)	Acides gras insaturés			Total (%)
	C16 :0	C18 : 0		C18 :1	C18 :2	C18 :3	
Mais	13	4	17	29	54	-	83
Carthame	8	3	11	13	75	1	89
Lin	6	4	10	22	16	52	90
Soja	11	4	15	25	51	9	85
Coton	29	4	33	24	40	-	64
Tournetsol	11	6	17	29	52	-	81
Noix de coco	10	-	-	8	-	-	-

Les oiseaux ne peuvent pas en mesure systématiser tous les acides gras, certaines sont considèrent comme des accidents gras essentiels, c'est le cas de l'acide linoléique (18 :2, n-6) et l'acide linoléique (18 :3, n-3) (national research Council, 1994).

4-2- DIGESTION ET ABSORPTION DES LIPIDES :

4-2-1 : LA DIGESTION :

Les lipides (Les triglycérides) arrivent intacts dans duodénum. La présence d'aliments stimule la sécrétion de cholécystonine (CCK), par conséquent ; la vésicule biliaire engendrant l'afflux de la bile et la sécrétion de suc pancréatique (Baiao et Lara, 2005)

Les lipides sont insolubles dans l'eau, or le milieu intestinal est un milieu aqueux. Les lipides ne peuvent donc être digérés que si une interface efficace est créée entre eux-mêmes et le milieu aqueux. C'est le rôle des sels biliaires qui s'interposent entre les graisses et l'eau, permettant la formation d'une émulsion grasseuse.

La lipase pancréatique peut alors attaquer le corps gras et détacher les acides gras. Mais, fait curieux, lorsque la graisse neutre a perdu deux acides gras et est devenue un mono glycéride, il se crée alors de nouvelles conditions de solubilité, entraînant la formation de gouttelettes grasseuses encore plus fines que celles de l'émulsion primitive, les micelles, où s'achève la digestion des lipides, toujours sous l'action de la lipase pancréatique. La lipase n'agit qu'en présence d'une autre molécule produite aussi par le pancréas, la colipase. Toujours sous l'action de la lipase pancréatique (Freslon, 2004 ; Defforage, 2007).

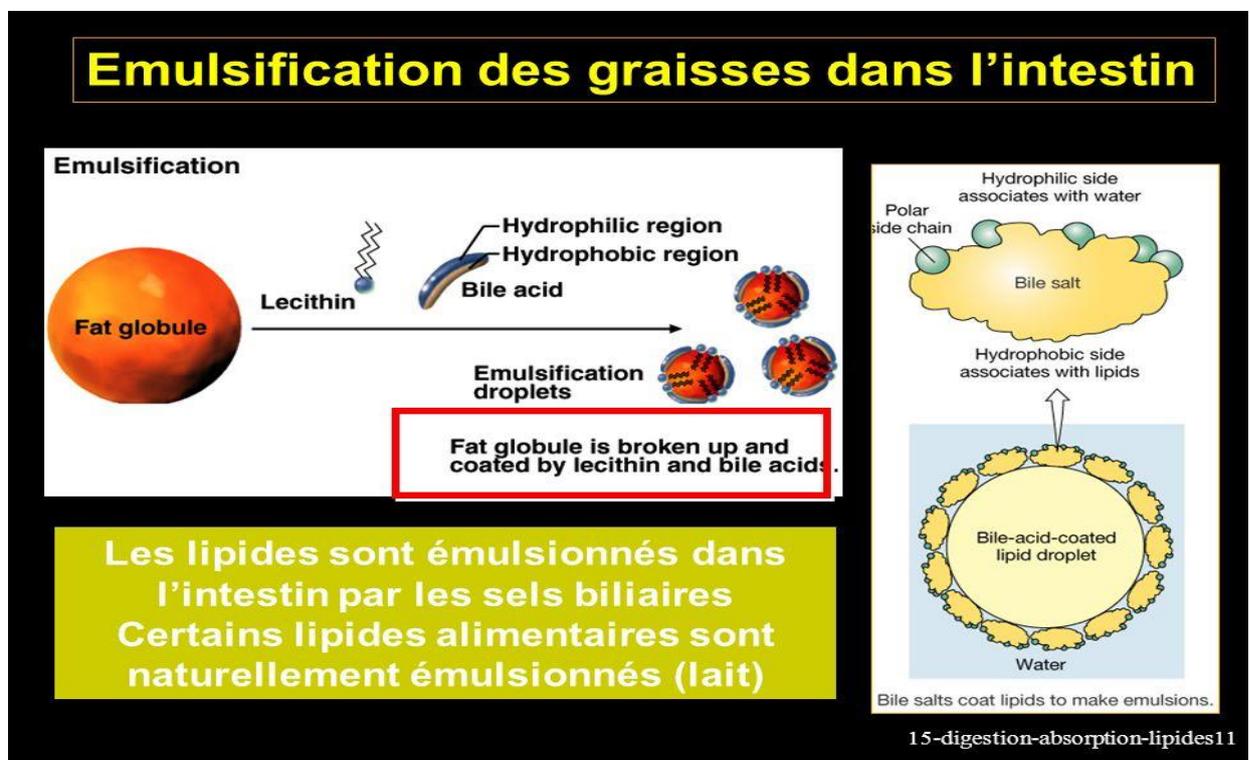


Figure 15 : Émulsion des globules gras par les acides biliaires (Baiao et Lara , 2005)

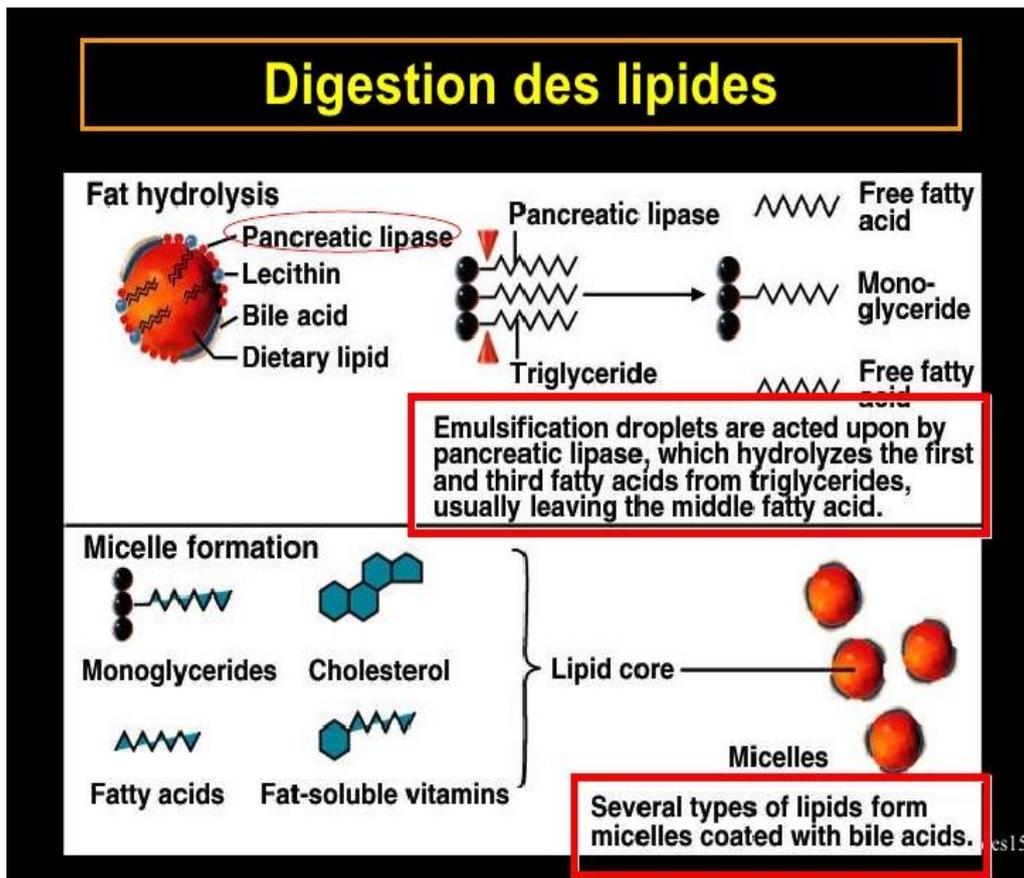


Figure 16 : Action de la lipase pancréatique (Baiao et Lara , 2005)

4-2-2 : L'ABSORPTION

Elle se fait généralement au niveau de la bordure en brosse appelée membrane des entracte de l'intestin grêle (Mêlanie, 2006)

Ce sont ces micelles entées par un mécanisme de diffusion car les AG et les mono glycérides sont lipophiles et ils peuvent passer de la micelle à la membrane de l'anthérocyte. Cela laisse libre les capter d'autres AG et mono glycérides (rôle de navette des biliaires). Après avoir pénétré dans les cellules le sort de AG sera différent la longueur de leur chaîne. Les acides gras à longue chaîne ainsi que les mono glycérides sont pris en charge par une protéine de transport (fatty acid building prodige protéine) et ils gagnent le réticulum endoplasmique pour servir à la re-synthèse de TG. Ces TG s'accumuler pour former dans l'entérocyte de larges globules qui vont se retrouver entourés d'une β -lipoprotéine et éliminés par exocets sur les parois latérales de l'entérocyte. Cet ensemble lipides-protéine forme les chylomicrons .

Les AG à courte chaîne (et glycérol qui aura été libère dans l'entracte) ne présente par d'affinité pour la protéine de transport. L'ensemble des AG à chaîne courte plus les chylomicrons ne quittent rapidement l'entrecôte pour gagner la circulation sanguine à travers le système veineux portique puis vers le fois et tissus adipeux, étant donné que le système lymphatique des oiseau n'est pas bien développé. (Defforge, 2007 ; Ferreira, 1999).

ABSORPTION DES LIPIDES (à travers la paroi de l'intestin grêle)

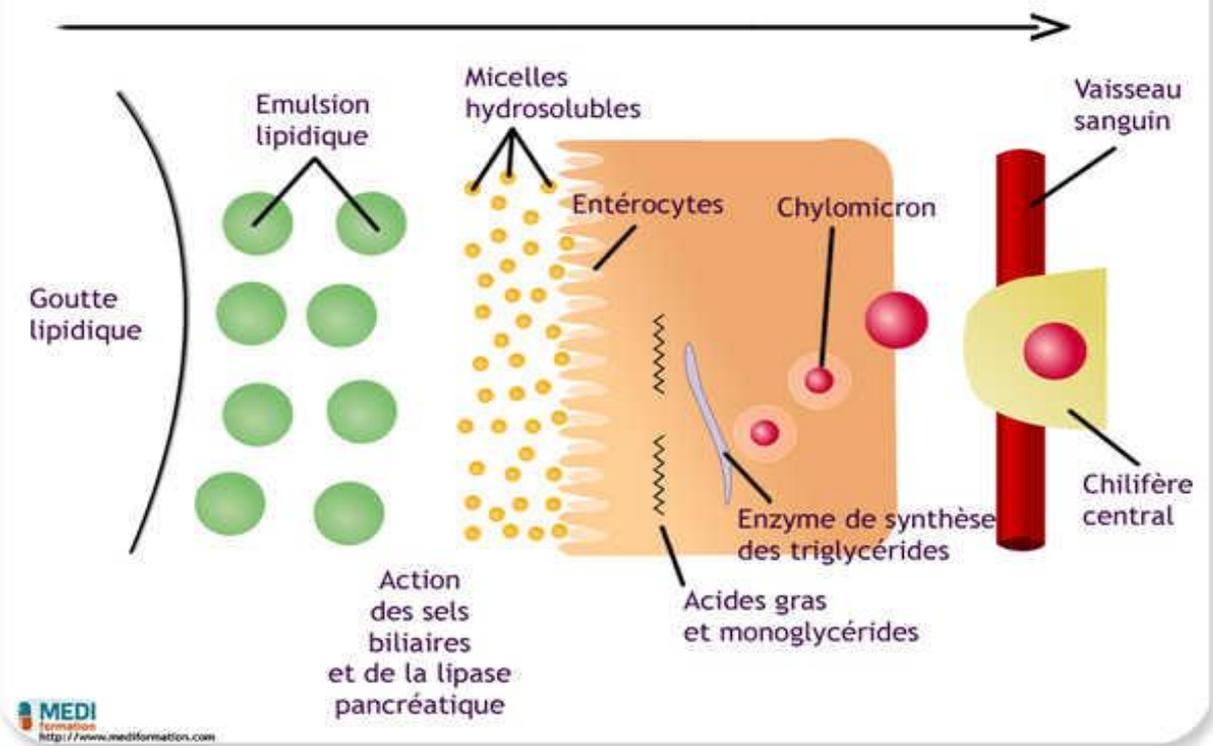


Figure 17 : L'absorption intestinale des micelles (Mêlanie, 2006)

Les chylomicrons

- Les chylomicrons transportables dans la circulation sanguine vont sortir de l'entérocyte via les lactifères des villosités intestinales.

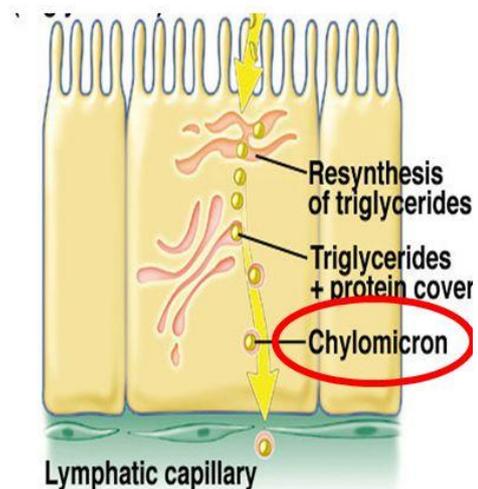


Figure 18 : La re-synthèse de triglycéride dans l'entérocyte et formation des chylomicrons (Ferreira, 1999).

Les lipoprotéines à très faible densité (very low density lipoprotéines VLDL) transportent les lipides du foie vers d'autres tissus comme l'ovaire, ou ils seront utilisés pour la synthèse de jaune d'œuf. Les TG qui ne sont pas utilisés dans le foie ou ne sont pas incorporés dans le jaune d'œuf sont utilisés dans d'autres tissus (cœur, muscle) ou sont stockés dans le tissu adipeux (Escribano, 1991).

Vue générale de la digestion & de l'absorption des triglycérides

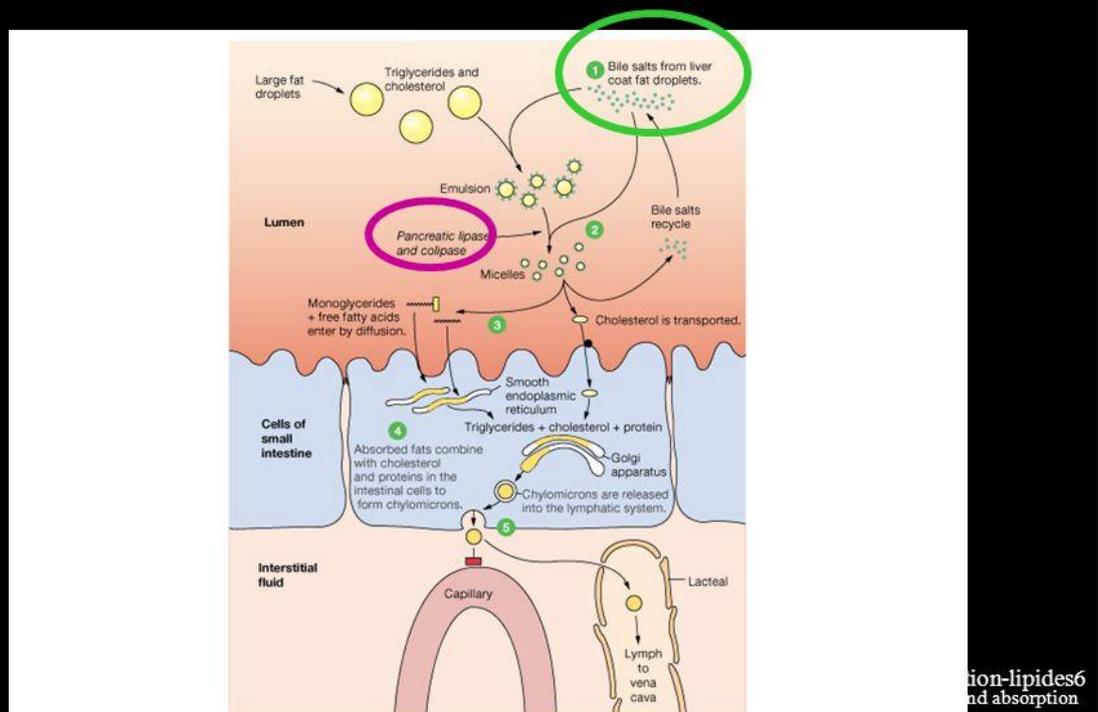


Figure 19 : Vue générale de la digestion et de l'absorption des lipides (Ferreira, 1999).

4-3 : FACTEUR DE VARIATION DE LA DIGESTIBILITE DES MATIERES GRASSES :

De nombreux facteurs sont susceptibles de fait varier le degré de digestibilité des matières grasses chez les volailles (Wisman, 1984). Parmi ces facteurs on trouve : la longueur de la chaîne carbonée des acides gras et leur degré de dénaturations, le rapport entre acides gras saturés et insaturés, la nature de la matière grasse utilisée, le taux d'incorporation, la composition du régime de base, la flore intestinale, le sexe et l'âge des oiseaux (Renner et Hill, 1961 ; Leeson S et Summers, 2001, Nascif et al, 2004).

➤ **CEUX QUI SONT LIÉS À L'ANIMAL :**

Chez les oiseaux la digestibilité des matières grasses dépend de l'âge de l'animal. En effet, les jeunes poussins digèrent les MG (surtout les saturés) avec une efficacité inférieure à celles des adultes vu que leurs systèmes enzymatiques ne sont pas bien développés (faible production de sels biliaires). Néanmoins, ces capacités se développent rapidement après les premiers jours de vie (Leeson et Summers, 2001 ; Salado et al 199 ; Mahagna et al, 1988, Carew et al, 1972).

L'effet espèce (autre que le poulet) a été peu étudié. Le dindonneau paraît mieux utiliser les MG que le poulet dans le jeune âge (3 semaines). Il demeure néanmoins sensible lui aussi aux graisses rances (Mossab et al, 2000).

Pour une espèce aviaire, la souche et le sexe n'ont aucune influence sur la valeur notionnelle des MG (Sibbald, 1976 in Mossab, 1996) quoique Giurgis 1976 in Mossab 1996 signale que la digestibilité des lipides est plus élevée chez les femelles.

La flore intestinale a un impact sur l'utilisation de MG, la digestibilité est supérieure chez les poulets axéniques par rapport aux holoxéniques. La même tendance est observée chez le poulet recevant des antibiotiques (Kussaibati et al, 1982 in Mossab, 1996).

➤ **CEUX QUI SONT LIÉS AUX MATIÈRES GRASSES ELLES-MÊMES :**

La longueur de la chaîne carbonée des acides gras et leur degré de saturation ; un acide gras saturé à courte chaîne carbonée est mieux absorbé qu'un acide saturé à longue chaîne, de même que les AG insaturés sont plus digestibles que homologues saturés (Benabdeljelil, 2003).

Le rapport entre acide gras saturé et insaturés est également mis en cause dans la digestibilité des MG. En effet, l'addition d'acide oléique et/ou linoléique ainsi que d'autres mono glycérides à un mélange de gras saturés tels que l'acide palmitique, favorise la digestibilité de ces derniers (Winsman et Lessire, 1987).

De même, la place d'un AG dans la chaîne des tri glycérols influence sa vitesse d'absorption (Benabdeljelil, 2003, Scott et al. 1982 in Mossab, 1996).

Les AG libres encore appelés par l'industrie AG non estérifiés, fréquemment observés dans les huiles acides réduisent l'efficacité des MG (leur absorption) effet particulièrement prononcé lorsque les MG sont saturés (Wiseman, 1984).

Le taux d'incorporation des MG : la digestibilité des corps gras diminue lorsque leur proportion dans l'aliment s'accroît surtout pour les saturés (Larbier et Leclercq, 1992).

Divers autres ont constaté que les graisses insaturées amélioraient la digestibilité des graisses telles que le suif, le saindoux ou les distillats de palme présents dans l'aliment puisqu'elles facilitaient la formation de micelles au niveau intestinal (Benabdeljelil, 2003 ; Blanch et al 1995).

➤ CEUX QUI SONT LIÉS AUX AUTRES COMPOSANTS DE LA RATION :

La digestibilité des matières grasses est plus élevée lorsqu'elles sont incorporées dans un régime composé de maïs et de soja (Bennel et al, 1997 cite par Tisserand et Temim, 1999). Durant les digestions, les libres AG libres peuvent réagir avec d'autres nutriments. Lorsqu'ils réagissent avec des minéraux (Ca et Mg), des savons sont formés qui peuvent être solubles ou insolubles. Lorsque des savons insolubles sont formés ; les AG et les minéraux peuvent devenir indisponibles aux poulets. Dans le cas du caladium, lors de la formation de savon , on observe une réduction des cendres de l'os et de sa teneur en Ca, ce qui provoque des déformations osseuses préjudiciables à l'éleveur. (Benabdeljelil, 2003)

4-4 : EVALUATION ET CRITIQUE DE QUALITE :

La qualité des MG en dehors de leur acidité et de leur composition en AG a fait l'objet de peu de recherches chez les oiseaux. Il est parfois difficile d'évaluer la qualité des MG de façon objective car elle dépend de nombreux facteurs, qui ne sont pas tous faciles à déterminer :

4-4-1 : COMPOSITIONS EN ACIDES GRAS (AG TOTAUX) :

La 1^{ère} mesure de qualité des MG est de déterminer le profil ou composition en AG aussi connu par la « structure des MG chez les industriels afin de caractériser le niveau de saturation et d'insaturation. Cette mesure est facilement effectuée par la séparation des esters méthyliques des acides gras en utilisant la chromatographie gaz-liquide (Barbi et Lucio, 2003).

4-4-2 : ACIDES GRAS LIBRES (ACIDITE) :

Cette analyse a pour objectif de mesurer le pourcentage des acides gras libres. Elle peut être réalisée en utilisant deux différentes méthodes. La première méthode emploie le NaOH pour titrer l'acide oléique qui prédomine chez les graisses animales. Les résultats sont exprimés en mg de NaOH/g de régime ou de graisse. La seconde méthode se base sur l'utilisation de KOH dans le titrage et les résultats sont exprimés en mg de KOH/g de graisse ou de ration. Il a été suggéré que l'augmentation de 1% de l'acidité, 10 kcal de l'énergie métabolisable est perdue par kilogramme de régime/ ingrédient. (Barbi et Lucio, 2003)

4-4-3 : HUMIDITE :

L'humidité est déterminée par le pourcentage de poids de la source lipidique après avoir séché à 105 C° pendant 4 heures. Les valeurs entre 0,5 et 1,0 % sont acceptées, puisque l'humidité favorise l'hydrolyse des MG et accroît la proportion d'AG non estérifiés et la formation de boues et de dépôt dans les réservoirs de stockage. Elle est néfaste car elle accélère la corrosion du matériel et des équipements de maintenance des MG. Elle augmente le rancissement résultant de la formation de rouille qui en est un catalyseur important

(Benabdeljelil, 2003 ; Butolo, 2002).

4-4-4 : IMPURETES :

Elles regroupent toutes les matières insolubles dans l'éther. Ces derniers peuvent obstruer les tamis et les buses durant le transport. Elles incluent des débris de peau, de poils, os de plastique, de terre, de polyéthylène, de filaires elles contribuent à la formation de boues dans les réservoirs de stockage (Benadbeljelil 2003).

L'importante est calculée comme pointage de fraction insoluble du lipide en Esther de pétrole plus à des températures entre 40-60 C°. les grasse de doivent pas contenir plus de 1.0 % d'importes insolubles (Baiao et Lara, 2005) .

4-4-5 : INSAPONIFIABLES :

Ils sont solubles dans l'Esther mais ne sont pas des AG, ils regroupent des stérols, des pigment des hydrolyrabures et des alcools gras ... Le niveau maximan admis pour les huiles et graissage est de 1%, plus pourcentage plus la valeur énergétique des MG diminue (Butolo, 2002).

4-4-6 : INDICE D'IODE :

Cette méthode est fréquemment employé pour mesurer la stabilité des graisses . la teneur en iode estime le nombre de double liaison présentent dans les graisses . Il est défini comme la quantité d'iode (g) absorbée par 100g de MG . Naturellement les AGi ont des indices d'iode plus élevés que AGs . L'acide par exemple a un indice d'iode de 90 (Baiao et Lara ; Benabdeljil ,2003)

4-4-7 : INDICE DE PEROXYDE :

Utilisé comme test d'oxydation des produits , il renseigne sur l'importance des hydroperoxydes qui sont des produits intermédiaires et transitoires de l'oxydation des acides désaturés . C'est la quantité d'oxygène (actif) par kg d'huile par exemple exprimée en meq/kg (Benabdeljil ,2003)

4-4-8 : STABILITE AOM « ACTIVE OXYGENE METHODE » :

Les MG doivent être suffisamment stabilisés en vue de passer le test de stabilité AOM. Dans cette évaluation, un tube contenant 2,0 ml de graisses placé dans un bain d'eau d'une température de (97,8 °C) et de l'air bouillant à un taux de 2,33 ml par tube / en second lieu. Après une agitation d'oxygène de 20 heures sous des conditions bien définies, on mesure la quantité de peroxydes formés avant le développement de la rancidité. Une MG ayant une stabilité de 20 meq/kg de peroxydes à la fin du test et moins de 5 meq au départ est considérée comme acceptable. Le test AOM de 20 h est une indication de stabilité pour la conservation alors que la valeur initiale indique des effets précédents et la qualité actuelle des MG. Une lecture de 20 meq/kg de peroxydes à 20 h correspond à une durée de conservation « storage life » de 320 jours . Un des avantages des cet essai est la capacité d'évaluer l'efficacité relative des différents antioxydes (Baiao et Lara , 2005 ; Benabdeljelil , 2003).

4-4-9 : TEST DE LA STABILITE OXYDATIVE OSI « TEST OF OXYDATIVE STAILITY » :

L'essai de la stabilité oxydante a un principe semblable à l'AOM . Un échantillon de graisses est placé dans un équipement à une température supérieure à 100°C en présence de l'oxygène . Cet essai mesure la période d'induction c'est-à-dire le temps nécessaire pour dégrader les acides organiques dérivé de l'aldéhyde et des cétones et le temps nécessaire pour concentrer des produits de peroxyde dans la solution (Barbi et Lúcio, 2003).

4-4-10 : ANALYSE DE L'ACIDE THIOBRABITUQUE (TBARS) :

Cette analyse mesure la concentration de malonaldéhyde formé par l'oxydation de triglycéride. Le malonaldéhyde est un produit d'oxydation des peroxydes qui sont formés initialement. Néanmoins, une des grandes limitations de cette méthode est le fait que l'oxydation peut être potentiellement avancée avant la formation de malonaldéhyde (Baiao et Lara , 2005).

4-5 : OXYDATION ET RANCISSEMENT DES MATIERES GRASSES :

Le rancissement se définit comme une altération en fonction du temps des caractéristiques organoleptiques des graisses pouvant aller jusqu'à l'apparition d'un goût et d'une odeur désagréables. Il résulte le plus souvent de l'oxydation par l'oxygène de l'air des acides gras insaturés ou de leur esters. Cette attaque se fait au niveau des doubles liaisons, d'autant plus aisément que le corps gras est plus insaturé. Elle entraîne la rupture des chaînes carbonées provoquant la formation des peroxydes ou hydroperoxydes qui polymérisent et se décomposent avec la production et libération des aldéhydes à moles de dix atomes de carbone. Les composés aldéhydiques ne sont pas toxiques, mais leur goût et leur odeur désagréables, perceptibles dès que leur quantité atteint quelques milligrammes par kilogramme, rendent les aliments impropres à la consommation par l'altération de leurs saveurs, couleurs, textures et également la diminution de leurs valeurs nutritives. D'ailleurs, les vitamines solubles dans les graisses sont détruites par ledit processus, particulièrement les vitamines A et E (Di Contanzo, 2004 ; Shermer, 1990).

Cette réaction peut se produire aux températures environnementales, mais peut être rapidement augmentée par la présence de catalyseurs organiques comme les lipo-oxydases, la présence de métaux tels que le cuivre, nickel, cadmium, zinc, les températures élevées et la lumière . (Menten et Al 2003 ; Benabdjelil, 2003)

Les huiles végétales rancissent moins facilement que les graisses animales, bien que leur degré de désaturation soit plus élevé. Elles renferment en effet des substances, les tocophérols ou vitamines E, qui s'opposent aux phénomènes d'oxydation. Certains composés synthétiques ou naturels appelés anti-oxygène ont les mêmes propriétés que les tocophérols ; ainsi ajouté aux corps gras : BHA (butyl-hydroxyanisole), ou le BHT (butyl-hydroxytoluène) par exemple (Di Contanzo, 2004 ; Butolo, 2001 ; Pappas, 1993 cité par Gomez 2003).

4-6 : AVANTAGES ATTENDUS DE L'INCORPORATION DES MATIERES GRASSES :

Les matières grasses peuvent être ajoutées aux aliments de poulet de chair, avec les effets suivants :

- La MG est très énergétique et accroît la valeur énergétique de la ration dans une mesure qui dépasse largement celle des autres ingrédients disponibles à condition de maintenir le rapport calories / protéines constant lors des formulations, si on ne respecte pas ce principe, le poulet est capable d'augmenter son ingéré total pour satisfaire son besoin en protéines qui aura un effet sur l'engraissement du poulet par un dépôt accru de lipides corporels (Leclercq, 1986 ; Fisher 1984 ; Combs 1962 cité par Lessire, 1995).

- La matière grasse pure est souvent le moins cher des aliments énergétiques disponibles. Sa rentabilité est souvent accrue davantage encore par l'amélioration des performances de croissance, la conversion alimentaire et le raccourcissement du cycle de production. De même, elle permet d'utiliser des matières premières peu onéreuses dans les formules (FAO, 2008).

- L'incorporation de MG contribue à l'atténuation des effets du stress thermique en maintenant le niveau de consommation : il est connu que lors de fortes chaleurs les volailles baissent l'ingestion des aliments et cherchent à augmenter leur perte de chaleur (thermolyse) et à diminuer leur production de chaleur (thermogenèse) pour éviter une trop forte augmentation de leur température corporelle (Guilbert, 2005). De ce fait, il faut prévoir la concertation de l'aliment en énergie et ceci en rajoutant de la matière grasse (huiles végétales) dans la formule d'autant plus cette catégorie de matières premières étant celle qui génère le moins d'extra chaleur de digestion (Chakroun, 2004).

- Améliorent la qualité des miettes, des granulés et de la farine et réduit l'empoussièrement, le gaspillage d'aliments, l'usure des filières et facilite la granulation (Benabdeljalil, 2003).

- Certaines expériences indiquent que l'addition de MG réduit le volume de fèces de moitié, ce qui simplifie les problèmes liés à leur évacuation (FAP, 2008).

- Améliorent l'absorption des vitamines liposolubles et l'appétibilité des aliments .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Ait el hocine .a et Khellaf. M ; 1998** : La Composition Chimique De Quelque Sous Produits De Séréales Algériens. Mémoire De Fin D'études, Option Zootechnie, INRA El Harrach, 60 Pages.
- **AQUINFO , 2004** : Bulletin D'information D'aquinfo N°3 , 2 Page.
- **Ammrouche Tahar, 2005** : Contribution A L'étude Du Pouvoir Immunomodulateur Des Bifidobactérie. Analyse In Vitro Et Etude In Vivo Des Mécanismes Moléculaires Impliqués. Thèse De Doctorat, Université De Laval, Canada.
- **Alais C, Lindin G et Miclo L, 2003** : Biochimie Alimentaire. Edition Dunod – Masson,245 Page.
- **Asselineau J et Promé J-C, 2004** : Gras . Métabolisme Des Acides Gras. ©Encyclopédie Universalis.
- **Baiao NC ; Lara LJC ; 2005** : Alimentation Du Poulet De Chair. Bulletin De L'itelv,15 Pages.
- **Babel FG ; 1997** : Anbiosis By Lactic Culture Bactéries . Journal Of Dairy Sciences 60, 815-821.
- **Benabdeljelil k , 2003:** L'utilisation Des Matières Graisse Dans L'alimentaion Avicole : Caractiristiques Nutritionnelles Et Recommandations Pratiques. ASA-USB, 27 Pages.
- **Bernier G ; Tremblay A, 1992** : Manuel De Pathologie Aviaire. Edition De Chaire ENV D'alfort. France. 318 Pages.
- **Blanch A ; Barroeta AC ; Baucelles MD Et Fauchal F, 1995** : The Nutritive Value Of Dietry Fats In Relation To Teir Chemical Composition. Apparent Fat Avaibility and Metabolisable Energy In Two Weeks Old Chicks. Poultry Science, 74:1335-1340.
- **Bougon M; Le Menec M ; Launay M ; Nguyen TH, 1988** : Etude De L'activité De L'aciflore En Tant Que Facteur De Croissance Chez Lz Canard De Barbarie. Bulletin D'information De La Station Expérimentale De Plufragon, 28, 61-64.
- **Caudron I ; Casting J ; Magnin M; Lessire M; Barrier-Gaillet B; Bureau J; Zwick J; L Et Messager B, 1993:** Influence De L'incorporation De Differentes Matières Grasses Dans L'aliment Sur La Qualité Des Carcasses De Poulets De Chair. 11eme Symposium Européen Sur La Qualité De La Viande De Volaille, Tours, France, 4-8 Oct, Tome 2, 93-102.
- **Chakroun C , 2004** : Les Méthodes De Lute Contre La Chaleur En Aviculture. Bulletin D'information Du Secteur Avicole En Tunisie N°33.
- **Collins MD ; Gribson R , 1999** : Amj. Cli. Nurt.69, 1052 S – 1057 S.
- **Dale N , 1994:** J. Appl. Poult. Resh, Vol 10,83-86.

- **Defforge V , 2007** : La Physiologie Digestive Chez Les Animaux Domestiques. Ecole Nationale Vétérinaire De Toulouse.
- **Di Contanzo Genevière, 2004** : Rancissement Des Matières Grasse. ©Encyclopédie Universalis.
- **Ducluzean R Raiband P,1979** : Ecologie Microbienne Du Tractus Digestif. INRA, Masson, Paris.
- **Entressangles B et Mandel P, 2004** : Les Lipides. ©Encyclopédie Universalis.
- **Ewing W.N, 1997** : The Feeds Directory. Vol 1. Commodity Products Oils Seeds And By-Products Context Publications.
- **Ferreira WM, 1999**: Digestaoe Metáplismo Dos Lipidos. Belo Horizonte :Escola De Veterinaria Da UFMG , P.1-34.
- **Fernandes CF ; J Stahni KM , 1989** : Inhibitory Affect Of Fermented Milk Cultures On The Gastro-Intestinalpathogens. Les Laits Fermentés. Actualité De Recherché, John Libby, Eurotex LTD , 105-106.
- **Ferrah A, 1997** : Les Matières Premières Utilisés Dans Le Model Alimentaire Avicole En Algerie.Bulletin De L'itelv N°5 , 48 Pages.
- **Freslon JL, 2004** : Appariel Digestif. ©Encyclopédie Universalis.
- **Fuller R , 1989**: the effect of youghurt and bacterial food supplements on the microbiologie of the gastro-intetinal ract. . Les Laits Fermentés. Actualité De Recherché, John Libby, Eurotex LTD , 197-206.
- **Gaillot JF, 1998** : Consequences Of Probiotics Release In The Intestine Of Animals ,18(5), 309-322.
- **Gaurnier- Chateua N ; Lapent JP ; Casstelanos MI Et Larpent JI, 1994** : Les Probiotiques En Alimentation Animal Et Humaine.....La Voisier, Ed.Tech.Doclavoisier, Paris39 N 40
- **Gestin O, 2003** : Energie Et Huiles Dans L'alimentation Du Poulet De Chair. Communication SIPSA, 06607 Mai, Alger.
- **Gribsson Gr Roberfroid Mb, 1995** : J Nut 125-140.
- **Hirbana, 2002** : D'après Luquet François-Marie Et George Corrieu, 2005. In Bactéries Lactiques Et Probiotiques.
- **ITELV, 2004** : Effets De La Substitution Des Huiles Acides Dans Le Régime Alimentaire Sur Les Performances Techno-Economiques Du Poulets De Chair. 64 Pages.
- **ITPE , 1993** : Incorporation Des Graisse De Volailles Dans L'alimentation Du Poulet De Chair. 42 Pages.
- **Laffitte E ; Arveux P Et Guillou D , 2003** : Impactde L'introduction D'un Mélange D'huiles Acide Dans L'aliment Sur Les Performances Et Des Poulets De Chair.
- **Larbier M, Leclercq B, 1993** : Nutrition Et Alimentation Des Volailles. INRA-Paris.
- **Leeson S ; Summers JD, 2001** : Scoot's Nutrition Of The Chicken, 4th Edition, Ontario University Books. Feed Ingredients And Feed Formulation. P 495-498.
- **Leeson S ; Summers JD, 2001** : Scoot's Nutrition Of The Chicken, 4th Edition, Ontario University Books. P 413.

- **Leeson S ; Summers JD; Daynard TB, 1977:** Poul. Sci, 56, 154-156.
- **Lessire M, 2001:** matières grasses alimentaires et composition liquide des volailles. Production animales, INRA , 14(5), p 365-370.
- **Lessire M, 1995 :** Qualité Des Viandes De Volailles ; Le Role De Matières Grasses Alimentaire. INRA Prod. Anim, 8(5), 335-340.
- **Mossab A, 1996 :** Valorisation Des Issues De Meunerie Par Addition Des Matières Grasses Animals Ou Végétales : Digestibilité Chez Le Poulet Et Le Dindonneau D'ages Différents Et Effet Sur La Croissance Chez Le Poulet. Thèses De Magister, INA El Harrach, 79 Pages.
- **Mossab A ; Hallouis JM et M Lesier, 2000 :** Utilisation Of Soybean Oil And Flloow In Young Turkeyus Compared With Young Chickens. Poultry Science 79; 1326-1331.
- **Mendes A ; A Cury PB, 1986:** Effect Of Dietary Energy Levels And Sex On Broiler Performances And Carcass Trails. 7eme Conference European D'aviculture. WPSA, Paris 24-28 Aout , 543-547.
- **Melanie p, 2006:** Etude Des Effets Physiologiques Des Acides Alph-Linoléiques Conjugués. Thèse De Doctorat, Université LAVAL De Québec, 271 Pages.
- **National Research Council, 1994 :** Nutrient Requirement Of Poultry, 9th Ed. Washington; National Academy Press.
- **National Research Council, 1994 :** Nutrient Requirement Of Poultry, 9th Revised, 176 Pages.
- **Nousiarem JE; Setaia J, 1993:** Lactic Acid Bacteria As Animal Probiotics In Lactic Acid Bacteria, Ed Salmirem . Von Wright A, Dekker Inc New York 315-336.
- **O'sullivan Gc. Kelly P O'halloran S, Collins Jk ; Dunne C, And Shanahanf, 2005:** Probiotics: An Amerging Therapy. Curr. Pharm. Design. 11: 3-10.
- **Prioult G, 2003:** Effect Des Probiotiques Sur L'induction Et Le Maintien De La Tolerance Orale A La Beta-Lactoglobuline Chez La Souris Et Etude De Leur Mécanismes D'action. Thèse Universté Laval Québec.
- **Renner R ; Hill FW, 1961:** Utilization Of Fatty Acids By The Chicken. Journal Of Nutrition, 74. 259-264.
- **Rober froid MB, 2004:** aliments fonctionnels. Paris ; tec et doc.
- **Roberton JL, 1991 :** Les Probiotiques Bactériens. Ali Scope, Janvier-Février.
- **Scott JL and Nesheim MC, Young RJ, 1976:** Essential Inorganic Elements In Nutrition Of The Chicken .Scott Ml,(Ed), Ithaca, 277.
- **Salminen S, 1999:** Probiotics: Scientific Support For Use. Food Technology. Vol T3, N°11.
- **Sandine WE, 1979:** Rols Of Lactobacillus In The Intestinal Tract. Journal Of Food Protection, 42, 259-262.
- **Schaafoma G, 1997:** The Western Diet With A Special Focus. On Dairy Products, Bruxelles, Institute Danone.
- **Shermer WD, 1990:** Effects Of Oxidation On The Quality Of Ingredients And Feed Of Poultry. In:37° Maryland Nutrition Conference, Maryland. EUA.
- **Touitou Y, 2005:** Biochimie Structure Des Glucides Et Lipides. PCEM1, Université Paris-7.48 Pages.

- **Ucciani E ; Debal A, 1992:** Propriété Chimiques Des Corps Gras , Tome 1, AFECG , Technique Et Documentation Lavoisier, 317-430.
- **Vanberwoorde L ; Chirstiaens H ; Verstreate W, 1991 :** In Vitro Appronisal Of The Probiotics Value Of Intestinal Lactobacilli. World Journal Of Microbiology And Biotechnologie, 7, 587-592.
- **Vanbell M ; Teller E; Focant M, 1989:** Probiotics In Animal Nutrition: A Review Active Fur Tiernhurg Berlin,40, 543-567.
- **Viau M ; Henry D ; Gandmer G, 1989:** Les Graisse Des Volailles : Influence De La Matière Et Du Mois De Fabrication Sur Leur Composition. 1^{er} Congres Euro Lipides, 06-09/06/1989 ; Angers (France), Vol 3, 1270-1277.
- **Wiseman J, And Lessire M, 1987 :** Interaction Between Fats And Chemical Content: Apparent Availability Of Fatty Acids. British Poultry Science 28, 677-691.