

Chapitre III : Additifs alimentaires**III.1. Généralités sur les additifs alimentaires****3.1.1. Définition**

Les additifs utilisés en alimentation animale, peuvent être définis comme des substances chimiques pures, d'origine naturelle ou synthétique, des préparations enzymatiques ou des microorganismes, qui sont ajoutés aux aliments en faible quantité pour modifier ou améliorer leur propriétés technologiques, ou augmenter leur efficacité zootechnique (Jean-Blain, 2002). Ces additifs, dont la liste autorisée est strictement définie ont en réalité des rôles majeurs : pour compléter une formule insuffisamment équilibrée, avec des minéraux, des oligo-éléments, par exemple, pour augmenter l'appétence d'un aliment, pour aider à conserver les nutriments les plus fragiles, pour protéger les produits des contaminations microbienne. Additif ne signifie donc pas artificiel, il s'agit d'un plus apporté à la sécurité alimentaire des animaux domestique (Haddad., 2009).

3.1.2. Condition d'autorisation

Pour être autorisé, un additif doit remplir certaines conditions :

- 1) Innocuité pour santé humaine des denrées provenant d'animaux ayant consommé l'additif,
- 2) Efficacité zootechnique prouvée, sans altération des produits animaux,
- 3) Innocuité pour l'animal : absence de toxicité et de perturbation des grandes fonctions de l'organisme,
- 4) Condition de contrôle : le contrôle qualitatif de l'additif doit être possible à l'aide de méthode fiables,
- 5) Caractéristiques technologiques : homogénéité, compatibilité avec les autres constituants de la ration (Goudoud, 1992).

3.1.3. Utilisation des additifs

L'utilisation des additifs en alimentation animale est strictement contrôlée par des règlements européens, dont l'application est immédiate et obligatoire dans tous les états membres (Haddad., 2009). Les additifs autorisés, à quel titre et avec quelles conditions d'utilisation, en particulier les doses pour une efficacité optimale sans risque de toxicité (pour l'animal, l'environnement mais aussi ceux qui manipulent l'aliment).L'utilisation d'additifs alimentaires n'est judicieuse que si elle soutient les objectifs de l'exploitation, respectivement, de l'intégration et améliore la rentabilité d'un système de production.

Les additifs alimentaires, appelés substances au début de leur utilisation. Ils sont des substances ayant un effet favorable sur les aliments ainsi que sur les productions animales ; ils sont en particulier susceptibles d'améliorer l'efficacité des rations, d'abaisser les coûts de production et d'influencer les caractéristiques des produits animaux (Guillo, 2004)

Le développement d'utilisation des additifs est étroitement lié à l'industrialisation des production animales caractérisée d'une part par une spécialisation de plus en plus poussée des ateliers de production et l'apparition d'une pathologie de groupe liée à la concentration des animaux, d'autre part par des contraintes économiques de plus en plus sévères imposant la recherche de performances zootechniques plus élevées. En outre, le développement de l'industrie des aliments composés a facilité considérablement la distribution de ces substances avec sécurité suffisante. Les fabricants d'aliments à exagérer l'emploi des additifs, qui ne sont rentabilisés que dans le cas d'utilisation indispensable. Les doses et les objectifs d'incorporation dans la ration sont définis par la législation européenne sur les additifs (Boka, 2006)

3.1.4. Classification

Selon leurs fonctions et leurs propriétés, les additifs pour l'alimentation animale sont classés dans une ou plusieurs des catégories suivantes (tableau 8).

Tableau 8 : Classification des additifs alimentaires utilisés en alimentation animale

I. Additifs technologiques	
Colorants	Colorants sensu stricto et pigments caroténoïde
Conservateurs	<ul style="list-style-type: none"> antibactériens, antifongiques antioxygènes
Substances aromatiques et apéritives	Substances naturelles et analogues synthétiques
Modificateurs des propriétés physiques des aliments	<ul style="list-style-type: none"> Emulsifiant Stabilisants Antimottants Gélifiants Epaississants
Modificateurs de la digestibilité	Enzymes
II. Additifs zootechniques	
Nutriments	Acides aminés, vitamines, oligoéléments
Facteurs de croissance	Antibiotiques, probiotiques, prébiotiques
Facteurs de prévention des maladies parasitaires	Anticoccidiens

(Jean-Blain, 2002)

- Ceux qui contribuent à adapter au mieux la composition des rations aux besoins nutritionnelles des animaux (les acides aminés et composés azotés non protéiques, les minéraux et les vitamines).
- Ceux qui ont une influence sur les animaux en assurant un rôle prophylactique ou en activant leur croissance ; ou sur les produit animaux
- Ceux qui améliorent la qualité des aliments en facilitant leur fabrication, leur conservation et leur présentation.

III.2. Additifs alimentaire exploités dans l'alimentation animale

3.2.1. Les antibiotiques

3.2.1.1. Définition

D'après Perrine et *al* (2006), dans les années 1940 l'industrie agro-alimentaire s'est mise à utiliser régulièrement des antibiotiques dans l'alimentation animale comme facteur de croissance pour accroître sa productivité. Les antibiotiques sont des substances appartenant à plusieurs familles chimiques différentes. Les antibiotiques, depuis leur découverte, se sont révélés très précieux dans la lutte contre les maladies d'origine bactérienne touchant l'homme et les animaux.

En élevage, associés aux vaccinations et à une amélioration des conditions hygiéniques, les antibiotiques ont fortement contribué au développement de l'élevage dit «industriel».

Chez le poulet a été découverte une autre propriété des antibiotiques : l'effet promoteur de croissance. Les antibiotiques en tant que facteurs de croissance comptent parmi les additifs les plus utilisés pour améliorer l'indice de consommation et la vitesse de croissance et augmenter par conséquent la productivité et la rentabilité des élevages (Mathlohi et *al*, 2009). Mais le monde bactérien s'est adapté aux antibiotiques et des souches résistantes aux antibiotiques sont apparues, réduisant leur efficacité (Guillot J.F. et *al*, 1989). Les additifs antibiotiques pour l'alimentation animale suivants également en

médecine humaine : avoparcine, phosphate de tylosine, spiramycine, virginiamycine et bacitracine-zinc (Bouvarel, 2003).

3.2.1.2. Utilisation des antibiotiques en élevage

Les antibiotiques sont utilisés en thérapeutique et de plus en plus fréquemment à titre préventif (Guillot J.F. *et al*, 1989). Les doses utilisées se situent, pour les antibiotiques autorisés, dans la plupart des cas entre 20 et 40 ppm de l'aliment complet. En expérimentation, la plupart des antibiotiques ont leur activité maximale à des concentrations de 100 ppm. Les doses utilisées habituellement sont de 10 à 20 fois inférieures aux doses thérapeutiques minimales chez les espèces considérées (Jean-Blain, 2002). A dose infra-thérapeutique environ 20 ppm, de 5 à 100 g/tonne, pour stimuler la croissance et améliorer les performances zootechniques (Corpet, 2000 ; Callaway, 2003). On peut s'attendre à des augmentations du gain moyen quotidien de 3 à 7% et des améliorations de l'indice de consommation de 2 à 9% (Mallet *et al*, 2001).

Le mode d'action des antibiotiques comme facteurs de croissance n'est pas encore précisément connu à ce jour. Ils affecteraient l'activité métabolique de certains microorganismes intestinaux, ou entraîneraient un changement de l'équilibre de l'écosystème intestinal (Samanidou *et al*, 2008). En Algérie l'usage des antibiotiques additifs a été autorisé suite à la loi n°88-09 du 26 janvier 1988 relative à la médecine vétérinaire et à la protection de la santé animale (Behira, 2012).

3.2.1.3. Matières colorantes

Les caroténoïdes sont divisés en deux groupes majeurs : les carotènes (dont le bêta-carotène) et les xanthophylles (dérivés de l'oxydation des carotènes). Ces molécules, toutes présentes dans la nature et encore appelées pigments

(Anonyme1., 2003).Elles sont utilisées dans les aliments destinés aux volailles en raison de leur influence sur la couleur du jaune d'œuf ou des pattes et de la peau des poulets (Drardja, 2008) .Les matières premières des aliments n'en contenant pas assez, il est nécessaire de les compléter avec un apport adéquat en caroténoïdes.

3.2.1.4. Les coccidiostatiques (ou anticoccidiens)

Autres substances médicamenteuses ayant une activité thérapeutique contre des parasites sont utilisés à faible doses chez les volailles, leur action sur le développement des parasites du tube digestif des volailles est la seule solution pratique permettant de prévenir ce parasitisme (Gaudoud, 1992). L'addition de coccidiostatiques dans les aliments est interrompue dans un délai fixé par la réglementation, ce qui permet de garantir l'absence de résidus dans les viandes de volailles ou de lapin. Le choix de l'aliment comme support des coccidiostatiques permet d'apporter des quantités régulières et efficaces de coccidiostatiques pour maîtriser les coccidioses (Anonyme1, 2003). Les coccidiostatiques sont utilisés en prévention de manière presque généralisée dans l'engraissement conventionnel de volaille (Peter).

3.2.1.5. Alternatives aux antibiotiques

Ces solutions alternatives doivent à la fois être efficaces sur le plan zootechnique et apporter les garanties nécessaires en matière de sécurité alimentaire. D'après (Mallet et *al*, 2009), l'efficacité zootechnique de certaines alternatives aux « Antibiotiques Facteurs de Croissance » (AFC) utilisées en alimentation animale est bien étudiée mais leurs modes d'action ne sont pas totalement identifiés. La forme de présentation de l'aliment ou l'apport d'additifs peut avoir un impact sur le fonctionnement et la structure du tube digestif des volailles.

3.2.1.5. 1. Enzymes

Les enzymes sont des protéines qui agissent sur les matières premières de la ration au niveau du tube digestif de l'animal. Elles améliorent la digestibilité de ces matières premières et contribuent à une meilleure assimilation de la ration et à une diminution des rejets (Anonyme 1, 2003). Les enzymes permettraient également de limiter les effets négatifs de certains facteurs antinutritionnels et de réduire les diarrhées. Ces enzymes sont produites industriellement à partir de champignons ou de bactéries (Grajek *et al*, 2005).

Les objectifs recherchés par l'incorporation des enzymes en alimentation de volailles sont (Juin, 2011) :

- d'inhiber l'action des facteurs antinutritionnels contenus dans les aliments et qui ont des effets délétères sur le processus de la digestion et la santé de l'animal ou
- d'augmenter l'accessibilité des nutriments contenus dans les aliments par les enzymes endogènes de l'animal ou
- de pallier l'absence chez l'animal d'enzyme capable d'hydrolyser des liaisons chimiques particulières ou
- de pallier le manque d'enzyme au niveau d'un tube digestif immature.

1. Phytases

Pour permettre une meilleure valorisation de l'aliment, la plupart des aliments pour volailles contiennent des enzymes qui favorisent la digestion (Peter). Aujourd'hui, il existe différents types de phytases commerciales (origine fongique ou bactérienne, 3- ou 6-phytase, etc...). Chacune d'entre elles possède des caractéristiques qui lui sont propres, ce qui donne lieu à des différences quant aux recommandations des fabricants : à chaque phytase sont associées des valeurs différentes pour ce qui est de l'amélioration des coefficients de digestibilité du phosphore, du calcium, des acides aminés, ou de l'énergie (Cowieson *et al*, 2009). Les Phytases fongiques hydrolysent l'acide phytique qui est la forme principale du phosphore dans les grains.

2. Glucanases, xylanases et cellulases

Enzymes dégradant les polymères des parois végétales. Tous les grains, en particulier le blé et l'orge, renferment une forte proportion (5.7 à 8.9%) de pentosanes ramifiés du type arabinoxylanes.

Des cellulases (endo 1-4 β -glucanases) sont produites également à partir de *Trichoderma longibrachiatum*, *T. koningii*, *T. reesei*, *Aspergillus niger*. Elles permettent d'augmenter la digestibilité des céréales et des tourteaux riches en glucides pariétaux et ont un effet complémentaire des enzymes précédentes.

Les xylanases et cellulases résistent bien aux enzymes protéolytiques dans l'intestin grêle (Chafai, 2006)

3.2.1.5. 2. Épices et les extraits des plantes

De nombreux produits d'origine végétale sont déjà utilisés dans l'alimentation porcine. Il s'agit principalement de plantes ou d'extraits de plantes, d'épices et d'huiles essentielles dont les principes actifs sont bénéfiques pour les animaux, mais aussi de produits des analogues de synthèse. L'ail, la moutarde, l'origan, le thym, par exemple sont des épices et extraits de plantes reconnus pour leurs activités bactéricides. Ils jouent un rôle dans le contrôle des maladies intestinales. Leurs inconvénients majeurs sont le coût et leur manque de stabilité qui limite leur emploi (Mallet et al, 2003).

3.2.1.5. 3. Oligo-éléments

Nutriments minéraux nécessaires à l'organisme, pas ou peu synthétisés par les animaux. Essentiel à la vie et à la santé des animaux d'élevage et de compagnie, les oligo-éléments doivent être ajoutés à leur alimentation (tableau 9). Les oligo-éléments sont des catalyseurs qui améliorent le métabolisme de l'animal et diminuent les rejets. Indispensables à la vie des animaux, ces nutriments sont utilisés dans toutes les formulations (Anonyme1, 2003).

Tableau 9: Additions recommandées d'oligo-éléments pour poulet de chair

Période / Oligo-élément (ppm)	Démarrage-croissance	Finition
Fer	40	15
Cuivre	3	2
Zinc	40	20
Manganèse	70	60
Cobalt	0,2	0,2
Sélénium	0,1	0,1
Iode	1	1

Source : INRA., 1989.

Le cuivre et le zinc, ont des effets reconnus sur les performances de croissance des animaux. Des résultats de l'étude de l'Institut Technique du Porc (ITP) montrent qu'une supplémentation en sulfate de cuivre de 90 à 250 mg/kg d'aliment améliore le GMQ de 12,3% et l'IC de 4,8%.

3.2.1.5. 4.Acides organiques

La première utilisation d'acides organiques (acides propionique, butyrique, sorbique, acétique, benzoïque, lactique, formique, citrique et fumarique) dans la production des animaux monogastriques avait pour but la préservation des aliments contre l'altération microbienne. Mais l'importante activité antimicrobienne des acides organiques a conduit à remarquer que ces composés étaient particulièrement utiles à l'amélioration des performances grâce à leur régulation de la microflore intestinale (Gilbert et Aurélia). Les acides organiques abaissaient le pH du contenu du tractus digestif et de cela découlaient tous ces effets : l'augmentation de l'ingéré, l'amélioration du gain moyen quotidien et de l'indice de consommation (Choct, 2001)

3.2.1.5. 5.Symbiotiques

Combinaison d'un probiotique et d'un prébiotique dont l'objectif est d'augmenter la durée de survie du micro-organisme en lui fournissant un substrat pour sa fermentation (Collins et Gibson, 1999). Les symbiotiques, en associant prébiotiques et probiotiques, améliorent la survie et l'implantation de suppléments alimentaires microbiens vivant dans le tractus gastro-intestinal ; autrement dit, ils contiennent une bactérie vivante et le nutriment qui lui est favorable (Clerc et *al*, 2007). Un aliment symbiotique agit par l'action du prébiotique qui va favoriser le développement du probiotique et potentialiser ainsi l'effet bénéfique de ce dernier sur la santé. Certaines combinaisons symbiotiques ont été bien étudiées, telsque les Fructo-oligosaccharides (FOS), les bifidobactéries, et le lactitol et les lactobacilles(Fooks et *al*, 2002). Chez la volaille il a été déjà testé la combinaison de Fructo-oligosaccharides (FOS) avec une flore de compétition et on a vu que les poussins traités avec cette combinaison étaient mieux protégés contre les salmonelles que ceux traités avec les composantes simples (Van immerseel et *al*, 2003).

3.2.1.5. 6.Probiotique

Additif de la ration alimentaire contenant des microorganismes vivants, qui a un effet favorable sur l'hôte par le biais d'une amélioration de l'équilibre de la microflore intestinale (Fuller, 1989). Plus tard, Fuller (1991) cité par Chafai (2006), a redéfini les probiotiques de la façon suivante: préparations microbiennes vivantes, utilisées comme additif alimentaire, ayant une action bénéfique sur l'animal hôte en améliorant la digestion et l'hygiène intestinale. Selon Clerc et *al*(2007), les probiotiques (étymologiquement "pour la vie") constituent une troisième grande classe d'additifs testés pour une utilisation dans le cadre de la lutte contre la salmonellose et les autres agents zoonotiques chez le poulet. La plupart des souches microbiennes utilisées dans les produits probiotiques appartiennent aux genres *Bifidobacterium* ou *Lactobacillus*. Les

lactobacilles peuvent produire des métabolites qui limitent la croissance des salmonelles (Richard et al, 2009). Les levures induisent des effets positifs en termes de performances de production chez plusieurs espèces des ruminants et monogastriques, mais ne peuvent pas coloniser le tractus digestif (Chateau et al, 1994). Les levures utilisées comme probiotiques sont des souches de *Saccharomyces bouladii* et *Saccharomyces cerevisiae*.

Selon Guillot (2004), chez l'animal en croissance, l'efficacité zootechnique revendiquée des probiotiques est souvent par l'amélioration de la croissance (GMQ), de l'indice de consommation (IC), et de l'état sanitaire voire du bien-être des animaux établis par la réduction de la fréquence des diarrhées ou de la mortalité durant certaines phases critiques d'élevage : stress sanitaires (densité,) ou stress nutritionnels induits par le stade physiologique des animaux, le changement du régime alimentaire et les rations riches en concentré. Comme pour les autres animaux, l'utilisation de probiotique en élevage des volailles est développée à la suite des recherches effectuées sur le tractus gastro-intestinal qui ont permis une meilleure compréhension du rôle de la microflore et de son importance sur la santé et l'hygiène digestive des animaux.

De façon générale, les souches probiotiques possèdent une efficacité reconnue sur les taux de ponte des poules pondeuses. L'incorporation des *lactobacillus* à l'alimentation des poules permet d'augmenter considérablement le taux de ponte (Chateau et al, 1994). Afin que les probiotiques aient un impact positif sur l'animal, plusieurs points doivent être contrôlés :

- Les microorganismes doivent avoir un taux de croissance élevé dans l'environnement digestif ;
- Les microorganismes doivent produire des métabolites ayant un effet suppresseur sur les pathogènes ;
- Les microorganismes doivent être capables de survivre dans l'alimentation des animaux.

3.2.1.5. 7. Prébiotique

Les prébiotiques constituent la première classe importante d'additifs alimentaires volailles pour lesquels on revendique une activité anti-Salmonelles. Par définition, les prébiotiques sont des composantes 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 déjà présentes dans le colon, ce qui peut contribuer à l'amélioration de la santé de l'animal (Gibson et Roberfroid, 1995).

On distingue différentes classes de prébiotiques, selon la taille de la molécule ou suivant leur origine, naturelle ou synthétique (Van immerseelet *al*, 2003 ; Gibson *et al*, 2004).

1. Hexoses et pentose

Les hexoses tels que le fructose, glucose, galactose, mannose, et les pentoses tels que le ribose, xylose et l'arabinose sont les monosaccharides prébiotiques les plus importants. Le galactose est disponible sous forme de disaccharides tels que le lactose. Cependant le monosaccharide le plus couramment utilisé comme prébiotique est certainement le mannose.

2. Disaccharides naturels

Les plus couramment utilisés sont le sucrose, le lactose et le maltose.

3. Oligosaccharides

D'après Conway (2001), les oligosaccharides sont produits la plupart du temps par synthèse ou par hydrolyse enzymatique, soit à partir des hexoses monosaccharidiques, soit à partir de la paroi de cellules microbiennes ou par fermentation de polysaccharides.

Les oligo-saccharides constituent la catégorie la plus importante des prébiotiques, les principaux étant les fructo-oligosaccharides (FOS), les glyco-oligosaccharides (GOS), les mannan-oligosaccharides (MOS) et les galacto-oligosaccharides (GAS). Leur inclusion dans l'alimentation se fait à de faibles

concentrations (0.1 à 0.3%) et permettent l'amélioration du GMQ, de la conversion alimentaire et du statut sanitaire des animaux (Piva et *al*, 1999).

Ainsi beaucoup de composants alimentaires, en particulier parmi les oligosaccharides et les polysaccharides (incluant les fibres alimentaires), ont fréquemment été présentés comme ayant une activité prébiotique.

Or tous les sucres alimentaires ne sont pas des prébiotiques car ils doivent répondre à ces critères :

1. résister à l'acidité gastrique, à l'hydrolyse par les enzymes de l'hôte et à l'absorption intestinale,
2. être fermentés par la microflore intestinale,
3. stimuler la croissance et/ou l'activité de ces bactéries intestinales qui contribuent à la santé et au bien-être de l'hôte.

3.2.1.5. 8. Huiles végétales

Les huiles constituent des éléments nutritifs énergétiques et riches en vitamines (A, D, E). Elles sont obtenues après lavage et broyage, des grains ou des fruits par des procédés mécaniques, mettant en jeu de très fortes pressions et éventuellement, une augmentation de température, ou par des procédés chimiques (Jean-Michel, 1981)

Selon Aubert et *al*, (2003), les huiles acides utilisées dans l'alimentation des volailles peuvent être des mélanges d'huiles de natures différentes et de qualités variables. Selon le régime d'obtention. On peut citer :

- Huiles acides végétales mélangées ;
- Huiles acides de colza ;
- Huiles acides de lin ;
- Huiles acides de soja ;
- Huiles acides de tournesol ;
- Huiles acides de pépins ;
- Huiles acides de palme ;

-Huiles acides de coc...etc.

D'après Verleyen et *al*(2005), les principales huiles utilisées actuellement sont celles du soja, du colza, du coco, de palme et leurs mélanges et coproduits.

L'incorporation d'huile acide donne lieu d'une part, à une amélioration énergétique des aliments et donc diminution de la consommation alimentaire et d'une part, amélioration de croissance (Etienne et *al*, 2003).

Parmi tous les produits d'origine végétale, les huiles essentielle semblent être les plus prometteuses. Elles stimulent d'une part l'appétit grâce à leur odeur typique, et d'autre part les sécrétions digestives. Elles ont aussi, selon les différentes huiles, des propriétés antimicrobiennes et antiseptiques (Piva et *al*, 1999). Certainement dues à un changement de la solubilité des lipides membranaires bactériens (Stein et *al*, 2006).

Les jeunes oiseaux digèrent les matières grasses, surtout celles renfermant de fortes proportions d'acides saturés, avec une efficacité inférieure à celle des adultes. Cette réduction de digestibilité provient surtout de la déconjugaison des sels biliaires par certaines espèces bactériennes, en particulier les lactobacilles (Gabriel et *al*, 2005).

L'aliment de démarrage doit renfermer des doses modérées de matières grasses (moins de 5% et de graisses insaturées) (Larbier et *al*, 1991).

3.2.1.5. 9.Argiles

D'après Nathalie et *al*(2005), les argiles n'ont pas de valeur alimentaire et ne sont pas absorbées au niveau du tractus digestif, ils se retrouvent donc dans les fèces. Elles sont rajoutées à l'aliment pour améliorer la stabilité du mélange et la qualité des granulés. Elles sont généralement, utilisées à des doses entre 0,5 et 2,5 %. Outre cet aspect technologique, elles présentent également des intérêts en alimentation animale compte tenu de leurs capacités d'absorption et d'adsorption spécifique de molécules et d'ion. L'efficacité zootechnique dépend

de ces spécificités mais aussi du stade physiologique de l'animal et la composition de l'aliment. L'utilisation de l'argile au démarrage semble être positive pour le maintien d'un niveau de croissance future acceptable (Picard et *al*, 2003). Les deux principales catégories utilisées en alimentation animale sont les argiles à feuillets ou phyllosilicates (bentonites dont la montmorillonite, sépiolite, kaolinite, vermiculites et attapulgite), et les argiles à architecture de tétraèdres ou tectosilicates (zéolites dont la clinoptilolite) (Melcion, 1995).

Certaines argiles sont également recommandées pour leurs propriétés prodigestives, augmentant l'efficacité alimentaire et l'hygiène digestive. Ces propriétés sont dues au ralentissement du transit digestif qui permet un accroissement de la digestibilité de la ration (Melcion, 1995).