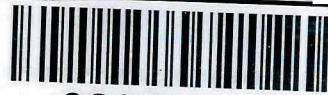


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE



623THV-2

وزارة التعليم العالي والبحث العلم
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة سعد دحطب
كلية العلوم الزراعية و البيطرة و البيولوجيا
كلية البيطرة

UNIVERSITE SAAD DAHLEB
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRE ET BIOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES VETERINAIRES



PROJET DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

*EFFETS DE L'ORGE DANS L'ALIMENTATION
DE POULET DE CHAIR*

Présentés par : Mr SAIDOUN Mohamed Oussama
Mr MEKKAOUI Sofiane

Devant le Jury :

Dr. BELABBAS	RAFIK	ASSISTANT	USDB Blida	PRESIDENT
Dr. DOUMANDJI	WAFFA	ASSISTANTE	USDB Blida	PROMOTRICE
Dr. HAMZA	KHALED	ASSISTANT	USDB Blida	EXAMINATEUR

Année Universitaire 2011/ 2012

Remerciements

Nous remercions avant tout DIEU tout puissant, pour la volonté, la santé, et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces années d'études, afin que nous puissions en arriver là.

Nous adressons nos vifs remerciements aux membres du jury :

- Dr. BELABBAS Rafik*
- Dr. HAMZA Khaled*

Nous adressons nos plus vifs remerciements à notre promotrice Dr DOUMANDJI Waffa, pour avoir bien voulu m'encadrer, pour la documentation qu'elle nous a procurée, pour ses précieux conseils, pour son suivi tout au long de la réalisation de ce mémoire. J'espère qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Qu'ils trouvent ici toute notre gratitude et nos remerciements pour avoir accepté de faire partie du jury et pour avoir bien voulu évaluer ce travail.

Nous adressons nos profonds remerciements à tous nos amis et à tous ceux qui ont Contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A ma promotrice Dr : DOUMANDJI Waffa

Qui m'a guidé et éclairci de ses précieux conseils et sa grande expérience et à qui tous les mérites Reviennent, qu'elle trouve ici l'expression de ma haute considération.

A mon père

Pour tous les sacrifices consentis pour ma Formation et pour sa présence à tout Instant.

A ma mère

Pour toutes ses peines durant les années, Humble témoignage de ma grande affection, Qu'elle Retrouve ici l'expression de mon profond amour.

A mes frères et sœurs

Qui m'ont accompagné durant cette vie pénible.

. A ma tante

A tous mes amis et camarades ;

Mohamed amine – Nassim -Maher-Abdesslam –Imad- Walid- Mustapha-Hakim- Abdou – Imad- Youcef

A mes amis d'enfance ;

Mohamed- Djamel – Abdallah- Nouri

A mes collègues de promotion.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Oussama

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A ma promotrice Dr : DOUMANDJI Waffa

Qui m'a guidé et éclairci de ses précieux conseils et sa grande expérience et à qui tous les mérites Reviennent, qu'elle trouve ici l'expression de ma haute considération.

A mon père

Pour tous les sacrifices consentis pour ma Formation et pour sa présence à tout Instant.

A ma mère

Pour toutes ses peines durant les années, Humble témoignage de ma grande affection, Qu'elle Retrouve ici l'expression de mon profond amour.

A mes frères et sœurs

Qui m'ont accompagné durant cette vie pénible.

. A mes oncles et mes tantes.

A mes cousins et cousines.

A mes collègues de promotion.

A tous mes amis et camarades.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Le but de cette étude est d'effectuer une synthèse bibliographique de différentes recherches nationales et internationales sur l'utilisation de l'orge afin d'évaluer l'impact d'une alimentation à base de ce dernier sur les performances zootechniques et sur certains paramètres physiologiques du poulet de chair.

Cette étude décrit en un premier temps le mode d'élevage du poulet de chair ainsi que son alimentation. Puis on définit l'orge et ses propriétés, et on traite les effets de l'incorporation de l'orge dans l'alimentation du poulet de chair et là on explique le mode d'association des certains enzymes avec l'orge pour mieux apprécier ainsi la valeur nutritive de l'aliment.

Grace cette étude on interprète mieux les avantages et surtout les inconvénients de l'orge dans l'alimentation avicole et de trouver solution à son emploi de manière conséquente.

Mots clés : synthèse bibliographique poulet de chair, orge, performances zootechniques, paramètres physiologiques alimentation

The purpose of this study is to evaluate the impact of a barley-based diet on performance and some physiological parameters of broilers.

This study described at the beginning of then extbroilers and their farming methods and their power. Then begins barley and defines its properties at the end of this study we treat the effects of the incorporation of barley in the diet and then we explain the mode of association of certain enzymes with barley to assess their nutritional value when distributing food in the broiler.

Grace this study .estimated the real value of barley. What ever positive or negative.

Keywords: Broiler, barley, zootechnical, physiological parameters supply

الغرض من هذه الدراسة إجراء تراكيب ببيولوجرافية للبحوث الوطنية والدولية المختلفة على استخدام الشعير بغية تقييم أثر النظام الغذائي على الأداء وعلى بعض المعلمات الفسيولوجية للفراريج.

تصف هذه الدراسة أولاً أسلوب تربية الفراريج، فضلاً عن قوتها. وتم يقوم بتعيين الشعير وخصائصه، وأخيراً معالجة آثار الشعير في تغذية الفروج ويتم شرح مختلف طرق اندماجه مع بعض الإنزيمات التشغيل بشكل أفضل وبالتالي نقدر القيمة التغذوية للأغذية.

من خلال هذه الدراسة، وهي تفسر مزايا أفضل لا سيما مساوي الشعير في تغذية الدواجن وإيجاد حل لوظيفته.

الكلمات الرئيسية: الدجاج، تراكيب ببيولوجرافية، الشعير، أداء و تقنيات العناية بالحيوان.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Etude bibliographique

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Description de l'orge

Figure 2: bâtiment d'élevage

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Evolution des performances des poulets de chair	6
Tableau 2. Viande de poulet de chair selon F.A.O en 2002	8
Tableau 3 Composition chimique des orges locales	14
Tableau 4. Taxonomie et répartition géographique des blés et de l'orge	15
Tableau 5. Quelques variétés d'orge cultivées en Algérie et leurs caractères.	17
Tableau6. Digestibilité comparée des protéines de l'orge et du maïs	19
Tableau7. Comparaison des principaux nutriments dans les matières premières du poulet de chair.....	35

LISTE DES ABREVIATIONS

AS	Alimentation séquentielle
BYDV	Barley yellow dwarf virus
COP.A.WI	Coopérative agricole de wilaya chargée de l'agriculture
ITAVI	
JNO	La jaunisse nanisante de l'orge
NSP	Non starch polysaccharides
O.N.A.B	Office National des Aliments du Bétail
O.R.AVI E	Office Régional d'Aviculture de l Est
PNA	Polysaccharides Non Amylacés
VMJO	Vecteur mosaïque jaune d'orge
VMMO	Vecteur mosaïque modérée d'orge
T	Témoin

SUMMARY

Introduction**Chapitre 1 : Généralité sur poulets de chair**

I –Elevage de poulets de chair.....	6
I-1- Dans le monde.....	6
I-2- En Algérie	8
II- Alimentation.....	9
III- Etude des besoins des animaux.....	10

Chapitre 2 : Etude bibliographique sur l'orge

I - Origine et historique de la céréaliculture	12
II - La production de l'orge en Algérie	13
III - Généralité sur l'orge	13
IV - Composition chimique de l'orge	14
V - Classification botanique et distribution des blés et de l'orge	15
V.1- Les orges de printemps	16
V.2- Les orges d'hiver	16
VI. Les principales variétés d'orge cultivées en Algérie	16
VII- Objectives et critères de sélection de l'orge	18
VII.1 - <i>productivité et stabilité du rendement</i>	18
VII.2- <i>Résistance à la verse</i>	18
VII.3- <i>Resistance aux maladies</i>	18
VII.4- Valeur nutritive de l'orge	18
VII.4.a- Valeur énergétique	18
VII.4.b- Digestibilité des protéines	19
VII.4. c- Facteurs antinutritionnels	19
VII.4 .d-Amélioration de la valeur nutritive de l'orge	20

VIII. Les principales maladies qui attaquent l'orge	21
VIII.1. Les maladies bactériennes	21
VIII.2. les maladies virales	21
VIII.3. Les maladies fongiques	22
VIII.4. Les maladies d'origine animale	25

Chapitre 3 : Incorporation de l'orge dans l'alimentation du poulet de chair

I- Effets de l'orge sur les performances des poulets de chair	27
II- Effets anatomiques et physiologiques de l'orge entière	30
III-Effets de l'incorporation d'enzymes digestives exogènes	32
III.1-Définition et mode d'action	32
III.2- les enzymes utilisées dans l'aliment du poulet	34
III.3- Amélioration de la valeur nutritive de l'orge par les additifs enzymatiques....	36
Conclusion générale	41
Références bibliographiques	42



Introduction

les traitements aux glucanases alors que l'effet est nettement plus marqué pour les orges à viscosité élevée. Les traitements enzymatiques sont constamment améliorés.

On étudie actuellement:la stabilité thermique des complexes enzymatiques au cours de la granulation et dans l'aliment composé au cours du stockage.et l'action des mélanges d'enzymes sur d'autres substrats que l'orge dans les aliments composés.

VIII. Les principales maladies qui attaquent l'orge :

VII.1. Les maladies bactériennes :

Pseudomonas : est un genre pathogène pour les céréales tel que le blé, l'orge, seigle et [triticale](#). La maladie de pourriture de la base des glumes est provoquée par *Pseudomonas*

Syringopathovareatrofaciens et l'apparition de nécrose bactérienne causé par *Pseudomonas syringeapathovaresyringea*.

Xanthomonas: ce genre attaque l'orge et le blé et provoque des rayures bactériennes par l'agent causal *xanthomonas campestris PV translucens* (Soltner, 1995. Cavelier, 1992).

Clavibacter : cause la mosaïque bactérienne du blé et de l'orge dont l'agent causal est *clavibactermichiganensissub espèce sptesselerius* (Boukhris1992)

VIII.2. les maladies virales :

Les maladies les plus importantes en incidence et en sévérité sur l'orge sont :

La jaunisse nanissante de l'orge (JNO) est une maladie virale transmise par les pucerons bien connue des agriculteurs. En piquant la plante pour se nourrir, le puceron transmet le virus BYDV (barleyyellowdwarf virus) aux plantes.

L'importance de la maladie dépend de plusieurs facteurs, la douceur du climat, la précocité de l'attaque et la durée de présence des pucerons dans la parcelle, mais aussi du nombre de pucerons ailés et de leur pouvoir infectieux. La présence de repousses de graminées ou de parcelles de maïs à proximité des parcelles d'orge, aggrave également les risques d'apparition de la maladie.

INTRODUCTION



Actuellement, dans la pratique avicole nationale, la distribution continue d'aliments complets uniques, adapté au stade physiologique du poulet (démarrage, croissance et finition), est le mode alimentaire quasi exclusif observé chez nous. Aussi, les autres techniques alimentaires alternatives n'ont pas été à ce jour explorées dans nos élevages.

La volaille constitue une source de protéines animales appréciable et économique, notamment pour les pays en voie de développement, ce qui a justifié son développement très rapide sur l'ensemble du globe depuis une trentaine d'années (Sanofi, 1999).

Cette évolution a été le résultat de l'industrialisation de la production grâce aux apports des différentes recherches menées en matière de sélection, d'alimentation, d'habitat, de prophylaxie et de technologie du produit final.

En l'espace de quelques dizaines d'années, l'élevage fermier et artisanal de caractère traditionnel a été progressivement remplacé par une véritable activité industrielle, intégrée dans un circuit économique complexe. Les unités avicoles modernes, dont la taille moyenne ne cesse de croître, s'orientent de plus en plus vers la spécialisation (ainsi pour le poulet de chair, il existe des productions "export", "standard", "label"...). Cette dernière implique des techniques d'élevage différentes, plus au moins intensives qui font de l'aviculture :

- Un élevage « hors-sol » dans lequel les animaux sont devenus totalement dépendants de l'assistance de l'homme.

- Les effectifs énormes de l'élevage en bandes uniques augmentent la concentration de sujets par unité de surface ; cette promiscuité augmente proportionnellement le microbisme et permet une propagation rapide des maladies bactériennes, virales et parasitaires au sein de la bande (Pharmavet, 2000).

C'est ainsi que les élevages avicoles exigent de la part de l'agriculteur, une stricte observation des conditions d'ambiance optimales (température, humidité, éclairage, renouvellement d'air ...), faute de quoi des ennuis très graves, tant sur le plan des performances que sur le plan sanitaire, ne tardent pas à arriver.

Enfin, l'aménagement rationnel des locaux avicoles nécessite des indications très précises en ce qui concerne l'équipement intérieur (ITAVI, 2001).

La connaissance parfaite des normes d'élevage industriel en aviculture est nécessaire pour permettre :

- de déceler et de corriger les fautes techniques d'élevage qui sont à l'origine de nombreux troubles pathologiques.

- d'apporter en cours d'élevage tous les éléments (alimentaires, vitaminiques, minéraux) nécessaires aux besoins optimums de croissance et de production (Pharmavet, 2000).

L'élevage de poulets de chair se base sur l'alimentation équilibrée, donc la composition de cette dernière joue un rôle très important de l'amélioration de ces performances.

De plus, l'incorporation de la céréale orge en l'état dans l'aliment volaille n'est pas pratiquée à notre connaissance au niveau local ; Parmi les nombreux objectifs de l'incorporation de l'orge dans l'alimentation du poulet de chair, nous avons choisi de vous parler de ces points que nous jugeons importants :

1°/ Réduire les coûts de production :

Les coûts de production sont alourdis par les charges alimentaires car les matières premières en occurrence le maïs et le soja sont dépendants des marchés internationaux quant à leur approvisionnement. Leur prix a d'ailleurs connu ces dernières décennies une forte hausse, dictée par la conjoncture économique mondiale. Ceci s'est négativement répercuté sur le coût global de l'aliment complet pour volaille.

Aussi, la recherche d'autres alternatives, telles que le remplacement total ou partiel de ces deux matières premières par des ressources alimentaires locales s'impose aux problèmes techniques de nos élevages. Il en découle des prix relativement élevés des produits avicoles. Au regard des nombreux succès enregistrés dans certains élevages des pays nordiques de l'Europe, l'emploi de céréales entières (blé principalement) dans l'alimentation du poulet de chair, distribuées simultanément ou alternativement avec un aliment complémentaire, connaît actuellement un regain d'intérêt (Noirot *et al.* 1998).

2°/ Maîtrise des capitaux sociaux des entreprises et réalisation de bénéfices :

La consommation d'aliment va puiser dans les capitaux sociaux de nos filières avicoles. Une bonne maîtrise d'une alimentation équilibrée engendre un parfait développement de l'élevage, une bonne rentabilité des entreprises avicoles, et une augmentation des gains.

3°/ utiliser des produits locaux :

Or, d'autres pays, tels l'Espagne et les pays Scandinaves, incorporent cette céréale dans les aliments de volaille en substitution quasi totale du maïs importé moyennant l'addition de matières grasses et de complexes enzymatiques (Brufau de Barbera 1986).

En Algérie, les variétés d'orge cultivées (Saïda 183, Tichdrett et Robur) peuvent substituer le maïs dans les rations alimentaires des volailles et fournir la plupart des éléments nutritifs nécessaires à la croissance du poulet de chair (Alloui *et al.* 2003). Ayant un taux de protéines plus élevé que celui du maïs et commercialisée à un prix souvent inférieur, l'orge présente un intérêt certain en aviculture. Pourtant, actuellement, cette céréale est pratiquement exclue de la formulation des aliments pour volaille à cause de sa faible valeur énergétique liée au taux élevé en polysaccharides non amylacés (PNA), de sa forte teneur en fibres et de la présence de facteurs antinutritionnels (Jeroch *et al.* 1995 ; Benabdeljalil 1999).

Dans ce contexte, l'objectif de notre étude est de préciser, dans nos conditions locales, l'impact d'une distribution de grains d'orge entiers en alternance avec un aliment standard complet, sur les paramètres zootechniques et physiologiques du poulet de chair durant un cycle d'élevage complet de 56 jours d'âge.

On répartit cette étude donc en trois chapitres, le premier chapitre est consacré aux généralités de l'élevage du poulet de chair en mettant en évidence surtout son alimentation en type et en durée, le deuxième chapitre sera consacré sur l'utilisation de l'orge et ses propriétés dans la ration alimentaire du poulet et le troisième chapitre parlera des effets de l'incorporation de l'orge dans l'alimentation du poulet de chair tels que les performances zootechniques et physiologiques, en plus on étudie l'ajout des enzymes qui associées avec l'orge améliorent la valeur nutritive de ce dernier dans l'alimentation de poulet de chair.

Partie bibliographique

Chapitre 1

Les volailles représentent une source précieuse de protéines animales d'une grande valeur biologique. On les élève même lorsque les conditions de nourriture et de logement sont limitées. Les poules sont des « convertisseurs de déchets » : en digérant, elles utilisent les déchets comme ressource alimentaire et les transforment en protéines animales. C'est pourquoi cette espèce est de loin celle qui représente la plus grande part des revenus des familles rurales.

L'élevage de poules se fait partout dans le monde, dans des conditions très variables. Mais l'objectif principal est presque toujours le même : une production maximum à un coût minimum, tout en évitant les risques.

I - ELEVAGE DE POULET DE CHAIR :

I-1- DANS LE MONDE :

L'élevage de poulet de chair a connu un essor phénoménal, et ceci par l'amélioration rapide des performances de production d'une part, et l'évolution de la consommation d'autre part. L'âge du poulet correspondant à 1,8 kg de poids vif a passé de 38 jours en 1994 à 33 jours en 2003 un indice de consommation de 1,62, et un pourcentage de 18,2 de viande de bréchet, pour 17 % en 1994 (Gonzalez Mateos, 2003).

Le tableau suivant représente l'évolution des performances de poulet de chair de 1952 à 1982.

Tableau 01 : Evolution des performances des poulets de chair (Coudert, 1983).

	1952	1962	1972	1977	1988
Durée d'engraissement (j)	80	65	60	53	46
Poids de commercialisation (kg)	1,52	1,70	1,81	1,84	1,81
Indice de consommation	3,17	2,15	2,03	1,95	1,80

L'évolution de l'investissement dans la filière poulet de chair est attirée par ses avantages de production et de consommation. Pour la première, il est à noter les remarques suivantes :

- possibilité d'investir dans toutes les régions mondiales
- nécessité de peu d'habiletés d'élevage
- faible coût de revient
- le cycle de production est court permettant de pouvoir renouveler rapidement une bande
- transformation rapide de matière première en protéines animales grâce au métabolisme élevé de poulet de chair ;
- taux de fécondité élevé.

Pour les avantages de la consommation, il est important de noter que :

- le poulet de chair a un bon goût
- la viande est blanche ou colorée
- elle a une bonne valeur nutritive
- pas de considérations religieuses, comme la viande porcine à titre d'exemple (Gonzalez Mateos, 2003).

Pour donner un aperçu global sur la production et la consommation mondiale de la viande de poulet de chair, des statistiques de l'organisation de l'alimentation et de l'agriculture (F.A.O) en 2003 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 02: Viande de poulet de chair selon F.A.O en 2002 (Gonzalez Mateos, 2003).

	Production t×1000000	Consommation Kg/habitant/an
Monde	17,7	11,6
Amérique centrale et Amérique du nord	21,2	66,8
Amérique du sud	10,3	26,1
Asie	23,4	6,9
Europe	12,6	22,1
Afrique	3,3	4,3
Espagne	1,1	28,0
U.S.A	17,1	47,7
Brésil	6,7	31,9
Egypte	0,6	8,3
Inde	0,6	0,6

I-2- EN ALGERIE :

L'aviculture en Algérie a connu une importante évolution au cours de ces dernières années, et à tendance à faire disparaître son secteur traditionnel. Le démarrage de cet élevage intensif, qualifié d'industriel n'a commencé qu'à partir des années soixante dix au sein de l'O.N.A.B (Office National des Aliments du Bétail), qui s'est chargé à la réalisation de l'autosuffisance de la population galopante en protéines animales.

En 1970 le ministre de l'agriculture et de la révolution agraire élargit la mission de l'O.N.A.B en le chargeant d'entreprendre toute action susceptible d'augmenter et de régulariser les productions des viandes blanches, et ce ci en créant au sein de chaque wilaya une coopérative agricole de wilaya chargée de l'agriculture (COP.A.WI.).

C'est au cours du deuxième plan quadriennal (1974 – 1977), que l'on a assisté à l'émergence d'une politique avicole axée essentiellement sur la filière chair intensive.

En 1981 ce fut la création de l'O.R.AVI (Office Régional d'Aviculture) dans les trois régions du pays : Est – Centre – Ouest ; et ce pour impulser une nouvelle dynamique au secteur avicole, et depuis on assiste à un véritable développement qualifié de secteur avicole industriel.

Durant la décennie (1980 – 1990), le nombre d'élevages avicoles en Algérie a enregistré un accroissement, à la faveur des politiques avicoles initiées par l'état et, particulièrement favorables au capital privé.

Les élevages du poulet de chair sont le fait d'une catégorie dominante d'ateliers dont la taille moyenne se situe entre 2000 et 5000 sujets. Les bâtiments avicoles sont, sauf rares exceptions, de type clair à ventilation statique, faiblement isolé et sous équipés correspondants à des investissements n'excèdent guère 500000 DA (Nouri et coll., 1996).

Une étude menée par l'institut technique des petits élevages pour fournir des nouvelles approches explicatives à cet état, elle cherche pour objectifs :

- d'évaluer le niveau réel des performances zootechniques enregistrées en conditions optimales d'élevage et au niveau des ateliers de poulet de chair en Algérie ;
- d'estimer l'écart à la productivité biologique optimale permise tant par les conditions technico-économiques nationales que par celles des pays dont les filières ont atteint, un niveau d'industrialisation relativement avancé (cas de la France) ;
- d'identifier les facteurs déterminants du niveau des performances techniques des ateliers de poulet de chair en Algérie (Nouri et coll., 1996).

II- ALIMENTATION :

Il convient d'apporter aux poussins et aux poulets une alimentation très équilibrée de façon à avoir un rendement maximum dans le temps le plus court possible.

Cette alimentation est considérée à la fois l'un des principaux facteurs explicatifs des performances d'élevage et le premier poste des coûts de production (ITAVI, 2001).

Elle apporte à l'animal les matériaux nécessaires à sa structure et à son fonctionnement permettant le renouvellement de la matière vivante et l'activité des tissus, en apportant les matériaux et en permettant la production de l'énergie, par ses principes immédiats (Lesbouyries, 1965).

III- ETUDE DES BESOINS DES ANIMAUX :

Le besoin au sens large, est défini comme étant la quantité nécessaire de nutriments à apporter dans l'alimentation pour assurer la croissance des jeunes ou l'équilibre physiologique et sanitaire de l'adulte. Le poulet de chair est l'espèce dont les besoins sont les mieux connus parce que les plus étudiés (Larbier et Leclercq, 1992).

Les éléments nutritifs que l'on doit apporter dans la ration sont :

- L'énergie qui est exprimé le plus souvent en kilocalories d'énergie métabolisable
- La matière azotée totale
- Les différents acides aminés particulièrement ceux qui sont en général déficitaires dans les rations (surtout la lysine, méthionine et le tryptophane)
- Les minéraux, en particulier le calcium, le phosphore disponible, le sodium et potassium)
- Les Oligo-éléments, qui ne se présentent qu'à l'état de traces et qui ont seulement un rôle fonctionnel (ITAVI, 2001),
- Les vitamines qui sont des substances organiques existant à l'état naturel, très actives à petites doses et que l'alimentation doit nécessairement apporter sous peine de troubles graves de la santé, l'organisme animal étant généralement incapable de les élaborer lui-même (Rocheffrette, 1974) ; Le mode d'action de certaines vitamines ressemble à celui des hormones, avec les quelles elles s'apparentent physiologiquement ; ainsi les vitamines liposolubles comme les vitamines A, E, D et K, sont considérées comme des hormono-vitamines, alors que les vitamines hydrosolubles s'apparentent aux enzymes et sont appelées de ce fait des enzymo-vitamines : complexe B, vitamine C (Lesbouyries, 1965).



Chapitre 2

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ORGE :

I- Origine et historique de la céréaliculture :

Les céréales présentent l'avantage décisif de constituer des provisions pouvant se conserver sous forme de grains de grande valeur nutritionnelle par leurs substances amylacées et leurs protéines (environ 10 %) (Doussinault et al, 1992). Les premières évidences archéologiques de récolte de céréales datent d'un peu moins de 8000 ans avant Jésus-Christ et se trouvent au Moyen-Orient dans le « croissant fertile »: Mésopotamie, Turquie, Palestine (Feldman, 1976 in Doussinault et al, 1992). A cette époque, l'engrain (*Triticumboeoticum*) et l'amidonnier (*Triticumdicoccoïdes*) faisaient l'objet de cueillette (Doussinault et al. 1992).

Les premiers indices d'une agriculture apparaissent il y a 11.000 ans, au Moyen- Orient, au sud de l'Anatolie et au Nord de la Syrie. C'est là que les premiers agriculteurs se fixent et commencent à cultiver les blés que leurs ancêtres récoltaient dans la nature. Les formes sauvages de diverses espèces seraient originaires du Proche et du Moyen-Orient.

Après s'être établie au Proche-Orient, la céréaliculture se répand vers l'Europe, l'Asie et la vallée du Nil (Henry et De Buyser, 2001).

Le passage d'une civilisation de nomades (chasseurs, cueilleurs et éleveurs) à celles d'agriculteurs sédentarisés est le résultat de la domestication progressive de graminées cultivées, le blé est indissociable de la culture Européenne, comme le maïs, le riz, le mil et le sorgho sont des cultures de l'Amérique latine, de l'Asie et de l'Afrique (Feillet, 2000).

La grande révolution aura été l'apparition de plantes auxquelles les épis et les grains restaient attachés, ce qui devait permettre de les récolter et de les cultiver;

la chance de l'humanité sera que ces grains sont comestibles, riches en énergie, faciles à conserver et à transporter (Feillet, 2000).

II- La production de l'orge en Algérie :

En Algérie, l'orge est la 2^{ème} céréale cultivée après le blé (Anonyme 2007). L'orge occupe avec le blé dur 80% de la surface ensemencée en céréales chaque année (Bouzerzour, Benmahamed 1995). Elle reste un pays importateur de toutes les céréales malgré la place importante qu'occupe ces dernières, de fait qu'elles servent de base à l'alimentation humaine. Selon Catton 2000, ces importations sont passées de 4.9 millions de tonnes (moyenne campagnes 1978/1979/1980) à 15 millions de tonnes (moyenne campagnes 1995/1996;1996/1997;1997/1998) soit plus de 220%.

Cette insuffisance se trouve maintenant confrontée à deux problèmes essentiels :

- une production céréalière insuffisante due particulièrement à la faiblesse des rendements.
- une démographie galopante.

Dans le cas particulier de l'orge, étant donné que les variétés locales (Saïda et Tichedrett) ont un potentiel de production assez limité, ceci a conduit à l'importation de nouvelles variétés à haut rendement en vue d'améliorer la production et d'en intensifier l'espèce, (Abdelgnerfi, Rahal 2003)

Parmi les facteurs qui accentuent la faiblesse et la limitation des rendements et de la production céréalière, les maladies représentent un facteur important. En Algérie, malheureusement, les maladies ne sont pas considérées comme importantes du point de vue économique, donc elles sont placées au second plan. Les pertes annuelles, dans le monde, causées par les maladies sont de l'ordre de 135 millions de tonne (Benbelkacem 2004). Mais dans notre pays, elles n'ont jamais été évaluées.

III- Généralité sur l'orge :

L'Orge est le nom commun des plantes du genre *Hordeum*, de la famille des GRAMINÉES. Il existe plusieurs espèces sauvages et cultivées. Étant donné que toutes les variétés cultivées et certaines des espèces sauvages sont capables de pollinisation croisée, on suppose qu'elles appartiennent à l'espèce *Hordeumvulgare*.

L'orge, qui s'accommode qu'une grande variété de sols et de climats, est cultivée dans plusieurs régions du monde. Elle est, d'ailleurs, l'une des premières céréales à l'être. Quoique l'on ne connaisse pas son lieu d'origine, l'orge est récoltée depuis des milliers d'années au Proche-Orient, en Extrême-Orient et dans le Nord et le Centre-Est de l'Afrique.

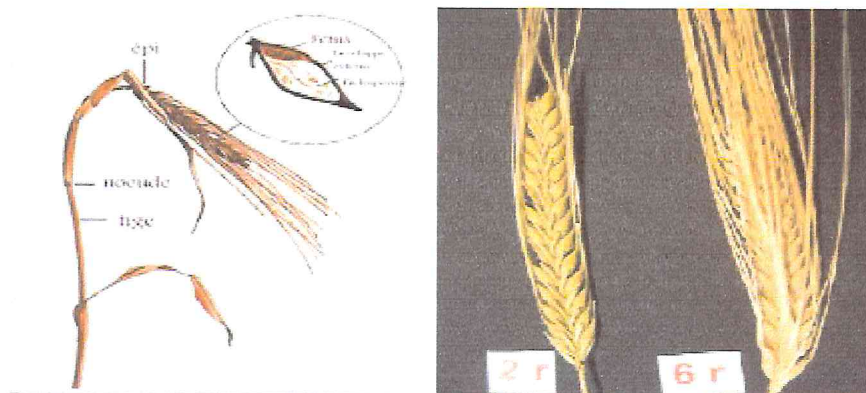


Figure n° 01 : description de l'orge

A- Schéma descriptif de l'orge. B- Orge à 2 rangs ,6 rangs

IV- Composition chimique de l'orge :

Les glucides représentent environ 80% de la matière sèche des graines et sont constitués essentiellement d'amidon localisé au niveau du caryopse. Il constitue la principale source d'énergie dans les grains d'orge (Tableau 3)

Tableau 3 ; Composition chimique des orges locales

	Matières sèches	protéines	Matières grasses	cendre	Cellulose	amidon	Beta-clugane	calcium	phosphore
maximum	86.1	7.9	1.2	2.1	4.9	38.8	1.9	0.06	0.03
minimum	97.2	14.6	8.0	6.8	11.8	59.7	5.0	0.50	0.38
moyenne	89.5	10.3	2.1	3.6	7.6	53.5	3.4	0.93	0.21

Pourcentage de la matière sèche

La cellulose est principalement concentrée dans les glumelles (50 à 60%), les enveloppes du grain et les parois cellulaires de la couche d'aleurone. Elle représente 5 à 8% en moyenne de la matière sèche. Sa teneur est relativement élevée chez les orges locales.

L'orge a une teneur en matières grasses moins élevée que celle du maïs, du sorgho ou de l'avoine. Les teneurs moyennes observées varient de 1,5 à 2,5%. Sa teneur en acide linoléique est nettement inférieure à celle du maïs et à celle d'autres céréales. Un apport complémentaire de cet acide gras essentiel dans les aliments à base d'orge est parfois recommandé. De plus l'absence de pigments colorants en quantité suffisante dans l'orge peut être corrigée par l'emploi de matières premières riches en ces constituants ou l'addition de produits synthétiques.

L'orge demeure une céréale relativement pauvre en protéines par rapport au blé ou au triticale mais sa teneur reste supérieure à celle du maïs. La teneur en protéines est influencée par la variété, et son mode de culture. Les protéines de l'orge présentent un profil en acides aminés mieux adapté aux besoins des animaux que celui du maïs ou du blé.

Les teneurs en calcium et en sodium sont légèrement supérieures à celles du maïs. L'orge demeure une céréale relativement pauvre en ces éléments.

V- Classification botanique et distribution des blés et de l'orge :

Les céréales telles que les blés et l'orge sont des cultures annuelles qui appartiennent à l'ordre des Monocotylédones. D'après la classification de Maire (1955) et Crète (1965), la taxonomie et la répartition des trois espèces (Blé dur, Blé tendre et Orge) sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Taxonomie et répartition géographique des blés et de l'orge

Famille	Genre	Espèce	Nom commun	Répartition géographique
Graminaea	Triticum	<i>Triticum durum</i> Desf	Blé dur	Cultivé dans toute la région méditerranéenne, dans l'Europe austroorientale et l'Asie occidentale jusqu'à l'Inde et Altaï, dans les deux Amériques, en Australie, en Ethiopie

(Poaceae)		<i>Triticum aestivum L.</i>	Blé tendre	Cultivé en Europe, Afrique Australe,Asie, Australie, dans les deuxAmériques.
	Hordeum	<i>Hordeum vulgare L.</i>	Orge	Cultivé dans toutes les régions tempérées et subtropicales du globe.

(Maire , 1955 et Crete , 1965)

Selon les variétés, l'orge peut être semée en hiver ou au printemps.

V.1- Les orges de printemps: sont sensibles au gel et ont un cycle végétatif plus court. Elles se sèment en février-mars. La récolte s'effectue en été

V.2- Les orges d'hiver : se sèment fin septembre - début octobre. Après avoir passées l'hiver sous terre, elles sont récoltées juste avant les orges de printemps. Elles peuvent supporter des températures allant jusqu'à -15°C.

Bon à savoir : Il existe deux types d'orges d'hiver :

- *Hordeum. Vulgaredistichum* celles à épis plats à 2 rangs de graines.
- *Hordeum. Vulgarehescastichum* celles à épis cylindriques à 6 rangs de graines.

Ces variétés d'hiver à 6 rangs sont communément appelées « **escourgeon** ». (Anonyme 2008).

VI- Les principales variétés d'orge cultivées en Algérie :

L'orge est cultivée en Algérie là où le blé ne peut donner de bon rendement, c'est-à-dire dans les zones semi-arides. Elle occupe les moins bonnes terres, parmi celles réservées aux blés. Comme on peut trouver dans les zones marginales à sol plus ou moins pauvres et cela grace à sa rusticité (Oufroukh et Hamadi 1988; Khaldoune 1989).Les variétés d'orge cultivées en Algérie sont indiquées dans le tableau 5.

Tableau 5: Quelques variétés d'orge cultivées en Algérie et leurs caractères.

Variétés	REMADA	SAIDA183	TICHDRETTE	RAHANE 03
Caractères				
Morphologie	6 rangs,	6 rangs lâche à barbe	6 rangs, compact à	Effilé à 6 rangs,
Epi	compact	non pigmentée	barbes très longues	compact
Paille Grain	blanc courte,	moyenne creuse	moyenne	Courte
	creuse gros,	blanc, long, étroit et	long et peu ridé	Blanc, arrondi
	blanc	peu ridé		
Cycle végétatif	Précoce fort	Semi-précoce moyen	précoce moyen	Précoce Fort
tallage				
Comportement	Tolérante	Sensible aux	Sensible à la rouille	Tolérante à la
à l'égard des	aux rouilles	rouilles,	jaune et à la	rhynchosporiose, à la
maladies	jaune, noire	rhynchosporiose	rhynchosporiose	rouille brune et à
	et brune.	Très sensible à	Assez tolérante a	l'helminthosporiose
		l'helminthosporiose	l'helminthosporiose	
		et à l'oidium		
productivité	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Zone	Plaines	hauts plateaux	Plaines intérieures,	Plaines intérieures,
d'adaptation	intérieures		hauts plateaux	hauts plateaux, littoral

(Anonyme 2006)

VII. Objectifs et critères de sélection de l'orge :

Quatre principaux objectifs sont recherchés dans la sélection de l'orge

VII .1 - productivité et stabilité du rendement : L'élaboration du rendement implique l'enchaînement de multiples mécanismes liés à la croissance et au développement des peuplements végétaux en relation avec les facteurs et conditions du milieu (Picard, 1994)

VII.2- Résistance à la verse : Selon Moule (1980), l'orge est, des trois céréales (blé, orge, avoine), la plus sensible à cet accident qui est le facteur limitant principal de la fumure. Cependant selon les régions, la résistance à divers stress doit être considérée (sécheresse, salinité du sol) (Jestin, 1992). En effet l'adaptabilité au milieu est un phénomène essentiel en raison des relations entre conditions de culture et expression des potentialités génétique (Combe et Picard, 1994)

VII.3- Resistance aux maladies : la maîtrise des maladies par les traitements chimiques n'est pas sans inconvénients (Simon, 1989), l'objectif est de rechercher des génotypes qui présentent avec l'agent pathogène un rapport d'incompatibilité (Seilleur, 1989)

VII.4-Valeur nutritive de l'orge :

L'utilisation de l'orge par la volaille dépend de ses caractéristiques physico-chimiques, de sa valeur nutritive et des effets des substances anti-nutritionnelles qu'elle peut contenir.

VII.4.a- Valeur énergétique :

La teneur énergétique de l'orge est l'une des moins élevées parmi les céréales usuelles. Le taux de fibres élevé des graines de céréales contribue à leur faible valeur énergétique. Les mesures effectuées sur des orges locales montrent des valeurs allant de 2.854 à 2.885 kcal/kg d'énergie métabolisable soient 11,9 à 12,1 MJ/kg.

VII.4.b- Digestibilité des protéines :

Les coefficients de digestibilité des protéines de l'orge est de l'ordre de 69 à 79% sont comparables à ceux du maïs (Tableau 6).

Tableau 6: Digestibilité comparée des protéines de l'orge et du maïs

Digestibilité vraie (%)	Orge	Maïs
Azote	82.8	88.5
Lysine	80.1	78.6
Méthionine	85.2	91.5
Cystine	84.2	78.8

Larbier et Leclercq, 1992

VII.4. c- Facteurs antinutritionnels :

Les principaux facteurs antinutritionnels des orges sont les bêtaglucanes: polysides solubles non amyliques, constitués de chaînes de glucoses liés en α 1-4 (70% des liaisons) et α 1-3 (30% des liaisons). Ils se distinguent de l'amidon, dont les molécules de glucose sont liés en α 1-3, et sont différents de la cellulose vraie qui est formée de chaînes de glucose liées entre elles par des liaisons en β 1-4 seulement. Leur ultra-structure reste mal connue.

La molécule est linéaire et composée de polymères de poids moléculaire élevé. La présence de liaisons β 1-3 et 1-4 introduit cependant des irrégularités dans la molécule encourageant la formation de gels visqueux par solubilité augmentant leur indigestibilité. Situés essentiellement au niveau des parois cellulaires de l'endosperme des graines d'orge et d'autres céréales, ils représenteraient une couche des parois cellulaires de l'endosperme située entre l'écorce et le centre du grain qui constituerait 75% de l'endosperme de la cellule.

L'analyse d'échantillons locaux montre une teneur moyenne en bêtaglucanes de 3,5 % allant de 1,9 à 5,3% de matière sèche. En définitive, l'orge demeure une matière première caractérisée par: une valeur énergétique moyenne, un taux de matières grasses inférieur à celui du maïs et une teneur en protéines plus élevée. Un profil en acides aminés satisfaisant les besoins des volailles. Des niveaux en lysine et en méthionine + cystine représentant respectivement 3,6% et 3,9% des protéines. un taux de fibres plus élevé que celui du maïs qu'elle est appelée à remplacer dans les aliments. Sa composition chimique moyenne est de:

Matière sèche:	Protéines	Cellulose	Amidon	Energie brute	Cendres:
89,5%	10,3%	7,5%	60,0%	3.792 kcal/kg	3,6%

L'orge peut être incorporée dans les aliments de volaille. Ses caractéristiques nutritionnelles peuvent être améliorées par l'emploi de procédés technologiques appropriés, par des traitements hydrothermiques ou enzymatiques permettant de réduire l'influence des facteurs antinutritionnels présents dans la graine.

VII.4 .d-Amélioration de la valeur nutritive de l'orge :

L'examen des résultats de travaux publiés relatifs à l'ensemble des volailles, permet de constater que le jeune poulet est le plus sensible aux effets des bêtaglucanes hydrosolubles; qui se manifestent par une réduction de la consommation alimentaire et de la croissance. La poule pondeuse semble mieux tolérer les effets des bêtaglucanes.

L'observation d'une croissance anormale chez les poulets nourris d'aliment à base d'orge remonte au moins aux années 1930. Outre les traitements mécaniques (broyage, décor-ticage) et les traitements thermiques et hydrothermiques, les additions d'enzymes aux aliments à base d'orge constituent la voie d'amélioration la plus répandue. Les premiers essais d'utilisation d'enzymes ont eu lieu vers la fin des années 1950.

L'utilisation des préparations enzymatiques commerciales en pratique industrielle d'élevage du poulet de chair a probablement débuté il y a une quinzaine d'années. L'abondance des travaux publiés souligne de l'intérêt des additions d'enzymes.

Le succès des traitements enzymatiques des aliments à base d'orge est fonction de l'âge des animaux testés, de la nature et de la dose d'enzymes ajoutées, de la variété d'orge traitée et d'un ensemble d'autres facteurs de non moindre importance tels: les matières premières associées, la concentration énergétique des aliments, la présence ou non de matières grasses ajoutées.

Les premiers travaux relatifs à l'utilisation des enzymes dans les régimes à base d'orge ont été axés sur l'utilisation d'activités essentiellement amylolytiques. Les préparations enzymatiques actuellement commercialisées pour le traitement des orges sont des mélanges d'enzymes à activités multiples et variées. On y trouve des bêtaglucanases, des cellulases, des amylases, des hémicelluloses, et des protéases. Les comparaisons entre essais sont souvent rendues difficiles voir impossibles étant donné la multitude des préparations enzymatiques incorporées. Les orges à viscosité moyenne, pauvres en bêtaglucanes sont peu modifiées par

Lorsque l'orge est attaquée par la JNO, les dernières feuilles prennent une couleur rouge lie de vin et les plantes sont rabougries par foyer. (Amandine L, 2003)

Les mosaïques sont aussi des maladies virales transmises par un vecteur, non pas par un ravageur aérien cette fois mais par le *Polymixagraminis*, une « plasmodiophorale », parasite des racines des céréales, très voisin des champignons de sol. Deux types de mosaïques s'attaquent à l'orge d'hiver, la mosaïque jaune, VMJO et la mosaïque modérée, VMMO. Malheureusement, il n'existe jusqu'à présent aucun moyen de lutte contre le vecteur des mosaïques, le Polymixa, ni contre les virus eux-mêmes. La seule solution efficace et disponible actuellement, pour éviter le développement de ces maladies virales, est d'avoir recours à des variétés résistantes. C'est grâce à la sélection de variétés résistantes à la fois à la mosaïque jaune et à la mosaïque modérée, que les agriculteurs peuvent continuer à cultiver aujourd'hui de l'orge d'hiver dont les parcelles touchées par ces deux maladies virales. (Amandine L. 2003)

VIII.3. Les maladies fongiques :

La rhynchosporiose (*Rhynchosporiumsecalis*)

La rhynchosporiose apparaît souvent en foyers. Elle se voit sur les limbes et à l'insertion des feuilles. En fin de cycle, le centre des tâches se dessèche et devient blanc. Les effets « pulvérisation » sur le feuillage sont assez nets courbures des feuilles, nombreux impacts de gouttes, etc. (Anonyme 2001)

La strie foliaire (*Pyrenophragraminea*).

Pyrenop ho ra graminea (anamorphe *Drechsleragraminea*) est transmis par les semences. Des lignes longitudinales jaunes, devenant brunes, apparaissent sur les feuilles des plantes infectées. L'épiaison est médiocre et les grains sont mal remplis. Il s'agit de la maladie transmise par les semences la plus importante de l'orge. Elle attaque les cultures d'hiver et de printemps.

L'oïdium (*Erysiphegramini*).

Erysiphegraminis forme des plages de mycélium superficiel blanc puis gris sur les feuilles, les gaines et les épis d'orge. Les feuilles restent vertes et actives pendant un certain temps après l'infection, puis les zones infectées meurent progressivement. Les conidies sont formées en grand nombre et se présentent sous forme de poudre blanche à la surface du mycélium. Elles sont dispersées par le vent à des distances considérables et infectent les feuilles saines. L'oïdium est donc favorisé par l'alternance de conditions humides et sèches. (Anonyme ,1997)

La ramulariose (*Ramulariacollo-cygni*)

Les tâches de la ramulariose sont visibles sur les 2 côtés de la feuille. La ramulariose a été identifiée pour la 1^{ère} fois en France en 2002. Les tâches de la ramulariose se présentent comme de « mini-tâches » d'helminthosporiose, mais elles sont plus claires, marrons, rectangulaires et suivent les nervures. (Anonyme 2001)

Le charbon (*Ustilagohordei* ,*Ustilagonuda*).

Ustilagohordei cause le charbon couvert de l'orge. Les plantules sont contaminées de manière systémique par des spores portées à l'extérieur des semences ou persistant dans le sol. Peu après la floraison, les talles contaminées produisent des épis infectés. Les plantes malades sont rabougries et les grains sont remplis d'une masse de spores noires enveloppées par une membrane transparente jusqu'à la récolte.

Ustilagonuda provoque le charbon nu de l'orge. L'infection est transmise par les semences. Le champignon pénètre l'endosperme au cours de la formation du grain. Les semences infectées produisent des plantes qui sont infectées de manière systémique. Les épis malades sont visibles juste après l'épiaison. Des spores noires sont libérées entre les glumes et les grains, et produisent une poussière noire libre (charbon nu). Elles sont transportées par le vent vers des épis sains qu'elles infectent. (Anonyme ; 1997)

Ergot

L'ergot est une maladie des plantes provoquée par un champignon, *Claviceps purpurea*, qui infecte les grains en développement des céréales et des graminées. Les symptômes de la maladie se manifestent au stade de gonflement du grain, lorsque l'ergot proprement dit, aussi appelé sclérote, pousse dans l'épi à la place des grains.

Les sclérotés sont formés d'un corps dur issu du mycélium du champignon. Leur capacité à survivre aux conditions hivernales leur permet de compléter leur cycle de reproduction. L'enveloppe protectrice des sclérotés est dure et de couleur brun-noire violacée, et l'intérieur varie du blanc au gris. Les sclérotés ont souvent une forme allongée et dépassent des glumes dans les épis approchant le stade de maturité. Leur taille peut être jusqu'à 10 fois plus grande que celle des grains qu'ils remplacent. (Pearse, Penny 1999).

Les septorioses

La Septoriose provoquée par *Septorianodorum*, est devenue anecdotique et bon nombre de variétés actuelles présentent un bon niveau de résistance. Par contre, depuis la fin des années 80, *Septoriatritici* est devenue une maladie grave et motive les sélectionneurs qui ont amorcé des programmes spécifiques. La tolérance à cette maladie n'est évaluée que depuis trois ans au CTPS et, manifestement, il existe de la variabilité génétique vis-à-vis de cette maladie.

La fusariose

La fusariose est l'une des maladies les plus répandues des petites céréales provoquée par *fusariumgraminearum* où les symptômes sont décelables peu après la floraison. Des épillets atteints (glumes et fleurons) semblent avoir mûri (blanche) prématurément par comparaison aux épis sains qui sont verts. Le champignon peut s'attaquer à la totalité ou à une partie de l'épi. Le blanchiment des épis où la fusariose apparaît de 3 à 5 jours après l'infection. (Anonyme 2002).

VIII.4. Les maladies d'origine animale:

Un grand nombre d'espèces animales pouvant occasionner des déprédations sur la culture d'orge, mais seulement un petit nombre d'entre elles présente une importance économique; parmi ces espèces, on peut citer : Les vers blancs, les pucerons, les mouches grises, la mineuse d'orge et les oiseaux (Oufroukh et Hamadi ,1988).



Chapitre 3

Dans cette partie, on va expliquer les différents points sur l'utilisation de l'orge dans l'alimentation chez les poulets de chair.

I. Effets de l'orge sur les performances des poulets de chair :

L'incorporation d'orge dans la ration alimentaire des poulets produit plusieurs effets. (Classenet *al.*, 1985) ont montré que l'augmentation des niveaux d'incorporation d'orge dans la ration (0, 10, 20, 40 et 60%) entraînait une diminution linéaire significative du poids corporel sans aucun changement dans la conversion alimentaire.

Ces chercheurs ont aussi trouvé que l'absorption du gras et de l'amidon diminue quand l'orge nue est ajoutée à l'aliment (Classenet *al.*, 1985). En effet, une utilisation incomplète de l'amidon a des effets négatifs sur la croissance et la conversion alimentaire à cause de la présence de (3-glucanes) solubles dans les grains d'orge (Hesselman et Aman, 1985).

Par contre, Anderson *et al.* (1961) ont remarqué que le remplacement de l'orge nue par de l'orge entière régulière produisait peu de différence dans les performances des poulets de chair. Fry *et al.* (1958a), cité par Anderson *et al.* (1961) ont noté que la présence de fibre dans l'enveloppe de l'orge a un effet mineur sur la diminution de la valeur alimentaire du grain, et par conséquent, que les rations contenant de l'orge nue n'entraînent pas des performances supérieures à ceux de l'orge régulière.

La croissance des poulets alimentés de rations de maïs fut supérieure de 17% à celle obtenue avec l'orge nue, alors que l'efficacité alimentaire était de 12% supérieure avec la ration de maïs (Anderson *et al.*, 1961). Peterson (1969) avait trouvé que la valeur alimentaire du grain ne dépendait pas seulement de son contenu en énergie et en acides aminés mais aussi de sa palatabilité. Il avait remarqué qu'avec une ration contenant 50% d'orge entière, le gain des oiseaux était inférieur de 6%, tout comme la consommation alimentaire, comparativement aux rations à base de blé et de maïs.

La consommation alimentaire était aussi inversement proportionnelle à la concentration énergétique de la diète. Plus l'énergie disponible est élevée, plus la consommation alimentaire est basse.

En fait, les oiseaux préféraient certains types de grains à cause de leur composition chimique, ce qui influence l'ingestion d'énergie (Peterson, 1969). Donne, l'ajout de 25% et 50% d'orge dans la ration alimentaire des poulets augmente la proportion de P-glucanes dans la ration et diminue ainsi l'énergie métabolisable disponible à l'animal (Goodman *et al.*, 1987).

L'incorporation jusqu'à 70% d'orge entière dans la ration alimentaire des poulets de chair diminuait leurs performances et influençait négativement l'énergie métabolisable apparente, la digestibilité apparente de la protéine et celle des lipides en augmentant la viscosité du digesta (Annison, 1993; Friesen *et al.*, 1992).

Mais, une incorporation de 45% d'orge dans la ration comparée à 45% de blé a augmenté l'ingestion alimentaire et a donné une efficacité alimentaire plus faible dans le premier cas (Franceschet *al.*, 1994). Par contre, (Fuente *et al.*, 1995) ont noté que l'incorporation d'orge jusqu'à 60% de la ration entraîne une diminution de l'ingestion alimentaire et des performances zootechniques des poulets. Ceci est dû à la présence de P-glucanes dans l'orge. De plus (Brakeet *al.*, 1997) ont trouvé que l'augmentation de l'incorporation d'orge moulue de 0 à 30% sans addition d'enzymes au cours des périodes de croissance et de finition n'avait aucun effet significatif sur la conversion alimentaire et sur le gain de poids comparativement à une ration de type maïs-soya.

Aucune influence significative des niveaux d'orge incluse sur le rendement des mâles abattus à 42 jours d'âge ne fut constatée, tandis que les femelles alimentées à 20% d'orge avaient un rendement de la carcasse inférieur à celui des autres traitements. Ceci s'expliquerait par le faible poids des femelles de ce groupe (Brakeet *al.*, 1997).

En comparant une ration constituée à 70% d'orge entière avec une ration contenant 70% d'orge roulée, Svihuset *al.* (1997b) n'ont trouvé aucune différence significative entre les traitements pour le gain de poids et la consommation alimentaire. Par ailleurs, la conversion alimentaire fut réduite quand l'orge fut roulée (Svihuset *al.*, 1997b).

L'ajout de gravier n'a pas affecté les performances dans ces traitements. Dans une autre expérience, Svihuset *al.* (1997b) ont remarqué qu'avec une ration constituée à 55% d'orge entière le gain de poids fut significativement supérieur par rapport à celui obtenu avec une diète à 55% d'orge moulu.

Les chercheurs ont attribué cette différence à l'augmentation significative de la consommation alimentaire avec l'orge entière. De plus, le poids du gésier rapporté en pourcentage du poids vif a significativement augmenté avec l'incorporation d'orge entière, une

sorte d'adaptation afin de mieux broyer le grain (Svihuset *al*, 1997c). Ces chercheurs avaient note aussi que la conversion alimentaire ne fut pas significativement affectée par la forme de l'orge. Dans avaient conclu que l'orge entière de variété Tyra et Sissy pourrait remplacer respectivement l'orge roulée ou moulue sans causer des effets négatifs sur les performances des poulets de chair.

L'alimentation à base de grains entiers comporte beaucoup d'avantages (Bennett et Scott, 1996). Ces chercheurs ont note une diminution des couts reliés au transport des grains, une augmentation de l'utilisation du moulin a la ferme entrainant une diminution des couts d'équipements et un meilleur ajustement aux besoins quotidiens en nutriment en modifiant la quantité de grain a ajouter quotidiennement. D'autres avantages des grains entiers, selon Bennett et Scott (1996), lesquelles restent a prouver, sont entre autres l'amélioration de la sante des animaux suite a la stimulation du gésier, une Litière plus sèche et la diminution des couts des ingrédients de la moulée

L'analyse des données bibliographiques montrent que l'inclusion de l'orge dans l'aliment de volailles donne des résultats très variables d'une expérimentation à l'autre. Ceci serait lie a plusieurs facteurs tels que: la variété d'orge incorporée, sa composition chimique et ses caractéristiques nutritionnelles; l'âge des animaux utilises; les caractéristiques nutritionnelles globales des régimes ; la nature, la dose et la composition des complexes enzymatiques éventuellement rajoutes et les autres composantes des régimes (Blum 1980 ; Jerochet *al*. 1995 ; Benabdeljalil 1999).

Néanmoins, il semble que l'incorporation de l'orge a des niveaux supérieurs a 30% dans les régimes distribués aux poulets de chair entraine une réduction des performances de croissance et une augmentation de l'indice de consommation (Benabdeljalil 1997 ; Bennett *etal*, 2002).

Benabdeljalil (1999) rapporte que l'inclusion de 15, 20 ou 25% d'orge locale marocaine dans des aliments de poulets de chair, distribués *ad libitum* durant 47 jours, donne lieu a des niveaux de performances comparables a ceux de lots témoins ayant 0 a 10% d'orge.

En revanche, des taux d'incorporation de 30, 35 ou 40% d'orge dans l'aliment induisent une baisse significative des gains de poids (-16% en moyenne) et une détérioration significative de

l'efficacité alimentaire (écart moyen 13%) par rapport au poulets nourris avec 10% d'orge dans l'aliment (Benabdeljalil 1999).

L'examen des résultats de travaux publiés relatifs à l'ensemble des volailles, permet de constater que le jeune poulet est le plus sensible aux effets des bêta-glucanes hydrosolubles; qui se manifestent par une réduction de la consommation alimentaire et de la croissance. L'observation d'une croissance anormale chez les poulets nourris d'aliment à base d'orge remonte au moins aux années 1930. Outre les traitements mécaniques (broyage, décorticage) et les traitements thermiques et hydro thermiques, les additions d'enzymes aux aliments à base d'orge constituent la voie d'amélioration la plus répandue.

II- Effets anatomiques et physiologiques de l'orge entière :

Il est connu que l'orge entraîne une dépression de la digestibilité iléale de l'amidon et de la protéine à cause de la présence d'une concentration élevée de P-glucanes (Choct et Annison, 1990). Les P-glucanes solubles augmentent la viscosité du digesta chez les oiseaux (Almirallet *ai*, 1995; Choct et Annison, 1990; Hesselman et Arnan, 1985; Sundberget *ai*, 1996). Selon Bengtsson *et al* (1990) cite par Sundberget *al*. (1996), l'augmentation de la viscosité intestinale dépend de la solubilité, de la taille moléculaire et de la conformation des p—glucanes ainsi que de leur vitesse de dégradation dans l'estomac et le petit intestin.

L'augmentation de la viscosité consécutive à l'augmentation du contenu en fibres de la ration entraîne une diminution du poids corporel, une diminution de l'ingestion cumulative d'aliment et une détérioration de la conversion alimentaire chez les poulets alimentés avec l'orge traitée à la chaleur comparativement à celui non traité ou à l'orge additionnée d'enzymes.

Ce traitement à la chaleur diminue l'activité enzymatique endogène qui a, à son tour, réduit la dégradation des fibres, augmente la viscosité intestinale et diminue par conséquent la productivité (Sundberget *al*, 1996). Le mécanisme par lequel la viscosité affecte la digestion des nutriments et leur absorption n'est pas complètement élucidé (Choct et Annison, 1992a).

Plusieurs hypothèses indiquent que l'augmentation de la viscosité entraîne la diminution de la vitesse de diffusion des substrats et des enzymes digestives en empêchant leur interaction avec la surface de la muqueuse intestinale. Ainsi, les p-glucanes peuvent former directement des complexes avec les enzymes digestives diminuant ainsi leur efficacité (Choct et Annison, 1992b).

La solubilisation de polysaccharides non amylacés de l'orge dans le jabot augmente la viscosité du digesta (Annison, 1993). Ce digestat visqueux atteignant le petit intestin inhibe la digestion de l'amidon, des lipides et des protéines par le petit intestin, et augmente ainsi la sécrétion endogène dans l'intestin. Ceci augmente l'ingestion alimentaire, diminue l'efficacité alimentaire et réduit l'assimilation des nutriments (Annison, 1993). En effet, l'augmentation de la présence de matière organique dans le système digestif inférieur entraîne l'accroissement de l'activité microbienne et le développement d'organismes toxiques. De plus, les excréments des oiseaux contiennent une énergie élevée et par conséquent, l'énergie métabolisable apparente des aliments est réduite d'autant (Annison, 1993).

Ceci a des effets négatifs sur la croissance des poulets de chair. En effet, les (3-glucanes contenus dans l'orge augmentent la viscosité du contenu intestinal, et, par conséquent, causent l'apparition des fientes collantes (Burnett, 1966 cite par Sundberget *al*, 1996; Nwokolo et Sim, 1989).

Elles peuvent aussi ralentir le taux de passage au niveau de l'intestin augmentant ainsi la population microbienne intestinale (Wyatt et Queenborough, 1996).

Par ailleurs, Bennett et Scott (1996) ont noté que le rendement de la carcasse fut identique chez les oiseaux alimentés avec ou sans un niveau élevé de grain entier. Ces chercheurs ont remarqué que ce rendement varie normalement de $\pm 0,3\%$ selon le cas. Le rendement en viande de la poitrine, le pourcentage de gras abdominal, le poids du jabot, du proventricule et du petit intestin ne sont pas affectés par l'orge entière tandis que le poids du gésier augmente de 30 à 50% avec le digestat et de 20 à 35% sans son digestat (Bennett et Scott, 1996). Almirallet *al* (1995) ont remarqué que l'ajout d'orge entraîne une augmentation du poids du pancréas par rapport au poids corporel.

Par contre, aucune différence significative ne fut observée chez les oiseaux adultes.

De plus, les chercheurs ont trouvé que la teneur en matière sèche du contenu du petit intestin fut inférieure pour les oiseaux alimentés avec l'orge entière à forte viscosité (Almirallet *al* 1995; Annison, 1993; Svihuset *al*, 1997b; 1997c).

Ceci entraîne une activité de l'amylase dans l'intestin significativement inférieure à celle des oiseaux alimentés avec du maïs (Almirallet *al*, 1995). De plus, Svihuset *al* (1997b) ont remarqué une tendance non significative à l'augmentation du poids relatif du jabot avec

l'inclusion d'orge entière dans l'aliment. Cependant, le poids relatif du proventricule fut significativement inférieur avec l'orge entière comparativement à l'orge moulu.

Par ailleurs, l'orge moulu incorporé à 60% dans la ration des poulets entraîne des changements morphologiques dans l'épithélium du jéjunum en comparaison avec celui du groupe témoin alimenté avec une ration à base de maïs-soya (Viveros *et al.*, 1994).

Ces chercheurs avaient noté un raccourcissement, un épaississement et une atrophie des villosités normales chez les oiseaux alimentés avec de l'orge moulue. L'addition d'enzyme a donné des villosités normales chez les oiseaux alimentés avec un aliment à base d'orge (Viveros *et al.*, 1994). En effet, le système gastro-intestinal subit beaucoup de changements avant d'être capable de digérer plusieurs des ingrédients de la ration du poulet (Dibner *et al.*, 1996).

La fonction du système gastro-intestinal est strictement reliée à sa structure microscopique. Ce système s'adapte à chaque type d'alimentation fournie à l'oiseau. Le retard dans le développement de ce système pourrait limiter la croissance de l'oiseau durant la première semaine de vie (Dibner *et al.*, 1996).

III-Effets de l'incorporation d'enzymes digestives exogènes :

III.1-Définition et mode d'action :

Les enzymes sont des substances organiques solubles qui catalysent une réaction biochimique (Le Petit Larousse, 1996). Us accélèrent les réactions chimiques d'un facteur de l'ordre du million et sont très spécifiques à un substrat donné (Bedford et Morgan, 1996).

Les enzymes ajoutées ont la capacité d'hydrolyser les pentosanes et les p-glucanes en de petits polymères altérant ainsi la capacité de ces polysaccharides de former une solution très visqueuse qui inhibe la diffusion et le transport des nutriments (Annison et Choct, 1991; Bedford et Morgan, 1996; Cheeson, 1993; Wyatt et Queenborough, 1996).

L'action synergique de Pendo-1, 4-xylanase, du L4-xylosidase et de plusieurs autres enzymes hydrolysent les arabinoxylanestrouvées dans les membranes cellulaires de l'endosperme des

grains (Wyatt et Quenborough, 1996). Entre autres qualités, les xylanases, les glucanases et les protéases doivent être très stables et actives au pH et à la température du tractus gastro-intestinal. Elles doivent aussi agir assez rapidement dans la zone gastrique et efficacement dans le duodénum et dans le jéjunum où 85% de l'absorption des nutriments a lieu dans sa partie terminale (Wyatt et Queenborough, 1996).

D'après Ferket (1997), les enzymes exogènes ont quatre fonctions possibles dans l'alimentation des animaux de la ferme. Elles peuvent améliorer la disponibilité des polysaccharides et des protéines de réserves inaccessibles aux enzymes endogènes, ce qui rend l'amidon, les protéines ou les graisses plus disponibles.

Ils peuvent aussi rompre certains ponts spécifiques présents dans les aliments et non dégradés par les enzymes endogènes comme les p-glucanes qui peuvent devenir disponibles sous forme de glucose. De plus, les enzymes peuvent permettre aux jeunes animaux de surmonter certains problèmes de digestion dus à une insuffisance de la production enzymatique lors des périodes de stress.

Les enzymes peuvent aussi détruire différents facteurs anti-nutritifs présents dans de nombreux aliments et qui limitent la digestion et l'absorption des nutriments, altèrent le taux de passage, et augmentent l'activité microbienne et la viscosité dans l'intestin grêle.

D'autre part, la nécessité d'une préparation d'un mélange d'enzymes se révèle importante et plus efficace que les enzymes simples (Cheeson, 1993).

En effet, chaque mélange d'enzymes a une activité unique liée aux effets synergiques des constituants du mélange, comme les protéases, les cellulases, les pectinases et les p-glucanases. Ainsi, un mélange d'enzymes adaptées doit permettre de transformer des substrats polysaccharidiques en des composantes utilisables par l'organisme animal (Cheeson, 1993; Ferket, 1997).

Les hydrolases des glucanes vont transformer les polysaccharides en oligosaccharides. Ces derniers seront à leur tour hydrolysés par les glycosidases en monosaccharides facilement utilisables par les animaux (Cheeson, 1993).

III.2- les enzymes utilisées dans l'aliment du poulet :

De manière générale, les enzymes ajoutées aux aliments des volailles doivent être assimilées à une extension du système enzymatique de leur tube digestif. Choisies de manière pertinente, elles permettent d'inhiber les facteurs antinutritionnels présents dans les aliments et d'améliorer la disponibilité des nutriments pour l'animal. Ces avantages offrent la possibilité d'employer davantage les aliments induisant classiquement des chutes de performances. En alimentation animale, l'usage des enzymes est récent et date tout au plus de 20 ans (Beckers et Piron 2009).

Les enzymes étant très spécifiques de leurs substrats, 4 grands groupes d'enzymes sont dénombrées en alimentation animale : celles hydrolysant, respectivement, les fibres, les protéines, les amidons et les phosphates d'origine végétale (Beckers et Piron 2009).

L'**Amylase** est une enzyme digestive classée comme saccharidase. C'est surtout un constituant du sue pancréatique et de la salive, requis pour le catabolisme des glucides à longue chaîne (comme l'amidon) en unités plus petites. L'alpha-amylase brise les liens α (1-4) glycosidiques à l'intérieur des chaînes de l'amylose et de l'amylopectine pour ultimement donner des molécules de maltose (disaccharides de α -glucose). Elle ne peut attaquer que l'amidon cuit.

La **P-galactosidase** est une hydrolase capable d'hydrolyser une liaison osidique faisant intervenir un galactose en position p. Elle est composée de 4 sous unités semblables deux à deux.

Les enzymes **NSP** ("non starch polysaccharides" pour Polysaccharides Non Amylacés ou PNA) sont utilisés depuis plusieurs années pour améliorer la valeur nutritionnelle des aliments pour les volailles. Ils permettent de diminuer les effets négatifs des PNA présents dans la plupart des matières premières, au niveau de leur membrane cellulaire (Tableau7).

Ces PNA, comprenant la cellulose, l'hémicellulose, les pectines et les oligosaccharides, correspondent à des monomères liés par des liaisons β qui ne sont pas digérées par les enzymes endogènes du poulet (Uzu et Sassi 2005). La nature et la complexité de ces

polysaccharides varient selon les variétés végétales considérées (Uzu et Sassi 2005). Plusieurs types d'enzymes dégradent les PNA, les principales étant la **xylanase** et la **bêta-glucanases**.

Tableau 7 : Comparaison des principaux nutriments dans les matières premières du poulet de chair (d'après Uzu et Sassi 2005)

Nutriment (%MS)	Blé	Maïs	T. Soja	Orge	Seigle	I
Amidon	65-68	68-72	2,5-3,0	54-65	60-63	Amylase
Proteines	11-16	8,5-11,5	45-52	11-12	10,5-14,0	Protease
Lipides	1,5-2,0	3-4	1,0-1,5	1,5-2,0	1,5-2,0	Lipase
NSP	9-11	7-9	20-22	12-16	10-11	Aucune

L'incorporation d'enzymes NSP dans les aliments à base de blé ou d'orge permet de diminuer les effets négatifs liés à l'activité anti-nutritionnelle des polysaccharides non amylacés hydrosolubles. Les enzymes, en diminuant la viscosité des contenus digestifs, augmentent la digestibilité des nutriments ainsi que l'énergie métabolisable de l'aliment (Geraert *et al.* 1997).

Ces effets positifs des enzymes NSP ont surtout été obtenus avec les espèces poulet de chair, dinde et poule pondeuse (Mathlouthi 2002). Ils montrent soit une absence d'effet des enzymes NSP (Jamrozet *et al.* 1998a ; Farrell et Martin 1998), soit un effet positif sur la viscosité des digesta (Timmler *et al.* 2001), la croissance, l'indice de consommation, l'utilisation de l'azote et du phosphore, en particulier au cours des périodes de démarrage et de croissance des animaux (Jerochet *et al.* 1995 ; Jamrozet *et al.* 1998b).

L'incorporation d'enzymes NSP multi-activités dans les aliments des volailles permet une plus grande flexibilité dans la formulation des aliments tout en sécurisant leur modification et donne de mieux tirer parti des matières premières utilisées en aviculture. Les enzymes exogènes NSP apportées par l'aliment sont actives par l'humidité, le pH et la température du tractus digestif et agissent sur leurs substrats cibles dans les céréales et les tourteaux. L'hydrolyse des NSP conduit à la segmentation des mailles glucidiques, ce qui diminue la viscosité intestinale néfaste à l'absorption des nutriments et facilite l'action des enzymes endogènes (amylases, protéases, lipases,...) aux nutriments piégés (Uzu et Sassi 2005).

Au niveau iléal, la diminution de la viscosité permet une meilleure diffusion des molécules dans la lumière intestinale et donne une meilleure absorption. La réduction de la viscosité est

aussi associée a une accélération du transit digestif, ce qui réduit les proliférations microbiennes au niveau iléal et donne les prélèvements des nutriments par la microflore. D'autres facteurs sont aussi affectes, comme la réduction de l'excrétion d'eau directement liée a la diminution de la consommation d'eau (Uzu et Sassi 2005).

Les longues chaines glucidiques des parois cellulaires sont dégradées par une combinaison d'activités enzymatiques. A chaque type de liaison chimique correspond un enzyme spécifique. Dans une étude récente, Mathouthi (2002) a analysé l'effet de différentes activités enzymatiques sur la viscosité d'extraits aqueux de différentes matières premières (maïs, orge, blé, tourteau de soja...). Cette expérience démontre, sur des céréales telles que le blé ou l'orge, qu'une association de xylanase et beta-glucanase est plus efficace que chacune de ces activités individuellement (Figure 4). Cet effet est encore accru, lorsque les 2 activités sont en présence d'autres activités polysaccharides et il s'applique a de nombreuses matières premières incluant le maïs et le tourteau de soja.

III.3- Amélioration de la valeur nutritive de l'orge par les additifs enzymatiques :

De manière globale, les effets bénéfiques liés a la supplémentation enzymatique sont observés chez le poulet de chair avec différents types d'aliments : maïs ou orge ou blé - tourteau de soja .Ils se traduisent par une amélioration du gain de poids de 1,6 a 3,4% et de l'indice de consommation, de 2,5 a 6,8%, selon les matières premières utilisées dans les aliments (Uzu et Sassi 2005). Cette amélioration est reliée a une meilleure digestibilité des aliments. L'ensemble des essais réalisés sur des aliments complets avec ou sans enzymes ajoutés permettent d'évaluer l'augmentation de l'énergie métabolisable a : 65 Kcal/kg pour les aliments a base de maïs ; 140 Kcal/kg pour les aliments a base d'orge et 85 Kcal/kg pour les aliments a base de blé (Uzu et Sassi 2005).

Les premières études d'utilisation d'enzymes dans les régimes à base d'orge ont eu lieu vers la fin des années 1950 (Benabdeljalil 1991). Elles étaient axées sur l'utilisation d'activités essentiellement amylolytiques. Actuellement, les préparations enzymatiques commercialisées pour le traitement des orges sont des mélanges d'enzymes à activités multiples et variées. On y trouve des bêta-glucanases, des cellulases, des amylases, des hemicellulases, et des protéases (Benabdeljalil 1991).

Grace aux préparations enzymatiques capables d'hydrolyser les PNA, dans certains pays, l'introduction de l'orge est devenue presque exclusive comme composant céréalière (en substitution du maïs) des rations des poulets de chair.

Le remplacement du maïs par l'orge dans les aliments de poulet de chair jusqu'à un niveau de 40% en présence de complexes enzymatiques commerciaux ne semble pas avoir d'effet significatif sur les performances.

Par contre, l'augmentation du niveau de substitution au niveau de 50% ou 75% donne lieu à une réduction significative du gain de poids et de l'efficacité alimentaire. L'addition de complexes enzymatiques commerciaux, aux doses recommandées par les fournisseurs, aux régimes ayant des teneurs élevées en orge permet d'obtenir des niveaux de performances identiques à ceux des traitements 'homologues' sans ajout d'enzymes. (Piton 1979 ; Hesselman et Aman 1986 ; Campbell et Grootwassink 1988 ; Benabdeljalil 1991).

Ceci serait dû à une réduction de la viscosité et une augmentation de la digestibilité des nutriments et de l'EMA (Fuente *et al.* 1995 ; Villamide *et al.* 1997 ; Huyghebaert et De Groote 1995). D'après ces études, l'apport d'enzymes améliore la croissance et l'indice de consommation à 43 jours de 3 à 6%. De même, il améliore de 2% le rendement de carcasses de poulets et réduit l'humidité des fientes.

L'apport de produits ayant une activité enzymatique agit très favorablement entre 0 et 21 jours de la vie du poulet. L'apport de l'orge, à raison de 30 puis 40% augmente la consommation d'eau par rapport à celle du témoin mais l'apport de 1 g/kg d'un complexe enzymatique aux régimes contenant de l'orge maintient le niveau de consommation d'eau égal au témoin. L'apport de produits enzymatiques augmente en conséquence la teneur en matière sèche des excréments.

Une autre étude, menée au Canada, a évalué l'effet de régimes à base d'orge avec ou sans préparation enzymatique sur la croissance des poulets de chair de 3 à 6 semaines d'âge. Les traitements comprenaient des régimes de croissance et de finition utilisant deux cultivars d'orge cultivés dans la région dans les proportions de 0, 20, 40 et 60%, additionnés d'une préparation enzymatique commerciale à raison de 0 ou 1 000 mg/kg d'aliments.

Le régime de démarrage ne contenait pas d'orge (Maclean *et al.* 1994). L'inclusion de la préparation enzymatique dans les régimes à base d'orge 2-rangs produisait des poulets significativement plus lourds à 6 semaines et améliorait significativement l'indice de consommation entre la 5^e et la 6^e semaine, ce qui laisse voir une réaction aux enzymes chez les poulets plus âgés.

En Algérie, des tests *in vitro* ont été réalisés pour évaluer l'efficacité d'une préparation enzymatique sur 3 variétés d'orge locale (Saïda 183, Tichedrett et Robur) afin de déterminer la viscosité ainsi que les fractions ADF et NDF avec ou sans addition de préparations multienzymatiques (Quatrazyme HP, Nutri-Tomen, France) contenant deux enzymes principales (xylanase et P-glucanase) et d'autres enzymes à activités secondaires (cellulase, glucosidase, galactosidase, arabino-furanosidase et xylosidase) (Alloui et al. 2003).

Ces auteurs ont montré un effet positif aussi bien sur l'amélioration de la viscosité que sur l'hydrolyse des PNA même si ces 3 variétés d'orge cultivées en Algérie sont considérées comme variétés à faible viscosité.

Globalement, le succès des traitements enzymatiques des aliments à base d'orge est fonction de l'âge des animaux testés, de la nature et de la dose d'enzymes ajoutées, de la variété d'orge traitée et d'un ensemble d'autres facteurs de non moindre importance tels que les matières premières associées, la concentration énergétique des aliments et la présence ou non de matières grasses ajoutées (Benabdeljalil 1999).

Cependant, pour une utilisation exacte de ces enzymes, il est nécessaire de connaître les principales activités présentes et leurs quantités dans les préparations et les produits finis, leur stabilité, et les effets qu'ont ces enzymes sur les paramètres productifs et physiologiques.

Un essai a été effectué à ITELV sur 1680 poussins d'1 jour de souche ISA F15 qui ont été répartis en 4 lots expérimentaux de poids homogènes (7 répétitions de 60 sujets) : un lot témoin (T) nourri avec un aliment standard complet (démarrage, croissance et finition) distribué en continu durant 56 jours ; un lot (AS) recevant à partir du 15^{ème} jour d'âge, 2 aliments séparés et alternés (de l'orge en grains durant une séquence de 6 heures/j et l'aliment standard complet durant une 2^{ème} séquence de 18h/j) ; avec ou sans rajout d'additifs enzymatiques dans l'aliment complet. (Doumandji 2009).

Cette alimentation nommée séquentielle à base d'orge consiste à distribuer de manière cyclique et alternée deux aliments de composition nutritionnelle différente. Elle permet ainsi, contrairement aux deux autres méthodes déjà décrites, de « diriger » l'équilibre du régime, en contrôlant le temps d'accès de chacun des aliments proposés. Cette méthode a fait l'objet de différentes études avant de devenir opérationnelle (Bouvarel 2009).

Figure 2: bâtiment d'élevage



Elle a ralenti la croissance pondérale des poulets et a diminué davantage l'ingéré alimentaire, aboutissant ainsi à de meilleurs indices de conversion et de consommation alimentaires. (Doumandji 2009)

Quelque soit le mode de distribution alimentaire (continu ou séquentiel), la supplémentation en enzymes a augmenté la consommation globale des poulets et a amélioré leur croissance mais n'a pas modifié de manière significative l'efficacité de transformation alimentaire.

L'association de ces deux traitements (aliment séquentiel à base d'orge grains entiers et additifs enzymatiques dans l'aliment complet) s'est avérée positive puisqu'elle a permis d'obtenir, chez les poulets, des performances de croissance similaires à celles des témoins alimentés à base d'aliments maïs/soja, avec une efficacité d'utilisation de l'aliment quasi identique. (Doumandji 2009).

De plus, l'ajout du complexe enzymatique a corrigé l'altération des performances induite par l'incorporation de l'orge seule.

D'après nos données, l'alimentation séquentielle à base d'orge et la supplémentation alimentaire en enzymes n'ont pas d'effets significatifs sur le poids de la carcasse prête à cuire et la proportion du gras abdominal des poulets. Par contre, ces deux traitements, seuls ou associés, augmentent significativement la proportion du foie et celle du gésier et le nombre total de lactobacilles digestifs. (Doumandji 2009)



Par ailleurs, l'alimentation séquentielle a significativement réduit les teneurs plasmatiques en glucose, urée, créatinine et triglycérides et a significativement augmenté celle du cholestérol. L'ajout d'enzymes dans l'aliment a induit des élévations significatives de la protéinémie et la cholestérolémie des poulets, en revanche, la créatinémie et la glycémie se trouvent réduites. (Doumandji 2009)

CONCLUSION GENERALE

Introduction

Conclusions et perspectives

L'incorporation d'un aliment séquentiel à base de grains entiers d'orge en alternance avec un aliment complet supplémenté en enzymes permet d'obtenir des performances zootechniques comparables avec celles enregistrés avec un aliment classique unique Maïs – Soja. (Doumandji 2009)

Ce mode de distribution alimentaire, non encore pratiqué dans nos élevages, permettra d'intégrer l'orge en l'état dans l'aliment du poulet afin de réduire le coût de production du kilogramme de viande blanche, particulièrement si cette céréale est produite en excès, tel que indiqué par le tonnage produit au cours de l'année 2009 (MADR 2009).

De plus, ce style alimentaire est attrayant car il est simple dans sa mise en œuvre pratique et de surcroît, ne demande pas d'équipements spécifiques. Néanmoins, des ajustements de la durée des séquences et de la composition de l'aliment complémentaire devraient ultérieurement être réalisés pour optimiser le coût global de l'aliment.

Enfin, le développement des préparations enzymatiques commerciales ouvre la porte à une utilisation plus importante d'aliments secondaires et de coproduits industriels (déchets de dattes, d'olives) actuellement non employés dans l'aliment du poulet.

Toutefois, l'amélioration de la croissance induite par l'emploi de ces enzymes exogènes reste encore peu explorée sur le plan métabolique et physiologique.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdellaoui Z., 2007. Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur les propriétés techno-fonctionnelles des protéines de blé. Mémo. Magister, Insti. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 132 p.
- ALMIRAIL, M., FRANCESCH, M., Pérez-SENSRELL. A.M. BRUFAU, J., and E. ESTEVE-Garcia. 1995. The differences in intestinal viscosity produced by barley and P-glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibility more in broiler chicks than in cocks. *J.Nutr.* 125: 947-955.
- AURIAU P., DOUSSINAULT G., JAHIER J., Lecomte C., Pierre J., PLUCHARD P., Rousset M., Saur L. et TROTTERM., 1992. Le blé tendre. *In* : Gallais A. et Bannerot H. (Eds.), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 22- 38.
- AYKROYD W.R. et DOUGHTY J., 1970. Le blé dans l'alimentation humaine. Ed. FAO, Rome 185 p.
- Barley, oats, and wheat on chemical content and nutritional value for broiler chickens. *Acta A@. Scand. Sect. A, Animal Sci.* 47: 39-47.
- BELAID B. Notion de zootechnie générale. Office des publications universitaires. Alger, 1993.
- Bennett, CD., Classen, H.L., and C. Riddell, 1995. Live performance and health of broiler chickens fed diets diluted with whole or crumbled wheat *Can. J. Anim. Sci.* 75 (4): 611-614.
- Brake, J.D., Brmn, D.E., and C.A. Griffey, 1997. Barley without enzyme supplementation in broiler grower and finisher diets. *J. Appl. Poultry Res.* 6: 422-431
- BOULAL H., Zaghuan O., EL Mourid M. et Rezgui S., 2007. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC INRA, ICARDA, Alegria, 176 p.

Bouzerzour H. et Monneveux P., 1992. Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des Hauts Plateaux de l'Est algérien. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Les Colloques, (n°64), Montpellier (France), 15-17 Décembre 1992. Ed. INRA, Paris, pp. 139-158.

Scott. M.L., M.C. Nesheim and R.J. Young. 1982. Nutrition of the Chicken. 3^d ed.. M.L. Scott & Assoc., Ithaca, NY

Choct, M. and G. Annison 1990. Anthnutritive activity of wheat pentosans in broiler diets. Br. Poultry Sci. 31 : 811-821.

Choct, M., and J. Annison, 1992a- The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. Br. J. Nutr., 67: 123-132.

Choct, M., and G. Annison, 1992b. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut micro-flora. Br. Poultry Sci. 33: 821-834.

COUDERT G. Soja et tourteau de soja utilisation actuelle dans la CEE et perspectives pour 1985. Les dossiers de l'élevage. Vol. 5 - n°2 – 1983.

DIBNER. J.J., KITCHELL, ML, Atwell, C.A. and Ivey, F.J. 1996. The effect of dietary ingredients and age on the microscopic structure of the gastro-intestinal tract in poultry. J. Appl. Poultry Res. 5: 70-77.

DJEROU Zouhir *Influence des conditions d'élevage sur les performances chez le poulet de chair. Thèse magistère en 2006* Université mentouri de Constantine

DOUMANDJI W. 2009 Effets d'une alimentation séquentielle à base d'orge grains entiers associée à une supplémentation alimentaire en enzymes sur les paramètres zootechniques et physiologiques du poulet de chair

DOUSSINGAULT G., Kan F., Lecomte C. et Monneveux P., 1992. Les céréales à paille : Présentation générale. In : Gallas A. et Banneront H. (EADS.), Amélioration des espèces Végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 13-21.

- FEILLET P., 2000. Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p
- Godon B., 1991. Les constituants des céréales : nature, propriétés et teneurs. *In*: Godon B. (Ed.), Biotransformation des produits céréaliers. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp. 1-22.131.
- Gondé R. et Jussiaux M., 1980. Cours d'agriculture moderne. 9ème édition, Ed. Maison Rustique, Paris, 628 p.
- GONZALEZ MATEOS G. Energy and protein requirement for poultry under heat stress. Zaragoza (Spain), 26 – 30 May 2003.
- . GONZALEZ MATEOS G. Present status and future of the poultry industry in warm regions. Zaragoza (Spain), 26 – 30 May 2003
- Hébrard J.P., 1996. Des pâtes épatantes ! *In* : Braun P. et Hébrard J.P. (Eds), Blé dur objectif qualité. Ed. ITCF, Paris, pp. 6-9.
- Henry Y. et De Buyser J., 2001. L'origine des blés. *In* : Belin. Pour la science (Ed.). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, pp. 69-72.
- HOUMANI M., 2007. Complémentation des chaumes de blé avec des blocs multi-nutritionnels : effets sur la valeur alimentaire des chaumes et intérêt pour des brebis gestantes. *Rev. Recherche Agronomique*, n°19 (juin 2007). Ed. INRA, Alger, 56-64.
- HESELMAN, K. AND P. AMAN , 1986. Effect of B-glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed barley of low-or high-viscosity. *Anim. Feed Sci. Tech.* 15: 83-93.
- ITAVI. Elevage des volailles. Paris. Décembre 2001.
- ITAVI. L'alimentation rationnelle des poulets de chair et des poules pondeuses. Paris, 1980.
- LARBIER M. et LECLERCQ B. Nutrition et alimentation des volailles. INRA éditions, Paris, 1992.

LERY F., 1982. L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. Ed. Maison BELAID D., 1996. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Office des publications universitaires, Ben-Aknoun (Alger), 206 p. neuve et Larose, Paris, 338 p.

LESBOUYRIES G. Pathologie des oiseaux de basse-cour. Vigot frères éditeurs. Paris, 6ème, 1965.

MOSSAB M., 2007. Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge *Hordeum vulgare* L. en zones semi-arides d'altitude. Mémo. Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 126 p.

NOURI et COLL. Essai d'approche des performances zootechniques de poulet de chair en Algérie (1987 – 1992). ITPE, 1996.

PETTERSSON, D., GRAHAM, H., and P. h a n , **1990a**. Enzyme supplementation of low or high cm de protein concentration diets for broiler chickens. Anirn. Prod. 5 1 : 399-404.

RAHAL-Bouziane H. et Abdelguerfi A., 2007. Caractéristiques agronomiques et Morphologiques d'orges oasiennes (*Hordeum vulgare* L.) de la région d'Adrar (Algérie). *Rev. Recherche Agronomique*, n°19 (juin 2007).Ed. INRA, Alger, 7-13.

ROCHEFRETTE M. Généralités sur les produits alimentaires. Editions EYROLLES, Paris 5ème, 1974

SVIHUS, B., HERSTAD, O., and C.W. Newman, 1997a. Effect of high-moisture storage

Web-graphie :

www.avicultureaumaroc.com, 2008.

www.itavi.asso.fr