

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE EL-HADJ LAKHDAR-BATNA-  
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES  
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



## THESE

*Pour L'Obtention Du Diplôme De*

# DOCTORAT ES-SCIENCES

*Option*

Production animale.

*Présentée Par :*

Arbouche Rafik

## THEME

**Incorporation du tourteau d'amande d'abricot en substitution  
au tourteau de soja dans l'alimentation des animaux  
domestiques :  
Ruminants (cas des ovins à l'engrais) et des monogastriques (cas  
du poulet de chair)**

*JURY:*

Président	M. MAMACHE B	Pr Université de Batna
Rapporteur	M. ARBOUCHE F	MC Université d'El Tarf
Examineurs	Mme LOMBARKIA O	Pr Université de Batna
	M.ABDELMADJID S	MC Université de Souk Ahras
	M.CHEMMAM M	MC Université de Guelma

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2012/2013

## **REMERCIEMENTS**

*Louange à ALLAH le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux; et prières et salut sur son prophète.*

*Mes vifs remerciements à mon promoteur M. ARBOUCHE Fodil pour ses précieux conseils, ses encouragements et pour avoir approfondi mes connaissances.*

*J'adresse mes remerciements à M. MAMACHE Bakir qui a bien voulu m'honorer en présidant mon jury.*

*Mes remerciements vont également à Mme LOMBARZIA Ourida, M. ABDELMADJID Sadek et M. CHEMMAM Mabrouk pour avoir accepté de juger et d'évaluer ce modeste travail.*

*Ainsi, qu'à tous les membres de l'ENAJUC N'GAOUS et AMOR BENAMOR pour leur aide inestimable.*

## **DEDICACES**

*Je dédie ce travail à ceux qui n'ont point failli à leur devoir, dont le soutien n'a été sans relâche et sans faille, déjouant tout obstacle, afin de me donner une vie de miel et de joie, Mes Parents.*

*A ma conseillère et amie, ma sœur*

*Et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

# SOMMAIRE

	<b>Pages</b>
Introduction	01
Partie bibliographique	
<b>Chapitre I : Généralités sur l'abricotier</b>	
1) Classification	04
2) Répartition géographique	05
2.1) En Algérie	05
2.2) Dans le monde	06
3) Les principales variétés cultivées en Algérie	06
4) Emploi de l'abricot en agro-industries	08
4.1) Jus et nectars	08
4.2) Confitures et marmelades	08
4.3) Fruits confits	08
4.4) Fruits séchés	09
4.5) Fruits au sirop	09
5) Les sous-produits	09
5.1) La coque	09
5.2) L'amande	09
<b>Chapitre II : Le tourteau d'amande d'abricot</b>	
1) Composition chimique	10
2) Facteurs anti-nutritionnels	14
2.1) Glucosides cynogénétiques	15
2.2) Réaction des ruminants et monogastriques	18
2.2.1) Réaction des monogastriques	20
2.2.2) Réaction des ruminants	22
4) Méthodes de détoxification	24
<b>Partie expérimentale</b>	
I) Objectif	27
II) Détermination de la valeur nutritive	27
1) Matériel et méthodes	28
1.1) Matériel	28
1.2) Méthodes	29
1.2.1) Méthodes d'obtention du tourteau	29
1.2.2) Méthodes de détoxification : Méthode <b>AZOUZ</b> et <i>al.</i> (2009)	29
1.2.3) Les méthodes analytiques	29
1.2.3.1) La composition chimique	29
1.2.3.2) Le dosage de l'acide cyanhydrique (HCN)	33
1.2.3.3) La digestibilité in vitro de la MO	34
1.2.3.4) La digestibilité in vitro des protéines	36
1.2.3.5) La détermination de l'énergie brute	37
1.3) Les méthodes de calculs	37

1.4) Traitement statistique	39
2) Résultats et discussion	40
2.1) Teneur en acide cyanhydrique (HCN)	40
2.2) Composition chimique	41
2.3) Composés pariétaux	44
2.4) Digestibilité de la matière organique et des protéines	45
2.5) Energies brutes	47
2.6) Unités fourragères lait (UFL) et viande (UFV)	48
2.7) Protéines digestibles intestinales (PDI)	50
3) Conclusion	51
III) Essai sur poulet de chair	53
1) Matériel et méthodes	54
1.1) Matériel	54
1.1.1) Site de l'expérimentation	54
1.1.2) Animaux	54
1.1.3) Aliment	54
1.2) Méthodes	57
1.2.1) Conduite de l'essai	57
1.2.2) Paramètres zootechniques mesurés	57
1.2.3) Analyse statistique	57
2) Résultats et discussion	58
2.1) Résultats	58
2.2) Discussion	61
3) Conclusion	63
IV) Essai sur ovins à l'engrais	64
1) Matériel et méthodes	65
1.1) Matériels	65
1.1.1) Schéma expérimental	65
1.1.2) Les animaux	66
1.1.3) Les aliments	66
1.2) Méthodes	67
1.2.1) Les mesures	67
1.2.2) Analyses statistiques	68
2) Résultats et discussion	69
2.1) Performances zootechniques des agneaux	69
2.2) Caractéristiques des carcasses	70
2.2.1) Rendement carcasse et état d'engraissement	70
2.2.2) Tissus osseux et musculaires	71
2.2.3) Mensurations des carcasses	72
2.2.4) Qualité de la viande	73
3) Conclusion	74
IV-Analyse économique	75
1-Typologie des charges	75

2-Choix de la méthode	76
3-Calcul du prix de revient d'un kilogramme de tourteau d'amande d'abricot	76
3.1-Répartitions des coûts directs par kilogramme	77
3.1.1- Calcul du CVD (charge variable directe DA / kg TAAD)	77
3.1.2- Calcul du CFD (Charges fixes directe)	77
3.1.3 Calcul de la CVI (Charges variables indirectes)	79
3.2 Prix de revient du kilogramme (CTR)	79
Conclusion générale	80
Références bibliographiques	

## LISTE DES TABLEAUX

	Pages
<u>Tableau 1</u> :	Evolution de la superficie, production de l'abricotier en Algérie) (M A, 1997-2002) 05
<u>Tableau 2</u> :	Evolution de la superficie, production de l'abricotier dans la wilaya de Batna (1997-2003) (DSA de Batna, 2004) 06
<u>Tableau 3</u> :	La production mondiale d'abricot en 1000 tonnes 07
<u>Tableau 4</u> :	Les variétés d'abricotier autorisées à la commercialisation 06
<u>Tableau 5</u> :	Composition chimique de l'amande d'abricot 10
<u>Tableau 6</u> :	Teneur de l'amande d'abricot en Acides aminés 12
<u>Tableau 7</u> :	Teneur de l'amande d'abricot en acide gras 12
<u>Tableau 8</u> :	Teneur en vitamine de l'amande d'abricot (mg/100g MS) 13
<u>Tableau 9</u> :	Teneur en minéraux de l'amande d'abricot 13
<u>Tableau 10</u> :	Composition chimique du tourteau d'amande d'abricot 14
<u>Tableau 11</u> :	Glucosides cyanogènes qui se produisent dans les denrées alimentaires et les plantes 15
<u>Tableau 12</u> :	Teneur en acide cyanhydrique des amandes de quelques variétés d'abricotiers (mg/100g d'amandes) 17
<u>Tableau 13</u> :	Effet de la détoxification sur la composition de l'amande d'abricot 26
<u>Tableau 14</u> :	Teneurs en HCN des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en mg/100g de MS) 41
<u>Tableau 15</u> :	Composition chimique des différents types d'amandes et de leurs tourteaux 44
<u>Tableau 16</u> :	Teneurs en composés pariétaux de s différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en % de MS) 45
<u>Tableau 17</u> :	Digestibilité de la matière protéique et de la matière organique des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en %) 47
<u>Tableau 18</u> :	Teneurs en énergie brute des différents types d'amande et de leurs tourteaux (en kcal/kg de MS) 48
<u>Tableau 19</u> :	Teneurs en UFL et UFV des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (par kg de MS) 49
<u>Tableau 20</u> :	Teneurs en PDI des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en g/kg de MS) 51
<u>Tableau 21</u> :	Composition chimique du tourteau d'amande d'abricot 55
<u>Tableau 22</u> :	Formules (kg/100 kg d'aliment) des aliments de démarrage (1 à 20 jours), de croissance (21 à 33 jours) et de finition (34 à 48 jours) distribués aux poulets en fonction du taux de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande. 56

<u>Tableau 23 :</u>	Evolution de la croissance pondérale durant les phases de démarrage, de croissance et de finition chez les poulets de chair en fonction du pourcentage de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande. Les résultats sont exprimés en fonction de la moyenne $\pm$ erreur standard à la moyenne (ESM).	59
<u>Tableau 24 :</u>	Evolution de l'ingéré alimentaire et de l'indice de consommation durant les phases de démarrage (de 1 à 20 jours), de croissance (de 21 à 33 jours) et de finition (de 34 à 48 jours) chez les poulets de chair en fonction du pourcentage de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande. Les résultats sont exprimés en fonction de la moyenne $\pm$ erreur standard à la moyenne (ESM).	61
<u>Tableau 25 :</u>	Formule de l'aliment en p.100 d'aliment et composition chimique en % de MS.	65
<u>Tableau 26 :</u>	Composition chimique du tourteau d'amande d'abricot	67
<u>Tableau 27 :</u>	Performances d'engraissement des agneaux Ouled djellal en fonction du taux de substitution (Moyenne $\pm$ ESM)	70
<u>Tableau 28 :</u>	Effets du taux de substitution sur les caractéristiques des carcasses d'agneaux Ouled Djellal (Moyenne $\pm$ ESM)	73
<u>Tableau 29 :</u>	Effets de la substitution sur les caractères physiques et chimique du muscle <i>longissimus dorsi</i> des agneaux Ouled Djellal. (Moyenne $\pm$ ESM)	74
<u>Tableau 30 :</u>	Prix unitaire en dinars des matières, services et main d'œuvre pour un kilogramme de TAAD.	77

## LISTE DES FIGURES

	Pages
<u>Figure 1</u> : La diffusion d'abricot à partir des principaux centres de domestication	03
<u>Figure 2</u> : Amygdaline	16
<u>Figure 3</u> : L'obtention du HCN par la double hydrolyse de l'amygdaline	16

## LISTE DES PHOTOS

	Pages
<u>Photo 1</u> : L'abricotier	04
<u>Photo 2</u> : Amande d'abricot	28

## ABREVIATIONS

<b>Arg</b>	: Arginine
<b>ADF</b>	: Acid detergent fiber
<b>°C</b>	: Degré Celsius
<b>Ca</b>	: Calcium
<b>CB</b>	: Cellulose brute
<b>CB<sub>0</sub></b>	: Cellulose brute en % de la matière organique
<b>Cys</b>	: Cystéine
<b>DA</b>	: Dinars Algériens
<b>dE</b>	: Digestibilité de l'énergie
<b>DE1</b>	: Digestibilité enzymatique de l'azote au temps 1 heure
<b>dMO</b>	: Digestibilité de la matière organique
<b>dN</b>	: Digestibilité de l'azote
<b>dr</b>	: Digestibilité intestinale vraie chez les ruminants des protéines alimentaires non dégradées
<b>DSA</b>	: Direction des services agricoles
<b>DT azote</b>	: Dégradabilité théorique de l'azote en pourcent
<b>DT MS</b>	: Dégradabilité théorique de la matière sèche en pourcent
<b>EB</b>	: Energie brute
<b>ED</b>	: Energie digestible
<b>EM</b>	: Energie métabolisable
<b>ENA</b>	: Extractif non azoté
<b>ENAJUC</b>	: Entreprise nationale des jus et des conserves
<b>g</b>	: Grammes
<b>g/j</b>	: Grammes par jour
<b>Gly</b>	: Glycine
<b>GMQ</b>	: Gain moyen quotidien
<b>kg</b>	: Kilogramme
<b>h</b>	: Heure
<b>ha</b>	: Hectare
<b>HCl</b>	: Acide chlorhydrique
<b>HCN</b>	: Acide cyanhydrique
<b>His</b>	: Histidine
<b>H<sub>2</sub>O</b>	: Eau
<b>Ile</b>	: Isoleucine
<b>Kcl</b>	: Cyanure de potassium

<b>Kf</b>	: Coefficient pour l'engraissement
<b>Kl</b>	: Coefficient pour la lactation
<b>Km</b>	: Coefficient pour l'entretien
<b>kmf</b>	: Coefficient pour l'entretien et la production de viande
<b>l</b>	: Litre
<b>Leu</b>	: Leucine
<b>Lys</b>	: Lysine
<b>m</b>	: Mètre
<b>MAD</b>	: Matière azotée digestible
<b>MAT</b>	: Matière azotée totale
<b>MAT<sub>0</sub></b>	: Matière azotée totale en % de la matière organique
<b>Max</b>	: Maximum
<b>Met</b>	: Méthionine
<b>MG</b>	: Matière grasse
<b>Min</b>	: Minimum
<b>ml</b>	: Millilitre
<b>mm</b>	: Millimètre
<b>mn</b>	: Minute
<b>MOND</b>	: Matière organique non digestible
<b>MS</b>	: Matière sèche
<b>n</b>	: Nombre d'échantillons
<b>N</b>	: Normalité
<b>Na<sub>2</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	: Sodium phosphate dibasic anhydrous
<b>Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub></b>	: Tétraborate de sodium
<b>NDF</b>	: Neutral detergent fiber
<b>NH<sub>3</sub></b>	: Ammoniac
<b>P</b>	: Phosphore
<b>PB</b>	: Protéine brute
<b>PDIA</b>	: Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire
<b>PDIE</b>	: Protéines digestibles dans l'intestin pour lesquelles l'énergie est le facteur limitant de l'activité microbienne du rumen
<b>PDIN</b>	: Protéines digestibles dans l'intestin pour lesquelles l'azote est le facteur limitant de l'activité microbienne du rumen
<b>pH</b>	: Potentiel hydrogène

<b>Phe</b>	: Phénylalanine
<b>Pw</b>	: Poids métabolique
<b>Qx</b>	: Quintaux
<b>r</b>	: Degré de corrélation
<b>Sr</b>	: Coefficient
<b>TAAD</b>	: Tourteau d'amande d'abricot détoxifié
<b>T</b>	: Tonne
<b>TB</b>	: Taux butyreux
<b>Thr</b>	: Thréonine
<b>Trp</b>	: Tryptophane
<b>Tyr</b>	: Tyrosine
<b>UF</b>	: Unité fourragère
<b>UFL</b>	: Unité Fourragère pour la lactation
<b>UFV</b>	: Unité Fourragère pour la viande
<b>Val</b>	: Valine
<b>μmol/g</b>	: Micromole par gramme

## RESUME

L'utilisation des amandes d'abricot et leurs tourteaux comme source protéique dans l'alimentation des ruminants est une possibilité à prendre en compte du fait que les teneurs en acide cyanhydrique sont modérées et ne peuvent constituer un obstacle pour leur utilisation. Ils possèdent une bonne digestibilité des matières azotées totales (76,3%) et de la matière organique (79,1%). Les valeurs fourragères tant en UFL qu'en UFV sont assez conséquentes et sont au- deçà d'1UF. Les valeurs protéiques sont suffisamment importantes pour pouvoir justifier leur utilisation dans les formules alimentaires.

L'objectif de l'essai sur le poulet de chair, a été de déterminer les effets de l'incorporation du tourteau d'amandes d'abricots dans la ration alimentaire sur les performances de croissance. Au total, 200 poussins de souche F15 âgés de 1 jour ont été répartis en 4 groupes égaux en fonction du taux de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amandes d'abricots (0 %, 20 %, 40 % et 60 %) pendant 48 jours. Aucun cas de mortalité n'a été observé quelque soit le groupe. Les poids vifs, les gains moyens pondéraux, et les ingérés alimentaires ont été significativement diminués et de façon proportionnelle à la quantité de tourteau d'amandes incorporée durant les phases de démarrage (J1 à J20), de croissance (J21 à J33) et de finition (J34 à J48) pour des taux de substitutions de 40 % et 60 % alors que l'indice de consommation a significativement augmenté. Pour un taux de substitution de 20 % ces paramètres n'ont été significativement altérés que lors des 10 premiers jours. Ces résultats montrent que le tourteau d'amandes d'abricots incorporé dans la ration à plus de 20 % retarde significativement les performances de croissance des poulets sans doute en raison de la

## Résumé

présence d'HCN et suggèrent d'évaluer les effets d'une détoxification préalable du tourteau.

L'objectif de l'essai sur les agneaux Ouled djellal a été de déterminer les effets de l'incorporation du tourteau d'amandes d'abricot détoxifiées dans la ration alimentaire sur les performances d'engraissement et la qualité des carcasses. Au total, quarante jeunes béliers de race Ouled Djellal, d'un poids moyen de  $35,5\text{kg}\pm 0,5\text{kg}$  ont été répartis aléatoirement en 4 groupes égaux en fonction du taux de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amandes d'abricot (0 %, 20 %, 40 % et 60 %) et élevés en stabulation entravée dans une bergerie, pendant 105 jours y compris une période d'adaptation de 15 jours.

Le poids final des agneaux a été influencé positivement par le taux d'incorporation du tourteau d'amandes d'abricot dans la ration. Pour le poids de la carcasse froide, le lot 60% enregistre un poids significativement plus élevé (19,5kg) que celui du lot 0% (17,8kg). On ne note, cependant pas, de différence significative pour le rendement carcasse pour l'ensemble des lots. La qualité de la viande n'est pas affectée par le taux de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande détoxifiée.

Mots clés : amande d'abricot, tourteau, valeur nutritive, poulet de chair, ovin à l'engrais

## ABSTRACT

The use of apricot pits and their oil cakes as protein source in the feed of the ruminants is a possibility to be considered, owing to the fact that the hydrocyanic acid contents are moderated and cannot be an obstacle for their use. They have a good digestibility of the total nitrogen substances (76,3%) and organic substance (79,1%). The fodder values are rather substantial in UFL as well as in UFV and are beyond 1UF. Protein values are enough important to justify their use in the feed formulas.

The aim of the test on broilers was to determine the effects of incorporating apricot pits oilcake in the feed ration on growth performances. In total, 200 broiler chickens F15 aged of one day were been divided into 4 equal groups according to the substitution rate of soybean oilcake with the apricot pits oil cake (0%, 20%, 40% and 60%) during 48 days. No mortality case has been observed in any group. Life weights, medium weight gains and ingested feed were significantly reduced proportionally to the added quantity of pits oil cake during starting phases (Day 1 ton Day 20), growth phases (Day 21 to day 33) and completion phases (Day 34 to Day 48) for substitution rates of 40% and 60% while consumption sign has increased significantly. For a substitution rate of 20%, these parameters were significantly altered only on the first 10 days. These results show that apricot pits oilcake added in the feed ration over than 20% delays significantly the broiler growth performances probably because of HCN constancy and suggest the testing of preliminary detoxification effects of oil cake.

The aim of the test on Ouled Djellal lambs was to determine the effects of the incorporation of apricot pits oil cake detoxified in the feed ration on fattening performance and carcass quality. Totally, forty young

## *Résumé*

rams from Ouled Djellal having a middleweight of  $35,5\text{kg}\pm 0,5\text{kg}$  was randomly divided into 4 equal groups according to the substitution rate of soybean oil cake with the apricot pits oil cake (0%, 20%, 40% and 60%), these rams has been raised in hindered stalling in a sheepfold, during 105 days including adaptation period of 15 days.

The final weight of lambs was positively influenced by the incorporation rate of apricot pits oil cake in the feed ration. For the cold dressed carcass weight the lot of 60% recorded a significantly higher weight (19.5 kg) than the lot of 0% (17.8 kg). However we don't notice significant differences in carcass yield for all lots. The meat quality is not affected by substitution rate of soybean oil cake by detoxified apricot pits oil cake.

Keywords: apricot pit, oil cake, nutritional value, broilers, fattening sheep

## الملخص

استخدام لوز المشمش كمصدر بروتين في تغذية الحيوانات المجترة يجب الأخذ بعين الاعتبار محتواها من حمض الهيدروسيانيك معتدلة وأنها لا يمكن أن يشكل عائقاً أمام استخدامها. لهم هضم الجيد للنيتروجين الكلي 76، 3% والمواد العضوي 1،79% و القيمة لكل UFL و UFV تتفق الى حد ما من UF 1. القيمة البروتين معتبرة بما يكفي لتبريرها لاستخدامها في الأعلاف.

هدف هذه التجربة المقامة على دجاج اللحم هي تقييم مدى ادخال طحين لوز المشمش في وجبات دجاج واثرها على نمو هذه لأخيرة أقيمت التجربة على 200 كتكوت دات يوم وقسمت عشوائيا على اربع أقسام واعطيت لها وجبات تحتوي على طحين لوز مشمش بالنسب التالية (0%، 20%، 40% و 60%) ولمدة 48 يوما ولم يلاحظ في هذه الفترة موت أي فرد في أي قسم. كل من وزن الحي، ووزن اليومي المتوسط و الكمية المتناولة تتناسب عكسيا مع كمية طحين اللوز المتواجبة و ذلك في مراحل البداية (يوم 1 إلى يوم 20) ومرحلة النمو (21 يوم الى 33) و الانتهاء (يوم 34 – 48)، معدل إحلل 40% و 60% ارتفع ارتفاع معتبر في الاستهلاك بشكل كبير. معدل الإحلل بنسبة 20% تم تغيير هذه المعلمات بشكل كبير خلال الأيام ال 10 الأولى. هذه النتائج تشير إلى أن طحين اللوز المشمش دمجا في حصة أكثر من 20% يؤخر بشكل كبير من أداء النمو في الدجاج ربما يرجع إلى وجود HCN ويقترح إزالة آثار السموم قبل وجبة.

هدف هذه التجربة المقامة على خرفان سلالة أولاد جلال لتقييم مفعول ادخال طحين الوز غير مسموم في وجبات الخرفان وعلاقتها مع السمونة وجودة الدبيحة. 40 خروف من سلالة أولاد جلال دات وزن 35±0.5 كغ قسمت عشوائيا على 4 اقسام كل منها يحتوي نسبيا على طحين الوز مشمش غير مسموم (0%، 20%، 40% و 60%) ولمدة 105 يوم. الوزن النهائي للخرفان كان تناسب ايجابي مع نسبة وجود طحين الوز غير مسموم بالوجبة. لدبيحة الباردة للوجبة 60% سجلت وزن معتبر 19 كغ أكثر من قسم وجبة 0% (17.8). ونسجل انه لا يوجد فرق نسبي في مردود الدبيحة وأن جودة اللحم لم تتأثر بالوجبات المتناولة بكل الاقسام.

كلمات البحث: لوز المشمش، طحين، القيمة الغذائية، دجاج اللحم، الأغنام لتسمين

## **INTRODUCTION**

En Algérie, les ressources fourragères disponibles sont faibles et déficitaires en UF (Houmani, 1998). Les apports protéiques quant à elles dépendent en grande majorité des importations du tourteau de soja.

La plupart des rations sont déséquilibrées car riches en fibres, pauvres en minéraux et en vitamines et déficitaires en azote. Ceci est d'autant plus vrai que les animaux sont généralement menés sur des pâturages pauvres. En saison estivale, ils sont caractérisés par les chaumes. C'est la ration de base de très nombreux petits et grands ruminants en Algérie.

Les rations complémentaires ou concentrés sont principalement constituées par des matières premières énergétiques (céréales) et des matières premières protéiques (source de PDI), lesquelles sont entièrement importées.

Les sous produits agro industriels sont relativement abondants en Algérie et peuvent contribuer à l'amélioration de l'alimentation du bétail de la région dans laquelle ils sont issus. Ce sont en général les issues de meunerie, les pulpes de tomates, d'agrumes, la mélasse, les grignons d'olives, les marcs de raisin, les drèches de brasserie et les noyaux d'abricots. Certains sont des compléments énergétiques comme la mélasse et les pulpes, d'autres sont protéiques comme l'amande d'abricot et les drèches de brasserie. Ces dernières riches en CB (20%) (Mekhalfia, 2000) par rapport aux amandes d'abricots (4,5%) (Juillet et al, 1955), ne sont pas indiquées en tant que concentrés et confèrent une préférentielle aux amandes d'abricot.

L'allègement des importations de matières premières protéiques peut- être réalisé par la valorisation de ce sous produit issu des unités de transformation agro industrielles. L'utilisation des amandes d'abricots et leurs tourteaux contribueront à l'amélioration des productions animales

nationales ou régionales avec des prix de revient abordables tant pour les éleveurs que pour les consommateurs.

Avec 30990 ha d'abricotiers dont la majorité est localisée dans la région des Aurès, la production de fruits est estimée annuellement à 73733 tonnes (MA, 2002). Les unités de transformations de l'abricot engendrent des sous-produits composés essentiellement de noyaux dont l'amande est estimée à 25024 tonnes annuellement (MA, 2002). C'est un facteur de pollution car difficilement commercialisable faute de débouché.

La valorisation de ce sous-produit permettra d'engendrer une plus value pour les unités de transformation et à terme de prendre l'appellation « coproduit » conformément aux recommandations édictées par l'ADEME (2000), sur l'utilisation et la commercialisation des sous produits des unités agro-industrielles.

Notre étude a pour objectif la détermination de la valeur nutritive de cette ressource pour l'alimentation du bétail et des essais d'incorporation du tourteau d'amande d'abricot en substitution au tourteau de soja dans des rations de monogastriques (cas du poulet de chair) et de ruminants (cas des ovins à l'engrais).

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

Selon (Vavilov ,1951) l'abricot aurait trois origines :

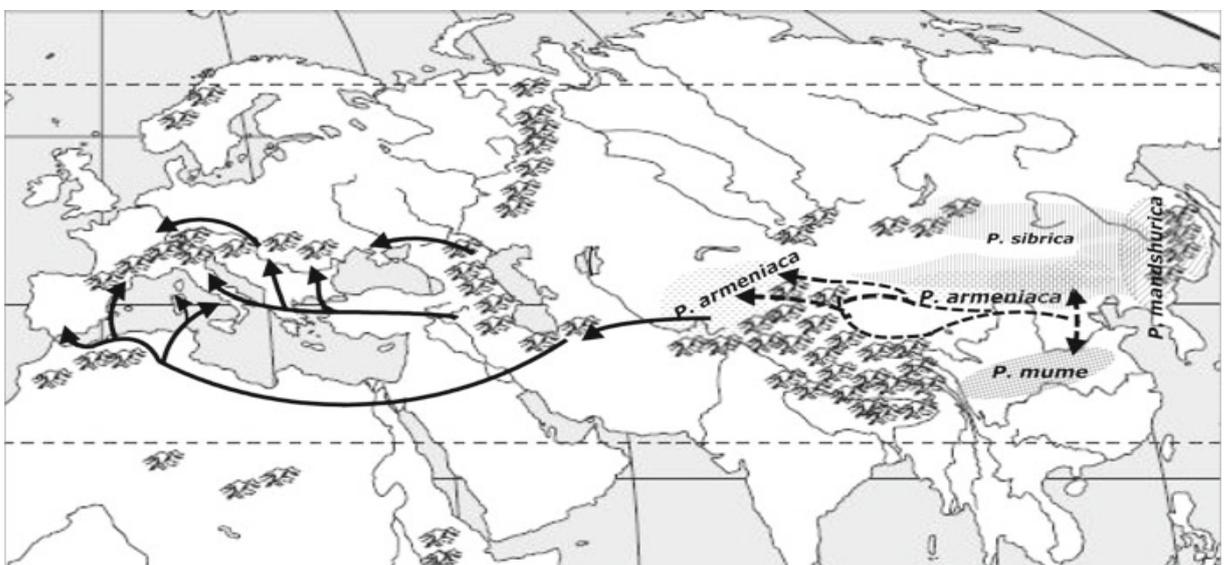
(1) le centre chinois : comprenant les régions montagneuses de Chine centrale et occidentale ainsi que les basses terres adjacentes.

(2) le centre d'Asie Centrale : avec l'Afghanistan, l'Inde au nord-ouest, le Pakistan, le Cachemire, le Tadjikistan, l'Ouzbékistan, la province Xinjiang en Chine et l'ouest de Tien-Shan.

(3) le centre du Proche-Orient : y compris à l'intérieur de l'Asie Mineure, la Transcaucasie, l'Iran et le Turkménistan.

Zeven et De Wet, (1982), a mentionné la révision faite par Zhukovsky (1971), lequel a inclu le Turkménistan et le centre de l'Asie Centrale et a défini les frontières entre les centres de l'Est et d'Asie centrale.

La plupart des auteurs soutiennent que la seule origine de l'abricot sont l'Asie centrale et la Chine (Fig. 1) (Bailey et al, 1975; Kryukova 1989; Layne et al, 1996; Faust et al, 1998; Hormaza et al 2007). Cependant, Zohary et Hopf (2001), maintiennent que son origine n'est pas encore définie.



**Figure 1:** Diffusion de l'abricot à partir des principaux centres de domestication (Faust et Hopf, 1998).

## **1- CLASSIFICATION :**

Selon Julve (1998), l'abricotier est un petit arbre à écorce brun rougeâtre, à port assez étalé et de 4 à 5 m de haut. Les feuilles alternes ont un limbe de forme elliptique cordiforme et à bord crénelé denté ; elles sont enroulées dans les bourgeons. Les fleurs, assez grandes, blanches ou roses pâles apparaissent avant les feuilles. Le fruit de forme globuleuse est une drupe à peau veloutée, de couleur jaune orangé. Le noyau, non adhérent à la chair, contient une amande douce ou amère selon le cas. Sa classification est la suivante :

Règne : *Plantae*  
Sous règne : *Tracheobionta*  
Division : *Magnoliophyta*  
Classe : *Magnoliopsida*  
Sous classe : *Rosidae*  
Ordre : *Rosales*  
Famille : *Rosaceae*  
Sous famille : *Amygdaloideae*  
Genre : *Prunus*  
Espèce : *Prunus armeniaca L*



**Photo 1: L'abricotier** (anonyme,2012)

**2- REPARTITION GEOGRAPHIQUE**

**2.1-En Algérie :**

En 1998, l'abricotier couvrait 17270 ha, soit 3,80 % de la superficie arboricole totale. En l'an 2002, cette superficie est passée à 30990 ha, soit un accroissement de plus de 79% (M A, 1998 et 2002).

La wilaya de Batna occupe la plus grande superficie, soit 3170 ha en 1998 et 3 823 ha en 2003, ce qui correspond à un taux moyen de 18,35% par rapport à la superficie nationale réservée à la culture de l'abricotier. (DSA de Batna, 2004)

Sur le plan production, les vergers d'abricotiers ont produit à l'échelle nationale 581100 Qx en 1998 contre 737330 Qx en 2002. Les vergers de la wilaya de Batna ont totalisé 191950 Qx en 1998 et 249790 Qx en 2003 soit 33,03 % de la production nationale (DSA de Batna, 2004).

L'évolution des superficies et de la production de l'abricotier à l'échelle nationale et au niveau de la wilaya de Batna est rapportée respectivement dans les tableaux (1 et 2).

**Tableau 1** : Evolution des superficies et de la production de l'abricotier en Algérie)

<b>Année</b>	<b>Superficies(ha)</b>	<b>Productions(Qx)</b>
<b>1997</b>	17250	398500
<b>1998</b>	17270	581100
<b>2002</b>	30990	737330

Source : (M A, 1997,1998 et 2002)

**Tableau 2** : Evolution des superficies et de la production de l'abricotier dans la wilaya de Batna

<b>Année</b>	<b>Superficies (ha)</b>	<b>Productions(Qx)</b>
<b>1997</b>	3856	43407
<b>1998</b>	3170	191950
<b>1999</b>	3024	230000
<b>2000</b>	3130	115637
<b>2001</b>	3423	190824
<b>2002</b>	3456	49890
<b>2003</b>	3823	249790

Source : (Boutridi, 2005)

## **2.2-Dans le monde**

En Afrique, les pays du nord sont les plus gros producteurs d'abricot. Ceci est dû essentiellement au climat de la région qui correspond aux conditions de développement de cette espèce.

L'Asie considérée comme le berceau d'origine de l'abricotier, est le premier producteur mondial d'abricot avec la prédominance de la Turquie et de l'Iran, suivi de l'Afrique du nord, puis de l'Europe (tableau 3).

## **3- Principales variétés cultivées en Algérie :**

La production de l'abricotier n'est pas basée uniquement sur une seule variété. On en compte plusieurs dont la qualité est en général moyenne (Tableau 4)

**Tableau 4** : Principales variétés d'abricotier (INRAA, 2010)

Amor leuch	Dr mascle	Zine	Houcall
Bakor	Polonais	Canino	King abricot
Bayadi	Rouge du roussillon	Rouget de sernhac	Early blush (= rutbhart)
Bergeron	Louzi rouge	Hatif colomer	Robada
Boccucia	Luizet	Beliana (=sayeb)	
Boulachaour	Wardi (=priana)	Bullida	

**Tableau 3** : La production mondiale d'abricots (en 1000 tonnes)

<b>Années Pays</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>Algérie</b>	56354	67724	73733	106469	87991	145097	167017	116438	172409	202806	239700
<b>Chine</b>	88317	83956	72218	81874	96509	90937	83001	75834	77812	89890	94995
<b>Égypte</b>	62613	71191	103070	70424	72523	73000	100799	101139	106165	112977	92704
<b>France</b>	138944	103164	169418	123814	166136	176950	179812	126409	94516	190382	139569
<b>Iran</b>	262432	282890	284000	285000	166373	275578	346000	416000	487333	371814	400000
<b>Italie</b>	201372	187700	200110	108320	213425	232882	221994	214573	205493	215121	252892
<b>Maroc</b>	119600	104300	86200	97950	85000	103600	129440	105234	113216	133598	132398
<b>Ouzbékistan</b>	68000	85000	97000	82000	162000	170000	235637	230000	265000	290000	325000
<b>Pakistan</b>	125889	124675	129700	210882	214800	197239	177266	240192	237937	193936	200300
<b>Syrie</b>	78873	66023	100902	104900	75700	65513	98538	112738	100900	98913	93700
<b>Turquie</b>	579000	517000	352000	499000	350000	894000	483459	589732	750574	695364	476132

Source : (FAOSTAT, 2012)

#### **4) Emploi de l'abricot en agro-industries :**

En Algérie, l'agro-industrie utilisatrice de l'abricot comme principale matière première est localisée dans l'Est algérien et plus précisément au niveau de la wilaya de Batna (daïra de N'gaous et Menaâ). Cette dernière transforme l'abricot en :

##### **4.1-Jus et nectars :**

Le jus est conçu à partir de procédés mécaniques de liquéfaction. Ainsi, le produit obtenu possède la couleur, l'arôme et le goût caractéristiques des fruits dont il provient. On obtient le nectar en ajoutant de l'eau et/ou des sucres au jus de fruit.

La production moyenne en 2005 est de 6158T (ENAJUC, 2005)

##### **4.2-Confitures et marmelades :**

On entend par confiture le produit obtenu à partir du mélange des sucres et de la pulpe ou purée d'une ou de plusieurs espèces de fruits. Le produit obtenu doit avoir une consistance gélifiée.

La marmelade est le produit obtenu par cuisson de fruits entiers, dénoyautés, coupés en morceaux, broyés, tamisés ou non, auxquels on incorpore des sucres jusqu'à l'obtention d'un produit semi liquide ou épais. La production en 2005 est estimée à 33237 T (ENAJUC, 2005)

##### **4.3-Fruits confits :**

La préparation consiste à remplacer par osmose l'eau d'un fruit par du sucre qui en assurera la conservation.

La production moyenne est de 2743 T en 2005 (ENAJUC, 2005)

En outre à ces principales transformations, d'autres produits ont été élaborés (CAR/PP, 2000) comme:

#### **4.4-Fruits séchés :**

Après la préparation d'usage (lavage, dénoyautage, etc.), les fruits sont passés dans un séchoir puis conditionnés sous cellophane.

#### **4.5-Fruits au sirop :**

Ce sont des préparations obtenues par stérilisation des fruits et par ajout de sirop comme liquide de couverture. Les fruits peuvent être entiers, coupés en deux ou en morceaux réguliers.

### **5- Les sous-produits :**

De la transformation de l'abricot, il en sort un sous produit qu'est le noyau et qui est constitué d'une coque et d'une amande.

#### **5.1- La coque**

Après différents traitements technologiques la coque peut servir :

- Au décapage des moteurs d'avions et au nettoyage des pièces mécaniques,
- Dans les produits réfractaires alvéolés,
- A la fabrication des pneu-neiges,
- Comme fond de tarte en pâtisserie,
- En cosmétique

#### **5.2- L'amande :**

L'huile qui est obtenue après extraction est appelée : huile de noyaux. Elle est utilisée en cosmétique et en pharmacologie. Selon APRIA(1969) , les amandes d'abricot sont utilisées aussi dans l'alimentation humaine en tant que pâte d'amande en pâtisserie (cas de l'amande douce ou détoxifiée).

## 1- La composition chimique

L'amande d'abricot a fait l'objet de recherches ayant pour but la détermination de quelques constituants de la composition chimique (tableau 5 à 9). Pour son tourteau, peu de données existent (tableau 10).

Pour l'amande d'abricot, la teneur en MS est en général supérieure à 90% pour l'ensemble des auteurs et est fonction des variétés étudiées et de la durée de stockage des noyaux. La teneur en matières azotées totales fluctue entre 20 et 25% de la MS, alors que le taux de CB est compris entre 4 et 6,5% de la MS. Le taux de MG contenu dans l'amande d'abricot varie en fonction des variétés entre 40 et 60% de MS, tandis que la teneur de MM est comprise entre 1,5 et 3% de MS.

Pour le tourteau, la teneur moyenne en MAT est de 40% de MS et le taux de MG qui est fonction des procédés d'extraction varie de 16.5 à 28.21% de MS). La teneur en CB est bien supérieure à celle des amandes (entre 7.83 et 9.2% de MS) (Tableau 10)

**Tableau 5** : Composition chimique de l'amande d'abricot

	% de MS					Références
	MS %	MAT	CB	MG	MM	
<b>Amandes</b>	92.5	22.70	4.50	43.8	3	<b>Juillet et al ,1955</b>
<b>Amandes</b>	92.5	22.70	4.5	43.80	3	<b>Gotin (1958)</b>
<b>Amandes</b>	/	22.2	/	56.0	2.2	<b>Salem et Salem (1973)</b>
<b>Amandes variétés Russes</b>	/	/	/	52.5 à 57.4	/	<b>Normakhmatov (1975)</b>
<b>Amandes variétés Russes</b>	/	/	/	48 à 55	/	<b>Yakubov (1979)</b>
<b>Amandes traitées</b>		25.46	6.02	42.21	1.74	<b>Gabrial et al, 1981</b>
<b>Amandes non traitées</b>		25.70	/	46.53	2.19	<b>Gabrial et al ,1981</b>

<b>Amandes variétés Egyptiennes</b>	/	25.30	/	46.53	/	<b>Gabrial et al (1981)</b>
<b>Amandes</b>	/	23.7–25.5	/	43–53	1.7–2.5	<b>Gabrial et al (1981)</b>
<b>Amandes traitées</b>	96 ±0.66	18.59 ±0.86	4.33 ±0.18	40.33 ±0.23	2.24 ±0.20	<b>INRA (1981)</b>
<b>Amandes amères</b>	93.67 ±0.78	23.48 ±0.96	4.68 ±0.20	43.98 ±0.39	2.58 ±0.18	<b>INRA (1981)</b>
<b>Amandes</b>	96.7	20.30	2.6	27.70	1.6	<b>Naveen (1985)</b>
<b>Amandes</b>	94.1	42.30	6.6	66.70	3.9	<b>Naveen (1985)</b>
<b>Amandes</b>	/	21.5	/	44.2–44.6	2.8	<b>Joshi et al (1986)</b>
<b>Amandes variétés Egyptiennes</b>	/	25.70	/	53.10	/	<b>Rahma et Abd El Aal (1986)</b>
<b>Amandes variétés Egyptiennes</b>	65.7	24.1	/	50.90	2.20	<b>Rahma et Abd El Aal (1986)</b>
<b>Amandes</b>	/	23.1–24.1	/	50.9–53.2	2.2–2.5	<b>Abd El Aal et al (1986)</b>
<b>Amandes variétés Indiennes</b>	/	20-45	/	27 à 67	/	<b>Bhatia et al (1987)</b>
<b>Amandes</b>	/	20.3–45.3	/	27.7–66.7	/	<b>Kappor et al (1987)</b>
<b>Amandes</b>	89.5	20.56	6.53	51.5	2.06	<b>Bouakez, 1989</b>
<b>Amandes</b>	88	21	6.53	50.2	2.80	<b>Kadri, 1990</b>
<b>Amandes</b>	94.3	21.33		36.05	2.76	<b>Tires, 1990</b>
<b>Amandes douces</b>	94.76	21.48	6.01	42.2	2.75	<b>Tires, 1990</b>
<b>Amandes</b>	97.6	21.09	6.21	46.4	2.50	<b>Meziani, 1991</b>
<b>Amandes</b>	/	20.6	/	52.0	2.9	<b>Beyer et Melton (1990)</b>
<b>Amandes non traitées</b>	96.2	24.99	/	46.72	/	<b>Aila (1992)</b>
<b>Amandes traitées</b>	96.8	23.99	/	57.60	/	<b>Aila (1992)</b>
<b>Amandes non traitées</b>	96.1	24.99	/	46.72	/	<b>Herras (1992)</b>
<b>Amandes traitées</b>	96.65	21.36	/	42.90	/	<b>Herras (1992)</b>
<b>Amandes</b>	/	31.7–38.7	/	41.9–49.3	/	<b>KAMEL et Kakuda(1992)</b>
<b>Amandes</b>	/	20.2	/	43–53	2.3	<b>Femenia et al (1995)</b>
<b>Amandes</b>	/	14.1–18.2	/	31.6–50.4	/	<b>Pala et al (1996)</b>
<b>Amandes</b>	/	23.6–	/	46.3–	2.1–	<b>Özcan (2000)</b>

		27.7		51.4	2.7	
<b>Amandes</b>	94.5	27.83	3.16	50.30	2.20	<b>Azouz et al (2009)</b>
<b>Amandes</b>	/	20-30	/	40-50	/	<b>Christein et al (2009)</b>
<b>Amandes</b>	93.1	26.9	/	52	2.36	<b>Eyidemir et Hayta (2009)</b>
<b>Amandes</b>	/	14.94-24.20	4.06-7.63	42.19-57.18	2.13-3.45	<b>Mus et al (2010)</b>

**Tableau 6** : Teneur de l'amande d'abricot en Acides aminés

acides aminés	mg/100 g de MS	M Moles/100 g produit brut	g/100g protéines
<b>Aspartique</b>	30.9	785-920	12.82
<b>Thréonine</b>	9.1	/	0.82
<b>Serine</b>	16.2	642-758	5.38
<b>Glutamique</b>	/	813-1250	20.75
<b>Glycine</b>	29.3	/	11.86
<b>Alanine</b>	21.2	641-832	7.52
<b>Valine</b>	14.5	/	4.73
<b>Méthionine</b>	1.7	/	1.18
<b>Cystine</b>	/	/	1.27
<b>Isoleucine</b>	10.5	/	4.50
<b>Leucine</b>	20.6	/	3.26
<b>tyrosine</b>	5.4	/	5.93
<b>Phénylalanine</b>	11.9	/	6.95
<b>Histidine</b>	7.5	/	2.53
<b>Lysine</b>	3.9	438-521	1.83
<b>Arginine</b>	23.8	/	4.73
<b>Arginine+ Histidine</b>	/	1271-1358	/
<b>Leucine +Isoleucine</b>	/	2048-2325	/
<b>Références</b>	<b>Gabrial et al(1981)</b>	<b>Kamel et al (1992)</b>	<b>Azouz et al(2009)</b>

**Tableau 7** : Teneur de l'amande d'abricot en acide gras (mg/100g MS)

Palmitique (16:0)	Palmitoleique (16:1)	Stearique (18:0)	Oléique (18:1)	Linoléique (18:2)	Linolenique (18:3)	Références
6.2	1.7	0.4	60.3	31.4	/	<b>Lotti et al (1970)</b>
6.2	0.6	0.8	72.9	19.5	/	<b>Gutfinger et al (1972)</b>
4.6-5.0	/	0.2-0.3	66.6-71.8	23.1-27.7	/	<b>Filsoof et al (1976)</b>

8.8	1.2	1.4	56.5	31.7	0.2	Ogihara et al(1982)
4.4	0.1	0.5	66.3	28.6	0.1	Abd El Aal et al (1986)
4.8	0.7	0.8	62.1	31.6	/	Farines et al (1986)
3.5–4.1	/	2.0–2.1	69.3–73.4	20.0–23.2	/	Joshi et al (1986)
4.4	0.1	0.2	69.0	26.0	0.1	Beyer et Melton (1990)
4.6	/	/	66.21	28.5	/	Kamel et al(1992)
6.1-8.6	1.0-2.0	1.2-2.0	58.3-66.5	24.7-31.6	/	Pala et al (1996)
4.5–6.6	0.6–0.9	1.1–1.3	69.3–71.4	18.8–24.0	0.1–1.2	Özcan et al (2000)
4.25	0.7	0.14	66.21	25.57	/	Azouz et al (2009)

**Tableau 8:** Teneur en vitamine de l'amande d'abricot (mg/100g MS)

Thiamine	Riboflavine	Niacine	Vitamine C	α-ocophérol	δ-Tocophérol	Références
0.12–0.38	0.18–0.26	2.03–6.07	1.05–2.14	/	/	Normakhmatov et Khudaishukurov (1973)
/	/	/	/	5.8	32.2	Slover et al (1983)
/	/	/	/	/	13-22	Christen et al (2009)

**Tableau 9:** Teneur en minéraux de l'amande d'abricot

Eléments	mg/100g MS	PPM de MS	mg/100g MS	mg/100g MS
<b>Potassium</b>	210.00		570	
<b>Magnésium</b>	400.00	347	/	
<b>Phosphate</b>	280.00	93	/	88.9-93.3
<b>Calcium</b>	65.00	949	1.8	138.08-183.36
<b>Sodium</b>	35.00		/	
<b>Fer</b>	13.00	55	2.82	13.65-14.99
<b>Zinc</b>	6.20	41	2.33	
<b>cuivre</b>	2.80	32	/	
<b>Manganèse</b>	0.51		290	
<b>Références</b>	<b>Azouz et al (2009)</b>	<b>Kamel et al (1992)</b>	<b>Normakhmatoy et Khudaishukurov (1973)</b>	<b>Gabrial et al (1981)</b>

**Tableau 10** : Composition chimique du tourteau d'amande d'abricot

	% de MS				Références
	MS %	MAT	CB	MG	
Tourteau	97.31	41.28	8.94	15.15	Juillet et al(1955)
Tourteau	89.5	40.80	9.2	16.50	Piccioni (1965)
Tourteau	94.72	39.72	7.83	28.21	Trari (1990)

## 2- Facteurs antinutritionnels

La principale source de glycosides cyanogènes sont des semences et des sous-produits de cultures tels que le lin (*Linum ussitatissimum*), abricot (*Prunus armeniaca*), l'amande amère (*Prunus dulcis*) et le manioc (manioc, *Manihot esculenta*) (Rizk 1990 ; Ditomaso 1998 ; Frank et Santamour 1998 ; Jones 1998 ; Ilza et Pimenta Pinotti 2000 ; Vetter 2000 ; CE, 2003 Kumarasamy et al 2003 ). Les graines mûres de fruit à noyau, les plus commercialisées tels que : *Prunus persica* (pêcher), *Prunus domestica* (prunier), *Prunus avium* ou *cerasus* (cerise), *Prunus dulcis*; *Prunus amygdalus* (amande), et *Prunus armeniaca* (abricotier) contiennent de l'amygdaline qui confère un gout amère à l'amande (A.P.R.I.A, 1969). Il a été démontré pour plusieurs de ces espèces que le potentiel total cyanogène par gramme de poids sec, augmente avec le développement de ces derniers, pour atteindre les 100% d'amygdaline dans la graine des fruits mûrs (Frehner et al, 1990 ; Mizutani et al, 1991;Ohtsubo et Ikeda 1994). La même cinétique a été observée dans d'autres graines, telles que des graines de lin par exemple. Une présentation générale des glycosides cyanogènes les plus importants, et leur présence qualitative dans les plantes alimentaires et aliments pour animaux majeurs a récemment été fournie par l'EFSA (2004), (tableau 11).

Tableau 11. Glucosides cyanogènes des denrées alimentaires et plantes (OKE, 1979 ; Jones, 1998 ; Lechtenberg et Nahrsted, 1999; Brimer, 2000 ).

Name*	Formula Mol. mass CAS-number	R1	R2	X	Configu- ration	Occurrence**
Amygdalin	C <sub>20</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>11</sub> 457.4334 29883-15-6	Phenyl	H	Gentiobiose	R	Almonds, peach, apricot, prune, cherry, apple and quince kernels
Linamarin	C <sub>10</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>6</sub> 247.2474 554-35-8	Methyl	Methyl	Glucose	-	Cassava, lima bean, (flax seed)
Prunasin	C <sub>14</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>6</sub> 295.29 99-18-3	Phenyl	H	Glucose	R	Ferns, e.g. bracken fern, rowanberries
Linustatin	C <sub>16</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>11</sub> 409.39 72229-40-4	Methyl	Methyl	Gentiobiose	-	Flax seed, cassava
Lotaustralin	C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>6</sub> 261.272 534-67-8	Methyl	Ethyl	Glucose	R	Lima bean, (cassava), (flax seed)
Neolinustatin	C <sub>17</sub> H <sub>29</sub> NO <sub>11</sub> 423.42 7229-42-6	Methyl	Ethyl	Gentiobiose	R	Flax seed
Sambunigrin	C <sub>14</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>6</sub> 295.29 138-53-4	Phenyl	H	Glucose	S	Elderberries
Taxiphyllin	C <sub>14</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>7</sub> 311.29 21401-21-8	p-Hydroxy-phenyl	H	Glucose	R	Bamboo shoot
Dhurrin	C <sub>14</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>7</sub> 311.29 499-20-7	p-Hydroxy-phenyl	H	Glucose	S	Durra, (sorghum)

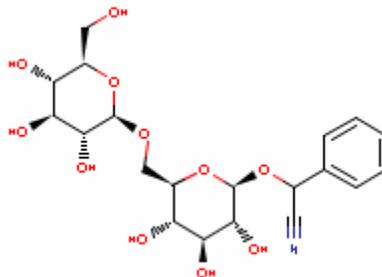
\* Lors de l'hydrolyse, un gramme des glycosides cyanogènes respectifs peuvent libérer des quantités suivantes de HCN: amygdaline, 59,1 mg de HCN, linamarine 109,3 mg de HCN, et prunasine 91,5 mg de HCN.

\*\*Sources mineures sont indiquées entre parenthèses.

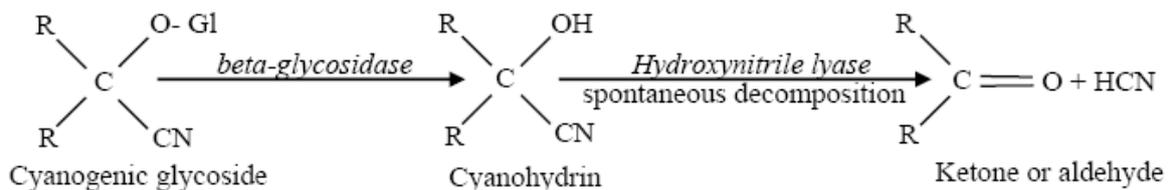
## 2.1- Glucosides cyno génétiques :

Le cyanure d'hydrogène (ou acide cyanhydrique ou HCN) est formé à la suite de l'hydrolyse enzymatique des glucosides cyanogénétiques, qui sont produites sous forme de métabolites secondaires par diverses espèces végétales. À son tour, le cyanogène terme qui décrit le processus par lequel une plante libère HCN à partir des glucosides cyanogènes (Seigler et

Brinker, 1993 ; Lechtenberg et Nahrstedt, 1999), sont convertis par la  $\beta$ -glycosidases , entraînant la formation de sucres et d'une cyanhydrine (figure 2). Cette dernière qui est une  $\alpha$ -hydroxynitrile) peut se décomposer spontanément, ou dans une réaction enzymatique catalysée par l'hydroxynitrile lyase, conduit à la formation d'une cétone ou d'un aldéhyde et d'HCN. Les deux enzymes sont présentes dans les plantes cyanogènes, mais sont séquestrées par les glucosides cyanogénétiques et donc restent inactifs. Si les tissus végétaux sont endommagés, soit par la mastication par les animaux ou par le traitement technique, les enzymes et les glycosides cyanogènes entrent en contact, et les réactions décrites sont lancées, ce qui entraîne en fin de compte la formation de HCN (Brimer, 2001) (figure 3)



**Figure 2 : Amygdaline**



**Figure 3 :**L'obtention du HCN par la double hydrolyse de l'amygdaline

La teneur en acide cyanhydrique varie dans de grandes proportions en fonction des variétés cultivées (tableau 12).

Egli, (1977) explique ces variations par essentiellement les facteurs suivants :

- L'irrigation
- Les techniques culturales
- L'utilisation de certains pesticides
- Les différences inter variétales

**Tableau 12:** Teneur en acide cyanhydrique des amandes de quelques variétés d'abricotiers (mg/100g d'amandes)

<b>Variétés</b>	<b>Teneurs</b>	<b>Auteurs</b>
<b>Variétés cultivées en Egypte</b>	150 ± 0.4	<b>Rahma et abd el Aal (1986)</b>
<b>Variétés cultivées aux USA</b>	164 ±10.9	<b>Stoewsand et al (1975)</b>
<b>Variétés cultivées aux USA</b>	302 à 308	<b>Keite in Egli (1977)</b>
<b>Variétés cultivées aux USA</b>	250	<b>Montgomry et al (1980) in Boufnik (1991)</b>

Le cyanure est toxique pour les humains et les animaux, en raison de sa capacité à se lier avec le fer, les ions manganèse ou le cuivre qui sont des groupes fonctionnels de nombreuses enzymes, y compris ceux qui sont impliqués dans la réduction de l'oxygène dans la chaîne respiratoire cytochrome. Les intoxications aiguës chez l'homme sont caractérisées par des symptômes tels que vomissements, nausées, maux de tête, étourdissements, des difficultés dans la vision, hyperpnée, les arythmies et peuvent aboutir à l'effondrement et la mort (Mlingi et al, 1992; Niesink et al, 1996 et Merck, 1996). Cela peut se produire en quelques secondes ou quelques minutes après l'inhalation de l'acide cyanhydrique, tandis que l'intoxication par voie orale avec du cyanure peut être fatale dans l'heure (Niesink et al, 1996). Après inhalation, la DL50 a été signalé comme étant d'environ 540 µl / L-HCN au cours des 5 minutes pour le rat, 170 µl / L-HCN au cours des 30 minutes pour la souris et 300 µl / L-HCN au cours des 30 minutes pour le chien

(Merck, 1996). Après exposition par voie orale, une DL50 d'approximativement de 2-6 mg de HCN / kg de poids corporel a été décrite chez les rongeurs et les chiens (Who, 1993).

Un certain nombre d'études chez les rongeurs, le rat, la souris, le cochon de Guinée et le hamster ont été effectuées afin d'établir une dose létale acceptable à l'exposition humaine. Dans une étude de 13 semaines sur des rats, l'administration de NaCN à des doses atteignant 24 mg / kg de poids corporel/ jour (correspondant à 13,2 mg de HCN / kg de poids corporel) incorporée dans l'eau potable, n'a pas entraîné d'effets négatifs significatifs sur le poids corporel, le poids des organes, histopathologie, ou paramètres de pathologie clinique. Aucune preuve de dommages neurologiques de la glande thyroïdienne n'a été constaté (NTP, 1993; l'EFSA, 2004). Chez les souris mâles, le seul effet de signification toxicologique a été la légère réduction de la queue de l'épididyme et la mobilité des spermatozoïdes réduite à la dose la plus élevée de 46 mg NaCN / kg de poids corporel par jour (correspondant à 25,4 mg de HCN / kg). Sur la base de ces effets, une dose létale de 16 mg NaCN / kg de poids corporel par jour a été établie pour les souris, ce qui correspond à 8,5 mg CN-/kg de poids corporel par jour (NTP, 1993; l'EFSA, 2004). Des indications de tératogénicité chez la progéniture de hamsters traités avec 120 - 140 mg de glucoside cyanogène linamarin / kg de poids corporel (équivalent à 13,1 à 15,3 mg de HCN / kg de poids corporel) ont été observés (Frakes et al, 1985.).

## **2.2-Réaction chez ruminants et monogastriques**

L' HCN a un même effet néfaste pour les animaux en général mais avec des sensibilités différentes qu'ils soient monogastriques ou poly

gastriques. Ainsi, les glycosides cyanogènes peuvent subir une hydrolyse acide (Eyjólfsson, 1970 et Bradbury et al, 1991), au niveau de l'estomac, bien que le temps de passage soit relativement court, permettant à la fraction principale de passer dans l'intestin. Une fois dans l'intestin d'un monogastrique, les glycosides sont absorbés, comme cela a été démontré pour la linamarine chez un certain nombre d'espèces animales et chez l'homme (Barrett et al, 1977; Philbrick et al, 1977 ; Brimer et Rosling, 1993 et Hernandez et al, 1995), et pour la prunasine (prulaurasin) et l'amygdaline chez différentes espèces animales (Carter et al, 1980; Rauws et al, 1982, 1983; Sakata et al, 1987).

Alternativement, ils seront hydrolysés par des micro-organismes (Carter et al, 1980; Bourdoux et al, 1982; Poulton, 1993). Selon Rauws et al (1983), la biodisponibilité de la prunasine est considérablement plus élevée que celle de l'amygdaline (mesurée chez le chien), ceci est probablement due (au moins chez le rat dans le jéjunum et l'iléon), que l'amygdaline n'est pas absorbée en tant que telle, mais est partiellement hydrolysée en prunasine qui à son tour peut-être transférée intacte à travers la paroi intestinale, sans clivage de la liaison glycosidique (Strugala et al., 1995) et est absorbée par l'intermédiaire du système de transport du glucose. Ainsi l'amygdaline absorbée sera excrétée sous forme inchangée dans l'urine (Ames et al, 1978; Moertel , 1981, Brimer et Rosling, 1993 et Hernandez et al, 1995).

Adewusi et Oke (1985), ont démontré que le foie, la rate et les reins (expérience faite sur les rats) pouvaient hydrolyser l'amygdaline glycoside cyanogène mais pas à un degré

significatif. La libération de HCN à partir de tissus végétaux se produit seulement quand ils sont endommagés, l'empoisonnement est généralement plus susceptible de se produire chez les ruminants que chez les monogastriques. L'hydrolyse microbienne totale des glucosides cyanogénétiques dans le rumen des moutons a été rapporté par Coop et Blackley (1949) et chez les génisses par Majak et al, 1984, 1987, 1990; Majak , 1992). Alors que, l'acide chlorhydrique dans l'estomac des chevaux et des porcs est assés rapidement détruit par les enzymes végétales qui libèrent la toxine.

Majak et Cheng (1984, 1987), ont enquêté sur un certain nombre de cultures pures de bactéries du rumen de génisses Hereford (in vitro) afin de déterminer les souches capable à hydrolyser par voie anaérobie l'amygdaline, et ont avancé les bactéries suivantes :

Bacteroides amylophilus et ruminicola, Butyrivibrio fibrisolvens, Clostridium spp, Coprococcus spp, Ruminantium Eubacterium .

Cependant, les mécanismes par lesquels les microorganismes hydrolysent les glycosides n'ont pas été déterminés dans des conditions d'anaérobie strict. La principale conclusion étant que les glycosides avec un fragment de sucre disaccharide en général, semblent être hydrolysés en deux étapes (Petruccioli et al, 1999a et 1999b; Brimer et al 1993, 1994, 1996, 1998b, 1998c), et que la vitesse de dégradation dépendrait du pH du rumen, qui peut varier avec le régime alimentaire (Majak et al, 1990). Le HCN formé sera dégagé et ou absorbé, avec seulement une petite fraction est métabolisé dans le rumen (Ngarmsak, 1978; Majak, 1992). Actuellement, on peut prétendre que les glycosides cyanogènes, seront hydrolysés par des microorganismes ou des enzymes microbiennes présentes dans le

système digestif des animaux monogastriques et des ruminants et produiront des cyanhydrines (HCN/CN-), présentant un risque d'intoxication au cyanure.

## **2.2.1- Réaction chez monogastriques**

### **2.2.1.1-Les volailles**

Une étude faite par Wiemeyer et al (1986), dont l'administration du NaCN s'est effectuée dans des capsules de gélatine ayant pour but de déterminer la DL50 de six espèces de volatiles (trois carnivores et trois granivores) :

Le vautour moine (*Coragyps atratus*); la crécerelle d'Amérique (*Falco sparverius*); la caille japonaise (*Coturnix japonica*); le poulet domestique (*Gallus domesticus*); le Petit-duc maculé (*Otus asio*) et l'étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*). L'observation faite est que les volatiles carnivores ont une DL50 pour NaCN qui varie de 4 à 8,6mg/kg de poids vif soit 2,2 à 4,7mg de HCN/kg de poids vif, alors qu'elle est plus sensible pour les granivores qui enregistrent des résultats en DL50 compris entre 9,4 à 21mg/kg de poids vif soit 5,02 à 11,06 mg HCN/kg poids vif, avec un DL50 record pour le poulet domestique atteignant 21mg/kg poids vif soit 11,6mg HCN/kg de poids vif.

Hill (1970) ; Maner et Gomez (1973) ; Al Gowdh et al (1990) et Panigrahi et al (1992), ont expérimenté le manioc et les graines de lin pour le poulet de chair et dindes et ont observé que la croissance été dépressive en phase démarrage mais n'avait pas d'effet significatif en phase finition. Ainsi, ils préconisent d'incorporer des doses de manioc ne dépassant pas les 10-15% en phase démarrage, et que la relation entre

le GMQ (gain moyen quotidien) avec la dose absorbée en HCN serait difficile à prouver.

Panigrahi et al (1992), affirment que l'incorporation de farine de manioc dans l'alimentation des poulets, peut entraîner des excréments liquides, qui causent des problèmes de gestion de litière et, par conséquent, susceptibles de limiter l'utilisation de la farine dans certains systèmes de productions avicoles. En outre, ils ont trouvé une association apparente entre le taux d'abreuvement et le contenu en cyanogène dans l'alimentation et ont noté que cela pourrait suggérer que la consommation d'eau est liée aux mécanismes de la toxicité du cyanure d'où la détoxification des glucosides cyanogènes. Cette étude ainsi que les études de Tewe (1984) et Gomez et al (1988), sont passées en revue par Garcia et Dale (1999), ont permis de conclure que :

- L'intoxication chronique au manioc peut causer une baisse de la production d'œufs, et de sa qualité en réduisant l'épaisseur de la coque et le taux d'éclosion. C'est dans ce sens qu'ils recommandent un régime qui ne dépasse pas les 100mg de HCN/kg d'aliment.
- Une teneur en cyanure de 83 mg / kg d'aliment n'a pas d'incidence sur la croissance des poussins, à condition que le régime a été nutritionnellement équilibré en termes d'énergie et d'acides aminés essentiels.
- une dose d'environ 2,8 mg HCN / kg de poids vif/jour exerce aucun effet indésirable dans la croissance des poulets de chair et peut être désignée comme un niveau toléré par la volaille.

### **2.2.2) Réaction chez les ruminants**

Les ruminants sont en général plus sensibles à l'intoxication cyanogènes que les monogastriques, cette sensibilité dépend de l'aliment ingéré, du pH du rumen, et du rythme d'ingestion. Ovins et caprins peuvent être considérés comme très sensibles comme l'ont observé Sousa et al (2003), qui constatent une apparition plus rapide et importante de cyanure dans le sang après administration par voie orale de 3,0 mg de KCN / kg de poids vif (correspondant à 1,2 mg de HCN / kg de poids vif).

Une expérimentation menée par Brioux et al (1928), sur des bovins en incorporant dans leurs alimentations du tourteau de lin pouvant libéré 0,4% d'acide cyanhydrique a conduit une heure après la mort de ces derniers. Le même constat a été rapporté par Viller (1965) chez les ovins ainsi que Perrot (1928) ; Colin (1937) ; Clawson et al (1937) ; Hibbs (1979) ; Caius (1992) ; Tokarnia et al (1999) ; Tegzes et al (2003) ; Radi et al (2004) ; Aslani et al (2004) et Amarin et al (2005). D'autres doses létales ont pu être déterminées par Coop *et al* (1949) et Moran (1954) et qui sont de 2,4mg de HCN/kg de poids vif pour les ovins et de 2mg de HCN/kg de poids vif pour les bovins.

Dans une enquête sur la toxicité subaiguë au cyanure chez les chèvres, Soto-Blanco et al (2005), ont traité cinq chèvres avec une dose de 8,0 mg de KCN / kg de poids vif/ jour (3,3 mg HCN / kg de poids vif), administrée en deux fois quotidiennement pendant sept jours. Au bout de trois jours, les chèvres ont convulsées et ont présenté de graves lésions dans leurs organes internes.

Soto-Blanco et Gorniak (2004b et 2004c), ont administré à vingt-six chèvres en gestation des doses respectives de 0, 1, 2 et 3 mg de KCN / kg de poids vif / jour (soit 0 ; 0,42 ; 0,84 et 1,26 mg HCN / kg de poids vif); administrées en deux doses quotidiennes dès le 24ème jour de gestation. A terme, les signes d'amaigrissement ont été observés

chez deux individus sur huit, avec deux chevreaux ayant une malformation de la mâchoire et deux chèvres qui ont avorté aux 120 jours pour celles nourries à 3 mg KCN / kg de poids vif /jour (1,26 mg de HCN / kg de poids vif). Par contre, ils n'ont remarqué aucun signe clinique pour les autres individus, ni abaissement du GMQ, ni avortement ou mise- bas précoce.

Une autre étude faite par Soto-Blanco et al (2002a), sur des chevreaux âgés entre 30 et 45 jours pendant cinq mois pour voir les effets neurologiques du cyanure administré par voie orale à des doses de 0,3 ; 0,6 ; 1,2 et 3.0 mg de KCN / kg de poids vif (soit 0,126 ; 0,252 ; 0,5 ; 1,26 mg de HCN / kg de poids vif) par jour. L'ensemble du système nerveux central de tous les animaux ont été recueillis pour l'histopathologie et l'immuno histochimie à la fin de l'expérience. Les résultats ont montré la présence de sphéroïdes dans la protubérance du bulbe rachidien et de la corne antérieure de la moëlle, une gliose et spongieuse épinière dans le bulbe rachidien, une gliose dans le pont, et ont endommagé les cellules de Purkinje dans le cervelet des boucs qui ont reçu la plus forte dose. Chez les boucs du groupe de 1,2 mg, la congestion et l'hémorragie dans le cervelet, et sphéroïdes dans la moëlle épinière ont été observées.

Il reste que certaines études ont affirmé que chez les ruminants, les moutons sont légèrement moins sensibles que les bovins (Humphreys, 1988; Aiello, 1998). Toutefois, aucune étude de longues durées telles que celles effectuées pour les chèvres par Soto-Blanco n'ont été faites sur d'autres espèces. Ainsi, la dose de 0,6 mg de KCN / kg PV / jour (0,25 mg de HCN / kg de poids vif) administrée par voie orale à des chèvres devrait être utilisée comme le niveau toléré pour les ruminants, et donc être la base pour le calcul de la

teneur maximale totale de substances cyanogènes et du HCN autorisés dans les aliments pour les ruminants.

### **3- Méthodes de détoxification :**

La détoxification consiste à éliminer les substances toxiques dont l'acide cyanhydrique, elle se fait par dégradation de l'hétéroside cyanogénétique (amygdaline) par l'action des enzymes endogènes (la  $\beta$  glucosidase).

Ainsi, la détoxification se fait en plongeant les amandes dans un milieu aqueux à une certaine température pour activer les enzymes endogènes, et cela dans toutes les méthodes de détoxification, dont les plus utilisées sont :

- **Méthode Gabriel et al (1981) :**

Elle préconise à placer les amandes amères d'abricot dans une solution de bicarbonate de sodium à 1%, les faire bouillir pendant 30mn. Ensuite, les placer sous l'eau du robinet pendant 24 heures, afin d'éliminer l'acide cyanhydrique dégagé et qui s'est combiné avec le bicarbonate de sodium.

- **Méthode Khairi et al (1975) :**

Consiste à placer les grumeaux d'amandes amères dans l'eau, dans la proportion 1 : 12 (p/v) à 40 °C durant une nuit .Après, les grumeaux sont séchés pendant toute une nuit sous un courant d'air chaud.

- **Méthode Talon :**

Citée par Juillet et al (1955), il s'agit de trempage des amandes amères. Cette méthode consiste à une hydrolyse totale du glucoside cynogénétique par inhibition aqueuse lente (de 40 à 50 °C), l'eau est renouvelée toutes les 12 heures.

Les amandes mondées nécessitent 60 à 90 heures de traitement, alors que les amandes non mondées vont jusqu'à 120 à 160 heures, suivi d'un séchage.

- **Méthode Lei et al (1999) :**

Méthode enzymatique qui consiste à l'ingestion de micro-organisme tel que *Lactobacillus plantarum*.

- **Méthode d'Azouz et al (2009)**

Les amandes amères sont placées dans l'eau contenant du bicarbonate de sodium à 0,1% à 100°C pendant 30 min, puis trempées pendant 48 min dans l'eau distillée pour enlever l'amertume.

- **Le rouissage :**

Préparation appliquée à certaines productions agricoles tels que le sorgho et le manioc, cette méthode a pour but principal de réduire le risque de toxicité. L'opération consiste au trempage dans l'eau de manière fréquente pendant quelques jours, ceci permet le développement de micro-organismes qui hydrolysent ou fermentent les composés à éliminer.

Les effets de la détoxification sur la composition de l'amande d'abricot (tableau 13), nous révèlent que le taux de protéines est légèrement affecté, le taux de lipides baisse d'au moins 4 points ainsi que celui des cendres de 0,4 point environ. Le taux d'humidité étant le plus affecté.

**Tableau 13 :** Effet de la détoxification sur la composition de l'amande d'abricot (Gabrial et al, 1981).

Eléments	Amandes non traitées	Amandes traitées
----------	----------------------	------------------

<b>Protéines</b>	25.70	25.46
<b>Lipides</b>	46.53	42.21
<b>Sucres</b>	8.31	12.76
<b>Cendres</b>	2.19	1.74
<b>Humidité %</b>	18.93	29.11
<b>% MS</b>		
<b>Eléments minéraux (mg/g100 deMS)</b>		
<b>P</b>	144.9	93.3
<b>Ca</b>	183.36	175.45
<b>Fe</b>	14.99	13.66
<b>Acides animés (mg/g100 de MS)</b>		
<b>Acide aspartique</b>	181	185
<b>Acide glutamique</b>	1125	813
<b>Serine</b>	758	722
<b>Alanine</b>	872	832
<b>Lysine</b>	554	521
<b>Arginine + Histidine</b>	1345	1398
<b>Leucine + isoleucine</b>	2325	2340

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

## **I- Objectif :**

L'objectif de cette étude consiste à la détermination de la valeur nutritive des tourteaux amandes d'abricot avec et exempts de substances anti-nutritionnelles qu'elles contiennent et de leurs incorporations dans l'alimentation animale (poulet de chair et ovin à l'engrais).

## **II- Détermination de la valeur nutritive :**

Les sous produits agro industriels sont relativement abondants en Algérie et peuvent contribuer à l'amélioration de l'alimentation du bétail de la région dans laquelle ils sont issus. Ce sont en général les issues de meunerie, les pulpes de tomates, d'agrumes, la mélasse, les grignons d'olives, les marcs de raisin, les drèches de brasserie et les noyaux d'abricots. Certains sont des compléments énergétiques comme la mélasse et les pulpes, d'autres sont protéiques comme l'amande d'abricot et les drèches de brasserie. Ces dernières riches en cellulose brute (20%) (Mekhalfia, 2000), par rapport aux amandes d'abricots (4,5%) (Juillet et al, 1935), sont moins indiquées que les amandes pour la constitution des formules alimentaires.

Les amandes sont issues de la transformation de l'abricot par les unités agro industrielles localisées dans la zone steppique de l'Est Algérien (le Hodna). Cette région est caractérisée par un élevage ovin mené en extensif et la pratique ancestrale de la culture de l'abricotier. Avec 31 000 ha de plantations d'abricotiers dont la majorité est localisée dans la région du Hodna, la production nationale de fruits est estimée annuellement à 73700 tonnes (M A, 2002). Les unités de transformations de l'abricot engendrent des sous produits constitués de noyaux dont l'amande et estimée à 25000 tonnes annuellement (M A, 2002). C'est un

facteur de pollution car difficilement commercialisable faute de débouché.

## **1-Matériel et méthodes**

### **1.1- Matériel :**

L'origine des noyaux d'abricot est la région de Batna qui produit la majeure partie des abricots sur le territoire national. L'unité de transformation de N'gaous est le siège de la récolte de toutes les variétés d'abricot cultivées.

Notre étude a porté sur deux types d'amandes :

Douce : à travers la variété luizet.

Amère : à travers la variété Amor leuch

Les opérations de décortication et de broyage ont été effectuées par nos soins à l'aide d'un broyeur à mâchoires sans dépelliculage.



**Photo 2 : Amande d'abricot**

## **1.2- Méthodes :**

### **1.2.1- Méthodes d'obtention du tourteau :**

Les amandes d'abricots, une fois broyées, ont été imprégnées d'hexane durant une demi-heure, puis passées sur un filtre pour séparer le tourteau de la micelle composée d'huile et d'hexane. Le tourteau a été séché dans une étuve à 60°C pendant une heure afin d'éliminer les résidus d'hexane.

**1.2.2- Méthodes de détoxification : Méthode Azouz et al (2009)**

### **1.2.3- Les méthodes analytiques :**

#### **1.2.3.1-La composition chimique :**

Elle est basée sur les méthodes de **l'AOAC (1975) :**

- La matière sèche (MS) :

Elle est obtenue en plaçant 5 g d'échantillon dans l'étuve préalablement chauffée à 103 °C pendant 4 heures puis on laisse refroidir au dessiccateur et on pèse jusqu'à poids constant.

$$H\% = \frac{E - M}{M} \times 100 \Rightarrow MS\% = 100 - H\%$$

H % : Humidité (en %)

E : Masse de l'échantillon avant séchage (en g).

M : Masse de l'échantillon après séchage (en g).

- La matière minérale (MM) et organique (MO)

La matière minérale est obtenue après incinération de 5 g d'échantillon dans un creusé préalablement taré, dans le four à moufle à 900 °C pendant 3 heures, après dessiccation et refroidissement on pèse.

$$MM\% = \frac{E - M}{E} \times 100 \Rightarrow MO\% = 100 - MM\%$$

E : Masse de l'échantillon avant séchage (en g).

M : Masse de l'échantillon après séchage (en g).

- La matière grasse (MG)

Elle est obtenue par extraction à l'éther diéthylique pendant 6 heures.

On prend 5 g d'échantillon et on le met en présence de 3 g d'un catalyseur qui est le sulfate de sodium dans une cartouche à extraction pendant 6 heures.

On recueille l'extrait étheré dans un ballon sec préalablement taré.

L'élimination de l'éther est obtenue par distillation au rotavapeur.

On sèche les résidus de l'évaporation pendant 90 minutes dans l'étuve à 80 °C.

On pèse le ballon après dessiccation pendant 30 minutes jusqu'à poids constant.

$$MG\% = \frac{P - P_0}{E} \times 100$$

P : Poids du ballon avec matière grasse (en g).

P<sub>0</sub> : Poids du ballon vide (en g) sans matière grasse.

E : Masse de l'échantillon (en %).

- La matière azotée totale (MAT)

Elle est déterminée par la méthode de KJELDHAL

- ◆ Minéralisation

Introduire 1 g d'échantillon dans un matras avec 10 g de sulfate de potassium, 1 g de sulfate de cuivre, 25 ml d'acide sulfurique. Homogénéiser le mélange puis chauffer progressivement jusqu'à l'obtention d'une couleur vert clair temps = 3 heures.

- ◆ Distillation :

~Ajouter 350 ml d'eau distillée.

~Verser dans le matras 100 ml de solution de soude 40% plus un granulé en zinc.

~Placer le matras dans l'appareil.

~Placer dans l'autre extrémité de l'appareil un bêcher de 250 ml contenant 25 ml d'acide sulfurique 0.1 N et 2 à 3 gouttes de rouge de méthyle.

~Chauffer le ballon de façon à distiller environ 150 à 200 ml

- ◆ Titration

Titrer dans le flacon collecteur l'excès d'acide sulfurique à 0.1 N par la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur jaune clair.

◆ Résultat

$$\text{MAT}\% = \frac{(V_1 - V_2) \times 1.4 \times 6.25}{1000} \times 100$$

$V_1$  : Volume de solution de réception de l'acide sulfurique (0.1 N)

$V_2$  : Volume de la titration lu sur la burette d'hydroxyde de sodium (0.1 N).

• Le dosage des composés pariétaux

Les résidus des parois cellulaires (NDF) s'obtiennent selon la méthode de (VAN SOEST et WINE, 1967), après la solubilisation du contenu cellulaire sous l'action du détergent lauryl sulfate de sodium et des substances pectiques sous l'action d'un agent chélatant. La fraction organique du résidu, paroi cellulaire, est composée théoriquement d'hémicellulose, de cellulose et de lignine. En réalité une partie de ces composés est solubilisée et le résidu contient des proportions variables de matières azotées (1 à 20 %).

Acide détergent fibre ou ADF :

Cette méthode dose uniquement la cellulose et la lignine des parois végétales après solubilisation des hémicelluloses en présence d'acide sulfurique normal. Ce dosage fait normalement suite à l'extraction du résidu NDF selon la méthode de (VAN SOEST et WINE, 1967), on réalise le dosage directement sur l'échantillon en prenant soin d'ajouter à l'acide sulfurique normal, un détergent pour solubiliser le contenu cellulaire (protéines et graisses principalement).

La lignine :

La lignine est un constituant non glucidique des végétaux. On parle plus communément des lignines car il s'agit de molécules complexes constituées de copolymères de 3 alcools à noyau aromatique phénylpropane, qui incrustent les structures polysaccharidiques des tissus de soutien et de conduction des végétaux. Les lignines sont indigestibles et réduisant aussi la digestibilité des constituants associés par un effet de barrière et/ou par un effet négatif sur l'activité cellulolytique de micro-organismes. De par sa complexité et sa diversité des fractions ligneuses, de nombreuses méthodes sont applicables pour le dosage de lignine. Les méthodes adoptent un compromis entre l'obtention d'une fraction pure et l'élimination des composés non ligneux.

**Schéma n°01** : Mode opératoire de la méthode pour l'analyse de la paroi végétale.

**P<sub>0</sub>**

Creuset vide taré

**E**

Prise d'essai  
(1 g de poudre d'échantillon)

Hydrolyse au détergent neutre (NDF) : 1 heure.  
Filtration et lavage à l'eau distillée bouillante (1 litre / creuset).  
Dessiccation à l'étuve à 105 °C : 24 heures.

**P<sub>1</sub>**

Résidu + creuset  
Cellulose  
Hémicellulose  
Lignine  
Cendres

Hydrolyse au détergent acide : 1 heure.  
Filtration et lavage à l'eau distillée bouillante (1 litre / creuset).  
Dessiccation à l'étuve à 105 °C : 24 heures.

**P<sub>2</sub>**

Résidu + creuset  
Cellulose  
Lignine  
Cendres

Attaque à l'acide sulfurique 72 % : 3 heures.  
Filtration et lavage à l'eau distillée bouillante (1 litre / creuset).  
Dessiccation à l'étuve.

**P<sub>3</sub>**

Résidu + creuset  
Lignine  
Cendre

Incinération au four à 550 °C : 4 heures.

P<sub>4</sub>

Résidu + creuset Cendre
----------------------------

### Calcul :

$$\text{NDF} = \frac{P_1 - P_4}{E} \times 100$$

$$\text{ADF} = \frac{P_2 - P_4}{E} \times 100$$

$$\text{LIGNINE (ADL)} = \frac{P_3 - P_4}{E} \times 100$$

$$\text{HEMICELLULOSE} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

$$\text{CELLULOSE} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

### 1.2.3.2-Le dosage de l'acide cyanhydrique (HCN)

On a utilisé la méthode de BIPEA (1978)

#### Analyse qualitative :

L'analyse qualitative est faite à l'aide d'un test au papier micro-soudé de Grignard.

✓ Placer 20 g d'amande broyée et décortiquée dans un erlenmeyer avec 50 ml d'eau tiède et suspendre un papier micro-soudé dans un flacon en le coinçant dans le bouchon.

✓ Porter à l'étuve à 37 °C pendant 12 à 24 heures, si l'amande renferme de l'HCN, le papier micro-soudé jaune vire au rouge brique.

✓ Le papier micro-soudé est préparé en trempant des bandes de papier filtre dans une solution à 10% de carbonate de sodium.

✓ Après seulement 12 heures dans notre cas le papier micro-soudé jaune vire au rouge brique, ce qui indique que notre échantillon renferme de l'HCN.

#### Analyse quantitative :

En raison de l'importance du potentiel cyanogénétique des végétaux consommés par l'homme et l'animal, trois méthodes d'analyse sont applicables actuellement.

- Méthode enzymatique
- Méthode calorimétrique
- Méthode d'afnor

C'est la dernière méthode qu'on a utilisée pour le dosage pour la teneur en HCN dans notre échantillon.

Le mode opératoire :

Peser à 5 mg près, 20 g d'échantillon, les introduire dans un ballon de 1 litre à fond plat et ajouter 50 ml d'eau et 10 ml de suspension d'amandes douces, boucher le ballon et le maintenir pendant 16 heures dans l'étuve à 38 °C.

Refroidir ensuite à la température ambiante et ajouter :

- 80 ml d'eau
- 10 ml de solution d'acétate de sodium et une goutte d'émulsine antimouse.

Relier le ballon à l'appareil de distillation à la vapeur et le placer dans un bain d'huile préalablement portée à une température légèrement supérieure à 100 °C.

Distiller 200 à 300 ml de liquide faisant passer dans le ballon un puissant courant vapeur et en chauffant doucement au bain d'huile.

Recueillir le distillât dans un erlenmeyer placé à l'abri de la lumière et contenant 50 ml exactement de solution de nitrate d'argent et 1 ml d'acide nitrique.

Vérifier à ce que la rallonge du réfrigérant plonge dans la solution du nitrate d'argent.

Transvaser le contenu de l'erlenmeyer dans un ballon jaugé de 500ml, compléter au volume avec l'eau, agiter et filtrer.

Prélever 250 ml du filtrat, ajouter 1 ml environ de solution de sulfate d'ammonium ferrique et titrer en retour l'excès de nitrate d'argent par la solution diluée de thiocyanate d'ammonium.

Effectuer éventuellement un essai à blanc en appliquant le même mode opératoire à 10 ml de suspension d'amandes douces, en absence d'échantillon à analyser.

Calcul des résultats :

Si l'essai à blanc indique une consommation de sodium de nitrate d'argent 0.02 N soustraire cette valeur consommée par le distillat de l'échantillon sur 01 ml de nitrate d'argent 0.02 N correspond à 0.54 mg de HCN.

Exprimer le résultat en pourcent de l'échantillon

### **1.2.3.3- La digestibilité in vitro de la MO :**

Cette méthode estime à travers deux étapes enzymatiques, la digestibilité de la matière organique des aliments chez les ruminants telle que décrite par Aufrère (1982).

Elle consiste à soumettre l'échantillon à une attaque à la pepsine avec un PH = 4.8 et à mesurer par gravimétrie le résidu de la matière organique non digéré.

**Le mode opératoire :**

- ❖ Séchage des creusets : qui sont préalablement passées au four à 550°C. Après refroidissement au dessiccateur.
- ❖ Peser les creusets à verre fritté de (porosité 2), poids du creuset vide  $P_0$ .
- ❖ Peser précisément à 0.001 mg près 0.5 g d'échantillon (E en MS) dans un creuset.
- ❖ Ajouter 50 ml de mélange pepsine HCl 0.1 N préchauffé à 40°C.
- ❖ Couvrir les creusets par en bas avec des bouchons en caoutchouc mou et la partie supérieure avec du para film et les placer au bain-marie à mouvement horizontal avec couvercle à 40 °C pendant 24 heures.
- ❖ Rincer avec de l'eau distillée chaude (300ml).
- ❖ Après refroidissement, ajouter 7 ml d'acétate de sodium 20 % pour ajuster le PH à 4.8.
- ❖ Ajouter 40 ml de solution cellulase (Aspergillus Niger : Ec3.2.1.4 ) préchauffée à 40 °C).
- ❖ couvrir les creusets de para film et les placer au bain-marie à 40°C pendant 24 heures.
- ❖ Filtrer quantitativement sur creuset  $P_1$ . Laver les résidus dans les creusets à l'eau distillée chaude.
- ❖ Placer les creusets sur la rampe de rinçage et rincer une dernière fois à l'acétone.
- ❖ Sécher les creusets à 105°C pendant une nuit et les peser après refroidissement dans un dessiccateur : poids du creuset + résidu MS=  $P_1$ .
- ❖ Minéraliser les creusets pendant 5 heures au four, les peser à froid : poids du creuset + cendre =  $P_2$ .

**Calcul :**

$P_0$  : Poids du creuset vide.

$P_1$  : Poids « creuset + résidu non digéré en MS en g ».

$P_2$  : Poids « creuset + cendre (en g) ».

E(MS) : prise d'essai en matière sèche.

E(MO) : prise d'essai en matière organique.

Dcell MO : digestibilité pepsine cellulase exprimée par rapport à la matière organique.

Les équations proposées pour prévoir la digestibilité de la matière organique (DMO)

$$D_{\text{cellMO}} = \frac{E(\text{MO}) - (P_1 - P_2)}{E(\text{MO})} \times 100$$

Correction par le témoin:  $\frac{D_{\text{cell témoin}} \times D_{\text{cell échantillon de la série}}}{D_{\text{cell témoin de la série}}} = D_{\text{cell corrigée de l'échantillon}}$

Avec :

$$DMO = 0.699 D_{\text{cellMO}} + 22.6 \quad Sr = 3.2 \quad R = 0.978$$

### 1.2.3.4- La digestibilité in vitro des protéines :

Estimée selon la méthode décrite par **(Aufrere et Cartailier, 1988)**

#### Principe :

L'échantillon subit une hydrolyse par protéase d'origine bactérienne dans un tampon borate-phosphate PH : 8 au temps 1 heure. Le dosage de l'azote dégradé est effectué sur le surnageant par la méthode **KJELDHAL**.

#### Mode opératoire :

- Pesée de 0.5 g d'échantillon broyé à la grille de 0.8 mm dans un tube à centrifuger de 80 ml (chaque point de cinétique est réalisé en double). Parallèlement la teneur en matière sèche est déterminée en double à 103 °C pendant 48 heures. Un témoin est introduit ainsi que un tube sans échantillon qui permet de connaître la teneur en azote de la préparation enzymatique.

- Adjonction de 50 ml de solution enzymatique.  
Bouchage des tubes. Incubation dans un bain-marie thermostaté à 40 °C.

Agitation manuelle aux temps 0 mn, 1h,

Solution enzymatique (2g d'enzyme / 1 tampon borate-phosphate).

- ~ Tampon borate-phosphate Ph 8 (12.2g/l  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; 8.91 g/l  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ).
- ~ Enzyme: protéase extraite de *Streptomyces griseus* (type XIV, Sigma n° P-5147) (dissoudre l'enzyme dans un tampon borate-phosphate PH 8, ajuster la solution et filtrer ensuite la solution enzymatique obtenue (filtre WHATMAN n°41). La solution doit être préparée extemporanément.
- ~ Tétracycline (antibiotique) Sigma n°T-3258 (10 mg/ 100ml tampon borate-phosphate Ph 8). Cette solution peut être conservée au maximum 1 mois à +4°C.

- ~ Nystatine (antifongique) Sigma n°3503 (10mg/l). La nistatine est pesée directement.
- ~ 0.5 ml de solution enzymatique (1 mg/500mg d'échantillon)
- ~ 0.5 ml de solution de tétracycline (0.05mg/500mg d'échantillon).
- ~ 0.5 ml nystatine (0.5 mg/500 mg d'échantillon).

Compléter à 50 ml avec du tampon borate phosphate PH 8.

● après retrait des tubes aux temps 1h, centrifuger 5mn à 3000 tours/mn.

● filtration sur filtres (Durieux 2B) préalablement humidifiés avec de l'eau distillée.

● dosage de l'azote sur le surnageant par la méthode KJELDHAL.

#### Calcul :

Les valeurs d'azote dégradé sont rapportées d'abord à la matière sèche de départ, puis en % de l'azote de l'échantillon.

$$\text{Quantité d'azote dégradé dans le surnageant (\%MS)} = \frac{14 \times T \times (V - V_0)}{m \times 1000} \times 100$$

T : normalité de l'acide chlorhydrique.

V : volume en ml d'acide chlorhydrique nécessaire à la neutralisation pour la prise d'essai.

V<sub>0</sub> : volume en ml d'acide chlorhydrique nécessaire à la neutralisation pour le blanc.

m : masse en gramme de la prise d'essai (exprimée par rapport à la MS).

N : azote

$$\text{Quantité d'azote dégradé dans le surnageant (\%Nt)} = \frac{\text{Quantité d'azote dégradé dans le surnageant (\%MS)}}{\text{teneur en N total (\%MS)}} \times 100$$

Chaque série est corrigée par le témoin.

Liaison entre la DT et la dégradabilité enzymatique :

$$DT = 0.91 DE1 + 15.10 \quad n = 12 \quad r = 0.93 \quad Sr = 7.39$$

### 1.2.3.5- La détermination de l'énergie brute :

Elle a été déterminée à l'aide de la bombe calorimétrique.

### 1.3- Les méthodes de calcul :

Elles ont pour base les équations proposées par Sauvante et al (2004).

### Pour les valeurs énergétiques

#### La digestibilité de l'énergie :

$dE = dMO - 3,94 + 0,104MAT + 0,149MG + 0,022NDF - 0,244MM$   
avec  $n=183$  ;  $r=0,68$  ;  $ETR=1,5$

#### Teneurs en énergie digestible et métabolisable :

$$ED = EB \times \frac{dE}{100}$$

$$EM = ED \times \frac{EM}{ED}$$

$$\text{avec } 100 \frac{EM}{ED} = 86,38 - 0,099CB_0 - 0,196MAT_0$$

q : concentration en énergie métabolisable de l'aliment

$$q = \frac{EM}{EB} \quad 0 < q < 1$$

#### Efficacités d'utilisation de l'énergie métabolisable en énergie nette

$$kl = 0,60 + 0,24(q - 0,57)$$

$$km = 0,287q + 0,554$$

$$kf = 0,78q + 0,006$$

$$Kmf = \frac{Km \times Kf \times 1,5}{Kf + 0,5Km}$$

#### Valeurs UFL et UFV des matières premières :

$$UFL = \frac{EM \times Kl}{1700}$$

$$UFV = \frac{EM \times Kmf}{1820}$$

- Pour les valeurs azotées (PDI) (VERITE et al, 1987):

$$dr = 88,3 + 0,371MAT - 0,0037MAT^2 - 1,07ADL - 0,313MOND$$

$$\text{PDIA} = \text{MAT} \times [1.11 (1-\text{DT})] \times \text{dr}$$

$$\text{PDIMN} = \text{MAT} \times [1 - 1.11 (1-\text{DT})] \times 0.9 \times 0.8 \times 0.8$$

$$\text{PDIME} = \text{MOF} \times 0.145 \times 0.8 \times 0.8$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

Avec MAT : matières azotées totales en g/kg de matière sèche

DT : dégradabilité théorique de l'azote in sacco dans le rumen ( $0 < \text{DT} < 1$ )

dr : digestibilité réelle de PIA dans l'intestin grêle ( $0 < \text{dr} < 1$ )

MOF : matière organique fermentescible - matière grasse – matières azotées non dégradables (soit a priori  $\text{MAT} \times (1-\text{DT})$ )

#### **1.4- Traitement statistique**

La statistique descriptive et l'analyse de variance du modèle linéaire général uni varié (ANOVA), ont été effectuées avec le logiciel SPSS (version 18, 2008). Le modèle linéaire général a été utilisé pour tester les effets des facteurs sur les variables, le test post Hoc par l'application du test S.N.K (Student-Newman-Keules) et Duncan, pour estimer la signification ou l'homogénéité entre les différents sous ensembles (test de comparaison entre les moyennes). Les différences ont été considérées comme significatives avec un risque d'erreur de 5%.

## **2- Résultats et discussion :**

### **2.1- La teneur en acide cyanhydrique (HCN)**

Les teneurs en HCN des différents échantillons d'amandes et de leurs tourteaux sont retracées dans le tableau 14.

Les teneurs en HCN des amandes douces et de leurs tourteaux sont faibles (8,64 et 10,84mg/100g de MS respectivement) par rapport aux taux contenus dans les amandes amères et leurs tourteaux (114,26 et 119,38mg/100g de MS respectivement). Les teneurs en HCN des amandes sont variables et fluctuent en fonction des variétés comme suit :

< à 0,05, 1 à 2 > à 2000mg/kg de MS (EFSA, 2004).

Pour Holzbecher et al (1984), les amandes d'abricot amères contiennent 1450mg de HCN par kg de MS soit environ 0,5mg par amande. Les seuls essais effectués sur des porcins à des doses de 1 ; 0,4 ; 0,7 et 1,2mg par kg de poids métabolique n'ont pas révélé des contraintes physiologiques (Jackson, 1988). Les essais sur rats avec une eau de boisson contenant 300mg/l de HCN et qui correspondrait à 12.5 mg/kg de poids métabolique /jour en HCN, ont révélé une diminution du nombre de spermatozoïdes chez le mâle.

Des effets sur les testicules ont été aussi observés chez les chiens ayant reçu une alimentation à base de manioc, riz et cyanure (Kamalu, 1993).

**Tableau 14** : Teneurs en HCN des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en mg/100g de MS)

Désignation	Teneur Moyenne	Variabilité		
		Min	-	Max
Amande douce	8,64	4,18	-	16,32
Amande amère	114,26	112,87	-	121,60
Tourteau d'amande douce	10,84	5,24	-	17,56
Tourteau d'amande amère	119,38	116,18	-	129,52
Amande détoxifiée	2,86	2,55	-	3,19
Tourteau détoxiqué	3,91	3,45	-	4,57

## 2.2- La composition chimique

La composition chimique des différents types d'amandes et de leurs tourteaux est retracée dans le tableau 15.

- **La matière sèche (MS):**

Les taux de matière sèche des amandes douces et amères ne sont pas significativement différents mais pour l'amande détoxifiée, ce taux est autre (89,7%), ceci est dû au traitement exclusivement hydrique de la méthode de Azouz et al (2009).

Pour les tourteaux, le taux de matière sèche varie entre 95,8 et 96,6 % et est plus important que celui des graines d'amandes du fait du procédé d'obtention de ces dits tourteaux. Cependant une différence significative existe entre le tourteau détoxifié et les autres tourteaux pour ce qui est de la MS et est dû à la méthode employée pour la

détoxification, qui consiste en un trempage qui ne fait qu'augmenter leur taux d'humidité.

Les valeurs de MS obtenues pour les amandes d'abricot en littérature sont en moyenne de 92,5% (Juillet et al, 1955 et Rahma et al, 1986). Ces valeurs sont fonction du mode et des conditions de stockage. Pour les tourteaux, Juillet et al (1955), avancent un taux de matière sèche de 93,31% qui rejoint celui énoncé par Trari (1989) (94.72%), pourcentages qui se rapprochent de nos résultats.

- **Les matières : minérale (MM) et organique (MO)**

Complémentaires l'une de l'autre et sans effet significatif entre les différents échantillons, la teneur en MM fluctue entre 2,6 et 3 % de MS en fonction du procédé technologique d'obtention de l'huile.

La teneur en MM des amandes d'abricot évolue en fonction des différents auteurs entre 2,24 et 3,9% de MS (Bouakaz ,1989 ; Kadri, 1990 ; Gotin, 1958 ; Naveen, 1985 ; Tires, 1990 ; INRA, 1981et Boufnik, 1991). Pour les tourteaux, Trari (1989) pour un mélange d'amande douce et amère trouve 4,17% MS et Juillet et al (1955) sur amande douce, le résultat de 4,31% de MS.

- **Les matières azotées totales (MAT)**

Les teneurs en MAT des différentes graines d'amandes ne sont pas différentes et fluctuent entre 21,8 et 22,4% de MS. Il en est de même pour les tourteaux avec des valeurs variant de 42,3 à 42,9% de MS.

La différence entre la teneur en MAT des graines et des tourteaux résultent de l'élimination des huiles qui confèrent aux tourteaux une meilleure expression des MAT.

Les teneurs en MAT des amandes d'abricot varient en fonction des conditions climatiques, pédologiques et variétales (24,5 à 26,2 pour les variétés russe (Normakhmatou, 1975 ; Yakibov et al, 1979), 20 à 45% pour celles cultivées en Inde (Bhatia et al, 1987), 24,1 et 25,30% pour

les variétés égyptiennes (Gabrial et al, 1981 ; Rahma et al, 1986). En fonction de l'amerture, INRA (1981) trouve une valeur de 23,48% et Boufnik (1991) de 21,03% et en fonction du traitement de détoxification, entre 21,36 et 24,99% de MS (Herras, 1992) et 18,59% (INRA, 1981).

Pour les tourteaux d'amandes douces, une valeur de 41,28% est avancée par Juillet et al (1955) et de 16,20% pour un tourteau de mélange d'amandes douces et amères (Trari, 1989).

- **La cellulose brute (CB)**

Les taux de CB des graines d'amandes ne sont pas différentes et fluctuent entre 6 et 6,9% de MS à l'instar des tourteaux qui eux ont des teneurs qui varient entre 7,6 et 7,8% de MS.

Pour les tourteaux d'amandes d'abricot, les chiffres avancés par Trari (1989) et Juillet et al (1955) sont de 7,8% et 8,94% de MS respectivement, chiffres qui confortent nos résultats.

Pour les amandes, les valeurs en CB rapportées par plusieurs auteurs varient entre 4,50 à 6,53% de MS.

- **La matière grasse (MG)**

La teneur en MG des amandes douces et amères est similaire. Par contre pour l'amande détoxifiée, sa teneur est différente (40,7% de MS) et serait dûe au procédé technologique qui induirait une élimination des acides gras hydrosolubles. La même remarque est à faire pour le tourteau détoxifié par rapport aux autres tourteaux.

Le taux de MG fluctue avec les variétés et les lieux de cultures : Égypte 24,10 et 25,30% de MS (Gabrial et al, 1981 ; Rahma et al, 1986 respectivement), l'Inde 27 à 67% de MS (Bhatia et al, 1987) et l'URSS 52,3 à 57,4% de MS et 45 à 55% de MS (Normakhmatov, 1975 et Yakibov et al, 1979 respectivement).

Pour les tourteaux, la teneur en MG est de 28,22% de MS (Trari, 1989) et de 15,15% de MS (Juillet et al, 1955), cette teneur variable est

une fonction qui est directement liée à la nature du procédé technologique employé.

**Tableau 15** : Composition chimique des différents types d'amandes et de leurs tourteaux

Désignation	MS %	% MS				
		MO	MAT	CB	MG	MM
<b>Amande douce</b>	94,6±2,2 <sup>a</sup>	97,3±2,3 <sup>a</sup>	21,9±1,5 <sup>a</sup>	6,7±1,3 <sup>a</sup>	43,2±3,1 <sup>a</sup>	2,7±0,2 <sup>a</sup>
<b>Amande amère</b>	93,6±1,9 <sup>a</sup>	97,4±2,7 <sup>a</sup>	22,4±1,7 <sup>a</sup>	6,9±1,6 <sup>a</sup>	43,9±2,9 <sup>a</sup>	2,6±0,4 <sup>a</sup>
<b>Tourteau d'amande douce</b>	95,8±1,8 <sup>b</sup>	96,8±2,2 <sup>a</sup>	42,3±2,4 <sup>b</sup>	7,8±1,2 <sup>b</sup>	11,6±0,9 <sup>b</sup>	3,2±0,3 <sup>a</sup>
<b>Tourteau d'amande amère</b>	96,6±2,1 <sup>b</sup>	96,7±2,0 <sup>a</sup>	42,9±3,1 <sup>b</sup>	7,7±1,4 <sup>b</sup>	10,4±0,7 <sup>b</sup>	3,3±0,5 <sup>a</sup>
<b>Amande détoxifiée</b>	89,7±1,4 <sup>c</sup>	97,0±2,5 <sup>a</sup>	21,8±1,2 <sup>a</sup>	6,0±1,6 <sup>a</sup>	40,7±3,4 <sup>c</sup>	3,0±0,6 <sup>a</sup>
<b>Tourteau détoxifié</b>	89,3±1,9 <sup>c</sup>	97,1±2,3 <sup>a</sup>	42,3±2,6 <sup>b</sup>	7,6±1,3 <sup>b</sup>	8,2±0,3 <sup>d</sup>	2,9±0,4 <sup>a</sup>

*MS* : matière sèche ; *MO* : matière organique ; *MAT* : matières azotées totales ;  
*CB* : cellulose brute ; *MM* : matières minérales.

Sur la même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par une lettre sont statistiquement significatives  $p < 0,05$ .

### 2.3- Les composés pariétaux

Les valeurs des composés pariétaux des différentes amandes et de leurs tourteaux sont retracées dans le tableau 16.

Pour les amandes qu'elles soient douces, amères ou détoxifiées, leurs valeurs en NDF sont semblables et fluctuent de 16,1 à 17,4% de MS. Par manque de bibliographie sur les amandes, nous les comparerons aux autres oléagineux les plus utilisés.

Nos valeurs se rapprochent de la teneur en NDF de la graine de colza 17,6% (INRA, 2004). Pour les tourteaux, on remarque que le tourteau

d'amande douce a une valeur qui se rapproche du tourteau détoxifié ; et que le tourteau d'amande amère prend une valeur qui est la plus faible.

Les valeurs ADF des amandes sont sensiblement identiques quelque soit leur nature, il en est de même pour l'ensemble des tourteaux. Pour le taux de lignine ou ADL, la même remarque est à relever concernant les amandes ou leurs tourteaux. L'ADL étant le facteur le plus important dans les composés pariétaux, sa valeur moyenne est assimilable à celle de la graine de tournesol (5,7% de MS), de lin (5,6% de MS), de colza (5,5% de MS) (INRA, 2004)

**Tableau 16** : Teneurs en composés pariétaux des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en % de MS)

Désignation	NDF	ADF	Hémi cellulose	Cellulose	Lignine
Amande douce	17,4±2,2 <sup>a</sup>	10,9±2,3 <sup>a</sup>	6,5±1,0 <sup>a</sup>	6,5 ±0,8 <sup>a</sup>	4,4±0,4 <sup>a</sup>
Amande amère	16,7±2,4 <sup>a</sup>	9,8±2,1 <sup>b</sup>	6,9±0,8 <sup>a</sup>	5,6 ±0,4 <sup>a</sup>	4,2±0,6 <sup>a</sup>
Tourteau d'amande douce	19,6±2,1 <sup>b</sup>	11,6±2,2 <sup>a</sup>	8±1,1 <sup>b</sup>	5,2±0,7 <sup>a</sup>	6,4±0,8 <sup>b</sup>
Tourteau d'amande amère	17,5±1,9 <sup>a</sup>	11,2±2,4 <sup>a</sup>	6,3±0,7 <sup>a</sup>	5,5±0,9 <sup>a</sup>	5,7±0,3 <sup>b</sup>
Amande détoxifiée	16,1±1,7 <sup>a</sup>	10,4±2,0 <sup>a</sup>	5,7±0,6 <sup>a</sup>	5,6±0,3 <sup>a</sup>	4,8±0,7 <sup>a</sup>
Tourteau détoxifié	18,4±2,2 <sup>b</sup>	10,7±1,9 <sup>a</sup>	7,7±0,9 <sup>b</sup>	4,6±0,6 <sup>a</sup>	6,1±0,9 <sup>b</sup>

*NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber.*

*Sur la même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par une lettre sont statistiquement significatives  $p < 0,05$ .*

#### 2.4- La digestibilité de la MO et des protéines

Elles sont retracées dans le tableau 17.

Les digestibilités protéiques et organiques des amandes douces, amères et détoxifiées sont sensiblement les mêmes et prennent des

valeurs comprises entre 59,4 et 62,7% pour la DT et se rapprochent de la valeur de la graine de soja toastée (63%) (INRA, 2004).

Pour les valeurs de la DMO, elles varient entre 65,7 à 68,4% et se rapprochent de la valeur de la graine de coton (66%) (INRA, 2004).

Pour les tourteaux d'amandes douce et amère, la DT est sensiblement identique et évolue entre 72,8 et 74,6% et le tourteau détoxifié prend une plus grande valeur avec 76,3% qui est dû à la détoxification. La valeur de la DT des tourteaux d'amandes est similaire à celle du tourteau de sésame expeller (72%) (INRA, 2004) et celle du tourteau détoxifié de la valeur du tourteau de tournesol non décortiqué ou partiellement (77%) (INRA, 2004).

Les valeurs DMO des tourteaux d'amandes douces et amères sont semblables et évoluent entre 74,4 et 76,8%. Ces valeurs se rapprochent de la DMO du tourteau de coprah expeller (76%) (INRA, 2004), par contre celle du tourteau détoxifié, sa valeur s'assimile à celles du tourteau de lin déshuilé et du tourteau de coton déshuilé (78%) (INRA, 2004).

**Tableau 17** : Digestibilité de la matière protéique et de la matière organique des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en %)

Désignation	DT	DM O
Amande douce	60,4±4,8 <sup>a</sup>	68,4±3,7 <sup>a</sup>
Amande amère	59,4±3,7 <sup>a</sup>	65,7±4,1 <sup>a</sup>
Tourteau d'amande douce	74,6±5,1 <sup>b</sup>	76,8±3,3 <sup>b</sup>
Tourteau d'amande amère	72,8±5,6 <sup>b</sup>	74,4±4,6 <sup>b</sup>
Amande détoxifiée	62,7±4,2 <sup>a</sup>	66,2±3,9 <sup>a</sup>
Tourteau détoxifié	76,3±4,8 <sup>c</sup>	79,1±4,8 <sup>c</sup>

*DT* : dégradabilité théorique de l'azote ; *DMO* : digestibilité de la matière organique  
Sur la même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par une lettre sont statistiquement significatives  $p < 0,05$ .

## 2.5- Les énergies brutes

Les teneurs en énergie brute des différents échantillons d'amandes et de leurs tourteaux sont indiquées dans le tableau 18. Les amandes douces, amères et détoxifiées ont des énergies brutes voisines avec une valeur au-delà de 6600kcal/kg de MS. Cette valeur se rapproche de l'énergie brute de la graine de tournesol et est fonction de la teneur en MG contenue dans les graines.

Pour les tourteaux, leurs énergies brutes sont similaires pour ceux issus des amandes douces et amères mais pour les tourteaux détoxifiés, la teneur en énergie brute est différente et table environ 5070 kcal/kg de MS du fait que la détoxification a fait baisser significativement le taux de matières grasses.

**Tableau 18** : Teneurs en énergie brute des différents types d'amande et de leurs tourteaux (en kcal/kg de MS)

Désignation	Energie Brute
Amande douce	6633,89 ±130 <sup>a</sup>
Amande amère	6665,738 ±125 <sup>a</sup>
Tourteau d'amande douce	5248,23 ±133 <sup>b</sup>
Tourteau d'amande amère	5179,57 ±126 <sup>b</sup>
Amande détoxifiée	6757,69 ±136 <sup>a</sup>
Tourteau détoxifié	5072,39 ±128 <sup>c</sup>

Sur la même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par une lettre sont statistiquement significatives à  $p < 0,05$ .

## 2.6- Les unités fourragères lait (UFL) et viande (UFV)

Les valeurs UFL et UFV des différents échantillons d'amandes et de leurs tourteaux sont retracées dans le tableau 19

L'amande douce possède une UFL la plus importante avec 1,40/kg de MS. Les amandes amères et détoxifiées ont des UFL similaires mais moins importantes que celle de la première. Comparées aux différentes graines d'oléagineux, la graine de tournesol renferme en UFL 1,44/kg de MS ainsi que la graine de lin (1,43 en UFL) (INRA, 2004), elles ont des valeurs se rapprochant de celle de la graine de soja toastée avec 1,30 en UFL.

Pour les tourteaux d'amandes douces et détoxifiées, leurs valeurs en UFL sont les mêmes (1,14 et 1,13/kg de MS respectivement) et

moins importantes pour celui issu des amandes amères (1,08/kg de MS).

En UFL, les valeurs prises par les tourteaux doux et détoxifiés correspondent à la valeur du tourteau de sésame expeller (1,14/kg de MS) (INRA, 2004).

Pour les UFV, les valeurs prises par l'ensemble des échantillons suivent une évolution identique aux valeurs UFL pour les amandes et les tourteaux.

La prédominance des UFL par rapport aux UFV pour l'ensemble des échantillons étudiés, nous mène à conclure que ces derniers sont plus efficaces pour la production de lait que pour la production de viande.

**Tableau 19:** Teneurs en UFL et UFV des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (par kg de MS)

<b>DESIGNATION</b>	<b>UFL</b>	<b>UFV</b>
<b>Amande douce</b>	1,40 ±0,06 <sup>a</sup>	1,32± 0,10 <sup>a</sup>
<b>Amande amère</b>	1,34 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,25 ± 0,05 <sup>b</sup>
<b>Tourteau d'amande douce</b>	1,14 ±0,07 <sup>c</sup>	1,09± 0,07 <sup>c</sup>
<b>Tourteau d'amande amère</b>	1,08 ±0,04 <sup>d</sup>	1,02 ±0,02 <sup>d</sup>
<b>Amande détoxifiée</b>	1,32 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,22 ±0,06 <sup>b</sup>
<b>Tourteau détoxiqué</b>	1,13 ±0,09 <sup>c</sup>	1,08 ±0,08 <sup>c</sup>

*UFL* : unité fourragère pour la lactation ; *UFV* : unité fourragère pour la viande.

Sur la même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par une lettre sont statistiquement significatives à  $p < 0,05$ .

## **2.7- Les protéines digestibles intestinales (PDI)**

Les teneurs en PDIA, PDIN et PDIE des différents échantillons sont retracées dans le tableau 20.

En PDIA, on remarque que les amandes douces et amères ont des taux assimilables et moins importants par rapport aux amandes détoxifiées (91,27g/kg de MS). Ces taux sont assez conséquents vis-à-vis des autres graines d'oléagineux sauf envers les graines de soja toastée ou extrudée qui tablent en PDIA 118 et 180g/kg de MS respectivement (INRA, 2004).

Pour les PDIN, la même remarque est à faire avec un taux de 182,35g/kg de MS pour les amandes détoxifiées.

Les valeurs en PDIE ne sont par contre pas différentes entre les différents types d'amandes avec comme valeur optimale 95,46g/kg de MS et restent toujours supérieure aux teneurs en PDIE des autres oléagineux sauf pour le soja.

Pour les tourteaux, les teneurs en PDIA des tourteaux d'amandes douces et détoxifiées se rejoignent et sont moins importantes que la teneur du tourteau d'amandes amères (107,89g/kg de MS). Ces teneurs en PDIA se rapprochent des valeurs contenues dans le tourteau de colza et du coprah expeller (INRA, 2004).

Les valeurs en PDIN et PDIE des différents échantillons de tourteaux d'amandes sont significativement les mêmes avec des valeurs en PDIN de 273,36 à 280,38g/kg de MS, valeurs qui se rapprochent de celles du tourteau de coton déshuilé et de sésame expeller. En PDIE, les valeurs se rapprochent du tourteau de coprah expeller (145g/kg de MS) (INRA, 2004).

**Tableau 20:** Teneurs en PDI des différents types d'amandes et de leurs tourteaux (en g/kg de MS)

DESIGNATION	PDIA	PDIN	PDIE
<b>Amande douce</b>	77,06 ±4,1 <sup>a</sup>	147,76 ±6,4 <sup>a</sup>	92,40±2,4 <sup>a</sup>
<b>Amande amère</b>	80,28 ±3,8 <sup>a</sup>	151,16± 7,1 <sup>a</sup>	92,07 ±3,1 <sup>a</sup>
<b>Tourteau d'amande douce</b>	99,30 ±4,4 <sup>c</sup>	274,25± 8,6 <sup>b</sup>	149,84 ±5,3 <sup>b</sup>
<b>Tourteau d'amande amère</b>	107,89 ±5,9 <sup>b</sup>	280,38± 9,3 <sup>b</sup>	156,45 ±4,8 <sup>b</sup>
<b>Amande détoxifiée</b>	91,27 ±2,7 <sup>c</sup>	182,35 ±5,4 <sup>c</sup>	95,46 ±3,6 <sup>a</sup>
<b>Tourteau détoxiqué</b>	93,81 ±4,3 <sup>c</sup>	273,36 ±6,2 <sup>b</sup>	150,30 ±4,2 <sup>b</sup>

Sur la même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par une lettre sont statistiquement significatives  $p < 0,05$ .

### 3- Conclusion

L'opportunité de la valorisation des amandes d'abricots et de leurs tourteaux est suffisamment justifiable par les atouts nutritionnels qu'ils recèlent et qui nous conduisent à mettre l'accent sur l'intérêt économique quant à leurs utilisations en alimentation du bétail, notamment au niveau des zones steppiques lieu de prédilection de l'abricotier et de l'élevage du cheptel ovin.

Les amandes d'abricot et leurs tourteaux sont des sources énergétiques et protéiques de bonnes valeurs nutritionnelles par le fait que :

Les teneurs en acide cyanhydrique quoique modérées (< à 121,60 mg/100g) ne peuvent constituer un obstacle pour le niveau d'ingestion par le fait que leur détoxification passe par une méthode simple et peu onéreuse et de surcroît permet une meilleure digestibilité des MAT (76,3%) et de la MO (79,1%). Afin de pouvoir mieux valoriser ces résultats, il est certes économique de n'utiliser en alimentation animale que les tourteaux à faible teneur en matières grasses afin d'engendrer une seconde plus value à travers la valorisation des huiles d'amandes qui entrent dans l'élaboration des produits cosmétiques comme substrat neutre.

Les valeurs énergétiques fourragères tant en UFL qu'en UFV sont assez conséquentes du fait qu'elles sont au deçà de 1UF avec une préférence pour la production de lait.

Les valeurs protéiques sont suffisamment importantes pour pouvoir justifier leurs intérêts dans la diminution du déficit protéique permettant à faible coût de rééquilibrer l'inégalité UF, PDI favorisant l'augmentation des productions animales tant en lait qu'en viande.

Afin de pouvoir consolider l'ensemble de ces résultats, il serait intéressant de faire des essais sur animaux afin de cerner les paramètres d'ingestion, de croissance, de gain de poids et de production.

### **III- Essai sur poulet de chair :**

L'utilisation de l'amande d'abricot comme source protéique dans l'alimentation des animaux n'a été que peu étudiée et de ce fait reste très peu répandue. Plusieurs études se sont penchées sur les teneurs en acide cyanhydrique contenu dans les amandes amères d'abricots (Alpaslan et al, 2006 ; El-Adawy et al, 1994 ; Femenia et al, 1995 ; Gabrial et al, 1981 ; Garcia et al, 1999 ; Hill, 1973 ; Holzbecker et al, 1984 ; Lasch et al, 1981 ; Nwokoro et al, 2010 ; Suchars et al, 1998).

Ce taux est fonction des variétés d'abricots cultivées (amandes douces ou amères) (Arbouche et al, 2007) et du pourcentage de chaque variété dans le quota global traité par les industries agro-alimentaires. L'augmentation de 2008 à 2011 des surfaces arboricoles en abricotiers en Algérie, grâce aux différents plans nationaux de développement agricole successifs (PNDA), notamment au niveau du Hodna, entraîne une accumulation des sous produits engendrés par l'agro-industrie au fur et à mesure de la mise en production des jeunes vergers.

La substitution du tourteau de soja, matière première importée, par l'amande d'abricot est une des solutions pour enrayer l'augmentation du prix des viandes, notamment celui de la viande blanche qui, financièrement, n'est accessible qu'aux ménages aisés, les autres se contentant de l'achat des quartiers moins nobles (ailes et cous). En raison de l'importance de la teneur protéique de l'amande d'abricot (21,9 à 22,4%) et de son tourteau (42,3 à 42,9%) (Arbouche et al, 2007 ; Azouz et al, 2009), ils pourraient entrer dans la composition des formules alimentaires du poulet de chair.

L'objectif de cette étude est par conséquent de déterminer les effets sur la croissance d'une substitution partielle du tourteau de soja par du tourteau d'amande dans les aliments destinés aux poulets de chair.

## **1- Matériels et méthodes :**

### **1.1- Matériel**

#### **1.1.1- Site de l'expérimentation :**

L'essai s'est effectué au centre universitaire d'El-Tarf (Algérie) au cours des mois de mars et avril 2011, dans un bâtiment fermé avec ventilation statique. La litière était constituée de paille de blé dur. Cette période était caractérisée par une température moyenne de 20,4°C et d'un taux d'hygrométrie extérieur de 75,6%.

#### **1.1.2- Animaux :**

Deux cent poussins d'un jour, de souche F15, pesant en moyenne 40g, ont été répartis en 04 parquets homogènes d'une surface de 5 m<sup>2</sup> chacun et constitués de 50 sujets

#### **1.1.3- Aliment :**

Les noyaux d'abricots (mélange d'amandes douces et amères) provenaient de l'unité de transformation des abricots située à N'gaous wilaya de Batna. Ils ont été décortiqués, la séparation de la coque et de l'amande étant effectuée manuellement. L'amande préalablement séchée au soleil, a été traitée pour l'obtention du tourteau par une presse hydraulique selon le principe préconisé par Ferradji et al (2001), La composition chimique du tourteau d'amande (Tableau 2I) a été déterminée selon les méthodes de l'AOAC (1975).

Méthode de Ferradji et al (2001) :

Les amandes sont broyées à une granulométrie de 1mm, avec un traitement thermique à la vapeur d'eau pendant 40 minutes et sous une pression variant de 150 à 250 bars (presse hydraulique).

**Tableau 21** : Composition chimique du tourteau d'amande d'abricot.

Matière Organique (% MS)	96.70%
Matières azotées totales (% MS)	42.90%
Cellulose brute (% MS)	6.7%
Matière grasse (% MS)	10.4%
Matières minérales (% MS)	3.3%
Cellulose (% MS)	5.5%
Extractif non azoté (% MS)	36.7%
HCN (mg/100g MS)	102
Energie Brute (kcal/kg MS)	5 180
Energie Métabolique <sup>1</sup> (kcal/kg MS)	4 030
Lysine (g/100g protéines)	1.8
Méthionine (g/100g protéines)	1.2
Cystéine (g/100g protéines)	1.3

*MS* : matière sèche ; <sup>1</sup> estimée selon la formule  $EM \text{ (kcal/kg)} = 35.3 \times PB \text{ (\%)} + 79.5 \times EE \text{ (\%)} + 40.6 \times NFE \text{ (\%)} + 199$  (avec *EM* : énergie métabolisable, *PB* : Protéines brutes, *EE* : Ether extract, *NFE* : Nitrogen Free Extract) d'après Carpenter et al (1956)

Quatre rations iso-protéiques ont été formulées, contenant 0% (aliment témoin), 20, 40, 60% de tourteau d'amandes en substitution au tourteau de soja durant les différentes phases d'élevage (Tableau 22).

**Tableau 22** : Formules (kg/100 kg d'aliment) des aliments de démarrage (1 à 20 jours), de croissance (21 à 33 jours) et de finition (34 à 48 jours) distribués aux poulets en fonction du taux de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande.

Type d'aliment	Démarrage				Croissance				Finition			
	0	20	40	60	0	20	40	60	0	20	40	60
<b>Ingrédients</b>												
Tourteau de soja (kg/100kg)	30	24	18	12	27.0	21.6	16.2	10.8	21.0	16.8	12.6	8.4
Tourteau d'amande (kg/100kg)	0	6	12	18	0.0	5.4	10.8	16.2	0.0	4.2	8.4	12.6
Maïs (kg/100kg)	61	61	61	61	64	64	64	64	70	70	70	70
Issue de meunerie (kg/100kg)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Phosphate bicalcique (kg/100kg)	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1
Calcaire (kg/100kg)	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
CMV (kg/100kg)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Teneurs en nutriments</b>												
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 803	2 911	3 019	3 127	2 830	2 928	3 024	3 122	2 884	2 960	3 035	3 110
Matières grasses (%)	3.0	3.6	4.1	4.6	3.2	3.7	4.1	4.6	3.3	3.6	4.0	4.3
Protéines brutes (%)	19.4	19.3	19.1	19.0	18.3	18.2	18.0	18.9	16.1	15.8	15.9	15.8
Lysine (%)	1.00	0.89	0.77	0.65	0.90	0.84	0.82	0.61	0.80	0.69	0.60	0.52
Méthionine (%)	0.31	0.29	0.28	0.28	0.28	0.29	0.27	0.31	0.26	0.25	0.25	0.24
Cystéine (%)	0.34	0.33	0.33	0.32	0.33	0.35	0.36	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29

CMV : complément minéral et vitaminé, dont la composition est : Calcium :16,8%, Magnésium : 0,1%, Sodium : 12,8%, Clore : 20,5%, Vitamine A : 750 000UI, D<sub>3</sub> : 160 000UI, E : 1280mg/kg, B<sub>1</sub> : 100mg/kg, B<sub>2</sub> : 300mg/kg ; Pantothénate de calcium : 570mg/kg, Niacine : 1750mg/kg, B<sub>6</sub> : 90mg/kg, K<sub>3</sub> : 190mg/kg ; Acide folique : 35mg/kg, Biotine : 1mg/kg, Chlorure de choline : 25 000mg/kg, carbonate de Fer : 2500mg/kg, Cuivre (sulfate) : 970mg/kg, Zinc (sulfate) : 6080mg/kg, Manganèse (oxyde) : 7500mg/kg, Iode (iodate) : 120mg/kg, Sélénium (sélénite) : 25mg/kg.

## **1.2- Méthode :**

### **1.2.1- Conduite de l'essai**

Au cours des dix premiers jours, un éclairage continu a été maintenu dans le poulailler puis la durée totale d'éclairage a été réduite à 18 heures pour un éclairage nocturne de 6 heures. Une température fluctuant entre 36°C et 38°C était maintenue durant les dix premiers jours grâce à des éleveuses à gaz. L'eau et l'aliment étaient distribués à volonté. Les poulets ont été vaccinés contre la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse à 5 et 24 jours d'âge et contre la maladie de Gumboro à 23 et 28 jours d'âge. Un anti coccidien a été administré dans l'eau de boisson à 15 et 28 jours d'âge pendant trois jours consécutifs.

Les animaux ont été pesés individuellement à 10 et 20 jours pendant la période de démarrage, à 33 jours durant la période de croissance et à 42 et 48 jours d'âge pendant la phase de finition. Durant toutes les phases d'élevage, l'aliment a été distribué *ad libitum* et le refus pesé quotidiennement. Le taux de mortalité a été recueilli tous les jours sur l'ensemble de l'expérimentation.

### **1.2.2- Paramètres zootechniques mesurés :**

Le gain de poids (PV), la quantité ingérée, l'indice de consommation, le gain moyen quotidien (GMQ) et les mortalités étaient les principales performances zootechniques contrôlées dans le cadre de cette expérience durant les trois phases d'élevage.

### **1.2.3- Analyse statistique**

La statistique descriptive et l'analyse de variance du model linéaire général uni varié (ANOVA), ont été effectuées avec le logiciel SPSS (version 18, 2008) pour l'analyse des poids vifs (PV), le gain de poids quotidien (GMQ), l'ingéré alimentaire et l'indice de consommation (IC). Le model linéaire général a été utilisé pour tester les effets des facteurs

sur les variables, le test post Hoc par l'application du test S.N.K (Student-Newman-Keules) et Duncan, pour estimer la signification ou l'homogénéité entre les différents sous ensembles (test de comparaison entre les moyennes). Les différences ont été considérées comme significatives avec un risque d'erreur de 5%.

## **2- Résultats et discussion**

### **2.1- Résultats :**

Sur l'ensemble de la période expérimentale, le taux de mortalité est resté nul quelque soit le régime alimentaire considéré. Néanmoins, l'incorporation du tourteau d'amandes d'abricots dans la ration alimentaire a conduit à une baisse significative des poids vifs finaux (à 48 jours) par rapport à ceux des poulets recevant le tourteau de soja seulement ( $p < 0.05$ ) qui a été proportionnelle à la quantité de tourteau substitué (60% vs. 40% ou 20% et 40% vs. 20% :  $p < 0.05$ ) (Tableau 23).

En outre, la vitesse de croissance donnée par le gain moyen de poids calculé sur l'ensemble de la période expérimentale a également été altérée en particulier pour les groupes dont les taux de substitution entre les 2 tourteaux étaient de 40% et de 60% (0% vs. 40% ou 60% :  $p < 0.0001$ ), le retard cumulé sur les 7 semaines de la croissance pondérale étant proportionnel à la quantité du tourteau d'amandes dans la ration (40% vs. 60% :  $p < 0.001$ ). Lorsque le tourteau de soja a été substitué par 40% ou 60% de tourteau d'amandes, une diminution des poids vifs et des gains pondéraux calculés sur des périodes intermédiaires significative par rapport au groupe contrôle (0% de tourteau d'amandes) et proportionnelle à la quantité de tourteau ajoutée a été observée dès la phase de démarrage (de 1 à 20 jours) ( $p < 0.05$ ). Ce retard de croissance s'est poursuivi et accentué pendant les phases de croissance et de finition ( $p < 0.05$  pour les poids vifs et  $p < 0.001$  pour

les gains pondéraux mesurés sur ces 2 périodes). En revanche, l'utilisation du tourteau d'amandes d'abricots en remplacement pour 20% du tourteau de soja n'a significativement altéré la croissance pondérale que pendant les 10 premiers jours de la période de démarrage (diminutions significatives du poids vif à J10 et du gain moyen quotidien entre J1 et J10,  $p < 0.0001$ ) (Tableau 23).

**Tableau 23** : Evolution de la croissance pondérale durant les phases de démarrage, de croissance et de finition chez les poulets de chair en fonction du pourcentage de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande. Les résultats sont exprimés en fonction de la moyenne  $\pm$  erreur standard à la moyenne (ESM).

	% de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande				ESM
	0	20	40	60	
<b>Phase de démarrage</b>					
Poids initial (g)	40	40	40	40	
Poids à 10 jours (g)	185.90 <sup>a</sup>	166.0 <sup>b</sup>	151.3 <sup>c</sup>	128.3 <sup>d</sup>	4.58
GMQ <sub>1-10</sub> (g/j/sujet)	15.31 <sup>a</sup>	13.10 <sup>b</sup>	11.63 <sup>c</sup>	9.33 <sup>d</sup>	0.45
Poids à 20 jours (g)	543.16 <sup>a</sup>	513.00 <sup>a</sup>	428.80 <sup>b</sup>	343.60 <sup>c</sup>	15.99
GMQ <sub>11-20</sub> (g/j/sujet)	25.52 <sup>a</sup>	23.90 <sup>a</sup>	19.69 <sup>ab</sup>	15.43 <sup>b</sup>	0.35
<b>GMQ<sub>1-20</sub> (g/j/sujet)</b>	<b>26.47<sup>a</sup></b>	<b>25.10<sup>a</sup></b>	<b>20.55<sup>b</sup></b>	<b>15.60<sup>c</sup></b>	<b>0.40</b>
<b>Phase de croissance</b>					
Poids à 33 jours (g)	1293.80 <sup>a</sup>	1169.10 <sup>b</sup>	948.50 <sup>c</sup>	727.60 <sup>d</sup>	16.67
<b>GMQ<sub>21-33</sub> (g/j/sujet)</b>	<b>58.68<sup>a</sup></b>	<b>50.47<sup>a</sup></b>	<b>39.98<sup>b</sup></b>	<b>29.54<sup>c</sup></b>	<b>0.74</b>
<b>Phase de finition</b>					
Poids à 42 jours (g)	1898.30 <sup>a</sup>	1698.30 <sup>b</sup>	1319.10 <sup>c</sup>	995.00 <sup>d</sup>	22.17
GMQ <sub>34-42</sub> (g/j/sujet)	67.17 <sup>a</sup>	58.82 <sup>a</sup>	41.18 <sup>b</sup>	29.71 <sup>c</sup>	0.65
Poids à 48 jours (g)	2207.40 <sup>a</sup>	2006.10 <sup>b</sup>	1548.60 <sup>c</sup>	1144.80 <sup>d</sup>	25.26
GMQ <sub>43-48</sub> (g/j/sujet)	51.52 <sup>a</sup>	51.27 <sup>a</sup>	38.25 <sup>b</sup>	24.97 <sup>c</sup>	0.76
<b>GMQ<sub>34-48</sub> (g/j/sujet)</b>	<b>67.24<sup>a</sup></b>	<b>60.33<sup>b</sup></b>	<b>43.60<sup>c</sup></b>	<b>32.84<sup>d</sup></b>	<b>0.59</b>
<b>cGMQ<sub>0-48</sub> (g/j/sujet)</b>	<b>48.42<sup>a</sup></b>	<b>42.44<sup>b</sup></b>	<b>32.70<sup>c</sup></b>	<b>26.44<sup>d</sup></b>	<b>0.46</b>

GMQ : gain moyen quotidien (les indices indiquent la période en jour sur laquelle ce paramètre a été calculé). La présence de différentes lettres sur la même ligne indiquent une différence significative entre les régimes alimentaires ( $p < 0.05$ ).

Comme le montre le tableau 24, les ingérés alimentaires déterminés pendant la phase de démarrage n'ont pas varié de façon significative en fonction de la teneur en tourteau d'amandes d'abricots de la ration. Cependant, l'efficacité alimentaire a été significativement altérée par rapport au groupe contrôle ( $p < 0.05$ ) pour tous les groupes de poulets recevant du tourteau d'amandes pendant les 10 premiers jours de cette période. De plus, la variation moyenne de ce paramètre a été proportionnelle au taux de tourteau d'amandes incorporé à la ration en substitution au tourteau de soja (20% vs. 40% et 40% vs. 60% :  $p < 0.05$ ). Durant la fin de cette phase (de J11 à J20), la conversion alimentaire est restée significativement modifiée lorsque les taux de substitution des tourteaux étaient de 40% et 60% ( $p < 0.05$ ). Les ingérés alimentaires mesurés pendant les phases de croissance et de finition ont été nettement diminués chez les oiseaux recevant 40% et 60% de tourteau d'amandes en substitution du tourteau de soja ( $p < 0.05$ ). En parallèle, des modifications significatives des indices de consommations ont également été mises en évidence dans ces mêmes groupes ( $p < 0.05$ ). De plus, ces changements de l'ingéré alimentaire et de l'indice de consommation se sont avérés proportionnels à la quantité de tourteau d'amandes d'abricot incorporée à la ration ( $p < 0.05$ ).

**Tableau 24 :** Evolution de l'ingéré alimentaire et de l'indice de consommation durant les phases de démarrage (de 1 à 20 jours), de croissance (de 21 à 33 jours) et de finition (de 34 à 48 jours) chez les poulets de chair en fonction du pourcentage de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande. Les résultats sont exprimés en fonction de la moyenne  $\pm$  erreur standard à la moyenne (ESM).

	% de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande				ESM
	0	20	40	60	
<b>Ingéré alimentaire (g)</b>					
De 1 à 10 jours	245.60	243.90	245.10	226.90	56.23
De 11 à 20 jours	596.30	586.60	578.20	573.80	45.12
De 21 à 33 jours	1348.80 <sup>a</sup>	1273.10 <sup>a</sup>	1082.00 <sup>b</sup>	911.60 <sup>c</sup>	63.48
De 33 à 42 jours	1201.60 <sup>a</sup>	1160.30 <sup>a</sup>	802.40 <sup>b</sup>	745.90 <sup>c</sup>	58.67
De 43 à 48 jours	729.40 <sup>a</sup>	710.20 <sup>a</sup>	576.00 <sup>b</sup>	386.90 <sup>c</sup>	87.21
<b>Indice de consommation (g/g)</b>					
De 1 à 10 jours	1.60 <sup>a</sup>	1.86 <sup>b</sup>	2.11 <sup>c</sup>	2.43 <sup>d</sup>	1.03
De 11 à 20 jours	1.67 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	2.06 <sup>b</sup>	2.67 <sup>c</sup>	0.72
De 21 à 33 jours	1.77 <sup>a</sup>	1.94 <sup>ab</sup>	2.08 <sup>b</sup>	2.37 <sup>c</sup>	0.98
De 33 à 42 jours	1.99 <sup>a</sup>	2.19 <sup>a</sup>	2.17 <sup>a</sup>	2.79 <sup>b</sup>	1.15
De 43 à 48 jours	2.36 <sup>a</sup>	2.31 <sup>a</sup>	2.51 <sup>b</sup>	2.58 <sup>b</sup>	1.23

Indice de consommation donné par l'ingéré alimentaire sur le gain pondéral.

La présence de différentes lettres sur la même ligne indiquent une différence significative entre les régimes alimentaires ( $p < 0.05$ ).

## 2.2- Discussion :

Au travers de cette étude, il est intéressant de constater que l'incorporation du tourteau d'amandes d'abricots en remplacement partiel du tourteau de soja induit chez le poulet de chair un retard de la croissance pondérale ainsi qu'une diminution de l'ingéré alimentaire et une altération de la conversion alimentaire qui sont proportionnelles à la quantité ajoutée. Il apparaît également que les jeunes oisillons (au début de la phase de démarrage) se sont révélés les plus sensibles à l'addition de tourteau d'amandes dans la ration, un taux de substitution de 20%

entraînant des effets significatifs sur les performances mesurées dans les 10 premiers jours.

Comme aucune mortalité n'a été observée dans aucun des groupes, on peut conclure à l'absence d'une toxicité directe du tourteau d'amandes d'abricots liée à la présence d'HCN. Cependant, les retards de croissance pondérale observés chez les oiseaux recevant du tourteau d'amandes et proportionnels aux taux de substitution des tourteaux pourraient être dûs à la présence de ce composé. Etant donné qu'un taux de substitution de 20% (6 kg de tourteau d'amandes/100 kg d'aliment préparé) n'induit une baisse des performances que durant les 10 premiers jours, on peut considérer qu'une teneur inférieure à 6 g d'HCN (teneur du tourteau d'amandes : 102 mg/100g) n'aura qu'une faible incidence sur la croissance pondérale du poulet comme l'ont déjà signalé Garcia et al (1999) (taux admissible d'HCN 140mg/kg d'aliment). Wiemeyer et al(1986) ; Maner et al(1973) ; Panigrahi et al (1992) ainsi que Tewe (1984), ont étudié la toxicité du cyanure de sodium chez différentes espèces d'oiseaux et ont conclu à l'induction d'une baisse des paramètres zootechniques. Cependant, Hill (1973) conclut également qu'il n'est pas possible de relier l'effet de la matière végétale sur le gain de poids directement à la présence des glucosides cyanogéniques ou HCN. D'autres composés tels que le gossypol dans les variétés de tourteaux de coton sont connus pour inhiber la croissance des volailles et ne doivent être présents dans l'alimentation qu'à de très faibles teneurs Clawson et al (1975a) ; Clawson et al (1975b) ; Fitzsimmons et al (1989) ; Neser et al (1988).

Il est, en outre, probable que la baisse des performances de croissance induite par l'incorporation du tourteau d'amandes d'abricots résulte principalement de la baisse de l'ingéré alimentaire due à une diminution de l'appétence de l'aliment ainsi préparé, sans doute en

raison de la présence des teneurs croissantes en HCN. Ainsi, les altérations observées de l'indice de consommation ou efficacité alimentaire résulteraient d'une baisse du gain pondéral moyen liée au défaut d'appétence de l'aliment préparé.

### **3- Conclusion**

L'étude conduite ici montre que l'utilisation du tourteau d'amande d'abricot non détoxifiée peut entrer pour au maximum 20% en substitution au tourteau de soja dans les formules alimentaires du poulet de chair. Au-delà, les performances de croissance des poulets chutent. Cette nouvelle ressource alimentaire pourrait être améliorée par un traitement de détoxification (élimination de HCN) et d'autres expérimentations doivent être conduites pour déterminer les effets sur la croissance de l'incorporation progressive d'un tourteau d'amandes traité dans la ration des poulets de chair.

#### **IV- Essai sur ovins à l'engrais :**

La valorisation des produits et sous produits agricoles ont été à la base de plusieurs travaux de recherche pour permettre la réduction des coûts d'alimentation. Ces derniers ont été orientés vers diverses études, parmi lesquelles les systèmes de complémentation à base d'aliments non-conventionnels (Khamis et al; 1996 et Preston et al 1986) et les traitements chimiques de la paille (Bougouma-yameogo, 1997 et Nianogo et al, 1995). En Algérie, la zone semi- aride est dominée par la culture de l'abricotier, elle occupe en moyenne 31 000 ha (MA, 2002), planté en extensif avec une densité de 300arbres par hectare. Les jeunes vergers avec l'avènement du PNDA (plan national de développement agricole) sont surtout localisés dans les régions de M'sila et de Batna. Ces plantations ont suscité le développement d'unités de transformation qui génèrent une forte quantité de sous-produits notamment en amande d'abricot (25000 tonnes annuellement (M A, 2002). Ces derniers sont généralement évacués vers la décharge publique. La production animale en petits ruminants dans cette région est focalisée sur la race Ouled Djellal où l'engraissement saisonnier est pratiqué surtout deux mois avant la fête de l'Aid El-Kébir (Fête religieuse célébrée par le sacrifice de montons). Ce type d'engraissement se pratique à base de foin de vesce avoine de moindre qualité (0,4UFV/kg de MS et 55g/kg de MS en PDI (Houmani, 1998) et comme concentré du son gros de blé dur ou tendre (07UFV et 80g/kg de MS en PDI) (Arbouche ,2008). Le déséquilibre protéique s'il fait appel au tourteau de soja importé, fait augmenter les charges. L'utilisation du tourteau d'amandes d'abricot comme source protéique peut être envisagé de par sa teneur protéique élevée (423g/kg de MS) (Arbouche et al, 2007) et en ayant soin de le détoxifier pour en éliminer l'acide cyanhydrique.

La présente étude a examiné les possibilités de valorisation du tourteau d'amande d'abricot détoxifié pour la production de viande à moindre coût.

## 1- Matériel et méthodes

### 1.1- Matériel

#### 1.1.1- Schéma expérimental

Quatre régimes contenant 0, 20, 40, 60% de tourteau d'amandes d'abricots en substitution au tourteau de soja ont été comparés (Tableau 25).

**Tableau 25.** Formule de l'aliment en % d'aliment et composition chimique en % de MS.

	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>
Maïs	45	45	45	45
orge	31,8	31,8	31,8	31,8
Tourteau d'amande	0	4	8	12
Tourteau de soja 46	20	16	12	8
Carbonates de calcium	1,65	1,65	1,65	1,65
sel	0,55	0,55	0,55	0,55
Complément minéral vitaminé ovin	1	1	1	1
<b>Teneur en nutriments calculée en %</b>				
Matière sèche	87,3	86,7	86,9	87,1
Matière grasse	2,6	3,0	3,4	3,6
Protéines brutes	15,4	15,4	15,4	15,4
Cellulose brute	3,7	3,8	3,7	3,8
Matières minérales	3,7	3,8	3,7	3,8

### **1.1.2- Les animaux**

Quarante jeunes agneaux de race Ouled Djellal (7-8mois), d'un poids moyen de  $35,5\text{kg}\pm 0,5\text{kg}$  ont été répartis aléatoirement en quatre lots de dix et élevés en stabulation entravée dans une bergerie. Chaque groupe a été affecté au hasard à un régime. Tous les animaux ont été déparasités avant le démarrage de l'essai.

### **1.1.3- Les aliments**

Les aliments grossiers (foin de prairie à dominance graminées) totalisant 0,3UFV/kg de MS et 45g/kg de MS en PDI) ont été fournis en limitant les refus à un taux de 10-15 %. Les régimes ont été offerts sur la base de 2 kg de matière sèche (MS) pour 100 kg de poids vif, lequel taux a été progressivement réajusté jusqu'à 4,5 % en fin d'expérimentation. L'eau a été distribuée à volonté. Une pierre à lécher a été mise à la disposition pour chaque lot. Les noyaux d'abricot qui sont un mélange d'amandes douces et amères, proviennent de l'unité de transformation des abricots située à N'gaous (wilaya de Batna). Ils ont été décortiqués, la séparation de la coque et de l'amande s'est effectuée manuellement. L'amande préalablement séchée au soleil, a été traitée pour l'obtention du tourteau par une presse hydraulique selon le principe préconisé par Ferradji et al (2001). La méthode de Azouz et al (2009), a été utilisée pour la détoxification du tourteau d'amandes. La composition chimique a été déterminée selon les méthodes de l'Aoac (Association of Official Analytical Chemists 1975) avec une répétitivité de 03. Les analyses ont porté sur la matière sèche, la matière azotée totale, la cellulose brute, la matière grasse, la matière minérale. L'énergie brute a été déterminée par calorimétrie adiabatique (tableau 26).

**Tableau 26.** Composition chimique du tourteau d'amande d'abricot

En % matière sèche	Matières minérales	3,3
	Matière Azotée Totale	42,9
	Cellulose Brute	6,7
	Matière grasse	10,4
	Extractif non azoté	36,7
En kcal/kg de matière sèche	Energie Brute	5180

## 1.2- Méthodes

### 1.2.1- Les mesures

Les pesées ont eu lieu une fois par mois à 7 h 00 du matin après 12 heures de jeûne.

L'essai a duré 105 jours y compris une période d'adaptation de 15 jours.

Les quantités d'aliments offertes et refusées ont été contrôlées quotidiennement par lot.

A la fin de l'essai, pour l'ensemble des animaux de chaque lot, après 12 heures de jeûne, l'animal a été pesé et la procédure classique a été mise en œuvre (abattage, saignée, dépeçage, éviscération).

Les carcasses ont été placées durant 24 h de ressuyage en chambre froide à 4 °C. Elles ont été pesées chaudes (CC) et froides (CF). Sur la carcasse froide, une note de conformation et d'engraissement de la carcasse ont été attribuées selon la méthode

décrite par OFIVAL (2010). L'épaisseur du gras dorsal a été estimée selon la méthode décrite par Laville et al (2002).

D'autres mesures ont été réalisées sur les carcasses, à l'abattoir. Ces mensurations ont été effectuées selon la méthode de Boccard et al (1964). Sur la face dorsale de la carcasse, ont été mesurées la largeur au bassin (Ib), au thorax (ITH) et aux épaules (IE). Sur la face latérale de la carcasse ont été mesurées la longueur de la carcasse (LC) et la profondeur de la poitrine (PP). Sur la face ventrale a été mesurée l'épaisseur de l'os à la malléole (EOM), et la longueur (LG) et l'épaisseur du gigot (EG). Les index de compacité du gigot (ICG) et de la carcasse (ICC) (Laville et al, 2002), ont été calculés respectivement comme étant les rapports de Ib divisée par LG et de Ib divisée par LC. L'index pondéral de la carcasse (IPC : poids sur longueur de la carcasse) et l'indice du muscle (IM : épaisseur sur longueur du gigot) ont été calculés. L'indice de conformation étant la somme de l'indice du muscle et de l'indice de compacité carcasse.

Le pH du muscle *Longissimus lumborum* a été mesuré directement dans la viande 24 h post-mortem, à l'aide d'un pH-mètre. La méthode de Grau et Hamm (1953) modifiée par Sanudo et al (1986), a été employée pour déterminer la capacité de rétention en eau sur le *Longissimus dorsi*.

### **1.2.2- Analyses statistiques**

La statistique descriptive et l'analyse de variance du model linéaire général uni varié (ANOVA), ont été effectuées avec le logiciel SPSS (version 18, 2008). Le model linéaire général a été utilisé pour tester les effets du facteur (ration) sur les variables, le test post Hoc par l'application du test S.N.K (student-Newman-Keules) et Duncan, pour

estimer la signification ou l'homogénéité entre les différents sous ensembles (test de comparaison entre les moyennes).

## **2- Résultats et discussion**

### **2.1- Performances zootechniques des agneaux**

Le poids final des agneaux est influencé positivement par le taux d'incorporation du tourteau d'amande d'abricot dans la ration. Il varie de 43,07kg pour 0% à 48,15kg pour 60%, en passant par des poids intermédiaires de 45,80kg pour la ration à 20% et 46,17kg pour la ration à 40% (Tableau 27). Les performances de croissance varient de 84g/j pour le lot 0% à 140g/j pour le lot 60%, les lots intermédiaires évoluent entre 118g et 124g respectivement pour le lot 20% et 40%. En référence bibliographique, les essais de ration introduisant le tourteau d'amande d'abricot chez les ruminants sont rares sinon inexistant.

Quoique faibles, les performances de croissance (GMQ) sont fonction aussi du type génétique et de l'âge des animaux mis à l'engrais (Alexandre et al, 2008 ; Buldgen et al, 1992 ; Matika et al, 2003). Les quantités ingérées (QI g/animal/j) sont statistiquement semblables ( $P < 0,05$ ). L'indice de conversion (kg de MS ingéré par Kg de gain de poids) est significativement moins important pour le lot 60% (6,39) que pour le lot 0% (10,6). Les lots intermédiaires (20 et 40%) étant de 7,54 et 7,19 respectivement.

**Tableau 27.** Performances d'engraissement des agneaux Ouled djellal en fonction du taux de substitution (Moyenne±ESM)

	0	20	40	60
Poids vif initial (kg)	35,5±0,86 <sup>a</sup>	35,25±1,30 <sup>a</sup>	35±2,54 <sup>a</sup>	35,6±0,58 <sup>a</sup>
Poids vif final (kg)	43,07±2,03 <sup>a</sup>	45,80±3,05 <sup>b</sup>	46,17±0,12 <sup>b</sup>	48,15±1,97 <sup>c</sup>
Gain Moyen Quotidien (g)	84±0,027 <sup>a</sup>	118±0,042 <sup>ab</sup>	124±0,022 <sup>ab</sup>	140±0,023 <sup>b</sup>
Quantité Ingérée (g/animal/jour)	894±54 <sup>a</sup>	890±62 <sup>a</sup>	892±48 <sup>a</sup>	894±35 <sup>a</sup>
Indice de Conversion (g MS/g)	10,6±0,9 <sup>a</sup>	7,54±1,1 <sup>ab</sup>	7,19±1,6 <sup>ab</sup>	6,39±0,8 <sup>b</sup>
<i>Sur une même ligne, les nombres suivis des mêmes exposants ne diffèrent pas significativement à P&lt;0,05.</i>				

## 2.2- Caractéristiques des carcasses

L'ensemble des mesures effectuées sur les carcasses sont retracées dans le tableau 28.

### 2.2.1- Rendement carcasse et état d'engraissement

La différence entre le poids de la carcasse chaude et froide est d'environ 0,5points. Le lot 60% enregistre un poids significativement plus élevé (19,5kg) que celui du lot 0% (17,8kg) à p<0,05. Les lots 20 et 40% étant intermédiaires (respectivement 19,1 et 18,9kg). On ne note, cependant pas, de différence significative pour le rendement carcasse pour l'ensemble des lots. Le même constat a été signalé par Santos-Silva et al (1991). Ceci serait dû au faible dépôt de gras déposés sur les carcasses (Archimède et al, 2007 ; Alexcendre et al, 2008). Cette remarque est confortée par une note d'état d'engraissement variant entre 2 (lots 20, 40 et 60%) et 3 (lot 0%) sur une échelle de 1 à 5 ainsi que par l'épaisseur du gras dorsal qui diminue significativement du lot

0% (5,5cm) au lot 20 , 40 et 60% (respectivement 3,5 ;3 et 3cm). La même observation est constatée pour le gras mésentérique avec 456g pour le lot 0% et 389g, 384 et 383 pour les lots 20, 40 et 60%. Pour le gras péri rénal, dont le dépôt est moins important, il évolue au même titre que le gras mésentérique (265, 255, 250 et 249g respectivement pour les lots 0, 20, 40 et 60%). Le dépôt de graisse au niveau des différentes régions de la carcasse (abdomen, rein et dos) est inversement proportionnel au taux de substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande d'abricot dans la ration.

### **2.2.2) Tissus osseux et musculaires**

L'analyse du poids des pattes, de la longueur du gigot, l'épaisseur de l'os malléole et celle de la carcasse, montre que le tissu osseux n'a pas été influencé par les différents régimes de substitution avec des poids moyens de 1183g pour les pattes, une longueur moyenne du gigot et de la carcasse de 37cm et 62,5cm et une épaisseur de l'os malléole de 3,5cm (Tableau 28).

L'évolution du tissu musculaire a été appréciée à travers l'épaisseur du gigot (31cm en moyenne), lequel est non significatif pour l'ensemble des lots, l'indice de la carcasse, l'indice du muscle et indice de conformation, pour lesquels on note une différence significative entre le lot 0% et les autres lots de substitution (20, 40 et 60%).

L'indice de compacité de la carcasse est plus important pour les lots 20, 40 et 60% (respectivement 0,31, 0,30 et 0,31g/cm) que pour le lot 0% (0,29g/cm).

La même observation est à faire pour l'indice du muscle avec 0,83g/cm pour le lot 0% et 0,85g/cm pour les lots 20 et 40% et 0,86g/cm pour le lot 60%.

L'indice de conformation étant la somme de l'indice du muscle et celui de la carcasse, évolue dans le même sens avec 1,12 ; 1,16 ; 1,15

et 1,17g/cm pour le lot 0, 20, 40 et 60% respectivement. Il semblerait que cette différence soit liée à une meilleure digestibilité de l'association tourteau de soja et tourteau d'amande d'abricot (digestibilité associative) et qui tendrait à mieux s'exprimer en fonction du taux de substitution.

Le poids du foie serait aussi lié à cet aspect avec des poids de 454, 478, 481 et 496g respectivement pour les lots 0, 20, 40 et 60% et pour lequel une différence significative existe entre le lot 0% et les autres lots expérimentaux.

### **2.2.3) Mensurations des carcasses**

Les mesures effectuées sur les carcasses n'ont pas montrées de différences significatives (tableau 28).

Les largeurs du bassin, du thorax et des épaules sont en moyenne de 23 ; 22,5 et 18cm respectivement.

La profondeur de poitrine ne varie pas significativement entre les lots (30 ; 31 ; 30 et 29,5cm respectivement).

La même observation est à faire pour les index du gigot (0,60 ; 0,63 ; 0,62 et 0,63) et de la carcasse (0,36 ; 0,38 ; 0,36 et 0,37)

**Tableau 28.** Effets du taux de substitution sur les caractéristiques des carcasses d'agneaux Ouled djellal (Moyenne±ESM)

	0	20	40	60
Poids carcasse chaude (kg)	18,4±0,3 <sup>a</sup>	19,5±0,2 <sup>ab</sup>	19,4±0,6 <sup>ab</sup>	20±0,4 <sup>b</sup>
Poids carcasse froide (kg)	17,8±0,6 <sup>a</sup>	19,1±0,4 <sup>ab</sup>	18,9±0,8 <sup>ab</sup>	19,5±0,5 <sup>b</sup>
Rendement carcasse (%)	41,33±0,2 <sup>a</sup>	41,70±0,6 <sup>a</sup>	40,93±0,5 <sup>a</sup>	40,50±0,8 <sup>a</sup>
Etat engraissement	3	2	2	2
Gras mésentérique (g)	456±32 <sup>a</sup>	389±26 <sup>b</sup>	384±41 <sup>b</sup>	383±31 <sup>b</sup>
Gras périrénal (g)	265±25 <sup>a</sup>	255±20 <sup>b</sup>	250±23 <sup>b</sup>	249±28 <sup>b</sup>
Epaisseur du gras dorsal (cm)	5,5±0,2 <sup>a</sup>	3,5±0,4 <sup>c</sup>	3±0,09 <sup>c</sup>	3±0,1 <sup>c</sup>
Poids des pattes (g)	1183±45 <sup>a</sup>	1185±52 <sup>a</sup>	1182±48 <sup>a</sup>	1187±58 <sup>a</sup>
Epaisseur du gigot (cm)	31,25±0,6 <sup>a</sup>	31,5±0,3 <sup>a</sup>	31,5±0,7 <sup>a</sup>	31,75±0,5 <sup>a</sup>
Largeur bassin (G) (cm)	23±0,7 <sup>a</sup>	23,5±0,5 <sup>a</sup>	23±0,2 <sup>a</sup>	23,5±0,8 <sup>a</sup>
Largeur thorax (LAC) (cm)	22,5±0,4 <sup>a</sup>	23,5±0,7 <sup>a</sup>	23,5±0,3 <sup>a</sup>	22,5±0,8 <sup>a</sup>
Largeur épaules(M) (cm)	18,5±0,6 <sup>a</sup>	18,5±0,2 <sup>a</sup>	18,5±0,5 <sup>a</sup>	18±0,3 <sup>a</sup>
Longueur de la carcasse (K) (cm)	62±0,4 <sup>a</sup>	62±0,7 <sup>a</sup>	63±0,3 <sup>a</sup>	63±0,4 <sup>a</sup>
Profondeur de la poitrine(TH) (cm)	30±0,4 <sup>a</sup>	31±0,7 <sup>a</sup>	30±0,9 <sup>a</sup>	29,5±0,6 <sup>a</sup>
Epaisseur de l'os malléole(MAL) (cm)	3,5±0,07 <sup>a</sup>	3,5±0,04 <sup>a</sup>	3,5±0,02 <sup>a</sup>	3,5±0,08 <sup>a</sup>
Longueur du gigot (cm)	37,5±0,4 <sup>a</sup>	37±0,8 <sup>a</sup>	37±0,2 <sup>a</sup>	37±0,7 <sup>a</sup>
index du gigot (largeur/longueur)	0,60±0,05 <sup>a</sup>	0,63±0,03 <sup>a</sup>	0,62±0,08 <sup>a</sup>	0,63±0,04 <sup>a</sup>
index de la carcasse (largeur/longueur)	0,36±0,08 <sup>a</sup>	0,38±0,04 <sup>a</sup>	0,36±0,03 <sup>a</sup>	0,37±0,07 <sup>a</sup>
Indice du muscle (épaisseur sur longueur gigot)	0,83±0,02 <sup>a</sup>	0,85±0,03 <sup>b</sup>	0,85±0,01 <sup>b</sup>	0,86±0,02 <sup>b</sup>
Indice de carcasse (poids sur longueur carcasse)	0,29±0,06 <sup>a</sup>	0,31±0,04 <sup>b</sup>	0,30±0,03 <sup>ab</sup>	0,31±0,04 <sup>b</sup>
Indice de conformation (g/cm)	1,12±0,04 <sup>a</sup>	1,16±0,03 <sup>b</sup>	1,15±0,02 <sup>b</sup>	1,17±0,03 <sup>b</sup>
Poids du foie (g)	454±42 <sup>a</sup>	478±39 <sup>b</sup>	481±51 <sup>b</sup>	496±61 <sup>b</sup>
<i>Sur une même ligne, les nombres suivis des mêmes exposants ne diffèrent pas significativement à P&lt;0,05</i>				

### 2.2.4- Qualité de la viande

Les résultats des mesures effectuées sur la viande sont retracés dans le tableau 29. Appréciée par ces deux paramètres (PH et pouvoir de rétention en eau), la qualité de la viande ne varie pas en fonction du taux de substitution.

La valeur du PH est comprise dans la fourchette des normes émises par Devine et al (1993) pour apprécier le stress des animaux au niveau des abattoirs.

Le pouvoir de rétention en eau est en moyenne de 19,30 et est lié au type d'alimentation, au type génétique et à la race (Peña et al , 2009).

**Tableau 29.** Effets de la substitution sur les caractères physiques et chimique du muscle longissimus dorsi des agneaux Ouled Djellal. (Moyenne±ESM)

	0	20	40	60
PH	5,7±0,06 <sup>a</sup>	5,6±0,02 <sup>a</sup>	5,5±0,08 <sup>a</sup>	5,8±0,04 <sup>a</sup>
Pouvoir de rétention en eau (%)	19,21±0,57 a	19,56±0,41 a	19,33±0,81 a	19,42±0,65 a
<i>Sur une même ligne, les nombres suivis des mêmes exposants ne diffèrent pas significativement à P&lt;0,05.</i>				

### 3- Conclusion

La substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande d'abricot dans l'alimentation des agneaux Ouled Djellal a montré une efficacité sur le gain de poids jusqu'à concurrence de 60%. Il serait intéressant de l'intégrer à des taux de substitution de 80 et 100%, afin de pouvoir évaluer leurs effets sur les performances de croissance et d'engraissement des ovins.

## **IV-Analyse économique**

Selon, Bahri (2008), afin de quantifier le prix de revient d'un produit, il faut estimer la valeur des éléments suivants :

- Coût d'achat
- Coût du transport
- Coût du de l'investissement
- Coût de l'énergie
- Coût de la main d'œuvre

Pour notre étude, il s'agit du kilogramme de tourteau d'amande d'abricot détoxifié (TAAD)

### **1-Typologie des charges**

La typologie des charges permet de prendre conscience de la construction des coûts de revient.

On distingue les charges directes et indirectes d'une part, les charges variables et fixes d'autre part :

- Charges directes : Ce sont celles que l'on peut directement affecter à un produit, un service ou une prestation. Exemple : la main d'œuvre.
- Charges indirectes : charges que l'on ne peut indirectement affecter à un produit, un service ou une prestation. Exemple : celles relatives à la direction générale.
- Charges variable : charges qui varient en fonction du volume d'activité. Exemple : transport.
- Charges fixes : charges indépendantes du volume d'activité. Exemple : amortissement.

En conséquent, nous aurons des charges variables directes (CVD), des charges variables indirectes (CVI), des charges fixes directes (CFD), des charges fixes indirectes (CFI).

## **2-Choix de la méthode**

L'analyse typologie des charges, nous amène au choix du modèle de calcul du coût à travers la prise en compte de l'ensemble des charges analytiques pour la détermination des coûts complets ou partiels.

Ainsi, nous distinguons :

- Les coûts complets qui par définition prennent en compte la totalité des charges analytiques, c'est-à-dire :  
CVD+CVI+CFD+CFI
- Les coûts partiels qui sont au nombre de trois :
  - Le direct costing (ou coût variable) : CVD+CVI
  - Le direct costing évolué : CVD+CVI+CFD
  - Les coûts directs : CVD+CFD

Dans notre étude, nous avons opté pour la méthode des coûts complets. En effet, le coût de revient complet est l'indicateur pertinent par excellence. Dès lors qu'on cherche à se positionner sur un marché et à élaborer un prix de vente.

Cependant, il y a lieu d'affecter les charges indirectes aux différents objets de coûts lors que plusieurs produits sont mis en exergue. Ce qui n'est pas le cas dans notre étude du fait que nous avons à évaluer un seul produit (tourteau d'amande d'abricot détoxifié).

## **3-Calcul du prix de revient d'un kilogramme de tourteau d'amande d'abricot**

Les paramètres sont :

Coût complet =CVD+CVI+CFD+CFI

CVD : Coût de la matière, énergie, service, et de la main d'œuvre

CFD : Amortissement

CVI : 5% du CVD (frais de gestion)

CFI : Néant

### 3.1-Répartitions des coûts directs par kilogramme

#### 3.1.1- Calcul du CVD (charge variable directe DA / kg TAAD)

**Tableau 30** Prix unitaire en dinars des matières, services et main d'œuvre pour un kilogramme de TAAD.

Désignations	Prix (DA/kg de TAA)
Coût d'achat des noyaux d'abricot	0
Coût du transport	1
Coût d'électricité	0,27
Coût de main d'œuvre	0.6
Total	<b>1.87</b>

#### 3.1.2- Calcul du CFD (Charges fixes directe)

- Amortissement du matériel

L'ensemble du matériel intervenant dans le processus de fabrication du TAAD se résume comme suit :

- La décortiqueuse qui permet de dégager de la coque l'amande d'abricot.
- Le séparateur trie l'ensemble produit par la décortiqueuse en coques d'une part et amande d'autre part,
- Le déshuileur qui permet par pression à froid ou chaleur d'extraire l'huile de l'amande

- Le bain- mari sert à la détoxification du produit à une température de 60°C sur la base de 1% de bicarbonate de calcium.

- Calcul de l'amortissement de la décortiqueuse

Durée de vie de 5ans : (Coût décortiqueuse= 150 000 DA)

- Amortissement annuel :  $150\ 000 \div 5 = 30\ 000$  DA
- Amortissement (DA/kg) = 0.028 DA

- Calcul de l'amortissement du séparateur

Durée de vie de 5ans : (Coût décortiqueuse= 240 000 DA)

- Amortissement annuel :  $240\ 000 \div 5 = 48\ 000$  DA
- Amortissement (DA/kg) = 0.043 DA

- Calcul de l'amortissement du déshuileur

Durée de vie de 5ans : (Coût décortiqueuse= 150 000 DA)

- Amortissement annuel :  $150\ 000 \div 5 = 30\ 000$  DA
- Amortissement (DA/kg) = 0.028 DA

- Calcul de l'amortissement du bain- mari

Durée de vie de 5ans : (Coût décortiqueuse= 100 000 DA)

- Amortissement annuel :  $100\ 000 \div 5 = 20\ 000$  DA
- Amortissement (DA/kg) = 0.018 DA

Le coût des charges fixes directes (CFD) est la somme de l'ensemble des amortissements (0.028+0.043+0.028+0.018)

Soit un total de **CFD=0.12 DA/kg de TAAD**

### **3.1.3 Calcul de la CVI (Charges variables indirectes)**

Elle représente 5% des charges variables indirectes et sont à imputer aux frais de gestion.

Soit **CVI =0.09 DA/kg de TAAD**

### **3.2 Prix de revient du kilogramme (CTR)**

Il traduit l'ensemble des charges inhérentes à l'obtention de la matière première.

Le coût total de revient du kilogramme de tourteau d'amande d'abricot détoxifié est de : **1.87+0.12+0.09**

**CTR = 2.08 Da/kg de TAAD**

Ramené à la tonne, son prix de revient est de **2080 DA**.

Selon les données de la banque mondiale (B.M. Août 2012), le tourteau de soja coûterait 547€ la tonne. Le taux de conversion de l'euro par rapport au dinar algérien est de 102,85 DA selon le cours de la banque d'Algérie au 12/08/2012.

Traduit en monnaie locale, le tourteau de soja serait de :

$$547 \times 102,85 = \mathbf{56258,95 \text{ DA}}$$

La différence de prix est de  $56258,95 - 2080 = \mathbf{54178,95 \text{ DA}}$  avec un ratio de tourteau de soja/ TAAD= **56258,95 / 2080 = 27**

L'utilisation du tourteau d'amande détoxifié est amplement justifiée du point de vue économie, dans l'alimentation des animaux domestiques.

## **CONCLUSION GENERALE**

## **Conclusion générale**

L'opportunité de la valorisation des amandes d'abricots et de leurs tourteaux est suffisamment justifiable par les atouts nutritionnels qu'ils recèlent et qui nous conduisent à mettre l'accent sur l'intérêt économique quant à leurs utilisations en alimentation du bétail, notamment au niveau des zones steppiques lieu de prédilection de l'abricotier et de l'élevage du cheptel ovin.

Les amandes d'abricot et leurs tourteaux sont des sources énergétiques et protéiques de bonnes valeurs nutritionnelles par le fait que :

Les teneurs en acide cyanhydrique quoique modérées (< à 121,60 mg/100g) ne peuvent constituer un obstacle pour le niveau d'ingestion par le fait que leur détoxification passe par une méthode simple et peu onéreuse et de surcroît permet une meilleure digestibilité des MAT (76,3%) et de la MO (79,1%). Afin de pouvoir mieux valoriser ces résultats, il est certes économique de n'utiliser en alimentation animale que les tourteaux à faible teneur en matières grasses afin d'engendrer une seconde plus value à travers la valorisation des huiles d'amandes qui entrent dans l'élaboration des produits cosmétiques comme substrat neutre.

Les valeurs énergétiques fourragères tant en UFL qu'en UFV sont assez conséquentes du fait qu'elles sont au deçà de 1UF avec une préférence pour la production de lait.

Les valeurs protéiques sont suffisamment importantes pour pouvoir justifier leurs intérêts dans la diminution du déficit protéique permettant à faible coût de rééquilibrer l'inégalité UF, PDI favorisant l'augmentation des productions animales tant en lait qu'en viande.

L'essai sur le poulet de chair montre que l'utilisation du tourteau d'amande d'abricot non détoxifiée peut entrer pour au maximum 20% en substitution au tourteau de soja dans les formules alimentaires. Au-delà, les performances de croissance des poulets chutent. Cette nouvelle ressource alimentaire pourrait être améliorée par un traitement de détoxification (élimination de HCN) et d'autres expérimentations doivent être conduites pour déterminer les effets sur la croissance de l'incorporation progressive d'un tourteau d'amandes traité dans la ration des poulets de chair.

L'essai de la substitution du tourteau de soja par le tourteau d'amande d'abricot dans l'alimentation des agneaux Ouled Djellal a montré une efficacité sur le gain de poids jusqu'à concurrence de 60%. Il serait intéressant de l'intégrer à des taux de substitution de 80 et 100%, afin de pouvoir évaluer leurs effets sur les performances de croissance et d'engraissement des ovins.

Du point de vue économique, l'incorporation du tourteau d'amande d'abricot détoxifié dans l'alimentation du cheptel ne réglera pas le problème de l'inflation des prix des concentrés à l'échelle nationale, mais y contribuera partiellement ou totalement, s'il est utilisé à l'échelle régionale.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. Abd el Aal, M.H., M.A. Hamza, and E.H. Rahma, 1986. *In vitro* Digestibility, Physico-chemical and Functional Properties of Apricot Kernel Proteins, *Food Chem.* 19:197-212.
2. Abdel-Fatta Rizk, M.1990. : Poisonous Plant Contamination of Edible Plants CRC Press; 1ère edition.
3. ADEME, 2000: Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.Les coproduits d'origine végétale des industries agroalimentaires. Edition ADEME, Paris.
4. Adewusi, S.R.A. and Oke, O.L. 1985. On the metabolism of amygdalin. 2. The distribution of beta-glucosidase activity and orally administered amygdalin in rats. *Can J Physiol Pharmacol* 63: 1084-1087.
5. Aielloo, S.E. 1998. Merck Veterinary Manual. 8th ed. Merck & Co., Inc., Whitehouse Station. Pp 2003-2035.
6. Aila, H. 1992: Désamerisation microbiologique des amandes amères d'abricot et effet de leurs incorporations dans l'alimentation des poules pondeuses sur quelques paramètres zootechniques. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. INES de Batna.
7. Alkoiret, T.I., Manne A.A.S., Gbangboche A.B., Attakpa E.Y. 2007. Fattening performance of Djallonke sheep supplemented with cotton seed husks in Benin. *Livest. Res. rural Dev.*, 19(10)2007.
8. Alpaslan, M., Hayta, M.2006. Apricot kernel: Physical and chemical properties. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **83**, 469-471.
9. Ames, M.M., Kovach, J.S. and Flora, K.P. 1978. Initial pharmacologic studies of amygdalin (laetrile) in man. *Res Commun Chem Pathol Pharmacol* 22: 175-185.

10. Amorin, S.L., Medeiros, R.M.T. and Riet-Correa, F. 2005. Experimental poisoning by *Manihot glaziovii* (Euphorbiaceae) in goats. *Pesquisa Veterinaria Brasileira* 25: 179-187.
11. Anonyme, 2012. [Votre.Jardin.free.fr](http://Votre.Jardin.free.fr)
- 12.
13. AOAC, 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 15<sup>th</sup> edition Washington, D.C. U.S.A.
14. Aslani, M.R., Mohri, M., Maleki, M., Sharifi, K., Mohammadi, G.R. and Chamsaz, M. 2004. Mass cyanide intoxication in sheep. *Vet Human Toxicol* 46: 186-187.
15. Aufrère, J. 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Annales de zootechnie*, 31 : 111-130.
16. Aufrère, J et Cartailier, D. 1988. Mise au point d'une méthode de laboratoire de prévision de la dégradabilité des protéines alimentaires des aliments concentrés dans le rumen. *Annales de Zootechnie* 37 (4) :255-270.
17. Azouz, A., Alia, M., Rizk, E. M. 2009. Chemical Composition And Characterization Of Oil And Defatted Cake Of Apricot Kernels *Annals Agric. Sci., Ain Shams University., Cairo*, 54(2): 373-383, 2009
18. Bahri, B. 2008: Cours de gestion des unités agricoles; Université El-Tarf. 45p
19. Bailey, CH., Hough, L.F. 1975. Apricots. In: J. Janick and JN Moore (eds). *Advances in fruit breeding*. Purdue University Press, West Lafayette, pp. 367–383
20. Banque Algérie 2012: site ([www.banq-of-algeria.dz](http://www.banq-of-algeria.dz) ) consulté 12/09/2012.

21. Barrett, M.D.P., Hill, D.C., Alexander, J.C. and Zitnak, A. 1977. Fate of orally dosed linamarin in rats. *Can J Physiol Pharmacol* 55: 134-136.
22. Beyer, R., and L.D. Melton. 1990: Composition of New Zealand Apricot Kernels, *N.Z. Crop Hortic. Sci.* 18:39–42 .
23. Bhatia, A.K., Naveen, K., Bedi, K.L. 1987: chemical composition of different varieties of apricot kernels grown in Lakdar region. *J. Food. Sci and Tech.* 24:141-143.
24. BIPEA. 1978. Bureau Interprofessionnel d'Etudes analytiques. Recueil des méthodes d'analyses des communautés Européennes: 2 route du port Charbonnier, 92230 Gennevilliers.
25. B.M., 2012 : Banque mondiale ([www.banquemondiale.org](http://www.banquemondiale.org)) site consulté en Août 2012.
26. Boccard, R., Dumont, B.L. 1955. Etude de la production de viande chez les ovins. 1. La découpe des carcasses. Définition d'une coupe de référence. *Ann. Zootech.*, 3 : 241-257.
27. Boccard, R., Dumont B.L., 1960. Etude de la production de viande chez les ovins. II. Variation de l'importance des différentes régions corporelles de l'agneau de boucherie. *Ann. Zootech.*, 9 : 356-363.
28. Boccard R., Dumont B.L., Peyron, C. 1964. Etude de la production de viande chez les ovins. VIII. Relations entre les dimensions de la carcasse d'agneaux. *Ann. Zootech.*, 15 : 367-378.
29. Bouakez, S. 1989 : Essai de valorisation de l'amande d'abricot dans l'alimentation du bétail. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. INES. Batna.
30. Boufnik, S. 1991 : Valorisation des l'amande d'abricot chez la volaille : connaissance analytique et nutritionnelle de l'amande

- traitée et non traitée. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. INES. Batna.
31. Bougouma-Yameogo, V. 1997. Influence de la qualité du fourrage et du taux de concentré sur les performances de croissance et d'engraissement de béliers « Djallonké » de type « Mossi ». Revue Méd.vét., 148 : 299-306.
  32. Bourdoux, P., Seghers, P., Mafuta, M., Vanderpas, J., Vanderpas-Rivera, M., Delange, F. and Ermans, A.M. 1982. Cassava products: HCN content and detoxification processes. In: Delange, F., Iteke, F.B. and Ermans, A.M. (Eds.), Nutritional Factors Involved in the Goitrogenic Action of Cassava, IDRC-184e. IDRC, Ottawa, Canada, pp 51–58.
  33. Boutridi. N 2005 : L'action de cinq provenances de porte-greffes francs d'abricotier (*Prunus armeniaca* L) au déficit hydrique, tolérance à la sécheresse. Mémoire de Magister en phytothechnie. Université de Batna, pp 1.
  34. Bradbury, J.H., Egan, S.V. and Lynch, M.J. 1991. Analysis of cyanide in cassava using acid hydrolysis of cyanogenic glucosides. J Sci Food Agric 55: 277-290.
  35. Brimer, L. and Rosling, H.A. 1993. Microdiffusion method with solid state detection for determination of cyanogenic glycosides from cassava in human urine. Food and Chem. Toxicol, 31: 599-603.
  36. Brimer, L., Cicalini, A.R., Federici, F. and Petruccioli, M. 1994. Production of beta-glycosidases (linamarase and amygdalase) and pectolytic enzymes by *Penicillium* spp. World J. of Microb and Biotech, 10: 203-206.
  37. Brimer, L., Cicalini, A.R., Federici, F., Nout, M.J.R., Petruccioli, M. and Pulci, V. 1996. Twostep hydrolysis of amygdalin in molds.

- Rev.Bio. Forum 89: 493-496.
- 38.Brimer, L., Nout, R.M.J. and Tuncel, G. 1998a. Beta-glycosidase (amygdalase and linamarase) from *Endomyces fibuliger* (LU677): formation and crude enzyme properties. *Appl Microbiol Biotechnol* 49: 182-188.
- 39.Brimer, L., Cicalini, A.R., Federici, F., Nout, R.M.J., Petruccioli, M. and Pulci, V. 1998b. Amygdalin degradation by *Mucor circinelloides* and *Penicillium aurantiogriseum*: mechanism of hydrolysis. *Arch Microbiol* 169: 106-112.
- 40.Brimer, L. 2000. Cyanogenic glycosides - occurrence, analysis and removal from food and feed. Comparison to other classes of toxic and antinutritional glycosides. Dissertation from The Royal Danish School of Pharmacy, Copenhagen, Denmark. ISBN 87-987898-0-5. 452 p.
- 41.Brimer, L. 2001. Chemical hazards and their control: endogenous compounds. Eds. M. R. Adams and M.J.R. Nout. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, U.S.A, pp 71-99. In *Fermentation and Food Safety*
- 42.Brioux, C. and Richart, A. 1928. Hydrocyanic acid in linseed cake. Toxicity of some oilseed cakes. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 1: 134-146.
- 43.Buldgen A., Detimmerman F., Piraux M., Compere R., 1992. Les techniques d'embouche de moutons en région soudano-sahélienne sénégalaise. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 45: 321-328.
- 44.Caius, J.F. 1992. *The Medical and Poisonous Plants of India*. Scientific Publishers, Jodhpur, India. 379p.

45. CAR/PP.2000. Centre d'activités régionales pour la production proper. Prévention de la pollution dans les procédés de Mise en Conserve des aliments : 17-18.
46. Carpenter K.J., Clegg K.M. 1956. The metabolisable energy of poultry feeding stuff in relation to their chemical composition. *J. Sci. Food Agric.*, 7: 45-51.
47. Carter, J.H., McLafferty, M.A. and Goldman, P. 1980. Role of the gastrointestinal microflora in amygdalin (laetrile)-induced cyanide toxicity. *Biochem Pharmacol* 29: 301-304.
48. Christen , D., H. Chajja et C. Senay, 2009 : Amandes d'abricots: un co-produit de la distillation à valoriser *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 41 (4): 241-246.
49. Clawson, A.B. and Moran, E.A. 1937. Toxicity of arrowgrass for sheep and the remedial treatment. United States Department of Agriculture Technical Bulletin No. 580. p16.
50. Clawson A.J., Maner J.H., Gomez G., Mejia O., Flores Z., Buttrago J. 1975a. Unextracted cottonseed in diets for monogastric animals. I. The effect of ferrous sulfate and calcium hydroxide in reducing gossypol toxicity. *J. Anim. Sci.*, 40 (4): 640-647.
51. Clawson A.J., Maner J.H., Gomez G., Mejia O., Flores Z., Buttrago J. 1975b. Unextracted cottonseed in diets for monogastric animals. II. The effect of boiling and oven vs. sun drying following pretreatment with a ferrous sulfate solution. *J. Anim. Sci.*, 40 (4): 648-654.
52. Colin, M.A.M. 1937. [Toxicity of linseed cake for sheep]. Thesis. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, France. 51 pp.

53. Coop, I.E. and Blackley, R.L. 1949. The metabolism and toxicity of cyanides and cyanogenetic glycosides in sheep. 1. Acticity in the rumen. N.Z. J Sci Technol A 30: 277-291.
54. David, A. Jones. 1998. Why Are So Many Food Plants Cyanogenic? *Phytochernistry*, 47( 2): 155-162.
55. Devine C.E., Graafhuis A.E., Muir P.D.,ChrystallB.B.1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs, *Meat Sci.* 35: 63–77.
56. Ditomaso. J. M. 1998. List of plants reported to be poisonous to animals in the United States Weed Research and Information Center.
- 57.
58. Ebru. E and M. Hayta.2009. The effect of apricot kernel flour incorporation on the physicochemical and sensory properties of noodle Afri. *J.of Biotec.* 8 (1): 085-090.
59. EFSA (European Food Safety Authority), 2004. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on Hydrocyanic acid in Flavourings and other Food Ingredients with flavouring Properties. *The EFSA Journal* 105: 1-28.  
[http://www.efsa.europa.eu/science/afc/afc\\_opinions/698\\_en.html](http://www.efsa.europa.eu/science/afc/afc_opinions/698_en.html).
60. Egli.K, 1977: Colorimetric determination of cyanide liberated from apricot kernels. *Journal of the AOAC.* 60 (4): 954-956.
61. EL-Adawy, T.A., Rahma, E.H., El-Badawey, A.A., Gomaa, M.A., Lásztity, R., Sarkadi, L.1994. Biochemical studies of some non-conventional sources of proteins. Part 7. Effect of detoxification treatments on the nutritional quality of apricot kernels. *Nahrung*, 38 (1): 12-20.

62. ENAJUC. 2005: La filiale N'GAOUS statistiques.
63. Eyjolfsson, R. 1970. Recent advances in the chemistry of cyanogenic glycosides. *Fortschr Chem Org Naturst* 28: 74-108.
64. Eyidemir, E. and M. Hayta, 2009. The effect of apricot kernel flour incorporation on the physicochemical and sensory properties of noodle. *African J. Biotech.*, 8(1): 85-90.
65. Faostat. 2012: les statistiques de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.
66. Farines, M., J. Soulier, and F. Comes. 1986. Etude de la Fraction Glyceridique des Huiles de Graines de Quelques Rosaceae Prunoides, *Rev. Fr. Corps Gras* 33:115–117 .
67. Faust, M., Surányi, D., Nyujtó, F. 1998. Origin and dissemination of apricot. In: J. Janick (ed.), *Horticultural Reviews*,. John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto. 22:225-266.
68. Femenia, A., C. Rossello, A. Mulet, and J. Canellas. 1995. Chemical Composition of Bitter and Sweet Apricot Kernels, *J. Agric. Food Chem.* 43:356–361.
69. Ferradji, A., Imerzouken, M., Malek, N., Boudour, N. 2001. Effet de quelques paramètres sur l'extraction d'huile des amandes d'abricot par pressage. *Ann. Instit. Nat. Agronom. El-Harrach (Alger)*, 22 (1-2): 49-59.
70. Filsoof, M., M. Mehran, and F. Farrohi, 1976. Determination and Comparison of Oil Characteristics in Iranian Almond, Apricot and Peach Nuts, *Fette Seifen Anstrichm.* 78:150–151.
71. Fitzsimmons, R.C., Newcombe, M., Moul, L.E. 1989: The long term effects of feeding ground and whole cottonseed to laying hens. *Can. J. Sci.*, 69: 425-429.

72. Frakes, R.A., Sharma, R.P. and Willhite, C.C. 1985. Development toxicity of cyanogenic glycoside linamarin in the golden hamster. *Teratology* 31: 241-246.
73. Frank, S et Santamour, Jr.1998. Amygdalin In *Prunus* Leaves *Phytochemistry*, 47(8): 1537- 1538.
74. Frehner, M., Scalet, M. and Conn, E.E. 1990. Pattern of the cyanide-potential in developing fruits. *Plant Physiol* 94: 28-34.
75. Gabriel, G.N., F.I. El-Nahry, M.Z. Awadalla, and S.M.1981. Girgis, Unconventional Protein Sources: Apricot Seed Kernels. *Z. Ernährungswiss.* 20:208–215 .
76. Garcia, M. and Dale, N.1999. Cassava root meal for poultry. *J. Appl. Poult. Res.*, 8: 132-137
77. Gomez, G., Aparicio, M. and Wilhite, C. 1988. Relationship between dietary cassava cyanide levels and broiler performance. *Nutr Reports Intl* 37(1): 63-75.
78. Gotin, 1958: l'abricotier p151. éd la maison rustique .Paris. p151.
79. Gowdh, C.V., Reddy, C.V. and Reddy, V.R. 1990. Utilization of tapioca (*Manihot esculenta* Crantz) meal in broilers. *Indina J Anim Sci* .60: 1491-1494.
80. Grau, W. R., and R. Hamm. 1953. Muscle as food. In *Food Science and Technology. A Series of Monographs*, 1985. P. J. Bechtel, ed. Academic Press, New York, NY.
81. Gutfinger, T., S. Romano, and A. Letan.1972. Characterization of Lipids from Seeds of the Rosacea Family, *J. Food Sci.* 37:938–940.
82. Hernández, T., Lundquist, P., Oliveira, L., Christiá, R.P., Rodriguez, E. and Rosling, H. 1995. Fate in humans of dietary

- intake of cyanogenic glycosides from roots of sweet cassava consumed in Cuba. *Nat Toxins*. 3: 114-117.
83. Herras, O. 1992: Désamérisation autoenzymatique des amandes amères d'abricot : l'effet de leur incorporation dans l'alimentation des poules pondeuses sur quelques paramètres zootechniques, Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. INES. Batna. 60p.
84. Hibbs, C.M. 1979. Cyanide and nitrate toxicoses in cattle. *Veterinary and Human Toxicology*. 21: 401-403.
85. Hill, D.C. 1973. Chronic cyanide toxicity in domestic animals. In: *Chronic cassava toxicity. Proceeding of an interdisciplinary workshop*, London, England: 105-111.
86. Hormaza, J.I., Yamane, H., Rodrigo, J. 2007. Apricot, p 171–185. In: C. Kole (ed) *Genome mapping and molecular breeding in plants*. V 4, Fruits and nuts. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
87. Holzbecker, M., Moss, M., Ellenberger, H. 1984. The cyanide content of Laetrile preparations, apricot, peach and apple seeds, *Clin. Toxicol.* 22 (4) : 341-347.
88. Houmani, M. 1998: Valorisation des pailles algérienne par traitement technologique dans l'alimentation du cheptel. Thèse de doctorat d'état en sciences agronomiques. INA d'Alger, 154p.
89. Humphreys, D.J. 1988. *Veterinary Toxicology*, 3rd ed. Bailliere Tindall, London. 188-191. Jackson, T. 1995. Cyanide poisoning in two donkeys. *Veterinary and Human Toxicology* 37:567-568.
90. Ilza, A. F and Pimenta Pinotti M. H. 2000: Cyanogenic Glycosides in Plants *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 43(5): 487-492.
91. INRA. 1981: L'alimentation des volailles .Les matières premières. 28p.

92. INRAA. 2010 : rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture ; Institut National pour la Recherche Agronomique Algérie : 62.
93. Jackson, L.C. 1988: BEHAVIOURAL: Effects of Chronic Sub lethal Dietary Cyanide in an Animal Model: Implications for Humans. Consuming Cassava (*Manihot esculenta*). Human Biology. 60 (4): 597-614.
94. Jackson, T. 1995. Cyanide poisoning in two donkeys. Veterinary and Human Toxicology. 37:567-568.
95. Janos, V. 2000. Plant cyanogenic glycosides Toxicon. 38 :11-36.
96. Joshi, S. R.K., Srivastava, and D.N Dhar. 1986. The Chemistry of *Prunus armeniaca*, Br. Food J. 88:74–78, 80.
97. Juillet, A., Susplugas, J., Courp, J. 1955 : Les oléagineux et leurs tourteaux. Ed Lechevalier : 640p.
98. Julve, P. 1998. ff. – BASEFLOR : Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 23 avril 2004.
99. Kadri, K. 1990. Valorisation de l'amande d'abricot dans l'alimentation du bétail, digestibilité in vivo. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. INES. Batna.
100. Khairy, M ; Morsy, S ; El Wakeil, F and Hllabo, A. 1975. Biological evaluation of apricot kernel cake. Egypt. J. Food Sci., 3(1-2):7-15.
101. Kamalu, B.P. 1993. Pathological Changes in Growing Dogs Fed on a Balanced Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) diet. British Journal of Nutrition. 69: 921-934.
102. Kamel, B.S., and Y. Kakuda. 1992. Characterization of the Seed Oil and Meal from Apricot, Cherry, Nectarine, Peach and Plum, *J Am. Oil Chem. Soc.* 69:493–494.

103. Kappor, N., K.L. Bedi, and A.K. Bhatia.1987. Chemical Composition of Different Varieties of Apricots and Their Kernels Grown inLadakha Region, *J. Food Sci. Technol.* 24:141–143 .
104. Khamis, H.S., El Saher H.M., Salem O.A. 1996. Fattening sheep on diets of broiler litter ensiled with green Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.): Nutritional evaluation of fattening sheep diets. *Small Ruminant Res. Network Newsl.* 32: 4-8.
105. Kryukova, I.V. 1989. Botanical classification and geographical distribution.In: VK Smykov (ed), *Apricot*, Agropromizdat, Moscow, USSR: 9–23
- 106.Y. Kumarasamy, P.J., Cox, M., Jaspars, L., Nahar, S., D. Sarker.2003. Cyanogenic glycosids from *Prunus spinosa* (Rosaceae) *Biochemical Systematics and Ecology* 31:1063–1065.
- 107.Lasch E., El Shawa, R.1981. Multiple cases of cyanide poisoning by apricot kernels in children from Gaza. *Pediatrics.* 68: 5-7.
- 108.Layne, R.E.C., Bailey, C.H., Hough, L.F.1996. Apricots, In: J. Janick and J.N. Moore (eds.), *Fruit breeding, Tree and Tropical Fruits*, John Wiley & Sons, Inc., New York.1:79-111.
- 109.Laville, E., Bouix, J., Sayd, T., Eychenne, F., Marcq, Leroy, P.L., Elsen, J.M. et Bibe, B. 2002. La conformation bouchère des agneaux. Étude d'après la variabilité génétique entre races. *Prod. Anim.* 15: 53-66.
- 110.Lechtenberg, M. and Nahrstedt, A. 1999. Cyanogenic glycosides. In: *Naturally occurring glycosides*. Eds. R. Ikan. John Wiley & Sons, Chichester, England: 147-191.
- 111.Lei V ;Amoa-Awua W.K.A;Brimer L.1999.Degradation of cyanogenic glycosides by *Lactobacillus plantarum* strains from

- spontaneous cassava fermentation and other microorganisms. *Int. J. food Microbiol.*, 53, 169-184.
112. Lotti, G., G. Pisano, and S. Baragli. Characterization of Apricot Seed Oils, *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 47:867–871.
113. M. A. 1998 et 2002 : Ministère de l'Agriculture. Statistique agricole, série B.
114. Majak, W. and Cheng, K.-J. 1984. Cyanogenesis in bovine rumen fluid and pure cultures of rumen bacteria. *J. Anim. Sci.* 59: 784-790.
115. Majak, W. and Cheng, K.-J. 1987. Hydrolysis of the cyanogenic glycosides amygdalin, prunasin and linamarin by ruminal microorganisms. *Can. J. Anim. Sci.* 67: 1133-1137.
116. Majak, W., McDiarmid, R.E., Hall, J.W. and Cheng, K.J. 1990. Factors that determine rates of cyanogenesis in bovine rumen fluid in vitro. *J. Anim. Sci.* 68: 1648-1655.
117. Majak, W. 1992. Metabolism and absorption of toxic glycosides by ruminants. *J. Range Manage.* 45: 67-71.
118. Maner, H. and Gomez, G. 1973. Implications of cyanide in animal feeding studies using high cassava rations. In: Chronic cassava toxicity. Eds. Nestel, B. and MacIntyre, R. 113-120. IDRC, Ottawa.
119. Matika O., Van Wyk J.B., Erasmus G.J., Baker R.L., 2003. A description of growth, carcass and reproductive traits of Sabi sheep in Zimbabwe. *Small Ruminant Res.*, 48: 119-126.
120. Merck. 1996. The Merck Index (12th Ed.). Merck Inc., Whitehouse Station (NJ). 4836p.
121. Mekhalfia, A. 2000: Valorisation des drêches et levures de brasserie dans l'alimentation du bétail. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. CUEI-Tarf, 13p.

122. Meziani. Y.1991 : Essai de désamérisation des amandes d'abricot. Valorisation et digestibilité in vitro pepsine cellulase : Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. INES de Batna.
123. Mizutani, F., Hirota, R., Amano, S., Hino, A. and Kadoya, K. 1991. Changes in cyanogenic glycoside content and  $\beta$ -cyanoalanine synthetase activity in flesh and seeds of Japanese plum (*Prunus salicina* L.) during development. J. Jpn Soc Hortic Sci. 59: 863-867.
124. Mlingi, N., Poulter, N.H. and Rosling, H. 1992. An outbreak of acute intoxications from human consumption of insufficiently processed cassava in Tanzania. Food Chem. 53: 29-33.
125. Moertel CG. (1981). A pharmacologic and toxicological study of amygdalin. JAMA, 245: 591-594
126. Moran, E. A. 1954. *American Journal of Veterinary Research*, 15: 171-113.
127. Naveen.R, 1985: Chemical composition of different variety of apricot and their kernels grown in Ladakh region: 141-143.
128. Naser, J.A., Grimbeck, P.J., Langford, M.J., Nel, P.W. 1988. Gossypol poisoning in pigs. *J. South Afr. Vet. Assoc.*, 59: 104.
129. Ngarmsak, S. 1978. Cassava-rice straw complete rations with supplemented urea for dairy cattle I The digestibility and microbial protein synthesis of the cassava-rice straw complete rations with supplemented urea in vitro. Postgraduate Course in Physiology of Animal Nutrition Veterinary Faculty for FAO Fellows. Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark. 1-86
130. Nianogo, A.J., Soma L., Bonkougou G.F.X., Nassa S., Zoundi S.J., 1995. Utilisation optimale de la graine de coton et des fourrages locaux pour l'engraissement des ovins Djallonké type Mossi. *Revue Rés. Amélior. Prod. agr. Milieu aride*, 7 : 179-195.

131. Niesink, R.J.M., de Vries, J. and Hollinger, M.A. 1996. Toxicology – principles and applications. CRC Press, Boca Raton, 832p.
132. Normakhmatov, R., and T. Khudaishukurov. 1973. Apricot Stone Kernels as a Valuable Commercial By-product, *Konservn. i Ovoshchesush. Prom.* 10:32–33.
133. Normakhmatov, R. 1975: Apricot stone kernels as valuable commercial by product. Abstract J. Food. Sci and tech. 7(5).
134. Normand, J., Moevi, I., Lucbert, J., Pottier, E. 2005. Le point sur l'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes. Paris, France, Institut de l'élevage.
135. NTP (National Toxicology Program). 1993. Sodium cyanide administered in drinking water to F344/N rats and B6C3F1 mice. Toxicology Report Series; North Carolina, USA. NIH Publication 37:94-3386
136. Nwokoro, O., Ogbonna, J.C., Ubani, C.S., Okpala, G.N., Ofodile, O.E. 2010. Determination of cyanide in *Amanitia muscaria* samples using alkaline picrate method *Pak. J. Nutr.*, 9 (2): 134-136.
137. Ogihara, H., S., Itah, and H. Tsuyuki. 1982. Studies on Lipids of Ume Apricot, *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* 29:221–227 .
138. Ohtsubo, T. and Ikeda, F. 1994. Seasonal changes of cyanogenic glycosides in Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) seeds. *J Jpn Soc Hortic Sci.* 62: 695-700.
139. OVIFA. 2010. Classifications des ovins. Guide technique et réglementaire. Pesée, classement, marquage. <http://www.office-elevage.fr/PCM-2010/Guide du classificateur VD.pdf>
140. Özcan, M. 2000. Composition of Some Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Kernels Grown in Turkey, *Acta Aliment.* 29:289–293 .

- 141.M. Mus., Özcan, C., Özalp, A., Ünver, D., Arslan, N., Dursun. 2010. Properties of Apricot Kernel and Oils as Fruit Juice Processing Waste *Food and Nutrition Sciences*, (1): 31-37.
- 142.Pala, M., F., Açkurt, M., Löker, T., Gürcan, and M. Yıldız.1996. Türkiye’de Yetiştirilen Değişik Kayısı Çeşitlerinin Bileşimi ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Değerlendirilmesi, *Gıda Teknol.* 1:34–39.
- 143.Panigrahi, S., Rickard, J., O’Brien, G.M. and Gay, C. 1992. Effects of different rates of drying cassava root on its toxicity to broiler chicks. *British Poultry Science*. 33: 1025-1042.
- 144.Peña, F., Bonvillani, A., Freire, B., Juárez, M., Perea, J.,Gómez, G.2009. Effects of genotype and slaughter weight on the meat quality of Criollo Cordobes and Anglonubian kids produced under extensive feeding conditions *Meat Sci.* 83 : 417–422
- 145.Perrot, M. 1928. [Poisoning of sheep by linseed cake]. *Recueil de Médecine Vétérinaire* 104: 15-18.
- 146.Petruccioli, M., Brimer, L., Cicalini, A.R. and Federici, F. 1999a. The linamarase of *Mucor circinelloides* LU M40 and its detoxifying activity on cassava. *J Appl Microbiol.* 86: 302-310.
- 147.Petruccioli, M., Brimer, L., Cicalini, A.R., Pulci, V. and Federici, F. 1999b. Production and properties of the linamarase and amygdalase activities of *Penicillium aurantiogriseum* P35. *Biosci Biotechnol Biochem* 63: 805-812.
- 148.Philbrick, D.J., Hill, D.C. and Alexander, J.C. 1977. Physiological and biochemical changes associated with linamarin administration to rats. *Appl Pharmacol.* 42: 539-551.
- 149.Piccioni, M.1965. *Dictionnaire des aliments pour animaux.*

- 150.A., P knight and R., Walter.2001. A Guide to Plant Poisoning of Animals in North America Teton New Media; 1st edition .
- 151.Poulton, J.E. 1993. Enzymology of cyanogenesis in rosaceous stone fruits. In: B-glucosidases, biochemistry and molecular biology. Eds. A. Esen. ACS Symposium Series 533: 170-190. American Chemical Society, Washington D.C.
- 152.Preston, T.R., Leng, R.A. 1986. Matching livestock production systems to available resources (pre-testing edition). Addis Ababa, Ethiopia, ILCA: 331 p.
- 153.Radi, Z.A., Styer, E.L. and Thomson, L.J. 2004. *Prunus spp.* Intoxication in ruminants: a case in a goat and the diagnosis by identification of leaf fragments in rumen contents. J Vet Diagnostic Investig. 16: 593-599.
154. Rahma, E.H ., Abd El Aal,M.H. 1986 . In vitro digestibility, physico-chemical and functional properties of apricot kernel proteins. Food chemistry.19:197-211.
- 155.Rauws, A.G., Olling, M. and Timmerman, A. 1982. The pharmacokinetics of amygdalin. Arch Toxicol 49: 311-319.
- 156.Rauws, A.G., Olling, M. and Timmerman, A. 1983. The pharmacokinetics of prunasin, a metabolite of amygdalin. J. Toxicol. Clin. Toxicol. 19: 851-856.
- 157.Sakata, M., Yoshida, A., Yuasa, C., Sakata, K. and Haga, M. 1987. Toxicity of D,L-mandelonitrile- beta-D-glucoside "prunasin" in rat. J Toxicol Sci 12: 47-55.
- 158.Salem, S.A., and F.M.A., 1973. Salem, Egyptian Apricot Kernels Seeds, *Dtsch. Lebensm. Rundsch.* 69:322–324.

159. Sañudo, C., I., Sierra, M. Lopez, and F. Forcada. 1986. *La qualité de la viande ovine. Etude des différents facteurs qui la conditionnent. Commission des C. E. Rapport EUR 11479:67–81*
160. Sauvart, D., Perez, J-M et Tran, G. 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. édition INRA-AFZ.
161. Seigler, D.S. and Brinker, A.M. 1993. Characterisation of cyanogenic glycosides, cyanolipids, nitroglycosides, organic nitro compounds and nitrile glucosides from plants. In: Eds. P.G. Waterman. Alkaloids and Sulphur compounds, *Methods in Plant Biochemistry* 8 : 51-131. Academic Press, San Diego.
162. Slover, H.T., Jr., H.R. Thompson, and G.V. Merola. 1983. Determination of Tocopherols and Sterols by Capillary Gas Chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 60:1524–1528 .
163. Solomon, M.B., Kemp, J.D., Moody W.G., Ely D.G., Fox J.D. 1980. Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses, *J. Anim. Sci.* 51:1102–1107.
164. Soto-Blanco, B., Marioka, P.C. and Górniak, S.L. 2002. Neuropathologic study of long term cyanide administration to goats. *Food Chem Toxicol.* 40: 1693-1698.
165. Soto-Blanco, B. and Górniak, S.L. 2004a. Prenatal toxicity of cyanide in goats – a model for teratological studies in ruminants. In: *Poisonous Plants and Related Toxins*. Eds. Acamovic, T., Stewart, C.S. and Pennycott, T.W. CABI Publishing, Wallingford UK/Cambridge, MA (US): 425- 430.

- 166.Soto-Blanco, B. and Górniak, S.L. 2004b. Prenatal toxicity of cyanide in goats – a model for teratological studies in ruminants. *Theriogenology*. 62: 1012-1026.
- 167.Soto-Blanco, B., Stegelmeier, B.L. and Górniak, S.L. 2005. Clinical and pathological effects of short-term cyanide repeated dosing to goats. *J Appl Toxicology*. 25: 445-450.
- 168.Sousa, A.B., Manzano, H., Soto-Blanco, B. and Górniak, S.L. 2003. Toxicokinetics of cyanide in rats, pigs and goats after oral dosing with potassium cyanide. *Arch Toxicol*. 77: 330-334.
- 169.Stoewsand G S, Anderson J L and Lamb R C. 1975; Cyanide content of apricot kernels *Journal of Food Science* 40 (5), 1107–1107.
- 170.Strugala, G.J., Stahl, R., Elsenhans, B., Rauws, A.G. and Forth, W. 1995. Small-intestinal transfer mechanism of prunasin, the primary metabolite of the cyanogenic glycoside amygdalin. *Hum Exp Toxicol* 14: 895-901.
- 171.Suchars J., Wallace K., Gerkin R.1998. Acute cyanide toxicity caused by apricot ingestion. *Ann. Emerg. Med*, 32 (6) : 742-744.
- 172.Talon In Juillet A.,Susplugas,J.,Courp,J .1955 : les oléagineux et leurs tourteaux, ed.P. Lechevalier.
- 173.Tegzes, J.H., Puschner, B. and Melton, L.A. 2003. Cyanide toxicosis in goats after ingestion of California Holly (*Heteromeles arbutifolia*). *J Vet Diagn Invest*. 15:478-480.
- 174.Tewe, O.O. 1984. Energy and protein sources in poultry feeds. *Poultry Seminar of Soybean*. Poultry Assn. Ibadan, Nigeria.52p.
- 175.Tires.K.1990 : Valorisation alimentaire de l'amande d'abricot détermination biochimique et de quelques constituants. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. INES. Batna.

176. Tokarnia, C.H., Peixoto, P.V., Brito, M.F. Duate, M.D. and Brust, L.A.C. 1999. Experimental studies in cattle with cyanogenic plants. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*. 19: 84-90.
177. Trari, S., 1989 : Tourteau d'amande d'abricot composition chimique digestibilité in vitro (pepsine cellulase). Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. INES. Batna.
178. Van Soest, P. J., Robertson, J. B and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74 (10):3583-3597  
<http://jds.fass.org/cgi/reprint/74/10/3583>.
179. Vavilov, N.I. 1951. The phytogeographic basis of plant breeding. In: *Chronica Botanica*, an international collection of studies in the method and history of biology and agriculture (Ed) F. Verdoorn, translation from Russian by K.S. Chester, 13, (1/6): 13–54
180. Vicki Lei, Wisdom Kofi Asa Amoa-Awua, Leon Brimer. 1999. Degradation of cyanogenic glycosides by *Lactobacillus plantarum* strains from spontaneous cassava fermentation and other microorganisms *International Journal of Food Microbiology*. 53 : 169–184.
181. Villet, C. 1965. Alimentary toxicology of linseed cake in cattle. Thesis. École Nationale Vétérinaire de Lyon, France. 69 p.
182. WHO (World Health Organization), 1993. Toxicological evaluation of certain food additives and natural occurring toxicants. Report of the 39th meeting of the Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives (JECFA). Food Additives Series. World Health Organization, Geneva. 30: 299-337.

183. Wiemeyer, S.N. Hill, E.F.H., Carpenter, J.W. and Krynitsky, A.J. 1986. Acute oral toxicity of sodium cyanide in birds. *J Wildlife Diseases*. 22: 538-546.
184. Yakibov U.R, 1979: Cyanide intoxication in child food after ingesting apricot kernels.
185. Zeven AC, de Wet JMJ .1982. Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity. Excluding most ornamentals, forest trees and lower plants. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands. 263 p.
186. Zhukovsky PM .1971. Cultivated plants and their wild relatives. Systematics, geography, cytogenetics, resistance, ecology, origin and use. Kolos, Leningrad, 751p .
187. Zohary D. and Hopf M. (2001). Domestication of plants in the Old World. 3 rd ed. Oxford University Press, Oxford, UK. 334 p.

## **ANNEXE**

# SARL TALTOUM

Siege sociale : Zone d'activité EL-EULMA

PROFORMAT N°00156/2012

I.S :00081920038160

ART.IMP :1920 8680 355

RC : 08 B 0087603

Compte :0872200032-42 BEA

C_AR	DESIGNATION	QUANTITE	UN	TVA	PRIX.U (HT)	MONTANT
C073	décortiqueuse	01	PS	17%	128 205	150 000
PR63	séparateur	01	PS	17%	205 128	240 000
GP02	déshuileur	01	PS	17%	128 205	150 000
B022	bain- mari	01	PS	17%	85470	100 000
TOTAL						640 000

ARRETEE LA PRESENTE PROFORMAT A LA SOMME DE :

SIX CENTS QUARENTE MILLES DINARS

