

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE  
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Thème d'étude

Caractérisation chimique et valeur alimentaire des résidus de  
quelque culture légumière (chou-fleur (*Brassica oleracea*),  
navet (*Brassica napus*), carotte (*Docus carola*) et fenouil  
(*Foeniculum vulgare*)).

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention  
Du diplôme d'ingénieur d'état en Sciences Agronomiques

**Spécialité** : Productions Animales

**Présenté par :**

Mme REGGAI KHADIDJA ET Mr. ZEKRINI ABD SATTAR

**Devant le jury composé de :**

Mme MEFTI H.	M.C.B.	U.S.D.B.	Présidente du jury
Mr MEHANNI R.	M.A.A.	U.S.D.B.	Promoteur
Mme BABA ALI	M.A.A.	U.S.D.B.	Examinatrice
Mme SID S.	M.A.B	U.S.D.B.	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE

2013/2014

# Remerciements

*Je remercie avant tous Allah de m'avoir donné le succès, et la volonté pour faire ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à Monsieur **MEHANNI.R** notre promoteur, qui nous a conseillé et guidé tout au long de ce mémoire. Ses compétences scientifiques et sa rigueur ont permis de diriger et conduire ce travail à son terme.*

*Nous tenons également à remercier **M<sup>me</sup> MEFTI .H**, qui a bien voulu assurer la lourde tâche que représente la présidence d'un jury, qu'elle trouve dans ces lignes le témoignage de notre respect et reconnaissance.*

*Nous remercions particulièrement **M<sup>me</sup> SID** et **M<sup>me</sup> BABA ALI** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons également à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

F. Khadidja

Z. Abd Sattar

## DEDICACES

*Grâce à dieu, j'ai pu terminer ce modeste travail que je dédie avec mes sentiments les plus profonds :*

- *A ma chère mère qui de son vivant a mis à ma disposition tous les moyens pour que ce jour soit possible.*
- *A mon père que dieu me le garde.*
- *A mon mari Belkacem; Mes enfants Walid et Hadjer.*
- *Mon unique frère Amin ; Mes sœurs : fatma, silia et afaf.*
- *Mes grands parents paternels et maternels.*
- *A toutes mes tantes et tous Mes oncles, cousins et cousines ; Meilleures amies de cœur.*
- *A mon binôme Abd essatar et sa famille ;*
- *A tous mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université a toute la promotion 2014, Et, à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire. Je vous aime. Khadidja*

**F. Khadidja**

## DEDICACES

*Grâce à dieu, j'ai pu terminer ce modeste travail que je dédie avec mes sentiments les plus profonds :*

- *A Mes très chères parents ; que dieu me les garde*
- *A mes chers frères et sœurs, et ma famille*
- *A Mes chères connaissances.*
- *A ma binôme M<sup>me</sup> fergani .K et sa famille.*
- *A Mes amis.*
- *A Mes enseignants.*
- *A ma promotion et tous les étudiants d'agronomie.*

*Z. Abd Sattar*

## Titre :

**Caractérisation chimique et valeur alimentaire des résidus de quelque culture légumière (chou-fleur (*Brassica oleracea*), navet (*Brassica napus*), carotte (*Docus carola*) et fenouil (*Foeniculum vulgare*)).**

## Résumé :

Les résidus de culture de quatre espèces légumières (résidus de chou-fleur , de navet , de carotte et de fenouil) disponibles en Algérie en quantités appréciables, avec des tonnages annuelles estimés à  $504 \cdot 10^3$  tonnes/an ( résidus de chou-fleur),  $883 \cdot 10^3$  tonnes/an ( résidus de navet),  $1\ 880 \cdot 10^3$  tonnes/an (résidus de carotte) et  $373,5 \cdot 10^3$  tonnes/an (résidus de fenouil), ont fait l'objet d'une étude de leur valeur alimentaire .

Les résultats obtenus révèlent que les résidus des espèces de la famille des crucifères (résidus de chou-fleur et de navet) possèdent des valeurs énergétiques (résidus de chou-fleur avec 1,02 UFL et 0,97 UFV/ Kg de MS) et (résidus de navet avec 0,96 UFL et 0,92 UFV/ Kg de MS) permettant de les classer parmi les fourrages verts exploités à un stade précoce. Les résidus des espèces de la famille des ombellifères (résidus de carotte et de fenouil) avec (0,88 UFL et 0,82 UFV/ kg de MS carotte), et (0,93 UFL et 0,89 UFV/ kg de MS fenouil) sont moins pourvus en énergie mais plus riches en azote (128 et 139 g PDIN/ kg MS) et (142 et 152 g PDIE/ kg MS) respectivement pour les résidus de carotte et de fenouil.

Mots-clés : résidus, chou-fleur, navet, carotte, fenouil, tonnage, valeur alimentaire, composition chimique, crucifères, ombellifères.

**Title:**

**Chemical characterization and nutritional value of a vegetable crop residue of the family of cruciferous (cauliflower, turnip), Umbelliferous (carrot, fennel)**

**Abstract**

Residues of vegetable cultivation (residues of cauliflower, residues turnip, residues carrot, residues fennel) are available in large amounts with annual weight is estimated by  $504 \cdot 10^3$  ton/year for residues of cauliflower,  $883 \cdot 10^3$  ton/year of residues turnip and  $1\,880 \cdot 10^3$  ton/year of residues carrot ,  $373,5 \cdot 10^3$  ton/year of residues fennel .

Study of the nutritional value shows that, chemical components of these residues has classified residues cruciferous family: residues of cauliflower as energetic media concentrated feed estimated by 1,02 UFL and 0,97 UFV/Kg DM. nitrogen values PDIN 95 g, PDIE 109 g .and residues turnip as energetic media concentrated feed estimated by 0,96 UFL and 0,92 UFV/Kg DM.

Nitrogen values PDIN 130 g, PDIE 141 g. and residues Umbelliferous family: residues carrot as energetic media concentrated feed estimated by 0,88 UFL and 0,82 UFV/Kg DM . Nitrogen values PDIN 128 g, PDIE 142 g .and residues fennel as energetic media concentrated feed estimated by 0,93 UFL and 0,89 UFV/Kg DM. Nitrogen values PDIN 139 g, PDIE 152 g.

Keywords: residues, cauliflower, turnip, carrot, fennel, tonnage, nutritional value, chemical components, cruciferous, Umbelliferous.

## عنوان:

الخواص الكيميائية والقيمة الغذائية لمخلفات المحاصيل النباتية من عائلة الصليبيين (الملفوف، اللفت)، عائلة النباتات خيمية الازهار(بقايا الجزر وبقايا الشمار)

## ملخص:

ان بقايا زراعة الخضر (بقايا القرنبيط و بقايا اللفت وبقايا الجزر وبقايا الشمار) متوفرة بكميات معتبرة و بوزن سنوي مقدر بـ  $10^3$  504 طن لبقايا القرنبيط,  $10^3$  883 طن/عام من بقايا اللفت و  $10^3$  1 880 طن/عام من بقايا الجزر,  $10^3$  373,5 طن/عام من بقايا الشمار. ودراسة القيمة الغذائية و المكونات الكيميائية لهذه البقايا قد صنفت بقايا عائلة النباتات الصليبية (بقايا القرنبيط وبقايا اللفت) كأعلاف متوسطة الطاقة للمجترات ،فبالنسبة لبقايا القرنبيط تقدر بـ UFL1,02 و  $0,97$  UFV للكغ الواحد من المادة الجافة, وقيم ازوتية PDIN بـ 95 غ، PDIE بـ 109 غ و بقايا اللفت مسجلة قيما طاقتوية تقدر بـ  $0,96$  UFL و  $0,92$  UFV للكغ الواحد من المادة الجافة , وقيم ازوتية PDIN بـ 130 غ، PDIE بـ 141 غ وكذلك بقايا عائلة النباتات خيمية الازهار(بقايا الجزر وبقايا الشمار) تستعمل في تغذية الحيوانات، ودراسة القيمة الغذائية لها يبين انها تحتوي على  $0,88$  UFL و  $0,93$  UFL ,  $0,82$  UFV و  $0,89$  UFV وهذا لكل من بقايا الجزر و بقايا الشمار في العام على التبع, وقيمة ازوتية لبقايا الجزر PDIN بـ 128 غ و PDIE بـ 142 غ. اما القيمة الازوتية لبقايا الشمار PDIN بـ 139 غ و PDIE بـ 152 غ

الكلمات الدالة: بقايا, القرنبيط, اللفت, الجزر, الشمار, أوزان, قيمة غذائية, المكونات الكيميائية

## Sommaire

	page
Introduction.....	1
CHAPITRE I : Généralité sur les cultures légumières (fenouil, carotte, chou-fleur et navet)	2
I-1 Généralité sur les Ombellifères (fenouil, carotte).....	2
I-2 Généralité sur les crucifères (chou-fleur – navet).....	7
CHAPITRE II : localisation des cultures légumières et périodes de production.....	12
CHAPITRE III : valeur alimentaire et utilisation des sous produits légumiers dans l'alimentation animale.....	21
Matériel et méthodes.....	26
Résultats et discussions .....	36
Conclusion.....	44



## Liste des tableaux

<b>Tableau 01 :</b>	Classification botanique du fenouil .....	3
<b>Tableau 02 :</b>	Classification botanique de la carotte.....	4
<b>Tableau03 :</b>	Statistique de superficies et production du fenouil (2003-2013).....	5
<b>Tableau 04 :</b>	Statistique de superficies et production de la carotte (2003-2013).....	6
<b>Tableau 05 :</b>	Classification botanique du chou-fleur .....	8
<b>Tableau 06:</b>	Classification botanique du navet .....	9
<b>Tableau 07 :</b>	Statistique de superficies et production de chou-fleur (2003-2013).....	10
<b>Tableau 08 :</b>	Evolution des superficies et de la production nationale du navet, (2003 -2013) .....	11
<b>Tableau 09:</b>	Statistique des superficies et production des cultures légumières (carotte, chou- fleur, navet et fenouil) en Algérie.....	12
<b>Tableau 10 :</b>	calendrier cultural du chou-fleur précoce, semi précoce et tardif.....	16
<b>Tableau 11:</b>	calendrier cultural du navet.....	17
<b>Tableau 12 :</b>	Evolution des importations d'orge et de maïs(en milliers de tonnes)	21
<b>Tableau13 :</b>	Disponibilités en résidus de cultures légumières (carotte, chou-fleur, navet et fenouil) en Algérie.....	23
<b>Tableau14 :</b>	composition chimique des résidus de cultures légumières (fenouil, carotte, navet et chou-fleur).....	36
<b>Tableau 15:</b>	Valeurs énergétiques de résidus du chou- fleur, du navet, de la carotte et du fenouil.....	39
<b>Tableau 16 :</b>	les valeurs de PDIA, PDIN, PDIE des résidus de chou-fleur, du navet, de la carotte et du fenouil .....	41
<b>Tableau 17 :</b>	Offre fourragère permise par les différents résidus pour l'année 2013.....	42

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Situation de la superficie et de production nationale de légumes frais (Temmar, 2007).....	18
<b>Figure02</b> : résidus de chou-fleur .....	27
<b>Figure03</b> : résidus de carotte.....	27
<b>Figure 04</b> : résidus de navet.....	28
<b>Figure 05</b> : résidus de fenouil.....	28
<b>Figure 06</b> : schéma de la méthodologie de travail .....	29

## Liste des abréviations

**AOAC** : ASSOCIATION of OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS

**CB** : cellulose brute.

**dE** : digestibilité de l'énergie.

**dMO** : digestibilité matière organique.

**EB** : énergie brute.

**ED** : énergie digestible.

**EM** : énergie métabolisable.

**g** : gramme.

**ha** : hectares.

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique de Paris

**qx** : quintaux.

**kg** : kilogramme.

**Kf** : rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de viande

**KI** : rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour l'entretien et la production de viande.

**Kmf** : rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette utilisée pour la production de lait.

**MADR** : Ministère de l'Agriculture et Développement Rural.

**MAD** : matière azoté digestible

**MAT** : Matière azotée totale.

**MM** : matière minérale.

**MO** : Matière organique.

**MS** : Matière sèche.

**ONAB** : Office national des aliments du bétail.

**OAIC** : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.

**PDI** : Protéines digestibles dans l'intestin.

**PDIA** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire.

**PDIE** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine énergétique.

**PDIME** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne limitées par l'énergie.

**PDIN** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine azotée.

**PDIMN** : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne limitées par l'azote.

**UF** : unité fourragère.

**UFL** : unité fourragère lait.

## **INTRODUCTION :**

Dans de nombreuses régions du monde, en particulier en Algérie, le développement de la production animale est limité en raison de la faiblesse en ressource en eau, l'insuffisance et le caractère extensif des fourrages cultivés, engendrant des pénuries de ressources alimentaires pour le bétail.

Par ailleurs, des quantités considérables de divers résidus agricoles qui pourraient être valorisés comme aliments pour animaux sont produits chaque année mais marginalement utilisés.

Afin de compenser les pénuries d'aliments surtout en période de soudure automne hivers et d'augmenter la part des aliments frais dans la ration des animaux, des possibilités existent.

L'utilisation des résidus de légumes lors de la récolte dans l'alimentation des animaux pourrait être considérée comme une solution. Les coûts élevés des aliments secs (foin et aliment concentré) durant la saison hivernale constituent une limite d'accessibilité pour les éleveurs et se répercutent négativement sur les performances animales.

Les quantités importantes de résidus de légumes générées chaque année constituent un potentiel alimentaire renouvelable considérable. La masse de ce potentiel fourrager en continuelle augmentation doit permettre non seulement de combler partiellement le déficit fourrager, mais également de diminuer les coûts de production.

Toutefois, l'utilisation optimale des ces résidus de légumes dans l'alimentation animale doit suggérer une identification de leur disponibilité annuelle et leur valeur alimentaire.

C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude, dont l'objectif porte sur la caractérisation physique, chimique et alimentaire des résidus de certaines cultures légumières (carotte, chou- fleur, fenouil, navet).

## **CHAPITRE I : Généralité sur les cultures légumières (fenouil, carotte, chou-fleur et navet)**

### **I – 1- Généralité sur les Ombellifères (fenouil, carotte) :**

#### **I – 1 - 1 - Généralité sur le fenouil :**

Le fenouil doux ou fenouil de florence est un légume bulbe qui est entré relativement tard dans la cuisine des européens vers le XVI siècle.

C'est une plante annuelle, originaire de la Syrie et appartenant à la famille botanique des ombellifères, riche en vitamine A, C, en fibres, en sucres et aromes (Olle M. and Bender I., 2010)

En Algérie c'est un légume qu'on peut trouver dans toutes les régions du pays et qui est bien recherché et consommé, d'autant plus que les conditions climatiques du pays lui conviennent parfaitement dans la zone littorale. Les principales régions de cultures sont les suivants : la zone littorale de Boumerdes, Tipaza, Batna et Mostaganem. (Kribeche Amina (2008))

#### **I – 1 - 2 - Généralité sur la carotte :**

Comme le fenouil, la carotte appartient à la famille des Apiécées (ombellifères) et genre *Daucus carotta L.* Selon (CHAUX et FOURY ,1994 ; RENAUD, 2003) c'est une plante à racine bisannuelle, cultivée en annuelle (Encyclopédie de la cuisine 1999 ; RENAUD, 2003)

La carotte semble bien convenir aux sols du littoral algérien et au climat, seul le problème de la richesse en humus doit souvent se rencontrer.

On trouve la carotte dans les premiers rangs des légumes de grande consommation (VILLENEUVE ,1999). Ainsi, la carotte est le légume racine le plus consommé dans le Monde (CHAUX et FOURY ,1994). Ce légume est d'une haute valeur nutritive; il est riche en vitamine A.

A l'origine se trouvent des formes de l'Afghanistan (CHAUX et, FOURY, 1994 ; RENAUD.2003). La carotte se répendit, Vers l'est ; chine (japon et ouest Asie mineure et Espagne (par les Arabes) (N.RIHANI, F. GUESSOUS et A. BERRAMI.)

## I - 2 - Classification botanique des ombellifères (fenouil, carotte) :

### I – 2 – 1 - Classification botanique du fenouil :

*Foeniculum vulgare* Mill. (Syn. *Anethum foeniculum* L., *Anethum foeniculum* L. et *Foeniculum officinale*) appartient à la famille *Apiaceae* (ou *Ombellifères*), cette dernière est considérée comme l'une des familles riche en huiles essentielles (Amimar *et al.* 2001; Olle et Bender, 2010), le genre *Foeniculum* est très polymorphe et représenté seulement par cette espèce qui se divise en deux sous-espèces *ssp. Piperitum* et *ssp. vulgare* (Badoc *et al.* 1995; Vienna *et al.*, 2005; EFSA, 2009).

La classification botanique du fenouil est présentée dans le tableau 01 :

**Tableau N° 01** : classification du fenouil :

Taxonomie	Classification
Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogames
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Sous Classe	Archyclamidées
Famille	Ombellifères
Genre	Foeniculum
Espèce	<u>Fenouil</u>
Variété	Latina

## I – 2 - 2 - Classification botanique de la carotte :

**Tableau N° 02** : Classification de la carotte :

Nom scientifique	<u>Daucus carota</u>
Nom commun	La carotte
Famille	Apiacée
Groupe	Racines

## I - 3 - Importance économique des ombellifères (Fenouil, carotte) :

### I – 3 - 1 - Importance économique du fenouil :

Au nombre des légumes produits en Algérie il faut citer, par ordre d'importance : les pommes de terre, les tomates, les artichauts, les haricots verts, les carottes, les petits pois, les fèves, les courgettes, le fenouil, etc...

( Kolev N. (1979)).

Il y a moins de dix ans, les arrivages de fenouil sur les marchés étaient inexistantes en juillet et aout, aujourd'hui le fenouil est commercialisé toute l'année grâce aux productions nationales précoces.

(MM.ANGADE)

D'après le tableau, les superficies et les productions de ce légume ont connues une évolution progressive durant ces dix dernières années (2003-2013). La surface consacrée à ce légume a doublé, elle est passée, en dix ans de 4 290 ha à 8 300 ha. Cette évolution dans la superficie a permis de porter la production de 470 000 quintaux en 2003 à 1 310 000 quintaux en 2013.

( MADR ,2014)

**Tableau N° 03** : Statistique de superficies et production du fenouil :



Année	Superficie (10 <sup>3</sup> ha)	Production (10 <sup>6</sup> qx)
2003	4,29	0,47
2004	5,45	0,6
2005	5,39	0,6
2006	5,56	0,63
2007	6,83	0,78
2008	5,50	0,6
2009	5,84	0,7
2010	6,85	0,92
2011	7,85	1,07
2012	7,55	1,12
2013	8,30	1,31

Source :( MADR ,2014)

### I – 3 - 2 - Importance économique de la carotte :

La carotte est un des légumes de base de l'alimentation des populations algériennes. Elle est en effet non seulement consommée en hors d'œuvre mais entre également dans la préparation de nombreux plats cuisinés traditionnels.

Les surfaces cultivées en carotte correspondent à peu près à 5% des surfaces totales maraichères (6<sup>ième</sup> rang pour la superficie occupée en Algérie), et la production totale représente environ la 4<sup>ième</sup> production en tonnage (MADR, 2014).

Selon les sources de la FAO 1988, (CHAUX et FOURY, 1994), la production annuelle mondiale est de 13 millions de tonne de carotte. Cela place cette espèce en 5<sup>ième</sup> position parmi les légumes.

La production d'Afrique est 4% essentiellement dans l'hémisphère nord. La production mondiale a évolué pour atteindre 14 millions de tonne selon VILLENEUVE (1999).

**Tableau N°04 : Statistique de superficies et production de la carotte :**

Année	Superficie (10 <sup>3</sup> ha)	Production (10 <sup>6</sup> qx)
2003	11,5	1,61
2004	12,9	1,98
2005	13,4	1,63
2006	15,4	2,3
2007	14,6	2,53
2008	15,0	2,54
2009	16,33	2,7
2010	17,5	3,2
2011	17,8	3,4
2012	18,1	3,54
2013	18,8	4,2

Source : (MADR ,2014)

La carotte durant la décennie 2003-2013 a connue une progression aussi bien en superficie qu'en volume de production. En effet, la surface allouée à ce légume est passée, en dix ans de 11 500 ha à 18 800 ha (tableau 04). Durant la même décennie la production a quadruplé, le volume dégagé par cette spéculation est passé de 1,61 10<sup>3</sup> quintaux à 4,2 10<sup>6</sup> quintaux. (MADR ,2014)

## **I – 4 - Généralité sur les crucifères (chou-fleur – navet) :**

### **I – 4 – 1 - Généralité sur le chou-fleur :**

Le chou-fleur est cultivé dans la région Méditerranéenne depuis les temps les plus anciens. Compte-tenu des exigences climatiques, c'est essentiellement un légume des régions tempérées du globe. Les botanistes arabes au XII siècle, décrivent le chou-fleur dans leur ouvrages, sous le nom << chou de Syrie >>, ou << quarnabit >>.

La culture de chou-fleur en Algérie est concentrée principalement dans les zones suivantes : Blida, Alger, Oran, Tizi-Ouzou, Tipaza.

Les choux sont riches en Vitamines C, carotènes, sels minéraux, sucres et protéines. ( RAYMOND WARTELLE)

### **I – 4 – 2 - Généralité sur le navet :**

En Algérie, l'espèce navet est cultivée dans tous les régions du pays en culture irriguée de printemps et d'été et comme culture non irriguée de fin d'automne et début printemps (Kolev, 1979). Le navet est riche en Calcium et en Vitamine K.

Aujourd'hui, le navet est surtout considéré comme un légume de diversification, on recense plus d'une trentaine d'espèces partout dans le monde, en particulier le navet d'automne cultivé dans les régions nordiques, le navet précoce (parfois dit navet de mai). Le plus courant est le navet << pygmée >> au goût très relevé (Thorez, 2004).

## I – 5 - Classification botanique des crucifères (chou-fleur, navet) :

### I – 5 – 1 - Classification botanique de chou-fleur :

- ❖ On distingue deux catégories de chou-fleur :
  - Les choux-fleurs à cycle annuel (Variété précoce).
  - Les choux-fleurs à cycle bis annuel (Variété tardive).

Ces deux groupes se classent comme suit :

**Tableau N° 05 :** Classification du chou-fleur :

<b>Taxonomie</b>	<b>Classification</b>
Règne	Végétale
Classe	Dicotylédones
Famille	Crucifères
Tribu	Brassicées
Espèce	<i>Brassicées oléracées</i>
Sous espèce	Chou-fleur

Toutes ces espèces ont un goût et une odeur assez caractéristique cela revient à une substance active (métabolite secondaire) que renferment ces choux-fleurs appelés glucosinolate. (RENAUD V. (2003))

## I – 5 – 2 - Classification botanique de navet :

Du point de vue systématique, le navet se classe comme suit :

**Tableau N° 06 :** Classification du navet :

Taxonomie	Classification
Embranchement	Spermaphyte
Classe	Dicotylédone
Ordre	Brassicale
Famille	Brassicaceae ou crucifère
Sous Famille	Brassicoideae
Tribu	Brassiceae
Genre	<i>Brassica</i>
Espèce	<i>Rapa</i>

Le navet est une plante herbacée bisannuelle de la famille des crucifères (Brassicacées), cultivée comme plante potagère pour sa racine charnue.

(RENAUD V. (2003))

## I – 6 - Importance économique des crucifères (chou-fleur, navet) :

### I – 6 – 1 - Importance économique de chou-fleur :

La culture de chou-fleur durant la décennie 2003-2013 a connue une évolution dans les superficies et dans les quantités produites. De 3 600 ha en 2003 sa superficie est passée à 6 300 ha en 2013 (tableau 07).

La production annuelle a connu également une augmentation dans les volumes dégagés par cette culture. De 550 000 quintaux en 2003, la production annuelle est passée à 1 230 000 quintaux en 2013.

(MADR ,2014)

**Tableau N° 07 : Statistique de superficies et production de chou-fleur:**

Année	Superficie (10 <sup>3</sup> ha)	Production (10 <sup>6</sup> qx)
2003	3,60	0,55
2004	3,59	0,53
2005	4,27	0,51
2006	4,47	0,6
2007	4,60	0,6
2008	4,45	0,68
2009	5,32	0,82
2010	5,26	0,8
2011	6,17	1,05
2012	6,25	1,19
2013	6,30	1,23

Source : (MADR ,2014)

### **I – 6 - 2 - Importance économique de navet :**

Selon les données statistiques du MADR (2014) (tableau 08), la production nationale du navet est passée de 920 000 quintaux en 2003 pour une superficie de 7 700 ha avec un rendement de 119 qx /ha, à 1 115 000 quintaux en 2013 avec une superficie de 8 830 ha et un rendement moyen de 126 qx/ha.

**Tableau N° 08** : Evolution des superficies et de la production nationale du navet, (2003 -2013) :

Année	Superficie (10 <sup>3</sup> ha)	Production (10 <sup>6</sup> qx)
2003	7,70	0,92
2004	8,41	1,18
2005	8,53	1,51
2006	8 ,84	1,1
2007	8,66	1,16
2008	8,43	1,1
2009	8,18	1,13
2010	8,32	1,25
2011	8,45	1,29
2012	8,32 10 <sup>3</sup>	1,4 10 <sup>6</sup>
2013	8,83 10 <sup>3</sup>	1,15 10 <sup>6</sup>

Source :(MADR ,2014)

D'une manière générale, la culture de ces espèces de légumes de plein champ (fenouil, carotte, navet et chou fleur) a connu des augmentations dans les superficies, ce qui théoriquement doit engendrer des productions conséquentes. Cette situation devra permettre de dégager une biomasse végétale valorisable conséquente également.

(MADR ,2014)

## CHAPITRE II : localisation des cultures légumières et périodes de production.

Selon (ARAAR, 2012), la répartition géographique des espèces légumières en Algérie reste encore mal connue. En plus des productions principales, d'autres produits cultivés en quantité importantes complètent l'assortiment de la demande du marché, il s'agit de fenouil, carotte, navet, chou et chou-fleur.

Les données statistiques fournies par MADR, 2014, (tableau 09) couvrant la période 2003 -2012 sont détaillées dans les paragraphes suivants:

**Tableau N°09 : Statistique des superficies et production des cultures légumières (carotte, chou- fleur, navet et fenouil) en Algérie**

Année	Spéculation	Superficie (10 <sup>3</sup> ha)	Production (10 <sup>6</sup> qx)
2003	Carotte	11,5	1,61
	Chou-fleur	3,60	0,55
	Navet	7,70	0,92
	Fenouil	4,29	0,47
2004	Carotte	12,9	1,98
	Chou-fleur	3,59	0,53
	Navet	8,41	1,18
	Fenouil	5,45	0,6
2005	Carotte	13,4	1,63
	Chou-fleur	4,27	0,51
	Navet	8,53	1,51
	Fenouil	5,39	0,6
2006	Carotte	15,4	2,3
	Chou-fleur	4,47	0,6
	Navet	8 ,84	1,1
	Fenouil	5 ,56	0,63



**Suite : Tableau N°09 : Statistique des superficies et production des cultures légumières (carotte, chou- fleur, navet et fenouil) en Algérie**

<b>Année</b>	<b>spéculation</b>	<b>Superficie (10<sup>3</sup>ha)</b>	<b>Production (10<sup>6</sup> qx)</b>
<b>2007</b>	Carotte	14,6	2,53
	Chou-fleur	4,60	0,6
	Navet	8,66	1,16
	Fenouil	6,83	0,78
<b>2008</b>	Carotte	15,0	2,54
	Chou-fleur	4,45	0,68
	Navet	8,43	1,1
	Fenouil	5,50	0,6
<b>2009</b>	Carotte	16,33	2,7
	Chou-fleur	5 ,32	0,82
	Navet	8,18	1,13
	Fenouil	5,84	0,7
<b>2010</b>	Carotte	17,5	3,2
	Chou-fleur	8,32	0,8
	Navet	8,32	1,25
	Fenouil	6,85	0,92
<b>2011</b>	Carotte	17,8	3,4
	Chou-fleur	6,17	1,05
	Navet	8,45	1,29
	Fenouil	7,85	1,07
<b>2012</b>	Carotte	18,1	3,54
	Chou-fleur	6,25	1,19
	Navet	8,32	1,4
	Fenouil	7,55	1,12
<b>2013</b>	Carotte	18,8	4,2
	Chou-fleur	6,30	1,23
	Navet	8,83	1,15
	Fenouil	8,30	1,31

Source : (MADR ,2014)

## **II - 1 - Les zones et les périodes de production de fenouil, carotte, chou- fleur et navet :**

### **II – 1 - 1 - Fenouil :**

#### **II – 1 – 1 – 1- les zones de production de fenouil :**

En Algérie, ce légume, est présent dans toutes les régions du pays. Il est bien recherché et consommé. Selon les données statistiques du MADR (2008) la production nationale du fenouil est de 606 001.2 qx pour une superficie de 5 490.8 ha avec un rendement de 22.08 qx /ha.

D'autant plus que les conditions climatiques du pays lui conviennent parfaitement dans la zone littorale (Anonyme 1979).

D'après le tableau 09 il y a une évolution des superficies et de production de fenouil.

#### **II – 1 – 1 – 2 - Période de production de fenouil :**

-Lorsque le semis est effectué en juin, en pépinière, et les plants sont repiqués à temps, on commence à récolter vers la moitié du mois de septembre et la cueillette continue jusqu'à la fin du mois de décembre.

- Lorsque le semis est réalisé en septembre, en pépinière, la production (la Récolte) commence en Février et dure jusqu'à la fin Avril.

-Lorsque le semis est direct, effectué au champ en aout, on peut commencer la récolte au début du mois de novembre et continuer jusqu'à la fin de février.

-On arrache les plantes et les pommes du fenouil habillées en supprimant les racines et la plus grande partie des feuilles en leur laissant 3 à 4 cm de pétioles adhérent à la pomme.

## **II – 1 – 2 - 1 - les zone de production de carotte :**

Les wilayas grandes productrices de carotte sont par ordre d'importance : M'sila 650 000 qx (2008) Boumerdes 449 600 qx (2008), A. Témouchent 147 552 qx et Blida 36 750 qx, (ABDELGHERFI et al, 2008). Le rendement moyen probable doit se situer vers les 169,1 qx/ha. Selon les données statistiques du MADR (2014), la production nationale de la carotte est passée de 1,66 10<sup>6</sup> Qx pour une superficie de 11,5 10<sup>3</sup> ha avec un rendement de 144,34 Qx/ha à 4,2 10<sup>6</sup> qx pour une superficie de 18,8 10<sup>3</sup> ha et un rendement de 223,40 qx/ha. Soit une progression de 2 540 000 qx de production et 7 300 ha en superficie.

## **II – 1 – 2 – 2- Période de production de la carotte :**

Les carottes en Algérie sont cultivées en plein champ à peu près toute l'année sauf pendant la saison froide et humide (décembre et janvier) et pendant les fortes chaleurs d'été et ce en fonction des régions. Grace au choix des variétés, on peut étaler la culture de ce légume tout au long de l'année pour subvenir aux besoins de la population.

## **II – 1 – 3 - Chou-fleur :**

### **II – 1 – 3 – 1 - Les zone de production de chou-fleur :**

A l'échelle nationale la culture de chou-fleur est réalisée en 2013 sur une superficie de 6,3 10<sup>3</sup> ha avec une production de 1,23 10<sup>6</sup> qx. Les wilayas pourvoyeuses en ce légume sont par ordre d'importance : Alger 109 790 (q x), Blida 56 446(q x), Oran 7100 (q x), Sidi-Bel-Abbès 120 (q x). Ces quatre wilayas assurent à elles- seules les 75% de la production algérienne (ABDELGHERFI et al, 2008). Le rendement moyen déclaré est pour l'Algérie de 45 quintaux. L'est Algérien parait promoteur avec des rendements déclarés 70-75 quintaux, Bejaia, et Jijel.

## II – 1 – 3 - 2 - Période de production de chou-fleur :

La mise en place de la culture de chou-fleur et les périodes de récolte sont résumés dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10 : calendrier cultural du chou-fleur précoce, semi précoce et tardif.

### ➤ Choux-fleurs précoces et demi-précoces :

Semi	Mise en place	Récolte
a) Mai- Juin	Juillet-Aout	Octobre, Novembre, décembre
(Remarque : Le semis ou repique en pépinière à une distance 10 à 12cm)		
b) juin- juillet	Septembre	Décembre, janvier, février
(Remarque : production des plants non repiqués en pépinière.)		
c) janvier	Mars	Juin-juillet
(Remarque : la production de plantes repiquées est préférable)		

Tableau 10 (suite) : Choux-fleurs tardifs et Brocoli

### ➤ Choux-fleurs tardifs et Brocoli

Semis	Mise en place	Récolte
a) Février – Mars	Avril-Mai	Janvier, février, Mars
(Remarque : production des plants repiqués à 10x12 cm.)		
b) Mai – juin	Juillet	Février-Mars
(Remarque : production des plants repiqués 10x12 cm.)		
c) Septembre	Novembre	Avril -Mai - juin
(Remarque : Dans l'Aspects biologiques importants : température douce et régulière, Sol neutre à alcalin (ph>7).		

D'après les tableaux ci-dessus, la période de récolte de ce légume s'étale d'octobre jusqu'à juin. Cet échelonnement de la production garantit non seulement un approvisionnement régulier en résidus de récolte mais également un produit d'une qualité relativement stable. La récolte étant réalisée toujours au même stade (stade végétatif).

**II – 1 - 4 - Navet :****II – 1 – 4 – 1 - Les zones de production de navet :**

En Algérie, l'espèce navet est cultivée dans toutes les régions du pays en culture irriguée de printemps et d'été et comme culture non irriguée de fin d'automne et début printemps (Kolev, 1979), En particulier le navet d'automne cultivé dans les régions nordiques.

Les wilayas productrices sont par ordre d'importance : Boumerdes 306 000(qx), M'silla 60 000(qx), Alger 69 905(qx), Skikda 68 430(qx), Blida 24 138(qx), Media 21 185(qx). [2008]. Le rendement moyen probable doit se situer vers les 130, 9 qx.

**II – 1 – 4 - 2 - Les périodes de production de navet :**

Le calendrier cultural du navet est présenté dans le tableau 11 ci-après.

**Tableau 11 : calendrier cultural du navet**

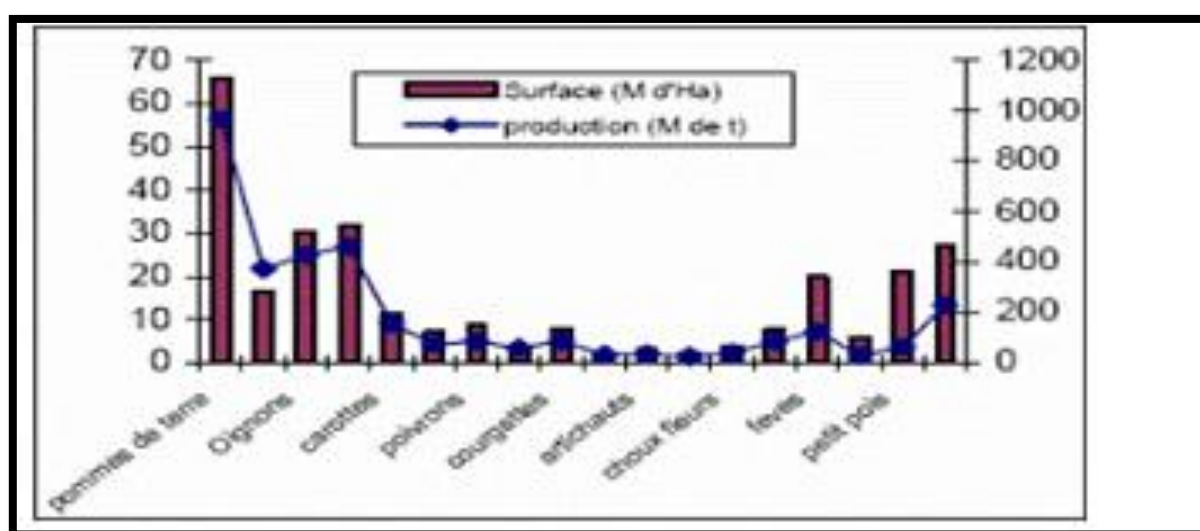
Date de semis	Date de récolte
La 1 <sup>er</sup> moi d'Aout	Octobre-novembre
La 1 <sup>ère</sup> quinzaine de Septembre	Novembre à Janvier
Septembre octobre (après les 1 <sup>ères</sup> pluies)	Décembre-Mars
Novembre	Février-Mars
Février	Avril-Mars
Mai	Juin-Aout
Juin	Aout
Juillet	Septembre

La période de production du navet est étalée tout au long de l'année. Toutefois, les pics de production s'observent surtout durant la période automne hiver.

## II - 2 - Importance des légumes dans l'économie nationale :

La production nationale en légume frais est estimée ces dernières années à 4 million de tonnes par an tous produit confondus, soit une ration moyenne de 130 kg par habitant et par an (Green Coop Algérie, 2005).

On note une amélioration sensible des rendements, conséquence de l'intensification liée au développement de la plasticulture mais surtout à l'introduction de nouvelles techniques et l'utilisation d'un matériel génétique performant (Senoussi et al, 2003 et Temmar, 2007)



**Figure 01** : situation de la superficie et de production nationale de légumes frais (Temmar, 2007).

## **II – 3 - les différentes zones agro écologiques en Algérie et leurs systèmes de cultures :**

### **II – 3 - 1 - Les différentes zones agro écologiques :**

La poly culture on activités agricoles diversifiées, est concentrée dans la zone nord du pays.

Les cultures dominantes sont les cultures annuelles et particulièrement les grandes cultures (céréales, fourrages et légumineuse alimentaires, pomme de terre).

Les grands ensembles écologiques naturellement délimités orientent les activités agricoles et les systèmes de production pratiqués :

- La zone pluvieuse du nord reste le pourvoyeur de produits agricoles diversifiés : céréales, légumes et fruits aussi que ceux de l'élevage semi intensif (surtout lait et viande).
- La zone intermédiaire sert de parc à ovin. (steppe et pâturages extensifs).
- Le troisième ensemble écologique improductif représente le désert Saharien ou les seules activités agricoles reposent sur l'agriculture oasienne et l'exploitation du palmier dattier.

### **II – 3 – 2 - Systèmes de cultures :**

- Le Sahel et les zones littorales, grâce à des conditions climatiques très favorables (hiver généralement doux) sont occupées par les cultures maraîchères.

A titre d'exemple, on peut citer la région de Tipaza, d'Alger et de Jijel. Au niveau de cette zone agro écologique, toutes les cultures maraîchères sont pratiquées. Le système de production est généralement intensif.

Les plaines sublittoral constituent des zones agro écologiques assez particulières compte tenu du fait que les sols sont généralement lourds mais le climat reste relativement favorable- la polyculture et l'élevage bovin constituent les principales activités, les cultures maraîchère, les cultures fourragères, et l'arboriculture fruitière en fonction des disponibilités en eau, des besoins de la région et de l'adaptation des cultures pratiquées.

Les plaines intérieures, certains hauts plateaux et les hautes plaines céréalières ont des microclimats généralement contraignants (hiver froid à très froid, été chaud à très chaud et sec). La pluviosité est généralement limitée et l'eau constitue l'élément clé des systèmes de culture mis en place. Au niveau des plaines où l'eau d'irrigation est disponible on rencontre les cultures maraîchères de plein champs (saison et arrière saison), les cultures fourragères, les céréales et l'arboriculture fruitière (en irrigué)

La steppe constitue une zone agro écologique particulière. Elle s'étend de l'est à l'ouest du pays. Elle est limitée par l'isohyète 400 mm au Nord et 100 mm au sud. Elle constitue une zone intermédiaire entre le Nord du pays au climat humide, subhumide ou semi- aride et le sud de pays au climat aride et saharien (présence d'oasis).



## CHAPITRE III : valeur alimentaire et utilisation des sous produits légumiers dans l'alimentation animale.

### III – 1 - Définition du terme sous-produit ou résidu :

Les résidus de récolte sont les parties des plantes qui, en générale, restent au champ après la récolte du produit principal (graines ou racines) ; par exemple les tiges et les feuilles de maïs, les feuilles de navet et carotte, les pailles de céréales, la bagasse de canne à sucre, les tiges et les feuilles d'arachides. Les résidus de récolte peuvent être pâturés, récoltés comme aliment sec ou ensilés.

### III – 2 - Importance des sous produits agricoles dans d'alimentation animale :

Le déficit fourrager chronique des ruminantes que connaît l'Algérie est comblé par des importations massives de céréales. La dépendance algérienne pour les céréales importées utilisées en alimentation animale est de 30%. (CNA, 2008), dont des quantités très importantes d'orge et de maïs sont importées pour couvrir le déficit fourrager.

En 2011, l'Office national des aliments du bétail (ONAB) a importé 300.000 tonnes de maïs et 180.000 tonnes de soja (l'aliment produit par l'ONAB étant composé à 60% de maïs et 30% de soja).

Le tableau 12 montre les importations algériennes de l'orge et de maïs entre 1983-1993

**Tableau N° 12:** Evolution des importations d'orge et de maïs (en milliers de tonnes)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
<b>Orge</b>	482	614	338	000	157	848	259	307	37	103	549
<b>Maïs</b>	383	615	605	998	874	1209	1066	1198	1099	939	1300

(OAIC in Nedjraoui, 2001)

En vue du développement du secteur agro-alimentaire, et la recherche des éleveurs d'un coût alimentaire réduit, les sous produits de traitement et les résidus de récolte accordent de plus en plus une grande importance. (BOUDJELTIA, 1997).

La récupération et la conversion de ces déchets végétaux en aliments pour les animaux est une façon efficace de réduire l'impact de la production horticole sur l'environnement d'une part et d'une autre part c'est une meilleure utilisation possible de toutes les ressources fourragère disponibles en alimentation animale. ( Kribeche Amina (2008) )

De plus, cette utilisation permettrait d'augmenter la rentabilité de plusieurs cultures maraîchères. Les rejets des résidus de légumes pourraient être utilisés afin de remplacer une portion significative des sources d'aliments traditionnels pour les animaux. ( Senoussi Abdelhakim et Behir Tahar )

### **III – 2 – 1 - Valorisation des sous produits en Algérie :**

Selon ADEME (2000), Les sous-produits agro-industriels ont une importance considérable pour l'alimentation animale dans la région méditerranéenne compte tenu des caractéristiques nutritionnelles des ressources fourragères disponibles dans cette région, en particulier pour les ruminants. (RENE, 1991).

La bonne utilisation des sous-produits dans l'alimentation animale nécessite la maîtrise de leur conservation, la connaissance de leur composition, de leur valeur alimentaire et des moyens susceptibles de l'améliorer. (LAURE, 1991).

### **III - 3 - Evaluation des résidus de culture légumière (carotte, chou-fleur, navet et fenouil) :**

#### **III – 3 – 1 - carotte :**

En se basant sur le fait qu'un mètre carré de culture de carotte de plein champ dégage 10 kg résidu en moyenne, un hectare permet une production de 100

tonnes de résidu frais (mesure réalisée in situ lors de la récolte). Par conséquent et au vue de la superficie réservée à ce légume, la production moyenne annuelle de résidu procurée par la culture de ce légume doit s'élever en 2013 à 1 880 000 tonnes. (Tableau 13)

**Tableau 13 : Disponibilités en résidus de cultures légumières (carotte, chou- fleur, navet et fenouil) en Algérie.**

<b>Année</b>	<b>Spéculation</b>	<b>Superficie (10<sup>3</sup>ha)</b>	<b>résidus (10<sup>3</sup>tonnes)</b>
<b>2003</b>	Carotte	11,5	1150
	Chou-fleur	3,60	288
	Navet	7,70	770
	Fenouil	4,29	193,05
<b>2004</b>	Carotte	12,9	1290
	Chou-fleur	3,59	287,2
	Navet	8,41	841
	Fenouil	5,45	245,25
<b>2005</b>	Carotte	13,4	1340
	Chou-fleur	4,27	341,6
	Navet	8,53	853
	Fenouil	5,39	242,55
<b>2006</b>	Carotte	15,4	1540
	Chou-fleur	4,47	357,6
	Navet	8,84	884
	Fenouil	5,56	250,2
<b>2007</b>	Carotte	14,6	1460
	Chou-fleur	4,60	368
	Navet	8,66	866
	Fenouil	6,83	307,35

Source :( MADR ,2014)

**Suite : Tableau 13 : Disponibilités en résidus de cultures légumières (carotte, chou- fleur, navet et fenouil) en Algérie.**

<b>Année</b>	<b>Spéculation</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>résidus (10<sup>3</sup>tonnes)</b>
<b>2008</b>	Carotte	15,0	1500
	Chou-fleur	4,45	356
	Navet	8,43	843
	Fenouil	5,50	247,5
<b>2009</b>	Carotte	16,33	1633
	Chou-fleur	5,32	425,6
	Navet	8,18	818
	Fenouil	5,84	262,8
<b>2010</b>	Carotte	17,5	1750
	Chou-fleur	5,26	420,8
	Navet	8,32	832
	Fenouil	6,85	308,25
<b>2011</b>	Carotte	17,8	1780
	Chou-fleur	6,17	493,6
	Navet	8,45	845
	Fenouil	7,85	353,25
<b>2012</b>	Carotte	18,1	1810
	Chou-fleur	6,25	500
	Navet	8,32	832
	Fenouil	7,55	339,75
<b>2013</b>	Carotte	18,8	1 880
	Chou-fleur	6,30	504
	Navet	8,83	883
	Fenouil	8,30	373,5

Source :( MADR ,2014)

### **III – 3 - 2 - Le chou- fleur :**

On estime pour la chou- fleur de la même façon en se basant sur le fait qu'un mètre carré de choux fleur dégage en moyenne 8 kg de résidu frais, un hectare permet une production de 80 tonnes.

La superficie consacrée en 2013 à ce légume fleur aura permis une production 504 000 tonnes. (Tableau 13)

### **III – 3 - 3 - Navet**

On estime pour la Navet de même façon, en se basant sur le fait que un mètre carré de Navet en moyenne dégage une production de 10 kg, un hectare produit 100 tonne de feuilles. On estime donc pour la campagne 2013, une masse de résidus de Navet de 883 000 tonnes. (Tableau 13)

### **III – 3 – 4 - fenouil :**

On estime pour le fenouil de même façon, en basant sur le fait que mètre carré de fenouil génère en moyenne 4,5 kg de feuilles, 1 hectare permet de dégager une production de 45 tonnes. Soit une production de résidu de 373,5 tonnes.

On estime pour la campagne 2013, une quantité résidus de fenouil est de 3734370 qx/année. (Tableau 13)

### **III – 4 - l'utilisation des sous produits en alimentation animale :**

La complémentation des fourrages pauvres de la ration doit être raisonnée afin d'optimiser l'activité microbienne dans le rumen, c'est –à-dire apporter des glucides et de l'azote soluble tout en respectant un équilibre énergie –azote. Les résidus de légumes peuvent répondre à ces conditions.

A la lumière de cette étude bibliographique et des estimations réalisées sur terrain, il paraît nécessaire de se pencher sur la caractérisation alimentaire de ces résidus afin de mieux les intégrer dans les rations destinées aux animaux. Il est à souligner que ces résidus sont disponibles avec un tonnage très appréciable, justifiant une connaissance de leur valeur alimentaire, en vue de leur utilisation rationnelle dans l'alimentation du bétail. (CHEIKH LY, 1981).

## **I - Matériel et méthodes :**

### **1 - Objectif de l'expérimentation :**

Cette expérimentation a pour but de caractériser physiquement et chimiquement les résidus de différentes espèces de légumes de plein champ à développement hivernal afin d'estimer leur potentiel de production et leur valeur alimentaire. Il s'agit des résidus du chou-fleur, de carotte, de navet et de fenouil. Dans cette étude on a procédé à une estimation quantitative de ces résidus pour déterminer leur contribution potentielle dans l'offre fourragère.

### **2- Matériels utilisés :**

Les analyses de la composition chimique sont réalisées au niveau du laboratoire d'analyse fourragère du département des biotechnologies de l'université Saad Dahlab –Blida1

#### **2 – 1 - matériels végétales :**

Les espèces végétales de cette étude appartiennent aux deux grandes familles des ombellifères et des crucifères qui présentent un grand intérêt dans l'économie agricole et dont les résidus sont très largement utilisés en alimentation animale, en particulier dans l'alimentation des femelles laitières. Il s'agit :

- Résidus de chou-fleur (figure : 02) qui ont été ramassés au mois janvier – février 2014 durant la période de récolte au niveau d'un champ dans les environs de Guerouaou dans la wilaya de Blida.
- Résidus de carottes (figure : 03) qui ont fait l'objet d'un ramassage au mois de mai lors de la récolte dans une parcelle dans la commune de Mouzaïa wilaya de Blida.
- Résidus de navet et de fenouil (figures 04 et 05) qui proviennent d'une collecte lors de leurs récoltes réalisées au mois de mars au niveau de deux parcelles situées dans la commune de Guerouaou dans la wilaya de Blida.





**Figure 02** : résidus de chou-fleur.



**Figure 03** : résidus de carotte.



**Figure 04:** résidus de navet.



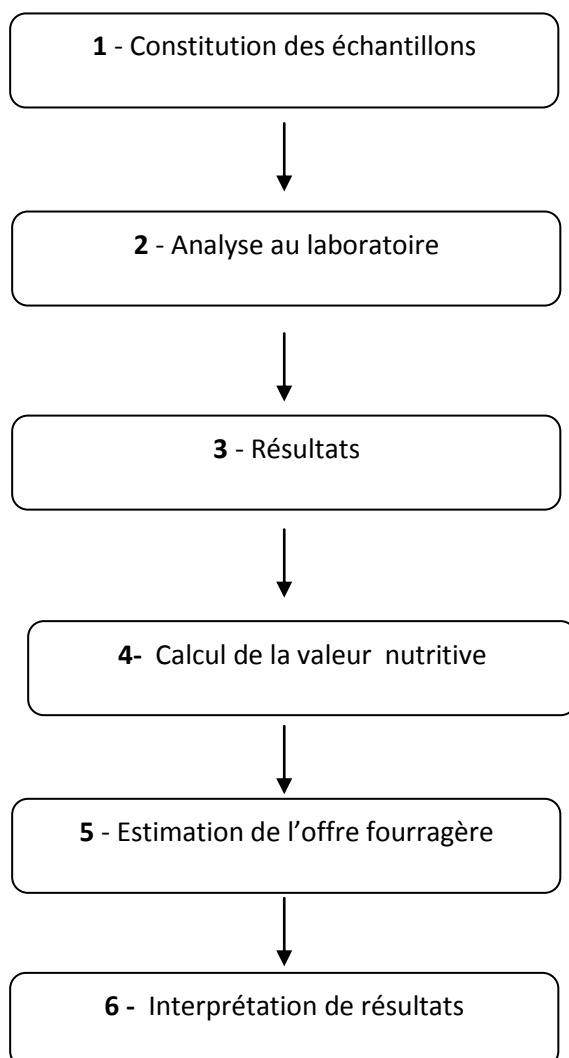
**Figure05 :** résidus de fenouil.



## 1- Méthodes utilisées :

### ➤ Les démarches à suivre :

Notre méthodologie de travail se résume dans le schéma suivant :



**Figure 06 : schéma de la méthodologie de travail**

### 2 - 1 - Echantillonnage :

Les échantillons des différents résidus de cultures ont été constitués en faisant plusieurs prélèvements (minimum 10) à différents endroits en parcourant la parcelle en zigzag tout en évitant les bordures. A partir des échantillons ainsi constitués, un prélèvement d'une quantité de 2 Kg de matière verte de résidu de chaque espèce a fait l'objet d'un séchage dans une étuve à circulation d'air sous une ambiance de 65° C pendant 3 à 4 jours selon la richesse des échantillons en eau.

## 2 - 2 - Analyses chimiques :

### Méthodes d'analyses chimiques

Les méthodes d'analyses chimiques utilisées, sont celles de l'AOAC. Les échantillons ont été broyés finement (1mm) et conservés hermétiquement. Toutes les analyses ont été faites en triples (03 répétitions), les résultats sont rapportés à la matière sèche en pourcentage.

#### 2 – 2 – 1 - Détermination de la matière sèche (MS) :

Dans une capsule séchés et tarée au préalable, introduire 1à 2g de l'échantillon à analyser, porter la capsule dans une étuve à circulation d'air réglée à 105°+-2°C, laisser durant 24h, refroidir au dessiccateur, peser, remettre une heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée, continuer l'opération jusqu'au poids constant. La

teneur en MS est donnée par la relation : 
$$MS\% = \frac{Y}{X} \times 100$$

Y: Poids de l'échantillon après dessiccation.

X : Poids de l'échantillon humides.

#### 2 – 2 - 2 - détermination des matières minérales (MM) :

La teneur en MM d'une substance alimentaire est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération. Porter au four à moufle la capsule contenant 2g de l'échantillon a analysé. Chauffer progressivement afin d'obtenir une combustion sans inflammation de la masse.

-1heure 30 mn à 200°C

-2 heures 30mn à 500°C.

L'incinération doit être poursuivie jusqu'à la combustion complète du charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair. Refroidir au dessiccateur capsule contenant le résidu de l'incinération, puis peser.

La teneur en matière minérale est donnée par la relation :

$$\text{Teneur en MM (\%MS)} = \frac{A \times 100}{B \times MS}$$

*A* : Poids des cendres

*B* : Poids de l'échantillon

*MS*: Teneur en matière sèche (en %)

### 2-2-3 Détermination de la matière organique (MO) :

La teneur en matière organique est estimée par différence entre la matière sèche (MS) et les matières minérales (MM) :

**Teneur en MO (%MS) = 100 – MM**

### 2-2-4 Détermination de la cellulose brute

La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE. Par convention, la teneur en cellulose brute est le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

Peser 2g d'échantillon, l'introduire dans un ballon de 500ml muni d'un réfringent rodé sur le goulot, ajouter 100ml d'une solution aqueuse bouillante contenant 12,5g d'acide sulfurique pour 1 litre. Chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celles-ci pendant 30mn exactement. Agiter régulièrement le ballon pendant l'hydrolyse, séparer le ballon du réfringent. Transvaser dans un ou plusieurs tubes de centrifugeuses en conservant la plus grande quantité possible de produit dans le ballon. Centrifuger jusqu'à clarification totale du liquide.

Introduire le résidu dans le même ballon en le détachant du tube a centrifugé avec 100ml de solution bouillante contenant 12,5 g de soude pour 1 litre. Faire bouillir durant 30 mn exactement, filtré sur creuset (de porosités) 1 ou 2. Passer le creuset plus le résidu à l'étuve réglée a 105 °C jusqu'au poids constant.

Après refroidissement au dessiccateur, peser puis incinérer dans le four a moufle à 400 °C durant 5 heures. Refroidir au dessiccateur et peser à nouveau.

La différence de poids entre les deux pesées représente les matières cellulosiques, une grande partie de cellulose vraie, une partie et des résidus d'hémicellulose.

$$\text{Teneur en CB (\%MS)} = \frac{(A-B) \times 100}{C \times MS} \times 100$$

**A** : poids du creuset + résidu après dessiccation

**B** : poids du creuset + résidu après incinération

**C** : poids de l'échantillon de départ.

### 2-2-5 Détermination de matières azotées totales (MAT) :

L'azote total est dosé par la méthode de KJELDAHL.

#### Minéralisation :

Opérer sur un échantillon de 0.5 à 2g (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon). L'introduire dans un matras de 250 ml, ajouter 2g de catalyseur composé de 250 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 250g de CuSO<sub>4</sub> et 5g de Se) et 20ml d'acide sulfurique concentré (densité = 1,84). Porter le matras sur le support d'attaque et chauffer jusqu'à l'obtention d'une coloration verte stable. Laisser refroidir, puis ajouter peu à peu avec précaution 200ml d'eau distillée en agitant et en refroidissant sous un courant d'eau.

#### Distillation :

Transverse 10 à 50ml du contenu du matras dans l'appareil distillateur (Büchi), rincé la burette graduée. Dans un bécher destinée a recueillir le distillat, introduire 20 ml de l'indicateur compose de :

-20 g d'acide borique.

-200ml d'éthanol.

-10ml d'indicateur contenant :  $\frac{1}{4}$  de rouge de méthyle à 0,2 % dans l'alcool à 95 ° et  $\frac{3}{4}$  de vert de bromocresol à 0,1% dans l'alcool à 95 %.

Verser lentement dans le matras de l'appareil distillateur , 50ml de lessive de soude (d=1,33),mettre en marche l'appareil , laisser l'attaque se faire jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 100ml au moins, tirer en retour par l'acide sulfurique à N/20 ou N/50 jusqu'à l'obtention à nouveau de la couleur initiale de l'indicateur.

1 ml d'H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1N	→	0,014 g d'N
1 ml d' H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> N/20	→	0.0007 g d'N

$$N g = X 0,0007 \times \frac{100}{Y} \times \frac{200}{A}$$

**X** : descente de burette (ml).

**Y** : poids de l'échantillon de départ.

**A** : volume de la prise.

$$\text{Teneur en MAT (\%MS)} = N g \times 6,25$$

## 2-3 Méthodes de calcul :

Les résultats d'analyses chimiques ont fait l'objet d'un traitement statistique et ont été utilisés dans le calcul des valeurs énergétiques et azotées. Les résultats pour tous les paramètres étudiés ont été soumis à une analyse de la variance avec le logiciel STATICF. Les moyennes sont comparées à l'aide du teste de NEWMAN et KEULS, lorsque cela est nécessaire (différence au moins significative), l'analyse de la variance a été effectuée au seuil de 5 %.

### 2 - 3-1 Calcul de la valeur nutritive des résidus :

La valeur nutritive des espèces étudiées (valeur énergétique et valeur azotée) a été estimée par calcul à partir des résultats des analyses chimiques à l'aide d'un logiciel de l'université de Ouargla.

### 2- 3-2 Estimation de la valeur énergétique :

Elle est nécessaire de calculer successivement des énergies brutes (EB), digestible (ED), Métabolisable (EM), nette lait (ENL) et nette viande (ENV).

#### 2-3-2-1- Equation de prévision de la valeur énergétique :

A- Energie brute EB :

$$EB \text{ kcal/kg MO} = 4516 + 1.646 \text{ MAT} + 70 \pm 39 \text{ (MAT en g/kg MO)}$$

B- Energie digestible ED :

$$ED = EB \times dE / 100 \text{ (dE = digestibilité de l'énergie brute EB avec dE en \%)}$$

$$dE = 1.055 \text{ dMO} - 6.833 \text{ (dMO en \%)}$$

$$\text{dMO (\%MO)} = 900 \text{ (MAT / MO)}^2 + 45.1 \text{ (MAT et MO en \% MS)}$$

C- Energie métabolisable EM :

$$EM / ED = 0.8682 - 0.099CB/MO - 0.196 MAT/MO \text{ (CB, MO et MAT en \% MS)}$$

D- Energie nette EN et valeurs de l'unité fourragère UF :

$$q = EM / EB \text{ (rendement de l'énergie brute en énergie métabolisable)}$$

$$EN = k \times EM \text{ (k est le rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette).}$$

$$ENL = kl \times EM \text{ (kl = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette lait)}$$

$$ENM = km \times EM \text{ (km = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette pour l'entretien)}$$

$$ENV = kmf \times EM \text{ (kmf = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette entretien + viande)}$$

$$kl = 0.4632 + 0.24 q \quad km = 0.287q + 0.554 \quad kmf = \frac{km \times kf \times NP}{kf + km \times (NP - 1)}$$

$$kf = 0.78q + 0.006$$

$$kmf = \frac{(0.287q + 0.554) \times (0.78q + 0.006) \times NP}{(0.78q + 0.006) + (0.287q + 0.554) \times (NP - 1)} \quad (\text{NP= niveau de production})$$

Avec un niveau de production NP égal à 1.5 nous obtenons :

$$kmf = \frac{0.3358 q^2 + 0.6508 q + 0.005}{0.923 q + 0.283}$$

Les valeurs UF lait (UFL) et UF viande (UFV) sont ainsi calculées :

$$\square \text{ UFL} = \frac{EM \times kl}{1700} = \frac{ENL}{1700} \quad (1700 \text{ kcal/kg MS})$$

$$\square \text{ UFV} = \frac{EM \times kmf}{1820} = \frac{ENV}{1820} \quad (1820 \text{ kcal/kg MS})$$

### 2-3-2-2 Equation de prévision de la valeur azotée

– Le système PDI

Pour le calcul des PDI l'estimation des PDIN et PDIE est nécessaire.

Equations de départ :

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

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

$$\text{PDIA} = 1.11 \times \text{MAT} \times (1 - \text{DT}) \times \text{dr} \quad (\text{DT est la dégradabilité théorique en sachets})$$

$$\text{PDIMN} = 0.64 \times \text{MAT} \times (\text{DT} - 0.10)$$

$$\text{PDIME} = 0.093 \times \text{MOF}$$

(CHEHMA A., 2005)

## Résultats et discussion

### 1-Analyse des résidus des cultures légumières

Les résultats obtenus par les analyses de la composition chimique des résidus de fenouil, carotte, navet, et chou-fleur sont consignés dans le tableau 14 :

**Tableau N° 14:** composition chimique des résidus de culture légumières (fenouil, carotte, navet et chou-fleur).

résidus	MS (en %)	En % de la matière sèche			
		MM	MO	MAT	CB
fenouil	13,63±0,46 (b)	17,06±0,17 (b)	82,94±0,17 (c)	22,02±4,02 (a)	12,79±4,02 (b)
carotte	21,84±1,48 (a)	38,06±0,21 (a)	61,94±0,21 (d)	20,22±0,94 (a)	9,16±2,23 (c)
navet	12,23±0,42 (b)	10,41±0,38 (c)	89,58±0,38 (b)	20,60±1,51 (a)	15,01±1,10 (a)
chou- fleur	12,86±0,56 (b)	8,31±0,28 (d)	91,68±0,28 (a)	15,13±3,35 (b)	11,30±0,04 (b)

- Au niveau d'une même colonne, lorsque les lettres sont différentes, les différences entre les résultats sont statistiquement significatives ( $P < 0.05$ ).
- Au niveau d'une même colonne, lorsque les lettres sont identiques, les différences sont statistiquement non significatives ( $P > 0.05$ ).

#### 1-1- Teneur en matière sèche (MS) :

- D'une façon générale, la teneur en matière sèche MS des résidus des quatre espèces de légume étudié sont faibles et n'appellent pas de commentaire puisqu'il s'agit de parties aériennes de plantes vertes (feuilles) riche en eau. La teneur en matière sèche de ces résidus varie de 21,84 % pour les résidus de carotte à 12,23 % pour les résidus de navet, la teneur en MS des résidus de



fenouil 13,63% et de résidu de chou-fleur 12,89% reste intermédiaire (Tableau 14).

- Les résidus de chou-fleur 12,86 % et ceux du navet avec 12,23% affichent des teneurs en MS presque identique à celle obtenue avec les résidus de fenouil avec 13,63 % (Tableau 14).
- Les résidus des deux espèces navet et chou-fleur possèdent des teneurs en MS presque identiques. Il faut noter que ces deux espèces appartiennent à la même famille botanique (crucifères) (Tableau 14).
- Le taux de MS de résidu de carotte est de 21,84 %, ce taux en MS est proche des taux de MS des espèces de graminées fourragères cultivées, aux stades floraison début épiaison, consignées dans les tables de valeurs alimentaires (INRA, 2007).
- Les résidus de carotte présentent une teneur de MS de 21,84 %. Ce résultat est supérieur à celui d'INRA (1988) avec 13%.
- La teneur en matière sèche des résidus de chou-fleur est de 12,86 %. Cette teneur se rapproche de celle affichée par le chou fourrager (12,40 %) (INRA, 2007).

## **1-2 Teneur en matière organique (MO) :**

- Les valeurs de la matière organique des différents résidus varient entre 61,94 % pour les résidus de carotte et 91,68 % pour les résidus de chou-fleur (Tableau 14).
- Les résidus de chou-fleur ont un taux de MO de 91,68 %, ce taux est comparable à celui d'INRA (1988) qui a obtenu un taux de 91 %.
- Le navet et le fenouil présentent des teneurs en MO respectivement de 89,58 et 82,94 %, valeurs intermédiaires entre celles des espèces précitées. A l'exception des résidus de carotte, les résultats de MO sont compris dans la fourchette donnée pour les différentes familles d'espèce fourragère cultivée. Par ailleurs, il ne semble pas qu'il y a une relation entre famille botanique et richesse en MO. Toutefois la faible teneur en MO des résidus de carotte (61,94 %) peuvent

s'expliquer par la qualité des feuilles récoltées qui ont présenté dans notre échantillonnage une forte proportion de feuilles mortes.

### **1-3 Teneur en matière azoté totale (MAT) :**

- Dans l'ensemble, les résidus des espèces de légumes de cette étude affichent des teneurs en MAT allant de 22,60 à 15,13 % (Tableau 14). Comparées aux valeurs des fourrages verts cultivés rapportées dans les tables de l'INRA 2007, ces dernières restent comprises entre celles présentées par les légumineuses et les graminées fourragères cultivées.
- Les résidus de fenouil avec 22,02 % de MAT, possèdent une teneur en MAT qui se rapproche à celles de légumineuses fourragères cultivées exploitées en vert à un stade précoce. Les résidus de chou-fleur avec une teneur en MAT de 15,13 % se rapprochent davantage aux valeurs données aux graminées cultivées exploitée en vert à un stade précoces ou à leurs repousses feuillues.
- Les résidus de navet à une teneur en MAT est de 20,60 %, ce résultat est supérieur à celui trouvé par d'INRA (1988) 10 %.

### **1- 4 Teneur en cellulose brute (CB) :**

- La teneur en parois cellulaire (% CB dans la MS) des résidus de culture légumière sont de 15,01%, 12,79%, 11,3% et 9,16% respectivement pour les résidus de navet, de fenouil, de chou –fleur et de carotte (Tableau 14).
- Les espèces de légume appartenant à la même famille botanique crucifères ou ombellifères présentent des teneurs en CB différentes au sein de la même famille et entre famille botanique. Toutefois, il faut noter que ces résidus affichent de faibles teneurs en CB les rapprochant du colza fourrager, et qui demeurent moins élevées que celles des légumineuses et des graminées cultivées exploitée en vert à des stades précoces.

### **1-5 Teneur en matière minérale (MM) :**

- Le taux de matière minérale (MM) (tableau 21) pour les résidus de chou-fleur est de 8,31%, suivi par ceux du navet 10,41%, du fenouil 17,06% et enfin par ceux de la carotte 38,06 %. Ce taux exagérément élevé par rapport à ceux

des espèces étudiées pourrait s'expliquer par la forte proportion de feuilles mortes de carotte lors de la récolte.

- On remarque que les teneurs en MM des résidus de la famille Ombellifères (résidus de carotte 38,06 % et résidus de fenouil 17,06 %) sont supérieures à celles des résidus de la famille crucifères (résidus de chou-fleur 8,31 % et résidus de navet 10,41%), (Tableau 14).
- En générale ces résidus de cultures légumières de famille des crucifère (résidus de chou-fleur, résidus de navet) et de famille des Ombellifère (résidus de carotte, résidus de fenouil) affichent de faibles teneurs en matière sèche et en cellulose brute et des teneurs acceptables en MAT.

## 2 - Valeur nutritive :

### 2 - 1 - Valeurs énergétiques UFL et UFV

Les valeurs énergétiques, exprimées en UFL et UFV par kg de matière sèche (MS), sont présentées dans le tableau 15.

**Tableau N° 15:** Valeurs énergétiques de résidus du chou- fleur, du navet, de la carotte et du fenouil.

<b>résidus</b>	<b>Valeur énergétique (UFL / kg MS)</b>	<b>Valeur énergétique (UFV / kg MS)</b>
<b>chou-fleur</b>	1,02	0,97
<b>navet</b>	0,96	0,92
<b>carotte</b>	0,88	0,82
<b>fenouil</b>	0,93	0,89

Les résidus des cultures légumières de notre essai présentent des valeurs énergétiques (tableau 15) acceptables, les rapprochant aux différentes espèces

fourragères cultivées consignées dans les tables de valeurs alimentaires des fourrages (INRA, 1988).

D'après les valeurs énergétiques obtenues, on peut classer les aliments étudiés en deux catégories :

❖ Les résidus du chou –fleur et du navet (famille des crucifères) présentent des valeurs énergétiques proche de l'unité soit 1,02 UFL et 0,97 UFV / kg MS pour le résidu de chou-fleur et 0,96 UFL et 0,92 UFV/Kg MS (tableau 22) pour ceux du navet. Il est à rappeler que ces deux espèces font partie de la famille des crucifères.

Les résidus de navet de notre essai affichent des valeurs énergétiques UFL et UFV (0,96 et 0,92) légèrement inférieures à celles rapportées dans la bibliographie soit 1,12 UFL pour cette espèce (INRA, 1988).

❖ Les résidus de fenouil et de carotte (famille des ombellifères) affichent des valeurs UFL et UFV respectivement de (0,93 et 0,88 UFL / kg MS) et (0,89 et 0,82 UFV/ kg MS). Ces dernières valeurs sont très acceptables mais restent inférieures à celles des crucifères, lesquelles se rapprochent de celles présentées par le chou fourrager (1,03 UFL/kg MS) et le colza fourrager 0,91 UFL/ kg MS). Les valeurs UFL et UFV de nos résidus de carotte respectivement (0,88 et 0,82) sont inférieures à celles présentées par cette espèce (1,08 UFV et 1,08 UFL/Kg MS), rapportées dans les la table de l'INRA, 1988.

Dans l'ensemble, les valeurs énergétiques de l'ensemble de nos résidus, estimées par calcul à partir de leur composition chimique, classent ces derniers dans la catégorie des fourrages verts (graminées et légumineuses) exploités au stade végétatif.

## 2- 2 - Les valeurs azotées :

### 2 – 2 – 1- Les valeurs de PDIA, PDIN et PDIE des différents résidus :

Les valeurs de PDIA, PDIN et PDIE des différents résidus sont présentée dans le tableau 16:

**Tableau N°16 :** les valeurs de PDIA, PDIN, PDIE des résidus de chou-fleur, du navet, de la carotte et du fenouil :

résidus	Azote g/Kg de MS		
	PDIA	PDIN	PDIE
<b>chou-fleur</b>	47	95	109
<b>navet</b>	64	130	141
<b>carotte</b>	63	128	142
<b>fenouil</b>	68	139	152

A l'examen des valeurs azotées (PDIA ; PDIN ; PDIE) des résidus de chou-fleur, navet, carotte, et fenouil (Tableau 16), on remarque que tous ces résidus sont relativement bien pourvus en azote. Ils peuvent être considérés comme des aliments à la fois énergétiques et azotés. Toutefois, on relève que les quatre résidus sont relativement plus riches en PDIE qu'en PDIN.

Ce qui ne semble pas concordé avec les valeurs PDIN et PDIE des espèces fourragères apparentées à celles des résidus. En effet, les tables de l'INRA rapportées par Daniel, 2011, indiquent 124 et 107g PDIN / kg MS respectivement pour le colza et le chou fourrager et des valeurs PDIE de 97 et 99 g/ kg MS. Néanmoins, les valeurs trouvées dans notre essai demeurent intéressantes et classent encore une fois ces résidus parmi les fourrages verts exploités au stade végétatif.

### 3 - Estimation de l'offre fourragère permise par les résidus :

#### 3 – 1 - Estimation de l'offre énergétique (UFL et UFV)

**Tableau N°17 :** Offre fourragère permise par les différents résidus pour l'année 2013

résidus	Energie (unité 10 <sup>6</sup> )		Azote 10 <sup>3</sup> qx	
	UFL	UFV	PDIN	PDIE
<b>chou-fleur</b>	66,11	62,86	61,573	70,647
<b>navet</b>	103,67	99,35	140,388	152,265
<b>carotte</b>	361,32	336,68	525,557	583,040
<b>fenouil</b>	47,34	45,31	70,762	77,380
<b>total</b>	578,44	544,19	798,28	883,332

L'offre fourragère des différents résidus est variable mais reste intéressante (tableau 17).

On remarque que l'offre en énergie (UFL, UFV) évaluée pour les résidus de carotte 361,32 10<sup>6</sup> et 336,68 10<sup>6</sup> est largement supérieure à celles des autres résidus soit respectivement 66,11 10<sup>6</sup>, 62,86 10<sup>6</sup> (chou-fleur), 103,67 10<sup>6</sup>, 99,35 10<sup>6</sup> (navet) et 47,34 10<sup>6</sup>, 45,31 10<sup>6</sup> (fenouil) (Tableau 17). Les différences dans l'offre s'expliquent par le tonnage différent des divers résidus mais également par la valeur énergétique de chaque résidu.

L'offre énergétique exprimée en UFL et UFV de la totalité des résidus représente un peu plus d'1/2 milliard pour chaque unité (tableau 17). Soit l'équivalent de l'offre UFL évaluée pour le foin produit à l'échelle nationale (Chamma et Ramadi, 2013).

## 2 – 2 - Estimation de l'offre azotée (PDIE et PDIN).

Pour les matières azotées (PDIN, PDIE) ; Les valeurs PDIN et PDIE de ces résidus varient de 525,557  $10^3$  qx PDIN, 583,04  $10^3$  qx PDIE (carotte) à (61,573  $10^3$  qx PDIN, 70,647  $10^3$  qx PDIE) (chou-fleur). Les valeurs de (PDIN, PDIE) des résidus de navet (140,388  $10^3$  qx PDIN, 152,265  $10^3$  qx PDIE) et de résidu de fenouil (70,762  $10^3$  PDIN, 77,380  $10^3$  PDIE) reste intermédiaire (Tableau 17).

L'offre azotée exprimée en PDIE et PDIN de l'ensemble des résidus représente respectivement 883 332 et 798 280 quintaux. Cette offre azotée des nos résidus avoisine celle évalué en 2013 par Chamma et Ramadi, 2013 pour les chaumes ou les pailles de céréales soit respectivement 86 733 090 kg et 80 981 180 kg.

Le potentiel alimentaire de ces résidus de légume est susceptible d'améliorer le bilan fourrager négatif de notre cheptel en réduisant le déficit chronique surtout durant les périodes où le fourrage vert se fait rare.

---

## CONCLUSION :

A partir des résultats obtenus à travers cette étude sur la caractérisation quantitative, chimique et alimentaire des résidus de chou-fleur, de navet, de carotte et de fenouil, il ressort que du point de vue tonnage, ces résidus sont disponibles en quantités appréciables de 504 10<sup>3</sup> tonnes de résidus du chou-fleur, 883 10<sup>3</sup> tonnes de résidus de navet, 1 880 10<sup>3</sup> tonnes de résidus de carotte et 373,5 10<sup>3</sup> tonnes de résidus de fenouil. Ce tonnage de résidus constitue une réserve de fourrage vert valorisable non négligeable durant la période de soudure (automne, hiver) dans les régions de grandes productions maraîchères de plein champ. A l'échelle locale, leur intégration dans l'alimentation du bétail peut palier partiellement à l'insuffisance en fourrages verts.

La composition chimique de ces résidus révèle des teneurs en MAT oscillant entre 15,13 % et 22,02 % et des teneurs en MM de 8,31 à 38,06 %. Ces teneurs montrent que les résidus de ces légumes peuvent constituer une source d'azote et de minéraux valorisables pour les animaux qui les reçoivent dans leur ration.

Toutefois ces résidus montrent de faibles teneurs en cellulose brute (9,16 % à 15,01%), ce qui semble logique, car ces résidus ne sont constitués que de feuilles. Leur incorporation dans les rations nécessite un apport en lest (foin, paille), surtout, quand ces résidus sont offerts en grandes quantités.

Les valeurs énergétiques (UFL et UFV) et azotées (PDIE et PDIN) de ces résidus sont relativement élevées. Ces résidus de légumes feuilles (fenouil et chou-fleur) et racines (navet, carotte) sont à la fois de sources énergétiques et protéiques susceptibles d'améliorer l'apport alimentaire des rations à base de ces résidus.

Aussi, il serait souhaitable de mener d'autres travaux sur l'ingestibilité, la digestibilité de ces résidus et des essais de mesure des performances de leur incorporation dans des rations destinées aux différentes catégories d'animaux.

Par ailleurs, il serait intéressant d'envisager la conservation de ces résidus dans les situations de grandes productions, par les techniques d'ensilage.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- **ABDELGHERFI et al** (2008), les productions fourragères et pastorales en Algérie : situation et possibilités d'amélioration. Revue semestriel INA Alger, janvier 2008 N°6. P 14-25.
- **ALIBES(X), TESSERAND(J.L)** (1981). Tableau de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne Option méditerranéenne.
- **Amimar Z., Lamarti A., Badoc A., Reduron J.P., Ouahabi S. and Muckensturm B., 2001.** Clonage du fenouil doux par culture d'apex. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 140, pp.43-58.
- **ARAAR Hakima** (2012-2011) : ressources phylogénétiques légumières en Algérie. diversité et répartition territoriale caractérisation et évaluation de la diversité agro morphologique de six populations de navet « saidi » de sétif. thèse : magister en science agronomique.
- **AMRANI MOHAMED** ; INRA Algérie (2012). Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières produites en Algérie pour l'alimentation des ruminants, 36-40 p.
- **ANONYME** (2006) statistiques agricoles. Superficies et productions. Edit ; MA/DSAEE ; Série B Alger.
- **Baci L. (1995)**. Les contraintes au développement du secteur des fruits et légumes en Algérie : faiblesse des rendements et opacité des marchés. *Options Méditerranéenne*, Sér. B / n°14, Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000.266-268.
- **BEN AMOR MOHAMED LAHBIB** (Juillet2010). Etude De La Valorisation Des Déchets Végétaux En Aliment De Bétail Dans L'oasis Historique De Gafsa.
- **BENOUDIA M** (1990). Composition chimique, digestibilité et digestibilité des feuilles de figuier (*Ficus carica.L*) et de pêcher (*Prunus persica L*). Mémoire ING. INES Blida. P 34.
- **CHAMMA et RAMADI** (2013) : Bilan alimentaire des herbivores en Algérie et contribution des fourrages naturelles. thèse ING, université de Blida.
- **CHAMA et al** (2013). Bilan alimentaire des herbivores en Algérie et contribution des fourrages naturels. Mémoire ING, P 74

- **CHAUX CI., FOURY CI. (1994)** Production légumière - **tome1**Généralités (série Agriculture d'aujourd'hui) Edition Tec et Doc Lavoisier Paris, Londres, New York.
- **CHEHMA. A (2005)**. Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse doctorat, Bejaia. P 19-21.
- **CHEIKH LY (1981)** : l'utilisation et le potentiel en alimentation animal des résidus et sous-produit agricoles au sine-Saloum(Sénégal).
- **CHRISTIAN PORTENEUVE (CTIFI)**. recherche sur les résidus de chou-fleur.
- **CIHEAM (1990)**. Tableau de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne Option méditerranéenne, Série B. étude de recherche N°4.
- **CIHEM et TESSERAND J.L.A (1990)**. Les ressources alimentaires pour le betail.Les systèmes agricoles oasiens Option Méditerranéennes :Série(A). Séminaires Méditerranéens.11 .pages 237-248.
- **Chambre Nationale de l'Agriculture (CNA)**, 2008, les sous-produits agricoles dans d'alimentation animale.
- **EFSA** the 2009 European Union Report on Pesticide Residues in Food.
- **FREDERIK** Série (coopérative Provence silvacane, PACA).recherche sur les résidus de la carotte.
- **FAOSTAT** : [www.FAOSTAT.com](http://www.FAOSTAT.com)
- **GAUSSEN et al (1982)** .Précis de la botanique, tome II : végétaux supérieure Masson : 558-560 p.
- **Green Coop Algérie. (2005)**. Les cultures maraîchères en Algérie. Revue mensuel no 06 .24.25 .
- **GUESOUS (F), RIHANI (N), IGMOUILLAND (A), JOHSON(W.L)**. 1985 a valeur nutritive des principaux aliments utilisés par les ovins dans les vallées de ZIZ et de DRAA. Projet petits ruminants ,1 bilan .RABAT : institut agronomique et vétérinaire HASSEN2 .pages 109-127.
- **HADJI et OUABL (2013)**. Bilan alimentaire en Algérie apport énergétiques et azotés des sous-produits agro-industriels. Mémoire ING, P 62.
- **Hamdane M. (2009)**. La filière algérienne des fruits et légumes est-elle entrée en Crise ?(\*) Consultant en management source : <http://www.lequotidien-oran.com/>
- Catégorie : Algérie.

- **INRAA** (2008). Diagnostic rapide d'une région agricole dans le Sahara Algérien, axes de recherche/développement prioritaires. Cas de la région des Ziban (Biskra).
- **Kolev N. (1979)**. La production de semences et plants maraîchers. Centre national Pédagogique agricole, Algérie. 12p.
- **Kribeche Amina** (2008) : les résidus de récolte département des sciences vétérinaire de coustantine.
- **MAXIME PERUS** (pole légumes nord).recherche sur les résidus de chou-fleur.
- **MEDJOU DJ Hacène** : Etude du comportement au séchage de six légumes : carotte, courgette, cardon, pomme de terre, Ail et oignon ; thèse de magister université Mentouri de coustantine.

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE DEVELOPPEMENT RURALE (MADR).**  
2014, Séries statistiques agricoles, 2003 à 2013.

- **MM.ANGADE** (chambre d'Agriculture du puy de dôme). **CONFESSONS** (Lycée agricole de Coutances). **HOUSSIN et LHOMME** (chambre d'agriculture de la Manche).
- **MOREL d'ARLEUX** (ITEB).Document sur le sous produit de la carotte.
- **N.RIHANI, F. GUESSOUS et A. BERRAMI** : utilisation de quelque sous-produit de l'agro-industrie pour l'engraissement des ovines.
- **OAIC in Nejraoui,2001** : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.
- **Olle M. and Bender I., 2010**. The content of oils in Umbelliferous crops and its formation. *Agronomy Research* 8 (3), pp.687-696.
- **Rapport d'étude** : Etat des lieux des déchets et sous-produits organiques issus de l'industrie agro-alimentaire bas- normande (réalisé par le bureau d études IVAMER SOUS LA TUTELLE DE L'ANEA).
- **RAYMOND WARTELLE** (chambre agriculture Nord).recherche sur les résidus de chou-fleur.
- **REBOUR, H** (1968). Fruit méditerranées autre que les agrumes. Ed. la maison rustique : p 190-206.
- **RENAUD V. (2003)** Tous les légumes courants, rares ou méconnus, cultivables sous nos climats Les éditions Eugen Ulmer Paris p 22.
- **SIZIANI, M. et BELBOURHEN, D., 2001**. Bilan fourrager 1998, comparaison offre / Besoin.

- **Senoussi Abdelhakim et Behir Tahar** : étude des aliments de bétails de la région du souf.
- **Snoussi S.A., Djazouli Z.E., Aroun M.E.F et Sahli Z. (2003)**. Evaluation des Besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation Et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Cas des Plantes Maraîchères, Industrielles, Condimentaires, Aromatiques, Médicinales et Ornementales. Projet ALG/97/G31 PNUD, Alger, 79p.
- **Temmar N. (2007)**. L'agriculture en Algérie. Fiche de synthèse. 1-4.
- **VILLENEUVE F. (1999)** La carotte (pp45-63) Dans Technologie des légumes par TIRILLY Y et BOURGEOIS CM Collection science et techniques agro alimentaires. Edition Lavoisier Tec et Doc Paris. P558
- **VIANNEY ESTORGUES** (chambre agriculture Finistère).recherche sur les résidus de chou-fleur.
- **ZAATER Abdelmalek (2010)** : Valeur nutritive des résidus de récolte et des sous-produits agro-industriels offerts à des moutons du Sahel.

## Table des matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>CHAPITRE I : Généralité sur les cultures légumières (fenouil, carotte, chou-fleur et navet)t</b>	<b>2</b>
I – 1- Généralité sur les Ombellifères (fenouil, carotte).....	<b>2</b>
I –1 - 1 - Généralité sur le fenouil.....	<b>2</b>
1 - 2 - Généralité sur la carotte.....	<b>2</b>
I - 2 - Classification botanique des ombellifères (fenouil, carotte).....	<b>3</b>
I – 2 – 1 - Classification botanique du fenouil.....	<b>3</b>
I – 2 - 2 - Classification botanique de la carotte.....	<b>4</b>
I - 3 - Importance économique des ombellifères (Fenouil, carotte).....	<b>4</b>
I – 3 - 1 - Importance économique du fenouil.....	<b>4</b>
I – 3 - 2 - Importance économique de la carotte.....	<b>5</b>
I – 4 - Généralité sur les crucifères (chou-fleur – navet) .....	<b>7</b>
I – 4 – 1 - Généralité sur le chou-fleur.....	<b>7</b>
I – 4 – 2 - Généralité sur le navet.....	<b>7</b>
5 - Classification botanique des crucifères (chou-fleur, navet) .....	<b>8</b>
5 – 1 - Classification botanique du chou-fleur.....	<b>8</b>
5 – 2 - Classification botanique du navet .....	<b>9</b>
6 - Importance économique des crucifères (chou-fleur, navet).....	<b>9</b>
6 – 1 - Importance économique du chou-fleur.....	<b>9</b>
6 - 2 - Importance économique du navet.....	<b>10</b>
<b>CHAPITRE II : localisation des cultures légumières et périodes de production</b>	<b>12</b>
II - 1 - Les zones et les périodes de production de fenouil, carotte, chou-fleur et navet	<b>14</b>
II – 1 – 1 - les zones de production de fenouil.....	<b>14</b>
II – 1 – 2 - Période de production de fenouil.....	<b>14</b>
II – 1 – 3 - les zones de production de la carotte.....	<b>15</b>
II – 1 – 4 - Période de production de la carotte.....	<b>15</b>
II – 1 – 5 - Les zones de production de chou-fleur.....	<b>15</b>
II – 1 – 6 - Période de production de chou-fleur.....	<b>15</b>

II – 1 – 7 - Les zones de production de navet .....	17
II – 1 – 8 - Les périodes de production de navet.....	17
II - 2 - Importance des légumes dans l'économie nationale.....	18
II – 3 - les différentes zones agro écologiques en Algérie et leurs systèmes de cultures....	19
II – 3 – 1 - Les différentes zones agro écologiques.....	19
II – 3 – 2 - Systèmes de cultures .....	19

**CHAPITRE III : valeur alimentaire et utilisation des sous produits légumiers dans l'alimentation animale.** **21**

III – 1 - Définition du terme sous-produit ou résidu.....	21
III – 2 - Importance des sous produits agricoles dans d'alimentation animale.....	21
III – 2 – 1 - Valorisation des sous produits en Algérie.....	22
III - 3 - Evaluation des résidus de culture légumière (carotte, chou-fleur, navet et fenouil) ...	22
III – 3 – 1 - carotte.....	22
III – 3 - 2 - chou- fleur.....	25
III – 3 - 3 – Navet.....	25
III – 3 – 4 - fenouil.....	25
III –4 - l'utilisation des sous produits en alimentation animale.....	25

**PARTIE II : EXPERIMENTALE**

I - Matériel et méthodes.....	26
1 – objectif de l'expérimentation.....	26
2 - Matériel utilisé.....	26
2 – 1 - matériel végétale .....	26
3 - Méthodes utilisées.....	29
3 - 1 – Echantillonnage.....	29
3 - 2 - Analyses chimiques.....	30
3 – 3 - Méthodes d'analyses chimiques.....	30
3 – 3 – 1 - Détermination de la matière sèche (MS) :.....	30
3 – 3 - 2 - Détermination des matières minérales (MM).....	30
3 – 3 – 3 - Détermination de la matière organique (MO).....	31
3 – 3 - 4 - Détermination de la cellulose brute (CB) .....	31
3 – 3 - 5 - Détermination de matières azotées totales (MAT).....	32
3 – 4 - Méthodes de calcul .....	33

3 – 5 - Calcul de la valeur nutritive des résidus .....	<b>33</b>
3 – 5 – 1 - Estimation de la valeur énergétique .....	<b>33</b>
3 – 5 – 2 - Equation de prévision de la valeur énergétique.....	<b>33</b>
3 – 5 – 3 - Equation de prévision de la valeur azotée.....	<b>35</b>
<b>4 - Résultats et discussions :</b>	
4 - 1 - Analyse des résidus des cultures légumières .....	<b>36</b>
4 – 1 - 1 -Teneur en matière sèche (MS) .....	<b>36</b>
4 – 1 - 2 Teneur en matière organique (MO).....	<b>37</b>
4 - 1- 3 Teneur en matière azoté totale (MAT) .....	<b>38</b>
4 - 1 – 4 - Teneur en cellulose brute (CB) .....	<b>38</b>
2 – 1 - 5 - Teneur en matière minérale (MM) .....	<b>38</b>
4 – 2 - Valeur nutritive.....	<b>39</b>
4 - 2 - 1 - Valeurs énergétiques UFL et UFV.....	<b>39</b>
4 - 2- 2 - Les valeurs azotées.....	<b>41</b>
4- 3 - Estimation de l'offre fourragère permise par les résidus.....	<b>42</b>
4- 3 – 1 - Estimation de l'offre énergétique (UFL et UFV).....	<b>42</b>
4 – 3 – 2 - Estimation de l'offre azotée (PDIE et PDIN).....	<b>43</b>
Conclusion.....	<b>44</b>
Références bibliographiques.....	<b>45</b>
Annexes	

**Annexe 01 : Composition chimique des résidus du chou-fleur et du navet et résidus de la carotte et du fenouil pour les échantillons 1,2,3**

	MS en %	En % de la matière sèche				Les échantillons
		MO	CB	MAT	MM	
<b>Résidus de Chou-fleur</b>	88,5	91,45	15,79	12,76	8,55	1 <sup>er</sup> échantillon
	89,5	92	14,23	17,5	8	2 <sup>ème</sup> échantillon
	89,45	91,6	-	-	8,4	3 <sup>ème</sup> échantillon
<b>Résidus de navet</b>	90	89,15	11,27	19,53	10,85	1 <sup>er</sup> échantillon
	89,15	89,8	11,33	21,67	10,19	2 <sup>ème</sup> échantillon
	89,9	89,8	-	-	10,2	3 <sup>ème</sup> échantillon
<b>Résidus de carotte</b>	90,45	62,05	7,58	20,89	37,95	1 <sup>er</sup> échantillon
	93,06	62,09	10,43	19,56	37,93	2 <sup>ème</sup> échantillon
	92,95	61,69	-	-	38,3	3 <sup>ème</sup> échantillon
<b>Résidus de fenouil</b>	88,9	83,6	12,75	19,18	16,89	1 <sup>er</sup> échantillon
	89,8	82,76	12,84	24,86	17,24	2 <sup>ème</sup> échantillon
	89,5	82,95	-	-	17,05	3 <sup>ème</sup> échantillon



## **Annexe 02 : méthodes utilisées dans les analyses :**

### **Composition chimique**

Pour les espèces végétales résidus de crucifères (chou-fleur, navet) et résidus d'ombellifères (carotte, fenouil) la composition chimique a porté sur l'analyse de la matière sèche (MS), la matière organique (MO), la matière minérale (MM) les matières azotées totales (MAT), la cellulose brute (CB), les composés pariétaux, les phénols totaux et les tanins condensés.

Pour les fèces, elle n'a porté que sur ; la MS, la MM, la MO, la MAT, la CBW et les composés pariétaux.

- Le taux de MS est déterminé par la perte de poids subie après séchage à une température de 103 °C (AFNOR, 1982).
- Les dosages des MM et des MO sont obtenus après destruction de la matière organique par incinération et pesée du résidu ainsi obtenu, (AFNOR, 1977).
- La MAT est dosée par la méthode de Kjeldahl, (ISO, 1997).
- La CB est déterminée par la méthode de Weende (AFNOR, 1993).
- La détermination des constituants pariétaux (NDF, ADF et ADL) est faite sur « Fibersac », selon la méthode de VAN SOEST, (AFNOR, 1997).
- La teneur des phénols totaux est déterminée par une méthode spectrophotométrique avec le réactif au Folin–Ciocalteu, (MARIGO, 1973)

### **Valeur nutritive des espèces étudiées**

La valeur nutritive des espèces étudiées (valeur énergétique et valeur azotée) a été estimée par le calcul à partir des résultats des analyses chimiques.

### **Estimation de la valeur énergétique**

Cette estimation est réalisée selon les travaux de JARRIGE, (1988) et GUERIN et AL. (1989). Elle nécessite le calcul successif des énergies brutes (EB), digestible (ED), métabolisable (EM), nette lait (ENL) et nette viande (ENV).

### Annexe 3 : Calcul valeur énergétique

								MOD		ED		EM					
Description	MS	MM	MO	MAT	CBW	EB(MS)	dMO	g/kg	dE	kcal/kgMS	EM/ED	kcal/kgMS	q=EM/EB	kl	kmf	UFL	UFV
Chou-fleur	83,15	8,32	91,68	15,13	15,01	4453	80,5	738	78,0432574	3476	0,8197	2849	0,6397	0,6167	0,6395	1,02	0,97
Carotte	92,15	38,06	61,94	20,22	9,16	3173	153,3	949	154,871832	4915	0,7896	3881	1,2229	0,7567	0,9226	0,88	0,82
Fenouil	89,4	16,90	83,10	22,02	12,79	4173	120,0	997	119,719522	4996	0,8010	4002	0,9590	0,6934	0,8026	0,93	0,89
Navet	83,68	10,42	89,58	20,60	15,01	4447	103,6	928	102,504542	4559	0,8066	3677	0,8268	0,6616	0,7382	0,96	0,92

Source : Chahma, (2014), Université de Ouargla

## Annexe 4 : Valeur azotée

en g/kg MS						
PDIA	MOF	PDIMN	PDIME	PDIN	PDIE	MAD
47	662	48	62	<b>95</b>	<b>109</b>	<b>103</b>
64	831	66	77	<b>130</b>	<b>141</b>	<b>153</b>
63	854	65	79	<b>128</b>	<b>142</b>	<b>160</b>
68	894	71	83	<b>139</b>	<b>152</b>	<b>169</b>

Source : Chahma, (2014), Université de Ouargla