

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITE de BLIDA 1**

**Faculté de Technologie**

**Département de Génie des Procédés**



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER EN GENIE DES PROCEDES**

**Spécialité : GESTION DURABLE DES DECHETS ET PROCEDES DE  
TRAITEMENT**

Intitulé du mémoire

## **Evaluation des Déchets Issus de La Fabrication de La Purée d'Abricot.**

Présenté par :

Mlle HASSEIN-BEY Maroua

Mlle YAHIAOUI Yasmine Karima

Encadré par :

Pr. BOUGHEDAOUI Menouer

Pr. EL HADI Djamel

Année universitaire 2018/2019

الهدف من عملنا هو تقييم النفايات الناتجة عن تصنيع هريس المشمش على نطاق صناعي ومخبري. النفايات الرئيسية المتولدة هي: القشرة والنواة. النتائج التي تم الحصول عليها: متوسط معدل التدفق لنفايات القشرة هو 518 كجم / ساعة ومعدل النواة هو 1267 كجم / ساعة. لاحظنا أيضاً أن كمية نفايات نوى أكبر من كمية القشرة الجافة، وتختلف كميات كل نوع من النفايات من يوم لآخر. مكن تطور توازن المواد من مقارنة جودة برقس الهريس المختلفة الناتجة عن كمية المياه المضافة كل يوم. وضح حساب النسبة المئوية للمياه المضافة أنه تم إضافة أكبر كمية في اليوم الخامس (11.23%).

**الكلمات المفتاحية:** المشمش، هريس، مخلفات، نواة، توازن المادة.

## Abstract

Our work aims to evaluate the waste extracted from the manufacture of apricot puree on an industrial and laboratory scale. The main wastes generated are : the skin and the seeds. The results obtained show that the average flow rate of skin waste is 518 kg / h and 1267 kg / h for the seeds. We noticed that the amount of seed waste is greater than the dry skin waste, and the amounts of each type of waste vary from day to day. The development of a balance of material made possible the comparison of the Brix quale of the different mash produced by the quantity of water added each day. Calculating the percentage of water added showed that the largest amount was added on the fifth day (11.23%).

**Key words :** apricot, puree, noyau, corn, mass balance.

## Résumé

L'objectif de notre travail porte sur l'évaluation des déchets issus de la fabrication de la purée d'abricot à l'échelle industrielle et laboratoire. Les principaux déchets générés sont : la peau et le noyau. Les résultats obtenus : débit moyen de déchet peau est 518 kg/h et celui du noyau est 1267 kg/h. Nous remarquons aussi que la quantité de déchet noyau est plus importante que celle de la peau sèche, et les quantités de chaque type de déchets varient d'un jour à l'autre. L'élaboration d'un bilan de matière a permis de comparer la qualité en Brix des différentes purées produites, par la quantité d'eau ajoutée chaque jour. Le calcul du pourcentage d'eau ajoutée montre que la quantité d'eau la plus importante a été ajoutée le cinquième jour (11,23%).

**Mots clés :** abricot, purée, déchet, noyau, bilan de matière.

## *Remerciements*

*Tout d'abord nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir aidé et donné la santé, la patience et le courage pour mener à bien ce travail.*

*Il nous est particulièrement agréable de pouvoir exprimer nos respectueuses gratitude et nos reconnaissances à nos encadreur le professeur D. EL HADI, Le professeur M. BOUGHADAOUI et le professeur O. BOURAS qui nous ont guidés tout le long de ce travail par leurs disponibilités leurs savoir et leurs profondes expériences ; et à tous nos professeurs de l'Université SAAD Dahleb Blida.*

*Nos plus vifs remerciements s'adressent à Mr H. TAIDIRT pour sa passion et son grand aide.*

*Un grand merci pour Mr D. DJOUDI et Mr L. SAYAH pour leurs disponibilités.*

*Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui ont collaboré à ce travail au sein de l'entreprise Groupe AMOUR.*

*Et tous ceux qui nous ont aidé et soutenu pour mener ce travail à terme.*

## *Dédicaces*

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A mes parents qui m'ont soutenue tout au long de mes études. Un simple merci me paraît petit à côté de leurs sacrifices et leurs tendresses. Je ne peux que leur témoigner mon respect, mon amour et ma reconnaissance.*

*A ma sœur et mon frère et à toute ma famille qui m'ont toujours soutenue et ma belle-famille.*

*A ma chère binôme « Yasmine Yahiaoui » et à toute sa famille*

*A mes amis*

*A mes professeurs*

*A vous ...*

*Maroua*

# TABLE DE MATIERE

<b>INTRODUCTION</b>	01
<b>CHAPITRE I GENERALITES SUR L'ABRICOT</b>	02
I.1. Présentation de l'espèce	02
I.1.1. Arbre	03
I.1.2. Histoire et origine	04
I.1.3. Variétés	04
I.1.4. Culture	05
I.1.5. Production mondiale	05
I.1.6. Production des abricots en Algérie	06
I.1.7. Production de la région du Hodna	07
I.2. Transformation de l'abricot	08
I.2.1. Séchage	08
I.2.1.1. Séchage solaire	08
I.2.1.2. Séchage avec utilisation d'un séchoir	09
I.2.2. Procédés jus et confiture	10
I.2.2.1. Extraction de la purée d'abricot	10
I.2.2.2. Procédé confiture	11
I.2.3. Abricots appertisés	12
I.2.4. Abricots surgelés	12
I.2.5. Fruits sur sucres	12
I.2.6. Noyaux	13
I.2.7. Amande	13
I.3. Valorisation des déchets issus de la transformation d'abricot	14
I.3.1. Valorisation des noyaux d'abricots	14
I.3.1.1. En Cosmétique et médecine	15

I.3.1.2. En Alimentation de bétail	15
I.3.1.3. Dans la fabrication du charbon actif	15
I.4. Bilan de matière d'un procédé	16
I.4.1. Définition d'un procédé	16
I.4.2. Définition et objectifs du bilan de matière	16
I.4.3. Méthode de résolution des bilans de matière	17
<b>CHAPITRE II MATERIELS &amp; METHODES</b>	<b>18</b>
II.1. Démarche optée	18
II.2. Première partie	19
II.2.1. Procédé de fabrication de purée d'abricot au niveau de GROUPE AMOUR	19
II.2.2. Mesure du débit	24
II.2.2.1. Mesure du débit des déchets	24
II.2.2.2. Mesure du débit des quantités d'abricots entrées	26
II.2.2.3. Mesure du débit des quantités de purée produite	26
II.3. Deuxième partie	27
II.3.1. Matériels utilisés	27
II.3.1.1 Matériel végétal	27
II.3.1.2. Matériels techniques	27
II.3.2. Méthode employée	28
<b>CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSIONS</b>	<b>30</b>
III.1. Bilan matière à l'échelle industrielle	30
III.1.1. Quantités d'abricots entrées	30
III.1.2. Quantité de purée produite par jour	32
III.1.3. Quantités de déchets générés par jour (Noyau et peau)	33
III.1.4. Débit des déchets	34
III.2. Partie laboratoire	40
III.2.1. Résultats de caractérisation des abricots.	40

III.2.2. Bilan de matière à l'échelle de laboratoire	41
III.3. Valorisation des déchets noyau et peau	41
III.3.1. Valorisation du déchet noyau	41
III.3.2. Valorisation du déchet peau	42
<b>Conclusion</b>	<b>44</b>

# Liste des figures

## CHAPITRE I GENERALITES SUR L'ABRICOT

Figure I.1 : Schéma simplifié d'une coupe longitudinale d'abricot à maturité.	02
Figure I.2 : Schéma représentant l'abricotier.	03
Figure I.3 : Photographie numérique montrant le séchage traditionnel d'abricot.	09
Figure I.4 : Schéma synoptique du séchoir.	10
Figure I.5 : Procédé de fabrication de la purée d'abricot.	11
Figure I.6 : Diagramme simplifié de la fabrication des confitures.	11
Figure I.7 : Schéma définissant le procédé.	16

## CHAPITRE II MATERIELS & METHODES

Figure II.1 : Photographies numériques montrant : (A) Déchargement des abricots, (B) Lavage et triage des abricots.	20
Figure II.2 : Photographie numérique montrant le conditionnement aseptique de la purée.	20
Figure II.3 : Photographie numérique montrant la valeur du Brix indiqué à 13 °Bx.	21
Figure II.4 : Photographies numériques montrant : (A) Mesure du pH, (B) Mesure de la température.	22
Figure II.5 : Organigramme de fabrication de la purée d'abricots au niveau de GROUPE AMOUR.	23
Figure II.6 : Photographies numériques montrant : (A) Déchet noyau, (B) Déchet peau.	24
Figure II.7 : Photographies numériques montrant : (A) Remplissage du seau avec les noyaux d'abricots, (B) Remplissage du seau avec le déchet peau.	25
Figure II.8 : Photographies numériques montrant : (A) Pesée du seau rempli avec les noyaux, (B) Pesé du seau rempli avec le déchet peau.	25
Figure II.9 : Photographies numériques montrant : (A) Mesure du diamètre d'abricot, (B) mesure du diamètre du noyau d'abricot.	28
Figure II.10 : Photographies numériques montrant : (A) Lavage d'abricot, (B) Dénoyautage d'abricot.	28



Figure II.11 : Photographies numériques montrant : (A) Broyage d'abricot, (B) Tamisage de la purée. 29

Figure II.12 : Photographie numérique montrant : Produit fini purée d'abricot. 29

Figure II.13 : Photographies numériques montrant : (A) déchet noyaux, (B) Déchet peau. 29

### **CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSIONS**

Figure III.1 : Quantités de purées produites par jour. 32

Figure III.2 : Rapport Noyau / Peau par jour. 33

Figure III.3 : Débit noyau et peau en fonction des jours. 38

Figure III.4 : Schéma simplifier montrant les entrées et les sorties du procédé industrielle. 39

Figure III.5 : Schéma des entrées et sorties du procédé de fabrication de la purée d'abricot à l'échelle laboratoire. 41

Figure III.6 : Diagramme d'un processus de compostage. 43

# Liste des tableaux

## CHAPITRE I GENERALITES SUR L'ABRICOT

Tableau I.1 : Caractéristiques des vieilles variétés d'abricot	04
Tableau I.2 : Fiche culture de l'Abricotier	05
Tableau I.3 : Production mondiale en tonnes	06
Tableau I.4 : Evolution de la culture de l'abricotier en Algérie	07

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau III.1 : Quantités d'abricots reçues (première semaine).	30
Tableau III.2 : Quantités d'abricots reçues (deuxième semaine).	31
Tableau III.3 : Quantité de purée produite par jour.	32
Tableau III.4 : Quantités de déchets générés par jour.	33
Tableau III.5 : Résultats des mesures des quantités de déchets noyaux en fonction du temps et leurs débits (première semaine).	34
Tableau III.6 : Résultat des mesures des quantités de déchet noyaux en fonction du temps et leurs débits (deuxième semaine).	35
Tableau III.7 : Résultat des mesures des quantités de déchet peau en fonction du temps et leurs débits (première semaine).	36
Tableau III.8 : Résultats des mesures des quantités de déchet peau en fonction du temps et leurs débits (deuxième semaine).	37
Tableau III.9 : Bilan matière des quantités.	39
Tableau III.10 : Résultats de caractérisation des fruits abricot.	40



## Introduction générale

La mise en évidence des dégâts causés à la planète par l'activité humaine (comme l'effet de serre, les pluies acides, la désertification, la diminution de la couche d'ozone...), contribue à forger la gestion et l'élimination des déchets. Un certain nombre de mesures ont été donc prises pour inciter le tri à la source, limiter les rejets dans l'air, le sol et l'eau, réduire les emballages, augmenter les taux de recyclage, ...[1].

Les déchets organiques des Industries Agroalimentaires (IAA) désignent l'ensemble des déchets générés par les industries agroalimentaires de transformation et de conditionnement de produits alimentaires animaux ou végétaux. Ils présentent une variabilité saisonnière marquée ainsi qu'une grande diversité : pulpes de betteraves, lactosérum, marcs de raisin, vinasses, déchets de légumes et de fruits en conserverie, déchets de la viande, ...[2].

En Algérie, l'abricotier possède une place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'il occupe et son importance dans le marché national, c'est l'espèce fruitière la plus cultivée devant le pommier, le poirier et le pêcher, [ITAF] : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne] Les vergers d'abricotiers, constituent l'une des meilleures richesses de l'Algérie [3].

L'objectif principal de notre travail est d'évaluer les quantités des déchets issus de la fabrication de la purée d'abricot et d'établir un bilan de matière à l'échelle industrielle et laboratoire.

Le manuscrit sera structuré de la manière suivante :

Un premier chapitre dressera un portrait des généralités sur l'abricot ;

Un second chapitre exposera la méthode et le matériel utilisé dans cette étude ;

Un troisième chapitre, présentera les différents résultats et leurs discussions ;

Une conclusion faisant ressortir l'essentiel des résultats obtenus.

## CHAPITRE I

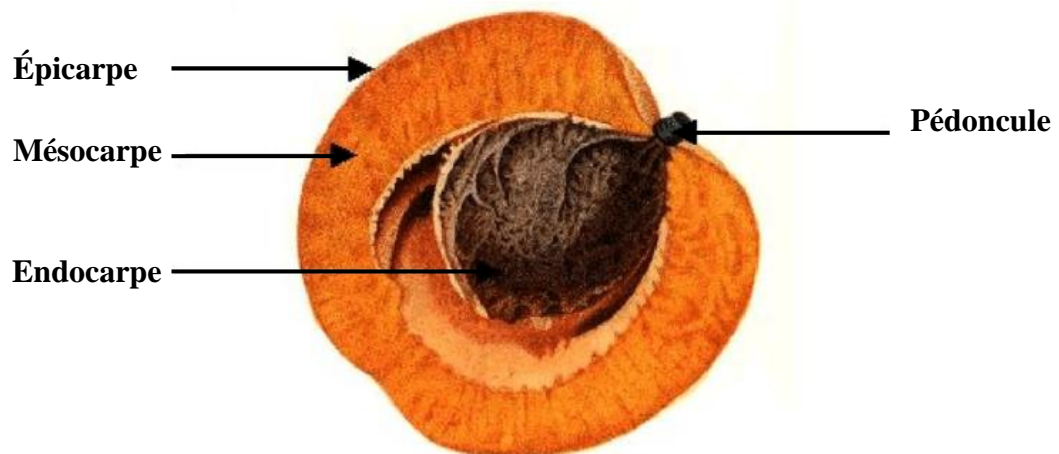
### GENERALITES SUR L'ABRICOT

#### I.1. Présentation de l'espèce

L'abricot est le fruit d'un arbre généralement de petite taille appelé abricotier, c'est un fruit charnu, une drupe, de forme arrondie, possédant un noyau dur, non adhérent à la chair, contenant une amande douce ou amère selon le cas.

La partie externe du péricarpe (mésocarpe et épicarpe) est charnue et comestible (Figure I.1). La partie interne (endocarpe) qui est lignifiée (noyau) entoure et protège la graine. On observe à la base du fruit la cicatrice du pédoncule floral et au sommet le point de chute du style.

Le sillon que l'on observe sur un côté du fruit représente la suture carpellaire qui s'étend de l'attache du pédoncule à l'apex. Le fruit provient donc d'un seul carpelle, dans lequel une seule graine (parfois deux) se développe(nt) [4].



**Figure I.1 : Schéma simplifié d'une coupe longitudinale d'abricot à maturité [4].**

La chair est sucrée, peu juteuse, jaune orangé et ferme. La teneur en carotène ou provitamine A est élevée et elle est responsable de la couleur orangée. L'abricot est riche en pectines qui se gonflent facilement d'eau et qui lui confèrent son côté moelleux. L'abricot se sépare aisément en suivant le sillon médian et le noyau s'enlève facilement de la chair.

La peau veloutée, dont la couleur peut aller du jaune au rouge, est parfois piquetée de « taches de roussure » et se mange. La couleur n'est pas un critère fiable, car certaines variétés "rougissent" bien avant d'être mûres (le degré de maturité est apprécié par le parfum et la souplesse du fruit) et l'abricot mûrit après sa cueillette : il est climactérique. Le fruit supporte une vingtaine de jours de conservation à - 0,5 °C et 85 % d'humidité.

### **I.1.1. L'Arbre**

La taille de l'arbre peut atteindre entre 10 et 15 mètres, mais en culture la taille est maintenue inférieure à 3,5 m. Les feuilles sont caduques. Les fleurs qui apparaissent avant les feuilles sont blanches ou roses, avec 5 sépales, 5 pétales réguliers et plusieurs étamines. Les feuilles sont lisses, grandes et arrondies avec les bords dentelés et un apex en pointe. Le pétiole, de couleur tendant vers le rouge, mesure de 1 à 3 centimètres [4].



**Figure I.2 : schéma représentant l'abricotier [5].**

### I.1.2. Histoire et origine

L'abricot et la pêche sont les deux fruits à noyaux du genre *Prunus* originaires de l'Asie. Ce sont les chinois qui, les premiers, l'ont domestiqué, il y a au moins 4000 ans.

De la Chine, l'abricot a gagné l'Inde puis l'Italie et la Grèce, en suivant la Route de la Soie, un siècle avant notre ère. En Afrique du nord et en France, il a été introduit aux environs du XV<sup>ème</sup> siècle [6].

### I.1.3. Variétés

Communément, quatre espèces sont reconnues : *Prunus armeniaca*, *Prunus mandshurica*, *Prunus sibirica* et *Prunus mume*. Sur la base de critères morphologiques et de descriptions pomologiques, la plupart des variétés ont été classées dans l'espèce *Prunus armeniaca* [4].

En Afrique du nord, on retrouve plusieurs variétés, deux particulières (Louzi et Rosé) en Algérie dans le seul massif des Aurès, l'une à N'Gaous, ouest de l'Aurès, l'autre à Menaa au centre des Aurès (Sud-ouest du chef-lieu de la wilaya de Batna). La variété Rosé de Menaa est unique au monde par sa blancheur et sa tache rouge [6].

**Tableau I.1 : Caractéristiques des vieilles variétés d'abricot [6].**

Variété	Caractères
<b>Paviot</b>	Gros à très gros fruit, conique, enflé sur les joues épiderme rouge orangé. Belle variété assez délicate pour le transport. Fruit obtenu d'un semis de Hâtif du Clos, en 1882, à Marcilly d'Azergues Par M. Paviot.
<b>Luizet</b>	Fruit volumineux, de forme ovoïde allongée. Une peau légèrement duveteuse, jaune orange ponctuée de rouge pourpre, Juteux et sucré.
<b>Bourbon</b>	Fruit assez gros, peu parfumé. Maturation irrégulière, souvent fendu par la pluie.
<b>Blanc Rosé (Poman Rosé)</b>	Fruit moyen allongé, ovale conique, bien comprimé sur les joues, à dos caréné, assez peu arqué, suture centrale arquée. Epiderme jaune pâle, pourpré, carminé à l'insolation.

#### **I.1.4. Culture**

L'abricotier est un arbre de climat continental. Il réclame de la lumière, du froid en hiver et du soleil en été. Il est rustique mais craint les gelées printanières qui détruisent ses fleurs.

Dans les régions septentrionales et à risque, il est planté en situation abritée des courants d'air (une haie, l'angle d'un mur...) ou en espalier sur une façade bien exposée au sud, surmonté d'un auvent.

L'abricotier s'adapte en tout sol, même peu riche, bien qu'il apprécie le calcaire.

Les abricotiers sont autos fertiles : planter une seule variété est donc possible [7].

**Tableau I.2 : Fiche culture de l'Abricotier [8].**

<b>Floraison</b>	<b>Fin février à fin mars</b>
<b>Exposition</b>	<b>Sud ou sud-ouest</b>
<b>Sol</b>	<b>Tout sol bien drainé</b>
<b>Plantation</b>	<b>Novembre à mars</b>
<b>Récolte</b>	<b>Juillet à août</b>

#### **I.1.5. Production mondiale**

La culture de l'abricotier s'est développée autour du bassin méditerranéen et en Asie centrale. Aujourd'hui encore, c'est dans ce périmètre que se situent les principaux pays producteurs. Nous trouvons ailleurs quelques bassins secondaires, dont les plus importants sont les USA, la Chine et l'Afrique du Sud [6].

Selon les chiffres donnés par la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) en 2017 la Turquie est le premier producteur mondial d'abricots, 985 000 tonnes, suivie de l'Ouzbékistan avec 532 565 tonnes (Tableau I.3).



La majeure partie de la production turque est destinée au séchage ce qui explique la présence abondante sur notre marché de l'abricot sec provenant de ce pays.

En Afrique, l'Algérie occupe la première place avec 46,31 % de la production africaine, la deuxième et la troisième place reviennent au Maroc et à l'Egypte avec des tonnages représentant respectivement 20,29 % et 17,35 % de la production africaine (en 2017) [9].

**Tableau I.3 : Production mondiale en tonnes [10].**

<b>Production d'abricot en tonnes</b>	
Turquie	985 000
Ouzbékistan	532 565
Italie	266 372
Algérie	256 890
Iran	239 712
Pakistan	178 957
Espagne	162 872

#### **I.1.6. Production des abricots en Algérie**

L'Algérie avec une production, en 2017 de 256 890 tonnes, qui correspond à 5,92 % de la production mondiale et occupe la quatrième place mondiale. Malgré cette situation qui paraît favorable, la production algérienne d'abricots demeure faible par rapport au nombre d'abricotier existant et celui implanté récemment dans le cadre du fond de soutien destiner aux agriculteurs et encore loin d'atteindre celle enregistrée dans certains pays du monde.

**Tableau I.4 : Evolution de la culture de l'abricotier en Algérie [11].**

<b>Evolution de la production d'abricots</b>	
<b>Années</b>	<b>Quantité en tonnes</b>
2007	116 436
2008	172 409
2009	202 876
2010	198 467
2011	285 897
2012	269 308
2013	319 784
2014	216 941
2015	293 486
2016	256 771
2017	256 890

### **I.1.7. Production de la région du Hodna**

La région du Hodna est l'une des zones les plus productives d'abricot en Algérie, cette culture stratégique est héritée d'une génération à une autre. Plusieurs variétés cultivées sont très adaptées et très productives, une partie du surplus de production est transformé en abricot sec.

La wilaya de M'Sila qui constitue l'une des régions les plus prometteuses en matière de production. Elle occupe la deuxième place à l'échelle nationale derrière la wilaya de Batna avec une superficie qui est passée de 2 386 ha en 1994 à 6 310 ha en 2004.

L'abricot dans le Hodna, a une place très importante dans la vie quotidienne de la population locale. Chaque année, le surplus de la production est transféré hors de la wilaya vers les villes limitrophes ou bien passé au séchage, grâce à une production qui a fortement augmenté de 4 899 quintaux en 1994 à 216 000 quintaux en 2004, soit une augmentation de 97,6 % en 10 ans.

Les régions de Nouara et Boukhmissa constituent les principales zones productrices d'abricot dans la wilaya de M'sila et différentes variétés sont cultivées comme : Bulida, Louzi rouge ou Msili (originaire du Hodna), Tounsi et Paviot.

Le porte-greffe le plus utilisé est le mech-mech ou abricotier franc. Ainsi que d'autres porte-greffes, tels que le pêcher de Missouri et l'amandier amer [12].

## **I.2. Transformation de l'abricot**

Les abricots ont une saison de récolte courte et un temps de stockage limité, même dans des conditions appropriées.

Pour rendre les abricots disponibles aux consommateurs pendant toute l'année, différentes méthodes de conservation sont appliquées. Seulement 15 à 20 % de la production mondiale d'abricots est consommée frais, le reste est transformé. Les principales formes sous lesquelles l'abricot est transformé sont :

### **I.2.1. Séchage**

#### **I.2.1.1. Séchage solaire**

Les fruits tels que les abricots, raisins et figues sont traditionnellement séchés en les exposant directement au soleil et en les plaçant par exemple sur les toits des maisons, au bord des routes voire aussi dans les champs à même le sol à l'air libre pendant 3 semaines.

Ce système de séchage solaire est peu coûteux, néanmoins, il présente des inconvénients du fait que le produit obtenu est de qualité médiocre, et sans forte valeur ajoutée généralement contaminé par des poussières et des insectes et parfois endommagé par des intempéries.

Ces conditions de séchage limitent la qualité du produit et ne permettent pas ainsi sa commercialisation. La période de séchage des abricots se déroule durant les mois de juin, juillet et août. Lors de cette période, les données climatiques sont en général favorables [13].



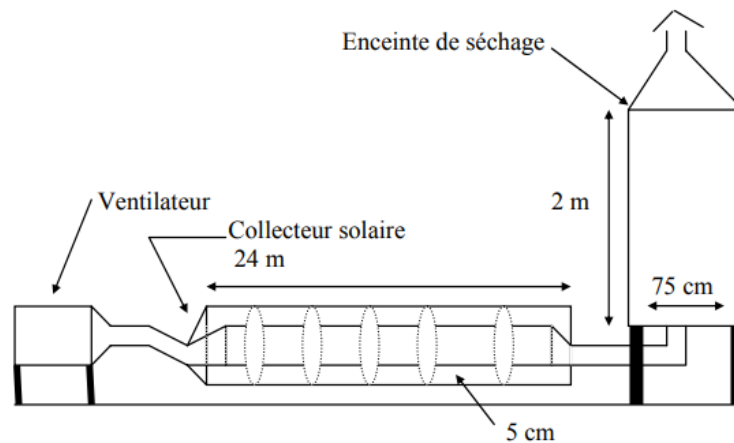
**Figure I.3 : Photographie numérique montrant le séchage solaire (traditionnel) d'abricot.**

#### **I.2.1.2. Séchage avec utilisation d'un séchoir**

Après la réception des abricots frais, puis un stockage momentané, si la quantité reçue est importante il faudra prévoir un investissement dans une chambre froide pour assurer un stockage des abricots avant leur séchage [14].

Dans un deuxième temps, on effectue les opérations suivantes :

- Recueil de la quantité d'abricot ;
- Séchage durant le cycle de transformation ;
- Tri ;
- Mise à l'écart des produits inexploitable pour la transformation (notamment en fonction du taux de maturation des fruits évalué par appréciation visuelle qui peut aller jusqu'au pourrissement). Cette opération est réalisée manuellement ;
- Lavage des abricots frais ;
- Dénoyautage ;
- Soufrage.



**Figure I.4 : Schéma synoptique du séchoir.**

## **I.2.2. Procédés jus et confiture**

Les abricots sont appréciés comme des fruits frais. Toutefois pour prolonger la durée de leur vie, différentes méthodes de transformation et de conservation ont été développées. Autour de 40 à 45 % de la production mondiale totale d'abricots est transformé en jus, nectar, confiture, abricots mis en conserve, sauce, purée pour bébé, vin, liqueur et vinaigre. De même, une grande partie est conservée principalement par séchage [15].

### **I.2.2.1. Extraction de la purée d'abricot**

Par opposition aux autres fruits, les abricots ne sont pas habituellement extraits comme jus, mais plutôt comme une pulpe ou purée.

Les abricots doivent être entièrement mûrs et à chair douce, exempts de pourriture, de détérioration et autres dégâts d'insectes.

Pour empêcher l'action enzymatique, le fruit entier est chauffé, avant qu'il soit écrasé, par un blanchiment pendant quelques minutes pour inhiber l'action enzymatique, puis les abricots sont réduits en pâte (purée). Par la suite, une étape de raffinage est nécessaire pour enlever la peau et les matériaux fibreux.

La pulpe à ce stade se réduit à un liquide. Finalement, elle est pasteurisée à une température de 88 à 93 °C puis rapidement refroidie entre 1 à 7 °C et conservée d'une façon aseptique et réfrigérée. La pulpe peut être transformée en nectar, jus, confiture, ..., etc.

Comme le montre l'organigramme (Figure I.5), la transformation de la pulpe en jus se fait avec l'ajout de sucre, l'eau et l'acide (généralement l'acide citrique) [15].

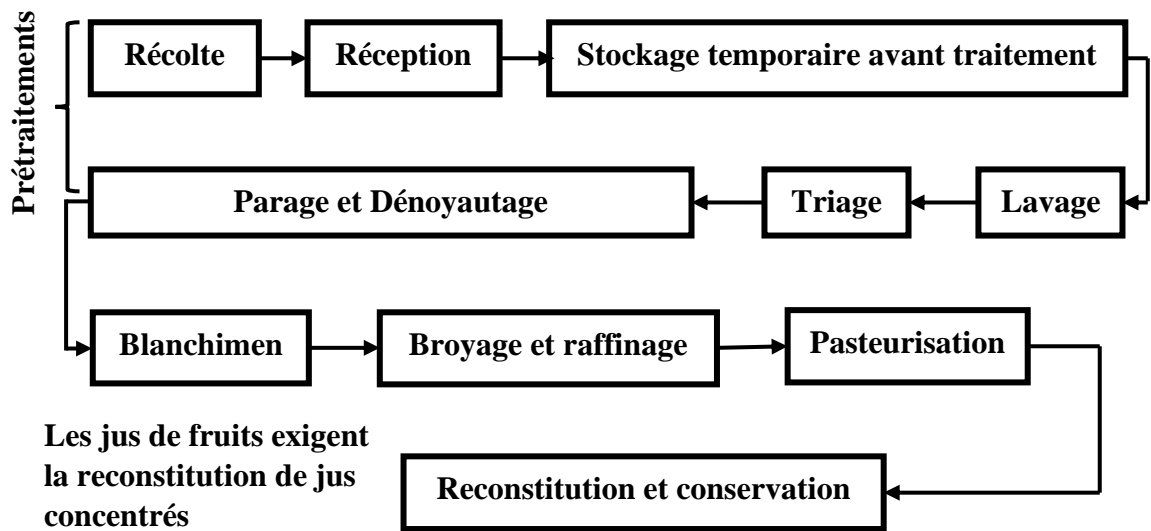


Figure I.5 : Procédé de fabrication de la purée d'abricot.

#### I.2.2.2. Procédé confiture

Le procédé de fabrication de la confiture comprend plusieurs étapes successives (Figure I.6).

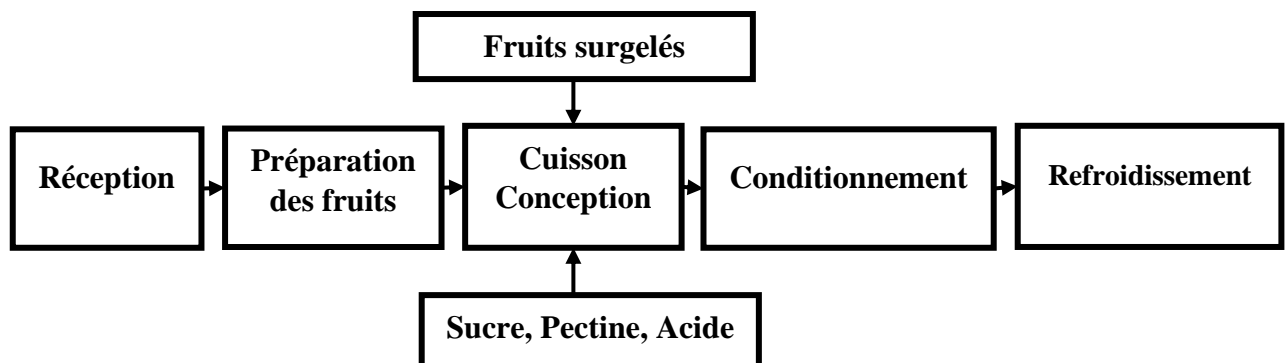


Figure I.6 : Diagramme simplifié de la fabrication des confitures [16].

### **I.2.3. Abricots appertisés**

Le but de cette transformation est la production d'oreillons ou de cubes pour les macédoines de fruit ; les fruits et morceaux trop irréguliers peuvent être utilisés pour la production de purées ou nectars.

Les conserves de fruits appertisées sont composées de fruits ou morceaux de fruits placés dans un liquide de couverture, constitué d'eau éventuellement acidifiée et d'un sirop de sucres (fruits au sirop) ou de jus de fruits. La teneur en sucre du sirop dans le produit fini varie de 14 à 20 % [15].

### **I.2.4. Abricots surgelés**

Les abricots devraient avoir la même maturation, une texture ferme et une faible tendance à brunir avec une peau tendre et lisse.

En arrivant à l'usine de transformation, les abricots sont classés et inspectés puis dénoyautés. Ils sont ensuite traités pour éviter le brunissement avant qu'ils soient congelés, et emballés avec du sirop de sucre [15].

### **I.2.5. Fruits sur sucres**

Les fruits sur sucres sont des préparations contenant des fruits, conservés par des sucres avec addition de gélifiants et épaississants, et destinés essentiellement à la fabrication de produits lactés, typiquement les yaourts sur lit de fruits.

Les fruits sont découpés en cubes et mélangés aux sucres et aux agents de texture, puis le produit subit un traitement thermique qui dépend des contraintes du produit final [15].

### **I.2.6. Noyaux**

Les noyaux d'abricots trouvent une utilisation en caisserie pour la fabrication de sirop d'orgeat, tandis que leurs coques peuvent être broyées et utilisées en polissage (Abrasifs) [15].

Les abrasifs d'abricots sont fabriqués par concassage et broyage de la coquille du noyau d'abricot, dépoussiérés, calibrés et fournis dans des granulométries déterminées.

- Densité apparente : 0,7 à 0,8 ;
- Granulométrie : 0,1 à 4 mm ;
- Dureté : 4 à 5 Mohs.

Ce sont des abrasifs doux, propres, chimiquement inertes, et capables pour certains d'absorber jusqu'à 7 fois leur poids en eau. Le taux de casse (résistance à fragmentation) est relativement peu élevé et permet de ce fait un recyclage performant du produit.

Ils sont employés pour les nettoyages légers ou l'ébarbage de pièces moulées en matières plastiques ou alliages légers. Ils sont aussi utilisés pour éliminer de petites salissures, calamines, bavures de colle, peintures ou vernis.

Leur légère agressivité permet de réaliser des opérations de polissage, satinage sur des matières plastiques, nettoyage de moules, culasses et carters en alliages légers, sans altérer la géométrie des pièces.

Ils sont utilisés dans des machines automatiques ou manuelles à pression, mais peuvent aussi dans certains cas, être projetés en machines à turbine [17].

### **I.2.7. 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) [18].



### **I.3. Valorisation des déchets issus de la transformation d'abricot**

L'abricot demeure l'un des rares fruits qui se prêtent le mieux au processus de valorisation. Les fruits de gros calibre et bonne texture sont transformés en oreillons (grands morceaux d'abricots) au sirop et au naturel. Ceux de petit calibre vont à la fabrication des pulpes. Alors que les fruits abîmés servent à la fabrication des confitures et autres marmelades. Et, même les noyaux peuvent être valorisés par l'industrie des cosmétiques [19].

Mais quand il s'agit de certaines transformations, générant des déchets de peaux d'abricot, le déchet est valorisé en :

- Compostage ;
- Épandage agricole ;
- Alimentation animale
- Production d'énergie : par incinération ou par production de biogaz (en cogénération, par exemple avec des déjections animales) ;
- Récupération de différents constituants incorporables dans de nouveaux produits agroalimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques.

#### **I.3.1. Valorisation des noyaux d'abricots**

Ces noyaux, sous-produits de l'industrie agro-alimentaire, étaient considérés comme déchets. En les récupérant et en les valorisant, on leur donne une autre vie.

Les noyaux sont collectés, séchés, puis broyés ; ils sont ensuite conditionnés et destinés pour être utilisés dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique et parapharmaceutique, les coques sont destinées à être utilisées comme combustible industriel et domestique ainsi que dans la fabrication de panneaux pour meubles et parquets.

### **I.3.1.1. En Cosmétique et médecine**

L'huile de noyau d'abricot est composée de 90 % d'acides gras insaturés (vitamines F). Ce sont pour 2/3 des acides oléiques et pour 1/3 des acides linoléiques. Les acides gras insaturés assurent l'état liquide du corps gras à température ambiante.

Ils ont des fonctions de défense, de préservation et de réparation vitales pour l'organisme. De plus, les acides gras essentiels permettent de rééquilibrer l'apport lipidique de la peau. Ainsi, l'huile de noyau d'abricot est nourrissante, convient bien pour les massages et revitalise les peaux fatiguées.

Le noyau d'abricot et l'huile ont été utilisés en cosmétique, agent pharmaceutique pour diverses maladies, infections vaginales, tumeurs et ulcères [6].

### **I.3.1.2. En Alimentation de bétail**

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 leur utilisation en alimentation de 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 [6].

### **I.3.1.3. Dans la fabrication du charbon actif**

Dans les dernières années il y a une attention particulière à la production à faible coût des charbons actifs issus de différents matériaux naturels.

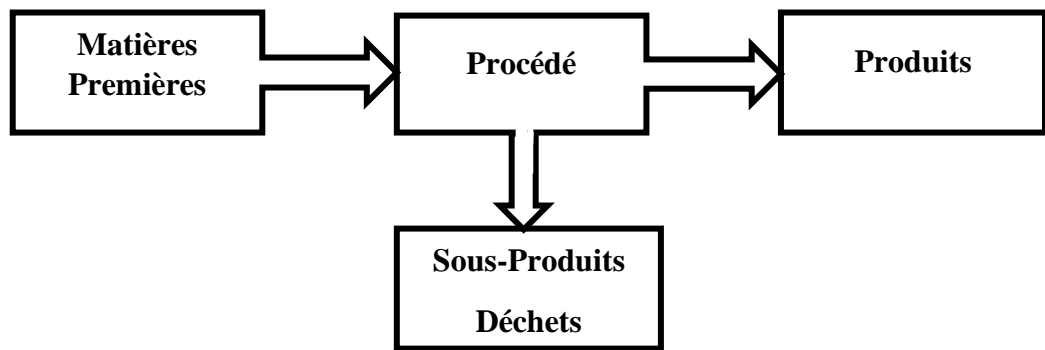
L'attention s'est portée sur les différents matériaux solides, qui sont capables d'éliminer les polluants des eaux usées contaminées à faible coût.

À cet égard, un certain nombre d'œuvres porté sur la conversion thermochimique des sous-produits agricoles et d'autres sources de biomasse en tant que précurseurs pour la préparation des adsorbants à base de carbone [6].

## **I.4. Bilan de matière d'un procédé**

### **I.4.1. Définition d'un procédé**

Un procédé est l'ensemble d'opérations unitaires permettant la transformation de matières premières ou des réactifs en produits et/ou sous-produits [20].



**Figure I.7 : Schéma définissant le procédé.**

### **I.4.2. Définition et objectifs du bilan de matière**

Le bilan matière consiste à comparer, en volume et composition, les matières mises en œuvre qui constituent les entrées et les produits issus de la fabrication qui constituent les sorties. Le bilan matière est en fait un tableau de flux où l'on met en comparaison la somme des flux entrée avec la somme des flux sortie en tenant compte des stocks initiaux et finaux [21].

L'objectif du bilan matière consiste à :

- Déceler, mesurer et réduire les pertes ;
- Estimer la productivité et le rendement de l'opération ;
- Envisager ou non des recyclages ;
- Dimensionner les appareils à partir des productions souhaitées.

### **I.4.3. Méthode de résolution des bilans de matière**

Pour établir un bilan de matière et le résoudre, on doit suivre les étapes suivantes [20]:

1. Définir toutes les données du problème :
  - Espèces (réactifs, produits, inertes...);
  - Courants (flux entrée/sortie d'un procédé ou d'une opération unitaire);
  - Réactions (création, destruction).
  
2. Découper l'installation en différents éléments de base sur lesquels seront effectués les bilans.
  - Il faut bien choisir le(s) système (s) sur le(s)quel(s) le bilan sera établi ;
  - Il faut autant d'équations que d'inconnues ;
  - Il faut que les systèmes choisis fassent intervenir les inconnues ;
  - Un système donne au plus d'autant d'équation indépendantes que de constituants.
  
3. Ecrire les équations disponibles (bilan global, bilan partiel...).

En général, on commence par faire un bilan sur tout le procédé.

4. Résolution mathématique des équations de bilans.
5. Vérifications.

## CHAPITRE II

### MATERIELS & METHODES

Nous rappelons que le principal objectif de ce travail est d'établir un bilan de matière sur le procédé de fabrication de purée d'abricots. Nous allons donc s'intéresser plus précisément aux déchets issus de ce dernier. Pour atteindre cet objectif, nous avons suivi la démarche suivante :

#### II.1. Démarche optée

Dans cette étude, nous avons choisi GROUPE AMOUR qui compte parmi les anciennes entreprises algériennes. Depuis sa fondation en 1990, l'entreprise ne cesse de se développer et constitue aujourd'hui trois unités différentes, à savoir :

- La Conserverie du Maghreb Amour spécialisée dans la conservation de fruits et légumes ;
- La Semoulerie Amour Mouzaia spécialisée dans la transformation meunière ;
- Medibox Spécialisée dans la fabrication d'emballage métallique destiné aux industriels de la conserverie agroalimentaire.

Le groupe capitalise une compétence avérée dans le domaine de l'agro-alimentaire. Il emploie plus de 300 travailleurs permanents et plus de 200 travailleurs saisonniers, toutes catégories confondues en haute saison.

La totalité de sa production est commercialisée au niveau national et demeure en phase de croissance, compte tenu de la demande qui ne cesse de s'accroître [22].

La fabrication de la purée d'abricots s'effectue au niveau de l'unité de conserverie.

Ce travail a été divisée en deux parties, la première consiste à suivre le processus de fabrication de la purée d'abricots à l'échelle industriel au niveau de l'entreprise, établir un bilan de masse en déterminant toutes les quantités d'abricot entrée transformer et en déterminant aussi toutes les quantités de purée produite à la sortie, en tenant compte évidemment des quantités de déchets générés lors de la transformation.

Cette première partie comprend également la mesure du débit à l'entrée du process et à la sortie. Les essais de mesure du débit ont été effectués entre le 18 et le 26 juin 2019.

La deuxième partie est effectuée à l'échelle du laboratoire, en reproduisant toutes les étapes de la fabrication de la purée d'abricots à petite échelle en suivant le processus appliqué à l'entreprise.

## **II.2. Première partie**

### **II.2.1. Procédé de fabrication de purée d'abricot au niveau de GROUPE AMOUR**

Le diagramme de fabrication de purée d'abricot (Figure II.5) au niveau de GROUPE AMOUR ne diffère pas beaucoup de celui présenté dans l'étude bibliographique.

En moyenne 9 à 12 camions d'un tonnage variable rentrent par jour. Une fois en place, les lots constitués des caisses contenant des abricots, stockés à l'air libre, à la rentrée de la chaîne de fabrication.

Les camions se présentent au site de décharge en file d'attente. Les caisses sont vidées manuellement dans un bassin de lavage (Figure II.1), ils sont lavés par immersion dans un bain d'eau courant, par la suite les abricots lavés passent sur un tapis roulant ou ils sont triés manuellement (Figure II.1), en même temps il y'a élimination des parties de fruit non consommables (feuilles, coursons, ..., etc.).

(A)



(B)



**Figure II.1 : Photographies numériques montrant : (A) Déchargement des abricots, (B) Lavage et triage des abricots.**

L'étape suivante est le dénoyautage et le broyage, puis un préchauffage à une température entre 60 et 80 °C pendant 15 à 30 secondes. Une étape de tamisage et raffinage est nécessaire pour l'élimination des déchets (peau, etc.).

La pulpe est ensuite pasteurisée à une température de 106 °C pendant 30 secondes puis refroidit à moins de 40 °C et conditionnée aseptiquement dans des grands sacs dans un tonneau de 200 kg (Figure II.2), puis stockée à température ambiante jusqu'à utilisation.



**Figure II.2 : Photographie numérique montrant le conditionnement aseptique de la purée.**

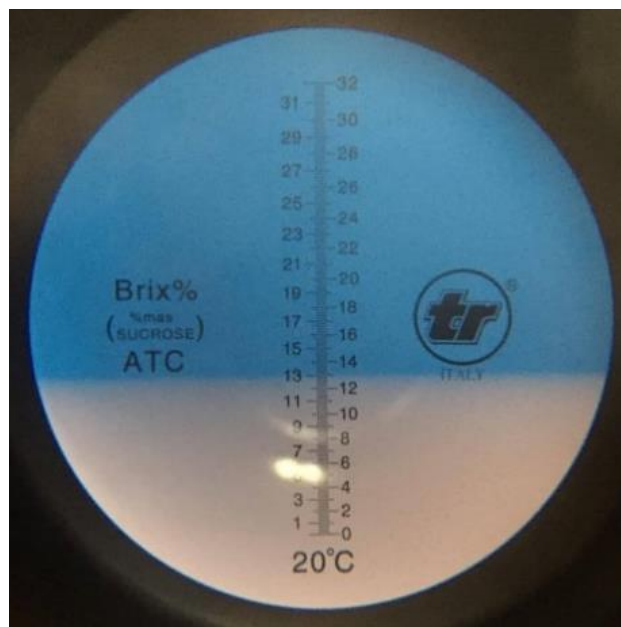
Au cours de la transformation d'abricot fruit en purée, plusieurs analyses sont établies :

1. La matière première utilisée dans tous les procédés est un mélange d'abricots (*Prunus armeniaca*) frais, chaque année, au moment de la cueillette et la collecte des abricots, plusieurs lots contenant différentes variétés sont réceptionnés à l'unité.

Ces lots proviennent de différentes régions : Bou Saâda, Laghouat, Batna, M'Sila, Boufarik, N'Gaous, Djelfa et Tipaza. Un contrôle de l'état de maturité (fermeté et couleur) et de la fraîcheur du fruit est assuré par un technicien.

Les principales variétés de ces régions sont : Canino, Louzi et Batou. Les abricots sont cueillis au stade de maturité commerciale entre la première et la troisième semaine de juin.

2. Trois abricots sont prélevés, un bien mur, un moyennement mur et un moins mur un peu ferme, on mesure le Brix de chaque un (L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble. Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré) à l'aide d'un réfractomètre et on calcule la moyenne qui doit être égale ou au-dessus de 12 °Bx.



**Figure II.3 : Photographie numérique montrant la valeur du Brix indiquée à 13 °Bx.**



3. Au niveau du broyeur, on mesure le Brix qui doit être entre 12 et 14 °Bx ; le pH entre 3 et 4 et on vérifie la température qui doit être proche de 80°C.

(A)



(B)



**Figure II.4 : Photographies numériques montrant : (A) Mesure du pH, (B) Mesure de la température.**

4. Au niveau de la cuve tampon, on mesure le Brix qui doit être entre 11,5 et 13 °Bx, le pH entre 3 et 4 et on vérifie la température qui ne doit pas dépassée 80 °C.
5. Finalement au niveau de l'évaporateur, le Brix doit être 12 °Bx, le pH entre 3 et 4 et la température à 80 °C.
6. Au remplissage aseptique des échantillons en forme de petit sac aseptique contenant le produit finale (la purée d'abricot) seront relevés pour les analyses au laboratoire, on mesure le Brix qui doit être 12 °Bx et le ph entre 3 et 4.

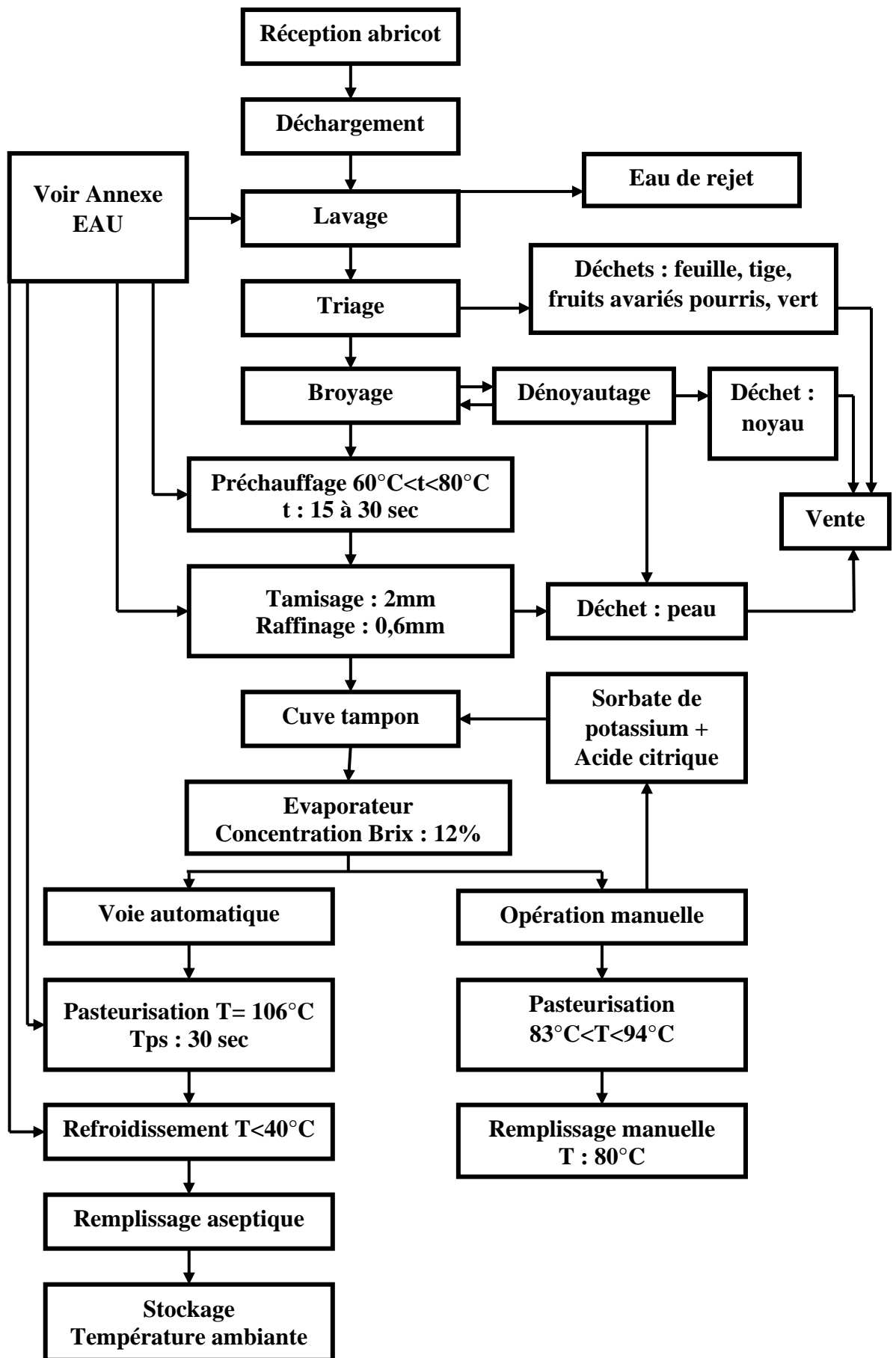


Figure II.5 : Organigramme de fabrication de la purée d'abricots au niveau de GROUPE AMOUR.

## II.2.2. Mesure du débit

En premier lieu, nous avons commencés par mesurer les débits des déchets, le débit des quantités d'abricots à l'entrée (matière première) et le débit des quantités de purée d'abricot produite à la sortie.

### II.2.2.1. Mesure du débit des déchets

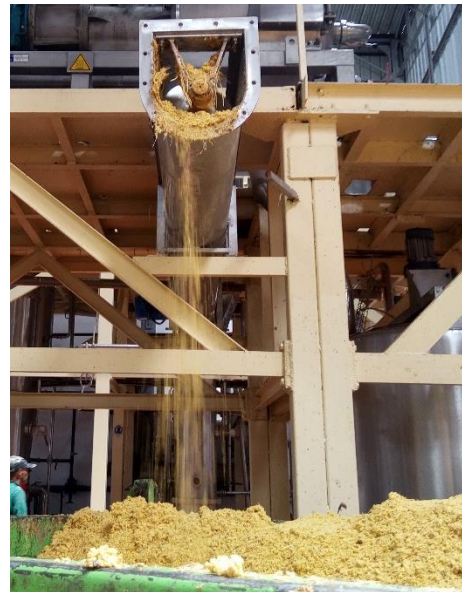
Lors de la transformation des abricots en purée, deux types de déchets sont générés :

1. Noyau provenant de l'étape dénoyautage ;
2. Déchet peau provenant de l'étape tamisage et raffinage.

(A)



(B)



**Figure II.6 : Photographies numériques montrant : (A) Déchet noyau, (B) Déchet peau.**

▪ Matériel utilisé :

1. 2 seaux de 10 L ;
2. Une balance de marque DAHONGYING (capacité 30 kg) ;
3. Un chronomètre.

▪ Méthode employée :

1. L'objectif de cette partie de notre étude est de déterminer la quantité de déchet produite en une heure pour les deux types de déchets (noyau et peau). Donc en premier lieu, le seau est placé à la fin de la chaîne de production pour la réception du déchet (il y a deux sorties de déchet, une pour les noyaux et une pour le déchet peau) ;
2. Le chronométrage est démarré dès le placement du seau ;



**Figure II.7 : Photographies numériques montrant : (A) Remplissage du seau avec les noyaux d'abricots, (B) Remplissage du seau avec le déchet peau.**

3. Arrêt du chronométrage dès remplissage du seau ;
4. Pesage du seau ;



**Figure II.8 : Photographies numériques montrant : (A) Pesée du seau rempli avec les noyaux, (B) Pesée du seau rempli avec le déchet peau.**

5. Duplication des opérations 20 fois pour chaque type de déchets (noyau et peaux de l'abricot) pendant 6 jours ;
6. Présentation et exploitation des résultats.

#### **II.2.2.2. Mesure du débit des quantités d'abricots entrées**

Pour les quantités d'abricots entrée, une fiche de contrôle est remplie par le technicien indiquant plusieurs paramètres parmi : le poids net d'abricots de chaque camion rentré dans la journée, l'heure du déchargement et le lieu de provenance.

#### **II.2.2.3. Mesure du débit des quantités de purée produite**

À la fin de la chaîne de production de la purée d'abricot, il y a deux machines de remplissages aseptiques :

- l'une est utilisée pendant les trois premiers jours des essais (débit : 4000-6500 L/h)
- la deuxième est utilisée pendant les trois jours d'essais restants (débit : 5850 L/h).

## **II.3. Deuxième partie**

Le but de cette étude est de reproduire le même procédé de fabrication de purée d'abricot à l'échelle laboratoire suivant le processus de l'entreprise afin de comparer les résultats obtenus à grande échelle.

### **II.3.1. Matériels utilisés**

#### **II.3.1.1 Matériel végétal**

Une quantité d'environ 2 kg d'abricots provenant de Batna a été utilisée pour la fabrication de purée d'abricot. Ces fruits ont été achetés d'un marché local à Blida et ont été transportés puis utilisés après avoir été stockés pendant 24 h au réfrigérateur ( $T= 7^{\circ}\text{C}$ ).

#### **II.3.1.2. Matériels techniques**

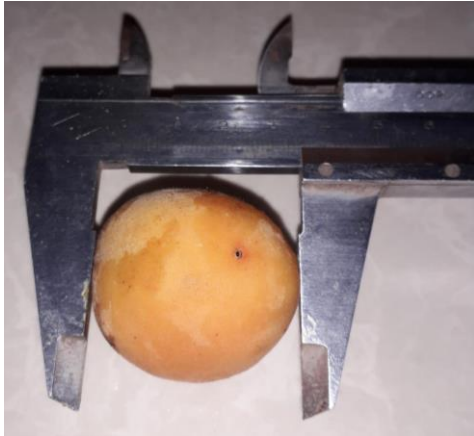
- Balance de marque DAHONGYING (capacité 30 kg) ;
- Balance électrique de marque SARTORIUS L 420 P ;
- Pied à coulisse ;
- Mixeur (broyage) ;
- Thermomètre numérique ;
- Deux récipients en plastique ;
- Tamis 0,6 mm ;
- Tamis 2 mm.

### **II.3.2. Méthode employée**

1. Avant de commencer la préparation de la purée, nous avons fait une caractérisation sur 25 fruits d'abricots.



(A)



(B)



**Figure II.9 : Photographies numériques montrant : (A) Mesure du diamètre d'abricot, (B) mesure du diamètre du noyau d'abricot.**

2. Comme dans le procédé industriel, l'abricot est lavé, trié, dénoyauté, broyé à température 70 °C et filtré à 2 mm puis 0,6 mm.

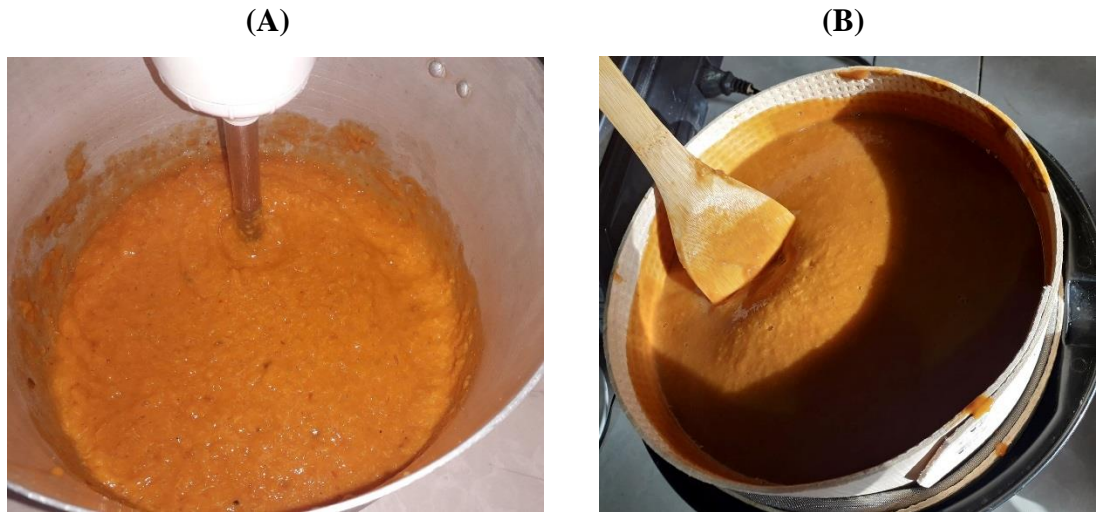
(A)



(B)



**Figure II.10 : Photographies numériques montrant : (A) Lavage d'abricot, (B) Dénoyautage d'abricot.**



**Figure II.11 : Photographies numériques montrant : (A) Broyage d'abricot, (B) Tamisage de la purée.**



**Figure II.12 : Photographie numérique montrant : Produit fini purée d'abricot.**



**Figure II.13 : Photographies numériques montrant : (A) déchet noyau, (B) Déchet peau.**



## CHAPITRE III

### RESULTATS ET DISCUSSIONS

#### III.1. Bilan matière à l'échelle industrielle

Dans cette première partie, nous allons présenter et commenter les résultats des différents essais de mesure du débit des déchets, des quantités d'abricots à l'entrée et les quantités de purées produites à la sortie.

##### III.1.1. Quantités d'abricots entrées

Les tableaux III.1 et III.2 indiquent les poids nets d'abricots de chaque quantité journalière durant les six jours d'essais, ainsi que l'heure du déchargement et le lieu de provenance.

**Tableau III.1 : Quantités d'abricots reçues (première semaine).**

Jour 1			Jour 2			Jour 3		
Mardi 18/06/2019			Mercredi 19/06/2019			Jeudi 20/06/2019		
Région	Quantité (kg)	Heure	Région	Quantité (kg)	Heure	Région	Quantité (kg)	Heure
Messâad	11800	06 :15	Boufarik	2780	06 :05	Bou Saâda	13140	06 :05
Messâad	11360	07 :00	Messâad	13640	06 :37	Laghouat	12300	07 :30
Bou Saâda	8620	08 :10	Boumerdès	8600	08 :00	Messâad	11800	08 :32
Laghouat	12220	09 :20	Boumerdès	6240	08 :55	Messâad	13800	09 :32
Messâad	11700	10 :30	Laghouat	9980	09 :40	Messâad	10600	11 :34
Batna	8320	11 :45	M'Sila	10280	11 :20	Boufarik	2720	13 :00
Messâad	10820	13 :20	N'Gaous	10060	13 :05	Messâad	10860	13 :30
M'Sila	9220	14 :19	Messâad	12080	13 :47	Messâad	11500	14 :23
Bou Saâda	21380	15 :05	Bou Saâda	8600	15 :04	Messâad	11220	16 :29
Messâad	11000	17 :17	Messâad	12620	16 :05	M'Sila	12040	18 :12
<b>La somme</b>								
-	116440	-	-	94880	-	-	109980	-

**Tableau III.2 : Quantités d'abricots reçues (deuxième semaine).**

Jour 4			Jour 5			Jour 6		
Lundi 24/06/2019			Mardi 25/06/2019			Mercredi 26/06/2019		
Région	Quantité (kg)	Heure	Région	Quantité (kg)	Heure	Région	Quantité (kg)	Heure
Messâad	11080	06 :05	Bou Saâda	11460	06 :05	M'Sila	8920	06 :05
Blida Tipaza	3260	07 :15	N'Gaous	11560	06 :58	Bou Saâda	9920	07 :01
N'Gaous	17680	08 :00	Messâad	10960	08 :15	N'Gaous	10640	08 :05
N'Gaous	10400	11 :15	Messâad	8440	09 :35	N'Gaous	17340	09 :20
Messâad	12140	13 :00	N'Gaous	10180	10 :25	Djelfa	12300	11 :35
Messâad	12160	14 :00	Messâad	10540	11 :30	Djelfa	12580	14 :01
Messâad	13740	15 :11	Messâad	11280	13 :15	Laghouat	8100	15 :46
M'Sila	8540	16 :32	N'Gaous	11300	13 :55	Messâad	10960	18 :32
Bou Saâda	9940	16 :57	N'Gaous	10300	17 :05	-	-	-
<b>La somme</b>								
-	98940	-	-	96020	-	-	90760	-

L'examen de ces valeurs montre que les quantités d'abricot reçues ne sont pas constantes quotidiennement. Ainsi donc et pour les jours étudiés, les quantités d'abricot du premier et troisième jour sont bien plus importantes que celles des autres jours.

### III.1.2. Quantité de purée produite par jour

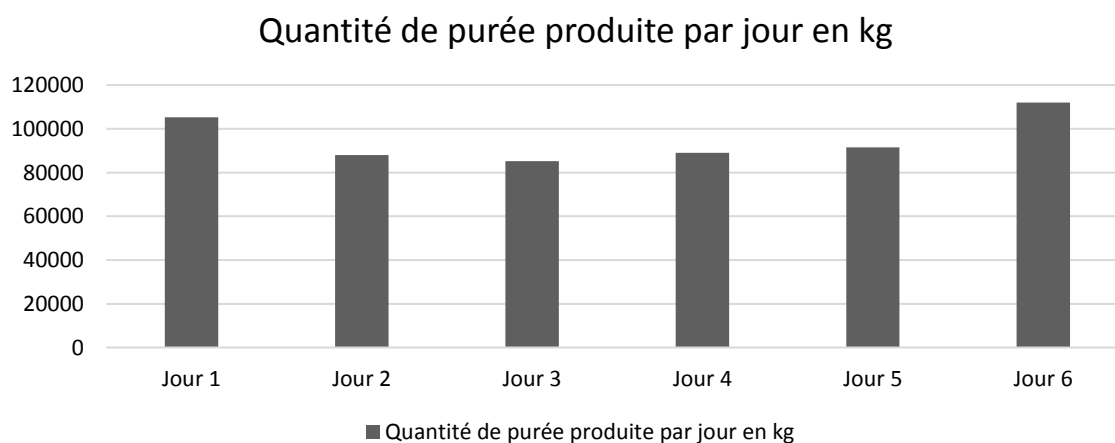
Le tableau III.3 présente les quantités de purées produites et les nombres de futs remplis par jour durant la période d'essais.

**Tableau III.3 : Quantité de purée produite par jour.**

	<b>Jour 1</b> <b>Mardi</b> <b>18/06/20</b> <b>19</b>	<b>Jour 2</b> <b>Mercredi</b> <b>19/06/2019</b>	<b>Jour 3</b> <b>Jeudi</b> <b>20/06/2019</b>	<b>Jour 4</b> <b>Lundi</b> <b>24/06/2019</b>	<b>Jour 5</b> <b>Mardi</b> <b>25/06/2019</b>	<b>Jour 6</b> <b>Mercredi</b> <b>26/06/2019</b>
<b>Nombre de futs</b>	498	415	404	421	433	529
<b>Quantité (kg)</b>	105327	87980	85244	88997	91531	111999,88
<b>Rapport (Qtité/futs)</b>	212	212	211	211	211	212

Ces résultats montrent que la quantité de purée produite diffère d'un jour à l'autre et dépend de la quantité de matière première végétale reçue par l'unité. Nous remarquons que le rapport (quantité / futs) est presque constant, cela signifie que la qualité physique du produit reste pratiquement stable.

Afin d'exploiter encore plus nos résultats, nous nous sommes proposées d'établir un histogramme que nous présentons dans la Figure III.1 représentant les quantités de purée produite par jour.



**Figure III.1 : Quantités de purées produites par jour.**

### III.1.3. Quantités de déchets générés par jour (Noyau et peau)

Le tableau III.4 présente les quantités de déchets générés par jour pour les deux types de déchets (noyau et peau).

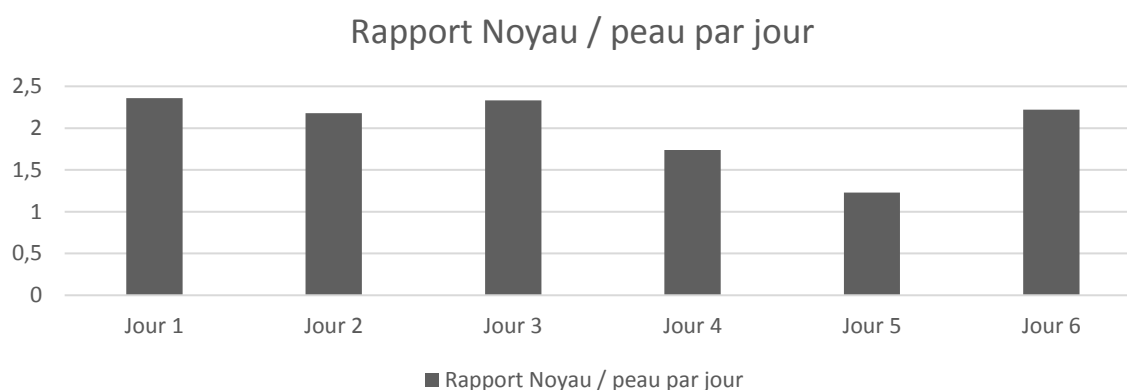
**Tableau III.4 : Quantités de déchets générés par jour.**

	<b>Jour 1</b> 18/06/2019	<b>Jour 2</b> 19/06/2019	<b>Jour3</b> 20/06/2019	<b>Jour 4</b> 24/06/2019	<b>Jour 5</b> 25/06/2019	<b>Jour 6</b> 26/06/2019
<b>Noyau</b> <b>(kg)</b>	10760	12200	12740	12520	8420	10640
<b>Peau</b> <b>(kg)</b>	4560	5600	5460	7200	6860	4800
<b>Rapport</b> <b>Noyau/Peau</b>	2,36	2,18	2,33	1,74	1,23	2,22

Ce tableau fait apparaître les phénomènes suivants :

- La quantité de déchet noyau est plus importante que celle de la peau, car la masse des noyaux est plus importante que celle de la peau.
- Les quantités des déchets générés par jour dépendent de la quantité et de la qualité de la matière première reçue. Nous remarquons que la quantité la plus importante des déchets générés correspond au quatrième jour.
- Nous remarquons aussi que le rapport (Noya / peau) varie de 1,23 à 2,36, cela est dû principalement à la qualité de la matière première (maturité, variété...). Ainsi la quantité la plus importante de peau générée par rapport à celle du noyau, est obtenue dans le 5eme jour, cela peut être expliqué par la variété de la matière première.

Afin d'exploiter encore plus nos résultats, nous nous sommes proposées d'établir un histogramme que nous présentons dans la Figure III.2



**Figure III.2 : Rapport Noyau / Peau par jour.**

### III.1.4. Débit des déchets

Les tableaux III.5 - III.8 présentent les résultats des mesures des quantités de déchets noyau et peau en fonction du temps et leurs débits.

**Tableau III.5 : Résultats des mesures des quantités de déchets noyaux en fonction du temps et leurs débits (première semaine).**

N° d'essais	Déchet noyau								
	Jour 1 Mardi 18/06/2019			Jour 2 Mercredi 19/06/2019			Jour 3 Jeudi 20/06/2019		
	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)
1	29,90	6,290	757	29,82	9,365	1131	18,20	8,755	1732
2	21,77	6,345	1049	34,50	8,925	931	12,51	8,560	2463
3	23,86	6,455	974	23,40	8,775	1350	29,40	8,480	1038
4	21,30	6,080	1028	29,54	10,015	1221	29,00	8,620	1070
5	16,20	6,290	1398	21,16	9,675	1504	29,20	9,375	1156
6	12,20	5,990	1768	23,20	8,840	1372	25,74	9,215	1289
7	12,00	6,495	1949	29,40	9,520	1166	22,40	8,925	1434
8	14,90	6,530	1578	23,14	9,560	1487	20,91	9,200	1584
9	11,39	6,260	1979	19,40	9,290	1724	21,20	8,645	1468
10	15,20	6,435	1524	18,23	9,560	1888	19,83	9,035	1640
11	16,84	6,535	1397	31,10	9,540	1104	20,40	8,360	1475
12	11,50	6,855	2146	18,50	10,045	1955	22,20	8,520	1382
13	15,99	8,480	1909	35,20	9,025	923	24,00	9,270	1391
14	19,60	7,935	1458	22,94	8,545	1341	20,66	9,000	1568
15	21,48	8,790	1473	24,00	8,845	1327	29,04	9,415	1167
16	17,00	8,820	1868	18,23	9,000	1777	20,54	9,790	1716
17	16,77	9,210	1977	21,10	8,925	1523	27,00	8,345	1113
18	46,20	8,180	638	28,73	9,185	1151	24,04	8,790	1316
19	132,0	7,045	192	26,70	8,585	1158	28,05	8,836	1134
20	19,00	8,320	1576	24,57	9,215	1350	23,44	8,980	1379
<b>Moy</b>	<b>24,76</b>	<b>7,16</b>	<b>1432</b>	<b>25,14</b>	<b>9,22</b>	<b>1369</b>	<b>23,38</b>	<b>8,91</b>	<b>1426</b>

**Tableau III.6 : Résultat des mesures des quantités de déchet noyaux en fonction du temps et leurs débits (deuxième semaine).**

N° d'essais	Déchet noyau								
	Jour 4 Lundi 24/06/2019			Jour 5 Mardi 25/06/2019			Jour 6 Mercredi 26/06/2019		
	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)
<b>1</b>	24,98	8,320	1199	72,00	8,820	441	30,54	9,345	1102
<b>2</b>	19,89	8,515	1541	32,86	8,160	894	25,37	8,965	1272
<b>3</b>	54,83	8,430	554	43,48	8,670	718	21,33	8,935	1508
<b>4</b>	24,56	8,670	1271	39,29	8,205	752	29,00	9,045	1123
<b>5</b>	19,65	9,060	1660	37,09	8,295	805	17,76	9,215	1868
<b>6</b>	27,59	8,545	1115	35,29	9,090	927	20,83	9,175	1586
<b>7</b>	23,88	9,235	1392	36,26	8,710	865	20,80	8,935	1546
<b>8</b>	20,35	8,790	1555	44,78	8,675	697	24,30	9,280	1375
<b>9</b>	21,60	8,570	1428	45,71	8,570	675	24,37	8,825	1304
<b>10</b>	19,56	8,705	1602	34,06	8,840	934	24,74	8,570	1247
<b>11</b>	113,0	7,725	246	41,55	9,175	795	25,67	8,820	1237
<b>12</b>	19,54	8,970	1653	36,71	9,035	886	20,70	9,105	1584
<b>13</b>	21,03	8,765	1500	43,13	8,440	705	54,08	8,515	567
<b>14</b>	54,41	9,345	618	50,56	9,495	676	21,01	8,165	1399
<b>15</b>	19,36	8,930	1661	30,53	9,820	1158	23,30	8,655	1337
<b>16</b>	141,0	8,675	222	23,47	9,405	1443	56,12	8,370	537
<b>17</b>	23,91	9,260	1394	26,09	9,375	1294	28,34	9,010	1145
<b>18</b>	24,29	9,760	1447	37,41	9,535	918	24,08	8,875	1327
<b>19</b>	26,87	9,310	1247	29,70	9,560	1160	19,99	8,965	1615
<b>20</b>	80,00	8,595	387	27,69	9,380	1220	29,35	9,560	1173
<b>Moy</b>	<b>39,02</b>	<b>8,81</b>	<b>1185</b>	<b>38,38</b>	<b>8,96</b>	<b>898</b>	<b>27,084</b>	<b>8,92</b>	<b>1293</b>

**Tableau III.7 : Résultat des mesures des quantités de déchet peau en fonction du temps et leurs débits (première semaine).**

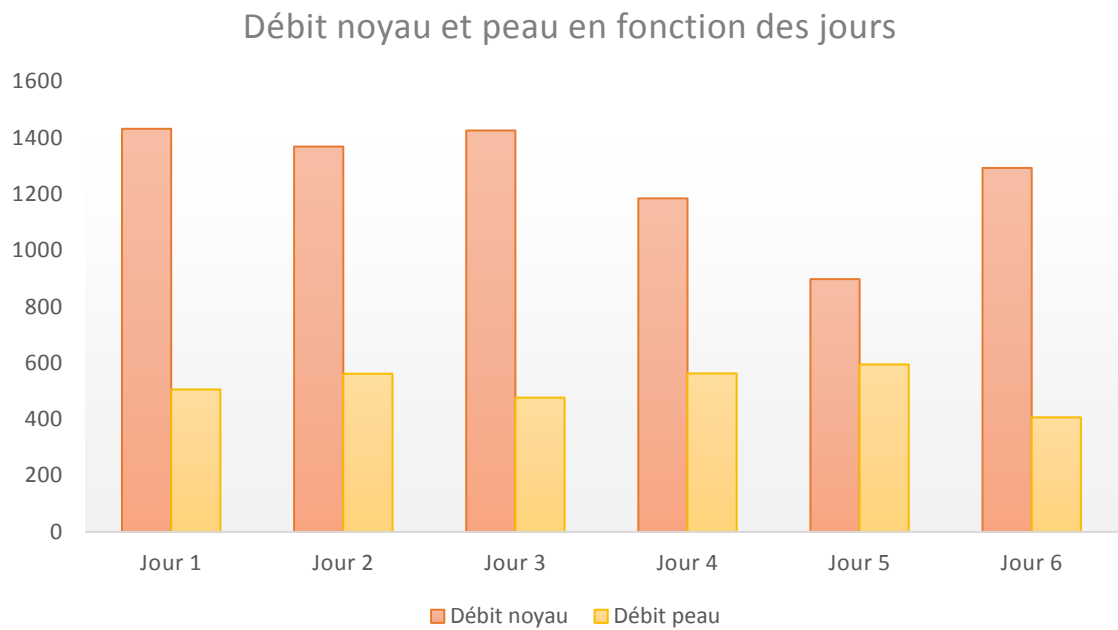
<b>Déchet peau</b>									
<b>N° d'essais</b>	<b>Jour 1</b>			<b>Jour 2</b>			<b>Jour 3</b>		
	<b>Mardi 18/06/2019</b>			<b>Mercredi 19/06/2019</b>			<b>Jeudi 20/06/2019</b>		
	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)	Temps (S)	Quantité (kg)	Débit (kg/h)
<b>1</b>	82,00	9,250	406	43,90	10,940	897	92,00	7,955	311
<b>2</b>	42,18	10,980	937	105,0	10,655	365	99,00	7,015	255
<b>3</b>	69,00	9,225	481	74,00	11,205	545	96,00	7,030	264
<b>4</b>	146,0	10,130	250	60,00	10,055	603	114,0	6,035	191
<b>5</b>	75,00	12,140	583	55,60	10,435	676	158,0	6,455	147
<b>6</b>	77,00	11,245	526	87,00	14,135	585	94,00	5,605	215
<b>7</b>	50,00	11,315	815	95,00	11,110	421	71,00	5,210	264
<b>8</b>	166,0	10,815	235	83,00	11,185	485	99,00	6,165	224
<b>9</b>	46,00	11,860	928	66,00	10,810	590	94,00	5,500	211
<b>10</b>	74,00	12,545	610	70,00	11,560	595	291,0	9,970	123
<b>11</b>	62,00	10,140	589	38,70	10,710	996	54,11	11,730	780
<b>12</b>	49,12	10,885	798	74,00	9,440	459	38,40	13,225	1240
<b>13</b>	71,00	11,790	598	90,00	9,820	393	49,24	12,245	895
<b>14</b>	86,00	9,240	387	67,00	10,450	562	38,48	11,935	1117
<b>15</b>	143,0	8,660	218	81,00	9,545	424	41,65	11,620	1004
<b>16</b>	158,0	9,495	216	64,00	8,490	478	71,00	11,120	564
<b>17</b>	59,00	7,790	475	32,20	9,685	1083	280,0	11,535	148
<b>18</b>	89,00	6,985	283	66,00	9,795	534	86,00	13,475	564
<b>19</b>	79,00	6,125	279	189,00	10,420	199	171,0	10,545	222
<b>20</b>	59,00	8,445	515	101,00	9,580	342	54,64	12,090	797
<b>Moy</b>	<b>84,12</b>	<b>9,95</b>	<b>506</b>	<b>77,12</b>	<b>10,50</b>	<b>562</b>	<b>104,63</b>	<b>9,323</b>	<b>477</b>

**Tableau III.8 : Résultats des mesures des quantités de déchet peau en fonction du temps et leurs débits (deuxième semaine).**

<b>Déchet peau</b>									
<b>N° d'essais</b>	<b>Jour 4 Lundi 24/06/2019</b>			<b>Jour 5 Mardi 25/06/2019</b>			<b>Jour 6 Mercredi 26/06/2019</b>		
	<b>Temps (S)</b>	<b>Quantité (kg)</b>	<b>Débit (kg/h)</b>	<b>Temps (S)</b>	<b>Quantité (kg)</b>	<b>Débit (kg/h)</b>	<b>Temps (S)</b>	<b>Quantité (kg)</b>	<b>Débit (kg/h)</b>
<b>1</b>	73,00	10,590	522	107,0	11,940	402	94,00	9,690	371
<b>2</b>	66,00	10,720	585	42,19	12,960	1106	66,00	8,100	442
<b>3</b>	53,70	11,320	759	64,00	11,295	635	52,43	10,755	739
<b>4</b>	56,00	10,985	706	61,00	12,750	753	55,12	10,950	715
<b>5</b>	75,00	14,710	706	58,82	10,800	661	83,00	10,410	452
<b>6</b>	60,00	13,175	791	78,00	15,340	708	96,00	9,630	361
<b>7</b>	57,36	11,340	712	188,0	13,215	253	77,00	10,030	469
<b>8</b>	69,00	13,180	688	50,25	12,900	924	63,00	10,720	613
<b>9</b>	64,00	10,860	611	125,0	11,625	335	98,0	9,835	361
<b>10</b>	108,0	12,075	403	77,00	12,970	606	153,0	7,400	174
<b>11</b>	208,0	11,775	204	68,00	12,585	666	90,00	7,475	299
<b>12</b>	117,0	11,350	349	85,00	11,905	504	102,0	9,960	352
<b>13</b>	105,0	11,195	384	79,00	14,010	638	230,0	9,725	152
<b>14</b>	59,51	13,050	790	75,00	13,445	645	87,00	12,540	519
<b>15</b>	81,00	11,405	507	73,00	14,295	705	103,0	12,385	433
<b>16</b>	70,00	11,525	593	93,00	11,820	458	59,87	11,300	680
<b>17</b>	80,00	7,800	351	103,0	12,045	421	61,00	11,420	674
<b>18</b>	68,00	10,090	534	106,0	12,765	434	492,0	7,730	57
<b>19</b>	74,00	11,135	542	86,00	12,250	513	378,0	6,290	60
<b>20</b>	69,00	10,110	528	81,00	12,100	538	179,0	10,540	212
<b>Moy</b>	<b>80,68</b>	<b>11,42</b>	<b>563</b>	<b>85,01</b>	<b>12,65</b>	<b>595</b>	<b>130,97</b>	<b>9,84</b>	<b>407</b>



La chute du débit du cinquième jour du déchet noyau est dû principalement a des problèmes techniques de production.

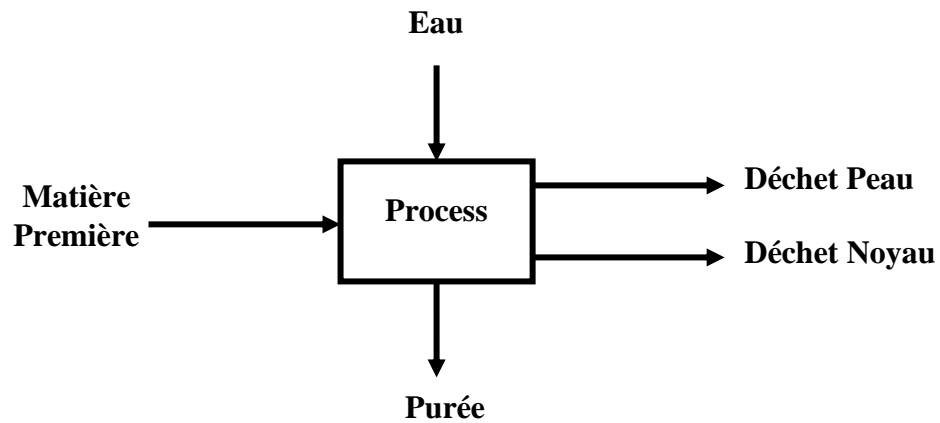


**Figure III.3 : Débit noyau et peau en fonction des jours.**

On remarque que le débit de déchet noyau est beaucoup plus important que le débit de déchet peau car la quantité des noyaux est plus importante que celle de la peau, aussi que le débit de déchet peau est plus ou moins constant comparant au déchet noyau et c'est dû a des pannes dans la chaine de production.

- **Bilan matière**

Durant la fabrication de la purée d'abricot et comme le montre le procédé (Figure II.6), l'eau est ajoutée à la purée suivant la valeur du Brix mesurée.



**Figure III.4 : Schéma simplifié montrant les entrées et les sorties du procédé industrielle.**

Le tableau III.9 représente le bilan matière les quantités et les pourcentages des ajouts d'eau.

**Tableau III.9 : Bilan matière des quantités.**

Numéro de jour	Quantité d'abricot entrée/jour (kg)	Quantité de purée produite/jour (kg)	Quantité de déchet généré/jour (kg)	Quantité d'eau ajoutée (kg)	Pourcentage d'eau ajoutée (%)
1	116 440	105 327	15 320	4 207	3,61
2	99 480	87 980	17 800	6 300	6,33
3	109 980	85 244	18 200	-	-
4	98 940	88 997	19 720	9 777	9,88
5	96 020	91 531	15 280	10 791	11,23
6	90 760	111 999,88	15 440	5 799,88	6,39

Le pourcentage d'eau ajoutée diffère de jour à l'autre, et cela dépend du Brix de la purée.

### III.2. Partie laboratoire

Cette deuxième partie est consacré aux résultats de la caractérisation des abricots ainsi que le bilan matière établi à l'échelle de laboratoire.

#### III.2.1. Résultats de caractérisation des abricots.

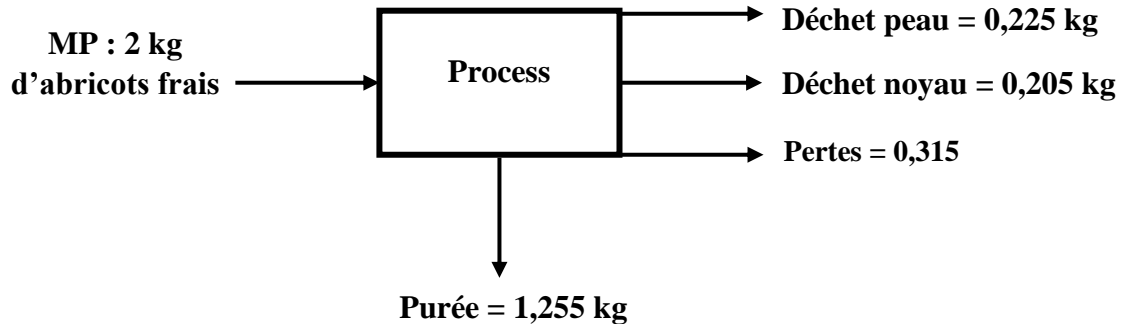
Le tableau III.13 présente les résultats de la caractérisation des abricots.

**Tableau III.10 : Résultats de caractérisation des fruits abricot.**

N° Fruit	Poids (g)	Diamètre (cm)	Poids sans noyau (g)	Poids du noyau (g)	Diamètre du noyau (cm)
1	27,07	3,81	24,50	2,50	1,19
2	17,65	3,32	15,51	2,07	1,21
3	20,22	3,40	18,21	1,95	1,11
4	34,97	4,10	31,93	2,97	1,20
5	19,18	3,40	17,22	1,91	1,18
6	20,46	3,41	18,52	1,81	1,12
7	25,42	3,66	22,73	2,67	1,14
8	22,98	3,60	20,48	2,46	1,27
9	30,95	4,10	27,94	2,98	1,17
10	17,11	3,33	15,21	1,84	1,09
11	18,45	3,23	16,23	2,16	1,15
12	20,96	3,49	19,22	1,66	1,14
13	16,78	3,04	14,94	1,78	1,09
14	20,00	3,40	17,89	2,09	1,12
15	20,74	3,33	18,67	1,96	1,11
16	22,02	3,30	19,67	2,28	1,33
17	29,12	3,89	26,43	2,65	1,19
18	18,77	3,44	16,79	1,95	1,10
19	15,23	3,11	13,37	1,83	1,13
20	21,43	3,69	19,31	2,09	1,19
21	17,51	3,22	15,75	1,73	1,10
22	21,01	3,38	19,26	1,69	1,09
23	24,18	3,64	21,84	2,28	1,11
24	16,52	3,12	14,76	1,74	1,09
25	26,25	3,59	24,01	2,17	1,10
<b>moy</b>	<b>21,80</b>	<b>3,48</b>	<b>19,62</b>	<b>2,13</b>	<b>1,15</b>

### III.2.2. Bilan de matière à l'échelle de laboratoire

Les résultats présentés dans cette partie correspondent à la fabrication de la purée à petite échelle, en ayant utilisé une quantité de 2 kg d'abricot.



**Figure III.5 : Schéma des entrées et sorties du procédé de fabrication de la purée d'abricot à l'échelle laboratoire.**

Le rapport (Noyau/Peau) = 0,80. Nous remarquons que ce rapport est inférieur à 1, ce qui signifie que la quantité de déchets peau à l'échelle de laboratoire est plus élevée que celui de la peau à l'échelle industrielle. Cela est dû à la quantité d'eau restante dans le déchet peau.

### III.3. Valorisation des déchets noyau et peau

Dans le but d'éviter le rejet de leurs déchets dans la nature, le GROUPE AMOUR suit un programme de valorisation de ses déchets par la vente directe des noyaux et la donation de la peau aux agriculteurs.

#### III.3.1. Valorisation du déchet noyau

- Le déchet noyau est vendu au prix de 5 DA le kg à l'entreprise VENUS.
- En moyenne 11 213 kg de noyau est généré par jour, ce qui fait 56 065 DA par jour.
- Le GROUPE AMOUR bénéficie de 3 083 575 DA uniquement en vendant les noyaux durant la saison des abricots (juin et juillet).

### **III.3.2. Valorisation du déchet peau**

Le déchet peau est distribuer sur les agriculteurs de la région. Il est utilisé comme compost, pour l'épandage agricole ou comme additif à l'alimentation de bétail.

L'épandage et le compostage reposent sur le recyclage en agriculture des éléments fertilisants contenus dans les effluents ou les produits épandus.

Les plantes cultivées prélèvent des éléments minéraux du sol pour élaborer leurs tissus.

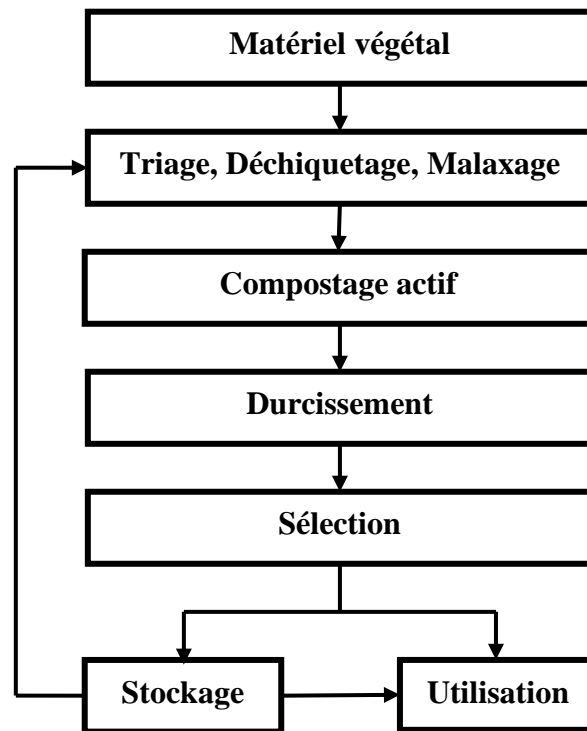
Par rapport à l'épandage, le compostage est un processus aérobie qui implique plusieurs étapes (Figure III.6) au cours desquelles des microorganismes thermophiles (température optimale de développement autour de 50°C) transforment le matériel organique dans un produit stable ressemblant au sol.

Le matériel végétal utilisé pour compostage doit être soumis à une étape préliminaire de réduction du contenu d'eau (de 80-90% jusqu'à 50-60%) par pressage ou par séchage naturel. La neutralisation du pH qui est, en général, acide est également nécessaire.

Le compostage permet la réduction du volume de sous-produits organiques avec 40%. De plus, les températures atteintes (40-70°C) tuent la plupart des pathogènes. Plusieurs modes de compostage plus ou moins complexes peuvent être réalisés. On distingue toutefois :

- Le compostage lent – réalisé sur des aires de fermentation ou des aires de maturation ;
- Le compostage accéléré : effectué dans un bioréacteur rotatif, dans un tour de fermentation ou dans une cellule horizontale de fermentation.

Indépendamment de la méthode de compostage le développement des microorganismes nécessite des conditions spécifiques et il est influencé par la température, la concentration en oxygène, le pH, l'humidité, le rapport carbone : azote etc [23].



**Figure III.6 : Diagramme d'un processus de compostage.**

Alimentation animale c'est la plus ancienne direction d'utilisation des résidus de fruits, le plus souvent elle implique des investissements dans une technologie permettant de fournir un sous-produit sain et de bonne valeur nutritionnelle, il faut toutefois remarquer qu'elle n'élimine pas totalement les rejets dans l'environnement. Elle les diminue mais les reporte sur les déjections animales.

## Conclusion

Les fruits constituent un des éléments principaux pour une alimentation équilibrée. Ils sont consommés frais ou sous formes de différents produits obtenus après certaines transformations. Les importantes quantités de résidus issus de ces processus sont facilement dégradables et peuvent contribuer à l'augmentation de taux de pollution de l'environnement.

Les conclusions générales formulées par l'interprétation des résultats obtenus pendant les travaux déroulés sont présentées par la suite :

- Cette étude nous a permis de déterminer les quantités de déchets (noyau, peau) générés par l'industrie GROUPE AMOUR. Nous avons remarqué que la quantité de déchet noyau est plus importante que celle de la peau car l'eau est presque totalement éliminée.
- Le bilan massique nous a permis de vérifier les quantités entrantes, et sortantes pour chaque opération de fabrication de la purée et de déterminer la quantité d'eau ajoutée qui diffère d'un jour à l'autre suivant la valeur du Brix d'abricot.
- Le débit de déchet noyau est plus élevé que celui de la peau et cela est dû à la quantité du noyau qui prend un pourcentage important dans le volume totale du fruit et la peau est très fine.
- A l'échelle de laboratoire la quantité de déchet peau est plus élevée que celle du noyau car le déchet est très humide.

Comme suite à notre travail, des recherches complémentaires pourraient être réalisées comme :

- de valoriser le déchet noyau en le transformant en charbon actif, ou d'autres forme de valorisations ;
- de valoriser le déchet peau en le transformant en compost notamment en étudiant ces composées ou en le transformant comme additif au produit pour l'alimentation animal.

Comme perspectives on propose de généraliser la valorisation des déchets dans toutes les industries alimentaires, notamment les déchets organiques.

## REFERENCES

- [1] VORBURGER, J., Écologie industrielle & valorisation des déchets, 2006, Université Laval. p. 4.
- [2] CANALBLOG, Déchets organiques des industries agroalimentaires. 2010, Mai 6 ; Available from : <http://mjoly.canalblog.com/archives/2010/05/06/17807212.html?fbclid=IwAR2U0wI1YcJdD4EbOy4WRtZRA4gtOOWxESJglVVpaRznVf5AeFQaDe4YvtA>.
- [3] LAHBARI, M., Etude et simulation du séchage de l'abricot : application a quelques variétés de la région des Aures, 2015, Université de Batna 2. p. 1.
- [4] GRIMPLET, J., Génomique fonctionnelle et marqueurs de qualité chez l'abricot, 2004, Institut National Polytechnique de Toulouse. p. 21 - 24.
- [5] LAROUSSE, Abricotier, Available from : <https://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Abricotier/1000774>.
- [6] CHAIMA, R., Valorisation des coproduits d'abricot (*Prunus armeniaca* L.) de la wilaya de Batna. 2018 : p. 6 - 18.
- [7] RUSTICA. Abricotier, Culture. 2019 ; Available from : <https://www.rustica.fr/articles-jardin/abricotier,8777.html>.
- [8] RUSTICA, Abricotier, Fiche culture. 2019.
- [9] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019 ; Available from : <http://www.fao.org/home/fr>.
- [10] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cultures. 2019, Janvier 18 ; Available from : <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>.
- [11] Nations, F.a.A.O.o.t.U. Cultures. 2019, Janvier 18, ; Available from : <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>.



- [12] LAHBARI, M., Etude et simulation du séchage de l'abricot : application a quelques variétés de la région des Aures, 2015, Université de Batna 2. p. 21.
- [13] AgriMaroc. Les techniques de séchage d'abricot. 2017, Mars 2, ; Available from : <http://www.agrimaroc.ma/sechage-abricot/>.
- [14] BELAID, D., ALGERIE, techniques de séchage des abricots., 2016.
- [15] BARKAT, M., Impact de deux procédés technologiques (jus et confiture) et du séchage sur les polyphénols et les caroténoïdes de l'abricot. p. 4 - 31.
- [16] ALLALI, H., Thèse présentée.2008, Université de Technologie Compiègne de France. p. 12.
- [17] SURFANET. Végétaux Abrasifs végétaux ou agicides et amidons Les agicides. 2019 ; Available from : <http://www.surfanet.org/abrasifs-vegetaux/>.
- [18] RAFIK, A., Incorporation du tourteau d'amande d'abricot en substitution au tourteau de soja dans l'alimentation des animaux domestique, 2013.
- [19] L'Economiste. Industrie de transformation : Menaces sur la production d'abricots. 2012, Juin 13 ; Available from : <https://www.leconomiste.com/article/895431-industrie-de-transformation-menaces-sur-la-production-d-abricots>.
- [20] Technologuepro, BILAN DES PROCÉDÉS ALIMENTAIRES, 2017, Octobre 17. p. 2 - 9. Available from : [https://www.technologuepro.com/cours-genie-procedes/cours-2-bilan-procedes-alimentaires/?fbclid=IwAR2scm\\_Ja804DFwKHuSjL\\_tB7Qkg5MnswgMxmpSOJio5tJsYFZtUofVQ2ms](https://www.technologuepro.com/cours-genie-procedes/cours-2-bilan-procedes-alimentaires/?fbclid=IwAR2scm_Ja804DFwKHuSjL_tB7Qkg5MnswgMxmpSOJio5tJsYFZtUofVQ2ms)
- [21] MATIERE, P., Guide méthodologique. 2014 : p. 11.
- [22] GROUPE AMOUR. NOTRE HISTOIRE. 2015 ; Available from : <https://groupeamour.com/>.
- [23] GRIGORAS, C.-G., Valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformation des fruits par extraction des composés bioactifs, 2012, Université d'Orléans. p. 27.

