



République algérienne démocratique et populaire  
**Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche  
scientifique**

**UNIVERSITÉ ABDELHAMID BEN BADIS  
FACULTÉ DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE**



---

## **MÉMOIRE**

**Pour l'obtention du diplôme de Master**

**Option : Biotechnologie alimentaire**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> : BENMERDJA Setti**

**THÈME :**

**Caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques de  
noix de terre « *Bunium bulbocastanum* »**

**Devant le Jury**

**Président** M. BOUZOUINA Mohamed

**Encadreur** M. BENABDELMOUMENE Djilali

**Examineur** M. SASSI ElHachemi

**Co encadreur : BOUHALLA**

*Thème réalisé au Laboratoire*

L

*. Mostaganem*

**Année universitaire : 2018/2019**



## Remerciements

*On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de*

*Monsieur BENABDELMOUMENE Djilali on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous sommes conscientes de l'honneur que nous a fait Monsieur BOUZOUINA Mohamed*

*Étant président du jury et Monsieur SASSI ElHachemi d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

*Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenus de près ou de loin*





## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes parents, autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le Tout-Puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.*

*Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères el hadje ,nordine Mohamed et aide et mes sœurs, fatima et bahria , sans oublié ma tante soaud et tonton Mohamed et a toute ma famille , et mes amis : hadjadji mohamed sallah warda asma Bouhalla, amar nadjjet, boaziz salima, brina khayra, bokratem jawida bohani khayra et bochra , je dédie ce travail dont le grand plaisir leur revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.*

*Setti hafida*



## Table des matières

Remercîment	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
<b>Partie I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
Chapitre 01: Généralités sur la noix de terre	
1. Apiaceae	2
1-1 Généralités	2
1-2 Famille Apiaceae	3
1-3 Genre <i>Bunium</i> L.	4
1-4 Etude phytochimique du genre <i>Bunium</i> L	4
2. Noix de terre ( <i>Buniumbulbocastanum</i> )	5
2-1 Origine	5
2-2 Taxonomie	6
2-3 Morphologie	6
2-4 Composition chimique et valeur nutritive	7
2-5 Aspect thérapeutique de la noix de terre	8

## **Chapitre 02 : Valorisation des tubercules**

1-Généralité	9
2-Tubercules, un aliment énergétique	9
2-1Manioc	10
2-2Patate douce	11
2-3Ignames	11
1-4 Taro	11
2-4Pomme de terre	12
3-Des parties aériennes plus riches en protéines	12

## **Chapitre 03 : Qualités physicochimique et technologique des farines**

1-Généralités	14
2-Pain	14
3-Farine	14
3-1Composition de farine de blé tendre	15
3-1 -1L'eau	15
3-1-2 Matières grasse (lipides)	15
3-1-3 Matières minérales	15
3-1-4 Sucre (glucides)	15
3-1-5Gluten (protides ou protéines)	15
3-1-6Amidon (glucides)	15
3-1-7Les protéines	15
3-1-8Les vitamines	16
3-1-9Les enzymes	16
4. Qualité nutritive du pain	16
5. Caractères organoleptiques	17
6. Association céréales-légumes secs dans la panification	17
7. Ingrédients et traitements améliorants en panification sans gluten	18

## II. ETUDE EXPERIMENTALE

### Chapitre 01 : Matériel et méthodes

1. Objectif de travail	19
2. Matière végétale et échantillonnage	19
3. Echantillonnage ISO 24333	21
4. Matériels et Méthodes	22
4.1. Mesure du pH	
4.2. Détermination de la teneur en matière sèche ISO 712	22
4.3. Détermination de la teneur en matière minérale	22
4.4. Détermination de l'activité de l'eau	22
4.5. Détermination de la teneur en lipides totaux	23
4.5.1 Principe	23
4.5.2 Mode opératoire	23
4.6. Détermination de la teneur en protéines	23
4.6.1. Minéralisation	24
4.6.2. Distillation et dosage de l'azote total	24
4.7. Détermination de la teneur en fibres brutes	24
4.7.1 Principe	24
4.7.2 Mode opératoire	24
4.7.3. Expression des résultats	25
4.8. Teneur en gluten par moyen mécanique ISO 712	25
4.9. Granulométrie	26
4.10. Essai à l'Alvéographe Chopin	26
4.10.1. Mode Opératoire	27
4.10.1. Expression des résultats	27

## **Chapitre 02 : Résultats et discussion**

1-Caractéristiques physiques et chimique de noix de terre	28
1.1. Humidité	28
1.2. Protéines	29
1.3. Teneur en matières grasses	31
1.4. Taux de cendre	33
1.5. Indice de jaune	34
1.5.1 La clarté ou L	34
1.5.2 L'indice de rouge ou a	35
1.5.3 L'indice de jaune ou b	36
1.6Granulométrie	37
1.7pH	38
1.8fibres brutes	39
1.9L'activité de l'eau	40
2-Résultats des farines mixtes	42
2.1Humidité	42
2.2Protéines	43
2.3Teneur en matières grasses	44
2.4Taux de cendre	45
2.5Indice de jaune	46
2.5.1. La clarté ou L	46
2.5.2. L'indice de rouge ou a	47
2.5.3. L'indice de jaune ou b	48

2.6. Granulométrie	50
2.7. PH	50
2.8. Fibres brutes	51
2.9. Activité de l'eau	52
2.10. Détermination de la teneur en gluten	53
2.10.1 Gluten humide	53
2.10.2 Gluten l'indice	55
2.11 Propriétés technologique	56
2.11.1 Ténacité	56
2.11.2 Extensibilité	57
2.11.3 P/L	57
2.11.4 Gonflement de la pâte	59
2.11.5 Force boulangère	60

## **Conclusion**

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier d'une part les propriétés de la Telghouda « *Bunium Bulbocastanum* », en vue de sa valorisation, et son incorporation avec la farine de blé tendre sans dépréciation notable de ses caractéristiques physiques et rhéologiques.

Les résultats ont permis de déduire que cette farine sans gluten est riche en protéines (peut atteindre 7%) principalement à Tissemsilet 7,27g/100. De même, une teneur élevée en matières grasses Mostaganem et Tissemsilet récoltées cette année (3,38%, 3,01%). Par contre l'échantillon de Relizane est marqué par sa teneur importante en cendre 3,96. Sur le plan sensoriel, les paramètres de la couleur (L\*, a\*, et b\*) concluent que la farine récoltée à Khanchela est la plus claire. Cette farine est un produit stable, car son activité d'eau (aw) est inférieure à 0,65 (**Thebud et Santarius, 1982**).

Les résultats dévoilent que, les caractéristiques physico-chimiques des farines composées lorsqu'on passe de 0% à 15% de substitution, la composition chimique des farines s'améliore respectivement en cendres, matières grasses. De même les essais ont montré que cette farine se caractérise par un gluten index et ténacité élevée. Par contre, cette substitution influe négativement sur les autres paramètres étudiés.

**MOTS-CLEFS:** *noix de terre Bunium Bulbocastanum*, farine de blé.

## Abstract

The objective of this work is to study, on the one hand, the properties of the Telghouda "Bunium Bulbocastanum", with a view to its valorisation, and its incorporation with the soft wheat flour without significant depreciation of its physical and rheological characteristics. The results made it possible to deduce that this gluten-free flour is rich in proteins (can reach 7%) mainly at Tissemssilet 7,27%. Similarly, a high fat content Mostaganem and Tissemssilet harvested this year (3.38%, 3.01%). On the other hand, the Relizane sample is marked by its high ash content of 3.96%. On the sensory level, the parameters of colour ( $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$ ) conclude that the flour harvested at Khanchela is the clearest. This flour is a stable product because its water activity ( $a_w$ ) is less than 0.65 (Thebud and Santarius, 1982). Our results reveal that, the physicochemical characteristics of floors composed when one goes from 0% to 15% of substitutions, the chemical composition of floors improves respectively to ash, fat. Similarly, trials have shown that this floor is characterised by a gluten index and high tenacity. On the other hand, this substitution has a negative influence on the other parameters studied.

KEYWORDS: Bunium Bulbocastanum, wheat flour , .

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة خصائص نبتة جوز الارض المسماة محليا بالتلغودة بهدف تثمينها ودمجها مع دقيق القمح اللين دون المساس بخصائصها الفيزيائية والغذائية

مكنت النتائج من استنتاج ان هذا الدقيق خال من الغلوتين وغني بالبروتينات (يمكن ان تصل الى % 7 ) بشكل رئيسي في تيسميسيلت 7,27% وبنسبة عالية من الدهون بالنسبة لكل من مستغانم وتيسميسيلت من محصول هذا العام ( % 3,01 % (3,38) ومن ناحية اخرى تتميز عينة غليزان بارتفاع نسبة الرماد بها الى حوالي 3,96%

ان الدقيق الناتج عن محصول منطقة خنشلة هو دقيق مستقر لان النشاط المائي (aw) به اقل من 0,6 (thebud and ) 1982. santarius

تكشف نتائجنا انه ومن خلال الخصائص الفيزيائية والكيميائية للدقيق انه عندما يكون استبدال هذا المحصول من 0% الى 15% يتحسن التركيب الكيميائي للدقيق من جميع النواحي كما اثبتت بعض التجارب وجود بعض اثار الغلوتين كما انه قد يوجد تأثير سلبي لوجود دقيق جوز الارض على المكونات الاخرى في الدقيق اللين ,

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Répartition géographique des Apiaceae dans le monde.	2
<b>Figure 02</b> : Plante <i>Bunium bulbocastanum</i> L	6
<b>Figure 03</b> : Tubercule <i>Bunium bulbocastanum</i>	6
<b>Figure 04</b> : technologies des réductions de noix de terre( <i>BuniumBulbocastanum</i> )	20
<b>Figure 05</b> : différentes régions de tubercules de noix de terre ( <i>BuniumBulbocastanum</i> )	21
<b>Figure 06</b> : Humidité g/100.	28
<b>Figure 07</b> : Protéines g/100.	30
<b>Figure 08</b> : Teneur en matières grasse g/100.	33
<b>Figure 09</b> : Teneur en cendre g/100.	34
<b>Figure 10</b> : valeurs de la clarté (L).	
<b>Figure 11</b> : valeurs de L'indice de rouge	35
<b>Figure 12</b> : valeurs de L'indice de jaune	36
<b>Figure 13</b> : valeurs de Granulométrie	37
<b>Figure 14</b> : Teneur en PH	38
<b>Figure 15</b> : valeurs de fibre	39
<b>Figure 16</b> : valeurs de L'activité de l'eau	40
<b>Figure 17</b> : Humidité g/100.	42
<b>Figure 18</b> : Protéines g/100.	44
<b>Figure19</b> : Teneur en matières grasse g/100.	45
<b>Figure20</b> : Teneur en cendre.	46
<b>Figure 21</b> : valeurs de La clarté ou L	47
<b>Figure22</b> : valeurs de L'indice de rouge	48
<b>Figure23</b> : valeurs de L'indice de jaune	49

<b>Figure24</b> : valeurs de Granulométrie	50
<b>Figure25</b> : valeurs de PH	51
<b>Figure26</b> : valeurs de fibre	52
<b>Figure 27</b> :Activité de l'eau	53
<b>Figure28</b> : Teneur en gluten humide	54
<b>Figure 29</b> : Teneur en gluten l'index	55
<b>Figure 30</b> : Ténacité P.	56
<b>Figure31</b> : Extensibilité L	57
<b>Figure32</b> : P/L	58
<b>Figure33</b> : Gonflement de la pâte	59
<b>Figure34</b> : force boulangère	60

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Usages médicinales de certaines espèces du genre <i>Bunium</i> L	3
<b>Tableau 02</b> : Investiguassions phytochimiques menées sur le genre <i>Bunium</i> L.	4
<b>Tableau 03</b> : classification de noix de terre	5
<b>Tableau 04</b> : tableau présente les données générales de noix de terre	7
<b>Tableau 05</b> : Humidité g/100.	28
<b>Tableau 06</b> : Teneurs en protéines g/100	29
<b>Tableau 07</b> : Teneurs en matière grasse g/100.	31
<b>Tableau 08</b> : Teneurs en cendre g/100.	32
<b>Tableau 09</b> : clarté.	34
<b>Tableau 10</b> : L'indice de rouge.	35
<b>Tableau 11</b> : L'indice de jaune.	36
<b>Tableau 12</b> : valeurs de granulométrie.	37
<b>Tableau 13</b> : PH	38
<b>Tableau 14</b> : fibres brutes.	38
<b>Tableau 15</b> : Activité de l'eau	39
<b>Tableau 16</b> : Humidité g/100.	41
<b>Tableau17</b> : Teneurs en protéines g /100	43
<b>Tableau18</b> : Teneurs en matière grasse g/100.	45
<b>Tableau 19</b> : Teneurs en cendre g/100.	47
<b>Tableau20</b> : clarté.	47
<b>Tableau21</b> : valeurs de L'indice de rouge.	48
<b>Tableau22</b> : valeurs de L'indice jaune de.	
<b>Tableau23</b> : valeurs de Granulométrie.	50

<b>Tableau 24:</b> valeurs de pH.	50
<b>Tableau 25:</b> fibres brutes.	51
<b>Tableau26 :</b> Activité de l'eau.	52
<b>Tableau 27:</b> gluten humide.	54
<b>Tableau 28:</b> Gluten l'index	54
<b>Tableau29 :</b> Valeur de Ténacité P.	56
<b>Tableau30 :</b> valeurs d'Extensibilité L.	57
<b>Tableau31 :</b> P/L.	57
<b>Tableau 32:</b> Teneurs en G.	59
<b>Tableau33 :</b> force boulangère W.	60

### Introduction et objectif de l'étude

Il semble que depuis la Deuxième Guerre mondiale et la période de révolution nationale, nos parents ont été attirés par la noix de terre «*Bunium bulbocastanum*», qu'ils furent séduits par son apport énergétique et son usage thérapeutique (**Benkhalifa** ., 2018).

Noix de terre ou châtaigne de terre, *Bunium bulbocastanum* L (Apiaceae), connue en Algérie par Talghouda ou Terghouda ; cette espèce provient des Baléares, de l'ouest de l'Europe Centrale au nord-ouest de l'ex-Yougoslavie. Les fruits sont employés comme aromate et les feuilles et les racines consommées en légumes (**Taufel et al.**, 1993)

De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique ; **Khan et al.**, 2013 & **Bousetl et al.**, 2011 ont démontré dans leurs études les prospérités ; antifongique, activités phytotoxiques, d'hémagglutination et activité antimicrobienne de cette plante. Les travaux de (**Hazarika et al.**, 2016) ont permis de conclure que la fraction aqueuse de fruit de *Bunium bulbocastanum* a une activité antioxydante et anticancéreuse remarquable.

Ses racines poussent à l'état sauvage, donnent un tubercule riche en amidon, consommé à l'état cru ou sécher puis mouliné pour en obtenir une farine composée de : 15,66% eau, 5,5% cendres, 7% matières azotées, 1,34% de matière grasse, 63,2% amidon et congénères, 6,4% cellulose (**El kolli et al.**, 2017).

En effet, les farines panifiables mixtes sont généralement des mélanges de farines de blé et de farines de céréales (riz, maïs, sorgho...) ou de racines et tubercules (pomme de terre, manioc, patate douce...) dans des proportions variées (**Balla**, 1999). La farine issue des tubercules n'est pas panifiable du fait de l'absence du gluten. De ce fait, elle doit être incorporée à la farine de blé pour être utilisée en pâtisserie et boulangerie.

La portée de l'utilisation de la plupart des farines comme ingrédient alimentaire dépend largement de l'aptitude technologique à la transformation et leur interaction avec l'eau qui confère au système alimentaire des propriétés fonctionnelles désirées pendant le procédé de réhydratation et la transformation, dans cet ordre d'idée, les capacités d'absorption d'eau ainsi que l'indice de solubilité à l'eau jouent un rôle majeur dans les procédés de préparation des aliments. À notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée à l'analyse de ces paramètres dans les farines de *Bunium bulbocastanum*.

Le nombre limité des études intéressant la Telghouda hors ses bienfaits et vertus en phytothérapie « traitement du dysfonctionnement thyroïdien », rend nécessaire et motivant de réaliser une étude approfondie sur ses qualités.

L'objectif de cette étude est d'une part, d'évaluer l'impact de l'environnement et la période de récolte des échantillons sur les propriétés physicochimiques de la farine de noix de terre. Et d'autre part de tester l'effet de l'incorporation de cette dernière a différentes concentrations sur les caractéristiques physicochimiques et rhéologiques de la farine de blé tendre (*Triticum aestivum*).

## 1. Apiaceae

### 1.1 Généralités

La famille des Apiaceae est une famille de plantes appartenant à la classe des Magnoliopsida (Dicotylédones), cette famille renferme 3000-3700 espèces regroupées en 300-450 genres, s'étendent sur différentes parties du globe mais surtout dans les régions tempérées, et relativement rare en zone tropicale (Stephen *et al.*, 2000).



**Figure01** : Répartition géographique des Apiaceae dans le monde (Heywood *et al.*, 1996).

Dans la flore Algérienne on peut inventorier 55 genres incluant de nombreuses espèces (Quezel *et al.*, 1963).

Les Apiaceae sont souvent des plantes alimentaires (Daucus carota), des condiments (Cuminum cyminum), des plantes médicinales (Ammi visnaga et Foeniculum vulgare) ainsi que des plantes toxiques on cite par exemple l'espèce Conium maculatum qui sécrète la coniine (la toxine responsable de la mort de Socrate) (Bruneton *et al.*, 2009).

#### 1.1. Famille Apiaceae :

Les Apiaceae sont des plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, parfois arbustives.

-Feuilles : sont alternes, composées, rarement simples. Souvent, les pétioles sont élargis à leur base, engainant la tige. La tige est souvent creuse.

-Fleurs : sont réunies en ombelles simples ou composées, munies de bractées appelées involucrelles à la base. Elles comptent 5 pétales et 5 étamines et un ovaire à deux loges.

-Fruits : sont formés de 2 méricarpes accolés à un axe central (chaque méricarpe présente deux faces : commissurale (plane) et dorsale (convexe).

La face dorsale porte au moins 5 côtes séparées par 4 vallécules contenant des canaux sécréteurs courts (bandelettes). (Coste *et al.*, 1998).

### 1.2.Genre *Bunium*L.

Le genre *Bunium* L est représenté en Algérie par 7 espèces sont respectivement ((Quezel *et al.*, 1963). :

- ❖ *Bunium incrassatum*(Boiss.) Batt. etTrab.
- ❖ *Bunium fontanesii*(Pers.) Maire.
- ❖ *Bunium chaberti*Batt.
- ❖ *Bunium elatum*Batt.
- ❖ *Bunium crassifolium*Batt.
- ❖ *Bunium macuca*Boiss.
- ❖ *Bunium alpinum*Waldst et Kit.

Les espèces de ce genre sont des plantes aromatiques ayant des propriétés médicinales, leurs grains ainsi que leur huile essentielle sont souvent utilisés dans l'alimentation et la médecine (Jassbi *et al.*, 2005).

Les racines de *Bunium paucifolium*DC var (pousse dans l'est d'Anatolie) ainsi que celles de *Bunium incrassatum*(Boiss.) Batt. etTrab (pousse en Algérie) sont généralement utilisées comme des Patates (Bousetla *et al.*, 2011)

Par ailleurs certaines espèces est connus pour leurs propriétés thérapeutiques comme il est sous indiqué :

**Tableau 01:** Usages médicinales de certaines espèces du genre *Bunium*L (Mandegarya *et al.*, 2012, Shahsavari *et al.*,2008, Salehi *et al.*, 2008).

Espèce	Usage médicinale
<i>Bunium persicum</i> (Boiss) B. Fedtsch.	- Carminative, Antispasmodique, Antiépileptique, Stimulant - Diarrhée, Dyspepsie - Anti-convulsion, Anthelminthique, Antiasthmatique, Anti-dyspnée
<i>Bunium paucifolium</i> DC. Var.	Inflammations urinaires
<i>Bunium incrassatum</i> (Boiss.) Batt. et Trab	Astringent, Diarrhée, Inflammations hémorroïdales, Bronchite

### 1.3. Etude phytochimique du genre *Bunium* L

Les investiguassions phytochimiques préalablement entreprises sur différentes espèces du genre *Bunium*L ont révélé la présence, des coumarines, sesquiterpènes et les huiles essentielles (monoterpènes) (**Appendino et al .**, 1994).

**Tableau02:** Investiguassions phytochimiques menées sur le genre *Bunium*L. (**Bousetla et al.**, 2011).

Type de composés	Especies
<b>Les coumarines</b>	<i>Bunium incrassatum</i>
Scopoletine, Scoparone 5-Methoxy-6-geranyloxymellein Cis-2-Acetoxy-5-methoxy- 6geranyloxymelleine	
<b>Les sesquiterpènes</b>	<i>Bunium paucifolium</i>
Desacylmethylhallerine, Methylhallerine	
<b>Les huiles essentielles</b>	<i>Bunium persicum</i> <i>Bunium cylindricum</i>
Caryophyllene, <sup>3</sup> -terpinene, p-cymene <sup>2</sup> -pinene, cuminylacetate, cuminaldehyde, pinocarvylacetate, ±-elemene, <sup>2</sup> -elemene, <sup>3</sup> -elemene, <sup>2</sup> - selinene, Elemol	

## 2. Noix de terre (*Bunium bulbocastanum*)

### 2.1 Origine

Noix de terre ou châtaigne de terre, *Bunium bulbocastanum* L (Apiaceae), connue en Algérie par Talghouda ou Terghouda ; cette espèce provient des Baléares, de l'ouest de l'Europe Centrale au nord-ouest de l'ex-Yougoslavie. Les fruits sont employés comme aromate et les feuilles et les racines consommés en légumes (**Taufel et al .**, 1993). Elle est présente dans toutes les régions du tell en Algérie. Elle évoque pour certains une source alimentaire remarquable mais pour d'autre, un symbole de misère qui rappelle la famine des années de disette en particulier durant la deuxième guerre mondiale et la période de révolution nationale. De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique (**Benkhalifa .**, 2018).

### 1.4 Taxonomie :

Selon (**Cronquist.**, 1981), la position systématique de la noix de terre est :

**Tableau03** : classification de noix de terre

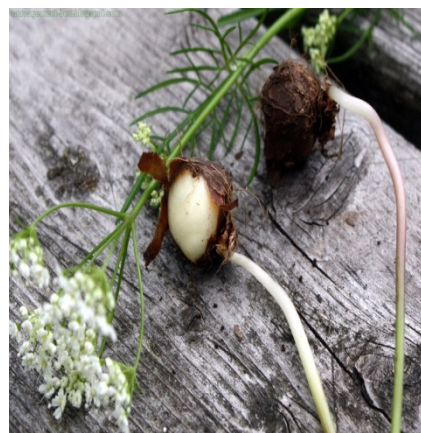
Classification	
Règne	Plantae
Sous- règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Apiales
Famille	Apiacées
Espèce	<i>Bunium bulbocastanum</i> L

#### 1.4.Morphologie

Géophyte à tubercules thermophile héliophile des pelouses, prairies, ourlets ainsi que des moissons sur des sols crayeux. En effet, une des particularités du Bunium est de préférer les groupements de hautes herbes généralement considérés comme étouffants pour les plantes de petite taille car ils assurent une protection aux tiges dressées, fragiles et pauci foliées du Bunium (Coteau d'Acquin., 2002)



**Figure 02:** Plante *Bunium bulbocastanum* L (Lariushin., 2012)



**Figure03 :** Tubercule *Bunium bulbocastanum* (Lariushin., 2012)

C'est une plante vivace herbacée de 30-70 cm, à port d'ombellifère la tige est grêle, sillonnée, surtout vers le haut, les feuilles sont alternes, 2-3 fois divisées en lanières étroites de contour générale triangulaire et ses fruits environ 2 fois plus longs que large, à cotes saillantes, aromatiques. Partie souterraine tubercule brunâtre généralement arrondi de 1-2 cm de diamètre, brunâtre à l'extérieur, blanc à l'intérieur (Couplan et Styner., 1994). À

tubercules relativement gros (1,5-3 cm de diamètre), Tiges de 20-50 (100) cm, branches et quelque chose robuste, altitude: 500-670 m

C'est une espèce qui se développe dans les prairies rocheuses siliceuses humide, clair de maquia et galets fissures des crêtes montagne ( **Bañares.**, *et al* 2010).

**Tableau04** : tableau présente les données générales de noix de terre ( **Bañares.**, *et al* 2010)

Données générales	
<b>Biotype</b>	Hemicryptophyte
<b>Biologie de la reproduction</b>	Non connu
<b>Floraison</b>	V-VI
<b>Fructification</b>	VII-VIII
<b>Expression sexuelle</b>	Hermaphrodite
<b>Pollinisation</b>	entomophile généraliste
<b>Non chromosomique</b>	2n = 20
<b>Reproduction asexuée</b>	Les tubercules

### 1.5.Composition chimique et valeur nutritive :

Ses racines poussent à l'état sauvage, donnent un tubercule riche en amidon, consommé à l'état cru ou sécher puis moude pour en obtenir une farine composé de : 15,66% eau, 5,5% cendres, 7% matières azotées, 1,34% de matière grasse, 63,2% amidon et congénères, 6,4% cellulose (**Benkhalifa** ., 2018).

Les espèces du genre *Bunium*L sont des plantes aromatiques ayant des propriétés médicinales, leurs huiles essentielles ainsi que leurs graines sont souvent utilisés dans l'alimentation et la médecine (**Jassbi et al.**, 2005).

Les graines de *Bunium bulbocastanum*peuvent être utilisés sous forme brute ou cuite pour améliorer les arômes alimentaires ou pour améliorer le gout, médicalement elles sont également utilisées comme astringent (**Khan et al.**, 2013), par ailleurs d'autre espèces : *B.persicum* est utilisé comme antispasmodique, anti-obésité et hypoglycémiant (**Lefahal et al.**, 2017), l'espèce *B. paucifolium*sert à traiter l'inflammation urinaire (**Cakilcioglua et al.**, 2011).

**1.6.Aspect thérapeutique de la noix de terre :**

De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique « traitement du dysfonctionnement thyroïdien », les travaux de ( **Hazarika et al.**, 2016) ont permis de conclure que la fraction aqueuse de fruit de *Bunium bulbocastanum* a une activité antioxydante et anticancéreuse remarquable.

**Khan et al.**, 2013 & **Bousetl et al.**, 2011 ont démontrés dans leurs études les propriétés ; antifongique, activités phytotoxiques , d'hémagglutination et activité antimicrobienne de cette plante. les travaux de ( **Hazarika et al.**, 2016) ont permis de conclure que la fraction aqueuse de fruit de *Bunium bulbocastanum* a une activité antioxydante et anticancéreuse remarquable.

En outre, **Chenouh et al.**, 2017 concluent dans leurs études sur l'incorporation des graines de noix de terre dans l'alimentation des lapines, qu'avec l'addition de 25% de graine de noix de terre dans l'alimentation des lapines maturés de la race Néo-Zélandaise, pendant deux semaines ; cette dernière induit a une augmentation très significative du poids corporel des lapines traitées, par rapport au témoin, ainsi que l'augmentation de quelque paramètre hématologique, des modifications histologiques importantes.

## 1. Généralités

Par définition le tubercule est un organe de réserve souterrain qui permet à la plante de survivre pendant la saison d'hiver et en période de sécheresse. Ces organes sont remplis par des substances de réserve glucides (**Rivière.**, 1991)

Les plantes à racines et à tubercules sont des cultures vivrières destinées prioritairement à la consommation humaine ou à l'extraction industrielle de fécule (**Rivière.**, 1991). Leurs racines sont riches en énergie, tandis que les parties aériennes sont riches en protéines.

## 2. Tubercules, un aliment énergétique

La valeur nutritionnelle des tubercules est assez constante, quelle que soit l'espèce. Elles sont riches en amidon et pauvres en protéines, en fibres et en minéraux. Ce sont donc des aliments énergétiques, pouvant se substituer aux céréales dans les rations lorsqu'ils sont distribués en sec, en veillant cependant à équilibrer les régimes en protéines.

La richesse en amidon des tubercules doit cependant inciter à la plus grande prudence lorsqu'on en introduit dans les régimes pour ruminants (vaches, moutons et chèvres), en raison des risques d'acidose du rumen. Cette acidose survient lorsque l'acidité du rumen devient trop importante avec un pH inférieur à 5,8. La présence de tubercules dans le régime influe à deux niveaux sur le risque d'acidose : elle diminue la teneur en fibres des rations et augmente la teneur en hydrates de carbone rapidement fermentescibles. La baisse de la teneur en fibres diminue le temps que l'animal passera à ruminer. Or, la rumination est très importante pour stimuler la production de salive qui freine l'acidification du rumen. Ensuite, l'amidon des tubercules est fermenté par les bactéries du rumen beaucoup plus rapidement que les fibres des fourrages grossiers. De plus, les acides gras produits par la fermentation de l'amidon ont un pouvoir acidifiant plus grand que les acides gras produits à partir des fourrages grossiers. (**Sauvant et al.**, 2002).

Le risque d'acidose est plus important avec les tubercules qu'avec le maïs en raison de la grande dégradabilité ruminale de l'amidon qu'ils contiennent. L'amidon du maïs est considéré comme « lent » avec une dégradabilité ruminale de 60 %. L'amidon des tubercules est considéré comme « rapide ». La dégradabilité de l'amidon est de 84 % pour le manioc et 79 % pour la patate douce et la pomme de terre (**Sauvant et al.**, 2002).

Les conséquences de l'acidose peuvent être plus ou moins graves : une acidose aiguë, souvent accidentelle, peut entraîner la mort de l'animal. L'acidose chronique, beaucoup plus courante,

provoque des baisses importantes de productivité. Les risques d'acidose sont néanmoins facilement prévenus en incorporant des fourrages grossiers (foin ou paille) dans les rations des ruminants dont la teneur en cellulose brute sera de 10 % de la MS au minimum.

Par ailleurs, les tubercules contiennent aussi des facteurs antinutritionnels et parfois des facteurs toxiques. Les premiers, en inhibant l'activité des enzymes digestives de l'animal, diminuent la capacité de l'animal à assimiler les nutriments qu'il ingère. Par exemple, les anti-amylases diminuent la digestibilité de l'amidon et les antitrypsines celle des protéines.

Les facteurs toxiques (acide cyanhydrique, solanine, saponines, etc.) empoisonnent l'animal et diminuent son état de santé général. Si on ne tient pas compte des facteurs antinutritionnels et toxiques, les performances des animaux qui consomment ces rations n'atteignent pas les niveaux escomptés. Ceci est vrai principalement pour les monogastriques (porcs, poules, canards, lapins, etc.), les ruminants bénéficiant de l'action détoxifiante des bactéries du rumen. La présence de ces facteurs impose donc souvent des limites dans l'incorporation des tubercules dans les rations et éventuellement l'application de traitements préalables à leur consommation par les animaux (cuisson par exemple). (**Sauvant et al.**, 2002).

### 1.1. Manioc

Il est possible de remplacer le maïs dans les rations complètes distribuées aux porcs, aux volailles (**FAO.**, 1991) et aux lapins (**Machin et Nyvold.**, 1991) par de la farine de cossettes de manioc à hauteur de 40, 30 et 40 % respectivement, sans observer d'effet négatif sur les performances des animaux. Il en va de même pour les bovins, les ovins et les caprins. Les concentrés contenant 40 % de manioc au lieu du maïs donnent d'excellents résultats (**FAO.**, 1991) chez ces espèces animales.

Le principal inconvénient inhérent à l'utilisation du manioc est la présence d'acide cyanhydrique. Celle-ci est plus ou moins importante selon la variété (douce ou amère) et la préparation des tubercules (pelage, rouissage, cuisson, séchage ou ensilage). L'acide cyanhydrique est présent dans tout le tubercule chez le manioc amer, tandis qu'il se concentre dans la pelure chez le manioc doux. (**Machin et Nyvold.**, 1991)

Les acides aminés soufrés jouent un rôle majeur dans la détoxification du cyanure ingéré. Pour limiter les effets chroniques néfastes du cyanure sur la croissance et la reproduction des animaux, il faut donc veiller à l'équilibre protéique des rations distribuées, surtout en ce qui concerne les acides aminés soufrés. Ces effets sont relativement importants chez les

monogastriques, tandis que chez les ruminants, le manioc est partiellement détoxifié dans le rumen. (Machin et Nyvold., 1991)

### 1.2.Patate douce

La patate douce peut aussi remplacer le maïs dans les rations complètes ou les compléments des animaux d'élevage. On peut ainsi, sans observer de différence significative dans les niveaux de production, remplacer par des patates 50 % du maïs dans les compléments pour bovins à l'engrais et 100 % quand il s'agit de vaches laitières. Des rations pour porcs et pour poulets contenant 25 % de patates douces donnent également d'excellents résultats.

De plus, si on utilise des variétés à chair colorée pour alimenter des vaches laitières ou des poules pondeuses, leur haute teneur en bêta-carotène se traduit par une augmentation de la teneur en vitamine A du lait et du jaune d'œuf (Degras., 1998).

Toutefois chez les monogastriques, la présence de facteurs anti-trypsiques limite l'utilisation de patates crues. Selon les variétés, ces facteurs inhibent 20 à 90 % de l'activité de la trypsine et diminuent la digestibilité des protéines. Ces facteurs peuvent être partiellement désactivés par un traitement thermique à sec des cossettes de patate (FAO., 1991).

### 1.3.Ignames

En raison de leur prix de vente élevé et des difficultés rencontrées pour conserver les tubercules d'ignames, ceux-ci ne sont que rarement distribués aux animaux. Il existe dès lors très peu de données relatives à l'utilisation des ignames en alimentation animale. Les rares expériences réalisées indiquent que la farine d'ignames peut constituer un tiers des rations des poulets sans effet négatif sur leur croissance. On se méfiera cependant des espèces sauvages et des plantes cultivées qui ne sont pas encore à maturité. Celles-ci peuvent en effet contenir des alcaloïdes amers hautement toxiques, tels que la dioscorine. (Sauvant *et al.* , 2002).

### 1.4.Taro

À l'instar des ignames, les données relatives à l'utilisation des taros en alimentation animale sont peu nombreuses. La teneur élevée en cristaux d'oxalate de calcium (jusqu'à 1,2 g/kg) rend les racines de taros aigres et irritantes. Chez les poulets, ils diminuent fortement la palatabilité des rations, l'ingestion volontaire et les performances de croissance. La concentration en oxalates diminue de l'extérieur vers le centre de la racine. Les trois espèces de taros les plus communes se distinguent par leurs teneurs en oxalates et la taille de leurs

cristaux. *Colocasia esculenta* et *Alocasia macrorrhiza* doivent impérativement être cuits, tandis que *Xanthosoma sagittifolium* est comestible en l'état. (Sauvant *et al.*, 2002).

La cuisson dans l'eau bouillante permet de détruire les cristaux d'oxalate, mais aussi les nombreux autres facteurs antinutritionnels et toxiques contenus dans les racines de taro : des facteurs anti-trypsiques, des anti-amylases et des saponines. Le traitement à la chaleur est presque obligatoire si on veut incorporer du taro dans les rations des volailles.

Des études ont montré que l'incorporation de 100 g/kg de *C. esculenta* dans les rations pour poulets de chair donne d'excellents résultats, à condition de peler et de bouillir les racines

toutefois en Colombie, des rondelles de racines de *X. sagittifolium* sont distribuées telles quelles à des truies sans observer de baisse notable de productivité. Les truies délaissent les parties externes du tubercule et en consomment le cœur. (Ravindran *et al.*, 1996).

### **1.5. Pomme de terre**

L'amidon des pommes de terre crues est très mal digéré par les monogastriques. Il est donc nécessaire de les cuire pour en maximiser l'utilisation digestive. Dans ce cas, on limitera leur incorporation à 40 % de la MS de la ration. La cuisson a l'avantage de détruire les facteurs anti-trypsiques et les lectines également présents dans les pommes de terre. Les tubercules non cuits peuvent être ensilés, mais on ne peut les utiliser qu'en faible proportion (20 % de la MS) et après une lente adaptation des porcs (INRA., 1989).

Leur incorporation dans les rations pour bovins doit aussi être limitée, car leur amidon très dégradable risque d'entraîner une acidose. Crues, elles peuvent entrer à hauteur de 25 % et 35 % de la MS des rations des vaches laitières et des animaux à l'engrais. Cuits, on limitera leur incorporation respectivement à 20 et 30 % dans les rations.

Les tubercules frais doivent impérativement être stockés à l'abri de la lumière. Dans le cas contraire, ils verdissent en produisant un alcaloïde hautement toxique, la solanine, dont nous reparlerons plus loin. (INRA., 1989).

### **1.6. Des parties aériennes plus riches en protéines**

Les parties aériennes des plantes à tubercules sont généralement réservées aux ruminants ou aux herbivores, mais pas exclusivement. Contrairement aux tubercules, ces fourrages sont riches en protéines, en minéraux et en oligo-éléments, tout en présentant des teneurs en

énergie acceptables. Ils sont également beaucoup plus riches en fibres et ne contiennent pas d'amidon. L'acidose du rumen n'est dès lors pas à craindre. Par contre, les facteurs antinutritionnels et toxiques présents dans les tubercules se retrouvent souvent aussi dans les parties aériennes des plantes.

Les fanes des plantes à tubercules sont généralement distribuées en frais. Cependant, le fanage et l'ensilage peuvent être utilisés en vue de nourrir les animaux en dehors des moments de récolte, période pendant laquelle ces fourrages sont souvent excédentaires au sein d'une exploitation. (INRA., 1989).

### **1. Généralités**

La panification à base de «farines composées » consiste à fabriquer des produits de boulangerie et de pâtisserie à partir d'un mélange de farine de blé panifiable et d'autres farines dites « non panifiables » en plus ou moins grandes proportions. Ces farines sont dites non panifiables parce qu'elles ne contiennent pas du gluten (**Taga.**, 1995). Ces vingt dernières années dans les pays en développement, d'importants espoirs ont été placés dans l'utilisation des farines composites en boulangerie. En effet, une substitution partielle de la farine de blé par des tubercules locaux tels que la patate douce peut constituer une alternative financièrement intéressante par rapport aux céréales importées. Les diverses tentatives dans cette voie furent le plus souvent des échecs, dus à l'hostilité de la filière minoterie-boulangerie classique, à l'incertitude d'approvisionnement régulier en céréales locales et aux habitudes alimentaires des consommateurs. Plusieurs auteurs ont en effet travaillé sur le développement des farines composites dans lesquelles une partie de la farine de blé est remplacée par d'autres sources amylacées (**Dendy et al.**, 1973 , **Berthelot.**,1990 ,**Defloor.**, 1995).

### **2. Pain**

Le mot pain est défini comme un aliment fait d'une pâte composée essentiellement de farine, d'eau, de sel et de levure de boulanger (ou de levain), pétrie et fermentée puis cuite au four (**Larousse.**, 2007).

Le pain fut créé il y a plusieurs milliers d'années. Il est l'aliment de base de la population humaine. On peut situer le début de la fabrication dans l'Egypte antique au XXIIe siècle avant J.C (**Anonyme.**, 2011). Quelques années après les Égyptiens, les Grecs créent les métiers de boulanger et inventent plus de 70 variétés de pains.

### **3. Farine**

La dénomination de la farine, désigne la farine de blé tendre tritium exclusivement la farine. Ce produit que l'on obtient avec la mouture de l'amande du grain de froment que l'on a broyée et nettoyée. (**CALREL.**, 1975)

### **3.1 Composition de farine de blé tendre**

#### **3.1.1 L'eau**

Moins de **16%** le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage.

#### **3.1.2 Matières grasses (lipides)**

Représente **1.20 à 1.40**, la présence des matières grasses influe sur les protéines mécanique de La farine : plus une farine contient de matière grasse, moins sa force boulangère est importante. Un excès de matière grasse dans une farine peut avoir de sévères conséquences sur la conservation, car l'acidité produit par la matière grasse ranci et attaque le gluten on le dégradant.

#### **3.1.3 Matières minérales**

Représente **0.45 à 0.60 %** les matières minérales sont peu importantes : potassium, Phosphore, Magnésium, soufre, la pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidus minéraux ;les matières minérales de la farine sont le potassium, le phosphore, le magnésium et soufre. La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral. Les Matières minérales de la farine apparaissent lorsqu'on calcine de la farine : après calcination, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres. Comme les matières minérales existent en plus grande quantité dans les enveloppes du blé, on conclut que moins qu'il y a de cendres, plus que la farine est pure.

#### **3.1.4 Sucre (glucides)**

Représente **1 à 2 %** en faible proportion, mais il joue un rôle important dans la fermentation.

#### **3.1.5 Gluten (protides ou protéines)**

Représente **8 à 12 %** le gluten se trouve uniquement dans le grain de blé. A L'état naturel, dans L'amande, il ne s'appelle pas gluten : ce sont deux matières la gliadine et la glutamiques qui associées à l'eau produisent le gluten.

#### **3.1.6 Amidon (glucides)**

Représente **60 à 72 %** A l'état naturel, dans l'amande, il se présent sous forme d'un poudre composée de granulés de tailles différentes. Lorsque l'amidon est chauffé à **60 C°**, il se présente sous la forme d'une masse gélatineuse transparente et collante (l'empois d'amidon). L'amidon ne se dissout pas dans l'eau froide, ni dans l'alcool ni dans l'éther.

#### **3. 1 .7 Les protéines**

Sachant que la meilleure farine ne peut que donner un gluten de qualité supérieure. Cette sélection est indésirable, différents points entrent en jeu comme la quantité et la qualité des protéines ...etc.

### 3.1.8 Les vitamines

Une farine complète de blé tendre contient la totalité des vitamines initialement présentes dans le grain une farine dont le taux d'extraction est de 75 à 80 % contient environ 20 % de la vitamine (B6), 25 % de biotine, 30 % d'acide nicotinique (B1), 55 % de l'acide pantothénique (B12) et 70 % de la vitamine E. La teneur en vitamine B et notamment en vitamine B décroît très rapidement à mesure que la farine devient plus blanche.

### 3.1.9 Les enzymes

Les enzymes sont présentes en petites quantités dans la farine les plus courantes sont Les protéases, les lipases, les lipodioses, les amylases, les peroxydases et les catalases

## 4. Qualité nutritive du pain

Le nombre des consommateurs informés sur l'importance des aliments fonctionnels a augmenté considérablement (**Sivam et al.**, 2010). Les aliments qui possède un niveau élevé en antioxydants sont fortement demandé en raison de leurs avantages pour la santé et la protection contre les maladies, comme le cancer, les maladies cardiovasculaires et les maladies dégénératives (**Boyer et Liu.**, 2004, **Dewettinck et al.**, 2008).

Le pain est l'aliment commun dans l'alimentation humaine, sa consommation importante lui confère une position d'importance mondiale dans la nutrition internationale. Un pain idéal doit avoir un index glycémique bas. Il doit être une source importante en protéines, en fibres, en vitamines, en sels minéraux et en antioxydants (**Dewettinck et al.**, 2008).

Pendant la fabrication du pain, les disponibilités et les niveaux de composés bioactifs dans les céréales peuvent diminuer ou augmenter (**Slavin et al.**, 2001). Les interactions entre les différents composés sont également importants et affectent les valeur nutritionnelle du pain (**Jenkins et al.**, 1981). La quantité de composés phénoliques est également influencée par le processus de fabrication du pain. En outre la valeur nutritionnelle du pain est en relation avec les ingrédients utilisés. Dans les pains sans gluten, cette valeur diminue par l'absence du blé qui constitue la source la plus importante en éléments nutritif et antioxydants.

Il est donc nécessaire d'utiliser d'autres sources de composés bioactifs pour satisfaire les besoins nutritionnels de la population cœliaques tels que les végétaux riches en ces composants (**Dewettinck et al.**, 2008 , **Sivam et al.**, 2010, **Boz et Karao lu.**, 2013 , **Krupa-Kozak et Drabinska.**, 2016).

### 5. Caractères organoleptiques

Les propriétés sensorielles du pain constituent un défi qui nécessite une meilleure compréhension des mécanismes de formation de la structure et de la texture finale (**Lampignano et al.**, 2013). Il est bien connu que les propriétés sensorielles du pain sont liées fortement aux ingrédients utilisés lors de la fabrication, affectant ainsi le choix des consommateurs.

Différentes techniques ont été développées pour l'évaluation sensorielle des pains telle que le système de classement des produits par notation qui présente la technique la plus utilisée et qui a été normalisé en 2002 par la norme AFNOR (NF V03-716). La technique consiste à fabriquer les pains dans des conditions constantes et à présenter les échantillons à un panel de dégustation. Des notes spécifiques sont attribuées pour chaque critère d'évaluation, ces attribues sont en générale des descripteurs sensoriels de l'état du pain. Ces notes qui reflètent les appréciations sensorielles des dégustateurs sont utilisées par la suite et pondérées pour calculer une note globale pour chaque attribut (goût, arôme, couleur, acceptabilité globale, etc.) (**Shehzad.**, 2010).

### 6. Association céréales-légumes secs dans la panification

Les graines de légumineuses appartiennent à une famille botanique très importante du point de vue économique et nutritionnel (**Dupin et al.**, 1992). Ces grains sont caractérisés par une forte teneur en protéines et permette de compléter les céréales (**Molinier.**, 2007, **Benatallah et al.**, 2012). Généralement, les grains de légumineuses constituent une part importante du régime humain dans les pays en voie de développement, dans les endroits tropicaux et subtropicaux, où une grande partie de la population a un accès limité à la nourriture d'origine animale (**Ribeiro et Melo.**, 1990).

L'association des céréales et des légumineuses se retrouve dans les traditions culinaires de nombreux pays : riz et soja en Extrême-Orient, couscous et pois-chiches en Afrique du Nord, maïs et haricots secs en Amérique, mil et niébés (haricots africains) en Afrique noire, blé, orge, seigle, avoine et haricots secs, lentilles, fèves, pois cassés en Europe ( **Micard et al.**, 2010).

Les légumineuses sont déficientes en acides aminés soufrés. En revanche, ce sont de bonnes sources de lysine, complétant ainsi utilement les céréales ou la lysine est un acide aminé limitant mais qui présentes des quantités suffisantes d'acides aminés soufrés. Par conséquent, la combinaison des céréales avec les légumineuses offrirait un meilleur équilibre général en acides aminés essentiels (**Seleem et Omran.**, 2014). Cette association, permet aussi une

complémentarité en minéraux et en vitamines du groupe B (Aykroyd et Doughty., 1982). Les légumineuses ajoutent à la céréale de base toute une gamme de saveur et de texture, une complémentarité optimale est assurée par un rapport céréales légumes secs de 2/1 (FAO., 1982).

### 7. Ingrédients et traitements améliorants en panification sans gluten

La mauvaise qualité des pains sans gluten, a encouragée les chercheurs à étudier des nouveaux ingrédients qui reproduisent les propriétés du gluten et améliorent la qualité finale du produit. Cependant, le gluten est une composante majeure de blé, et son remplacement dans les produits de boulangerie demeure un défi technologique important (Mollakhalili *et al.*, 2015). Pour cela un grand nombre d'additifs de différentes origines a été utilisé (Rosell *et al.*, 2001). Certains additifs sont axés sur l'amélioration de la rhéologie de la pâte, comme les pentosanases (Bárcenas *et al.*, 2003), d'autres sur le volume et la texture du pain, comme les émulsifiants tels que le stéaroyl lactylate de sodium et les monoacylglycérols (Stampfli et Nersten., 1995). Des fibres alimentaires tels que l'inuline sont utilisés pour améliorer le volume ainsi que la qualité nutritionnelle des pains sans gluten (Gallagher *et al.*, 2004). Les protéines du lactosérum ont été également utilisé pour améliorer la capacité d'absorption d'eau ainsi que la valeur nutritive des pains sans gluten (Kenny *et al.*, 2000). De plus, d'autres améliorants, tels que les hydrocolloïdes et les amidons sont ajoutés afin d'augmenter la fraîcheur du produit pendant le stockage ainsi que pour améliorer les caractéristiques technologiques du pain sans gluten (Bárcenas *et al.*, 2003 ; Kohadjova *et al.*, 2009, Mollakhalili *et al.*, 2015).

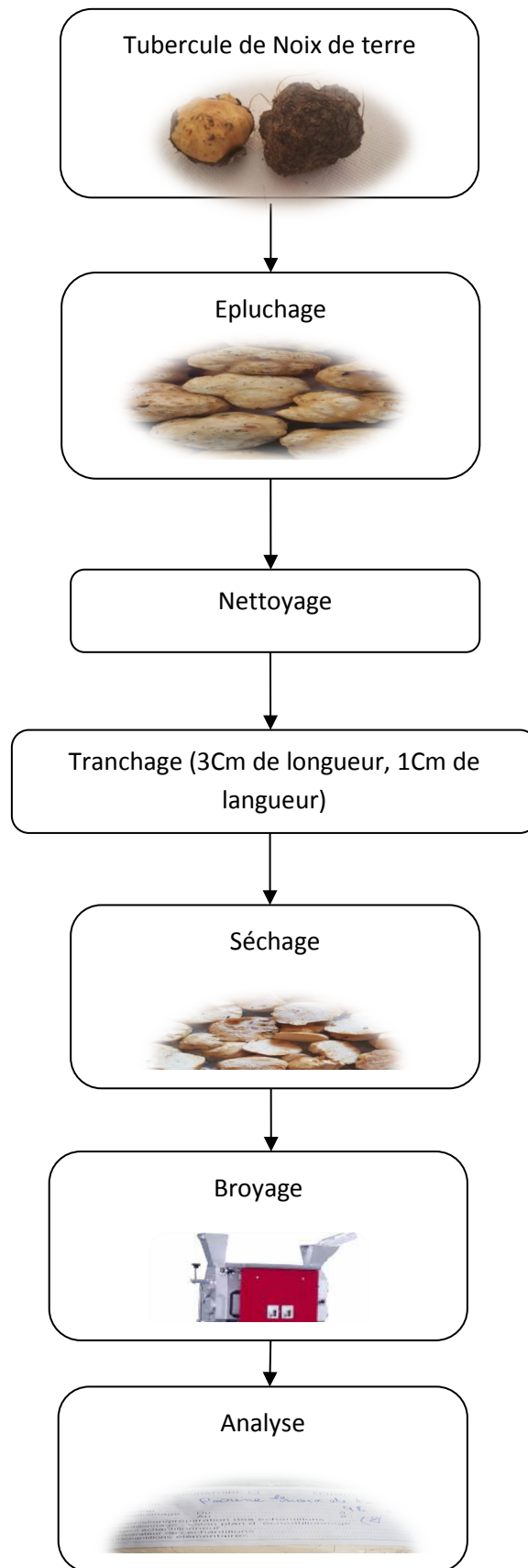
D'après (Mollakhalili *et al.*, 2015), l'utilisation d'amidons et d'hydrocolloïdes est la méthode la plus répandue pour imiter la structure du gluten dans la fabrication des pains sans gluten. Les nouvelles substances à base de plantes et fruits, ainsi que l'application de traitements physiques tel que le traitement thermique en présence d'eau, qui améliorent la valeur technologique et nutritionnelle du pain sans gluten sont également prometteuses (Boz et Karao lu ., 2013 ; Capriles *et al.*, 2016; Melini *et al.*, 2017). Le chapitre suivant, rapporte les principaux additifs pourraient être utilisés en panification sans gluten.

**1. Objectif de travail**

La première partie de notre étude a eu pour objectif d'évaluer les caractéristiques physicochimiques et rhéologiques de la farine de noix de terre *Bunium Bulbocastanum*, dans la seconde partie on se propose d'étudier l'effet combiné de l'environnement et la conservation sur ses caractéristiques.

**1. Matière végétale et échantillonnage**

L'étude est portée sur des tubercules de noix de terre de différentes régions voir **Figure 04**, les échantillons procurés des paramarchés (Hors saison) sont réduits en fine poudre grâce à un broyeur Chopin en suite conservée dans des sacs de prélèvements étiquetés.



**Figure 04:** technologies des réductions de noix de terre (*Bunium Bulbocastanum*)

Pour les échantillons frais, une fois récoltés, ils seront nettoyés à sec et puis à l'eau froide, découpés en lamelles et séchés à l'air libre pendant deux semaines (méthode classique). À leurs tours ils seront réduits en fine poudre grâce à un broyeur Chopin puis conservés dans des sacs de prélèvements étiquetés (voir figure 04).

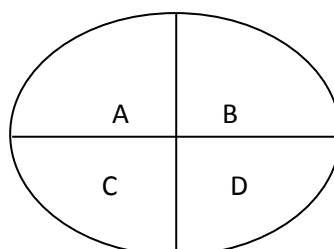


Figure 05 : différentes régions de tubercules de noix de terre (*Bunium Bulbocastanum*)

## 2. Échantillonnage ISO 24333:

Avant de procéder au mélange, l'échantillon a été soigneusement homogénéisé, et puis rassemblé en format d'un tas conique, par la suite le sommet a été aplati et fractionné en 4 quartiers, A, B, C et D.

Les quartiers diagonalement opposés (B, C) sont rejetés et les autres restants A et D sont utilisés en répétant le processus jusqu'à obtention d'un échantillon représentatif pour analyse après avoir homogénéisé dans une mélangeuse Chopin.



**3. Matériels et Méthodes :****3.1 Mesure du pH**

Le pH des échantillons de farine a été déterminé selon la norme **AFNOR NF ISO 10-390**. Une masse de 10g de matière est mise dans 100ml d'eau distillée. La suspension est homogénéisée à l'aide d'un homogénéisateur « Ultra thurax » pendant 15 min. La mesure de pH se fait directement par lecteur sur un pH-mètre.

**3.2 Détermination de la teneur en matière sèche ISO 712**

Le dosage de la matière sèche consiste en une dessiccation d'un poids défini de la prise d'essai (5g) de l'échantillon à 130 °C dans une étuve pendant 1.30 heure. La teneur en matière sèche est déterminée par un calcul :

Ainsi, le taux d'humidité est déterminé par déduction :

$$\% \text{ H}_2\text{O} = ((M_1+M_0)-M_2/M_1)*100$$

$M_0$  : Poids du creuset vide

$M_1$  : La prise d'essai

$M_2$  : Poids du creuset et l'échantillon après étuvage

**3.4 Détermination de la teneur en matière minérale**

Le dosage des cendres consiste à une incinération de la prise d'essai de l'échantillon à 550 °C dans un four à moufle pendant 4 heures, conduisant à une destruction totale de la matière organique.

La teneur en matière minérale est calculée de la manière suivante :

$$\% \text{ MM} = (M_2-M_0/M_1-M_2) \times 100.$$

$M_0$  : poids du creuset vide (g)

$M_1$  : poids du creuset avec la prise d'essai (g)

$M_2$  : poids du creuset avec le poids des cendres brut (g)

**3.5 Détermination de l'activité de l'eau**

Les essais sont effectués à l'aide d'un appareil (Aw-mètre) dédié à la mesure de l'activité de l'eau par infrarouge **LabSwift-aw**.

L'échantillon est mis dans une chambre de mesure étanche. L'eau libre humidifie ou assèche l'air à l'intérieur de la chambre. Seule l'eau libre peut faire cela. Cet échange dure jusqu'à l'équilibre. Une unité de mesure très précise mesure en permanence les conditions climatiques à l'intérieur de la chambre. Si la mesure est stable après la période définie et ajustable par l'opérateur, l'appareil convertit les différentes informations pour donner une valeur aw. L'indication de la valeur d'aw est en permanence affichée sur l'appareil.

### **3.6 Détermination de la teneur en lipides totaux**

#### **3.6.1 Principe**

On place l'échantillon du produit dans une cartouche à extraction et on soumet à l'extraction continue à l'éther de pétrole (75ml) dans un extracteur de Soxhlet. Après l'extraction, l'extrait obtenu est ensuite mis dans le rota vapeur pour éliminer le solvant extractant.

#### **3.6.2 Mode opératoire**

On pèse exactement 5 g de l'échantillon dans une cartouche d'extraction. On extrait pendant 2 heures (110C°) dans l'appareil d'extraction de matière grasse (Soxhlet) dans ballon d'extraction de 250 ml préalablement tarés.

Après l'extraction, l'extrait obtenu est ensuite mis dans le rota vapeur pour éliminer le solvant extractant. On pèse après refroidissement, et cela jusqu'à poids constant. Le poids du résidu isolé correspond à la teneur en matière grasse.

Calcul et expression des résultats : la teneur en matière grasse s'exprime en pour cent du poids.

$$\% \text{ en matières grasses} = \frac{(\text{ballon avec lipides} - \text{ballon vide}) \times 100}{\text{La prise d'essai}}$$

### **3.7 Détermination de la teneur en protéines**

La détermination de la teneur en azote totale est effectuée par la méthode de Djeldahl.

Elle consiste en une minéralisation de l'échantillon par chauffage en présence d'un mélange d'acide sulfurique concentré, de sulfate de potassium et de sulfate de cuivre, utilisés comme catalyseurs pour convertir l'azote organique de l'échantillon en sulfate d'ammonium.

Le produit de la réaction est additionné de la soude pour libérer de l'ammoniac qui sera titré par une solution d'acide chlorhydrique en présence d'acide borique (**Lynch et Barbarano, 1999**).

### 3.7.1 Minéralisation

Une prise d'essai de 1g de farine est pesée dans un tube en verre appelé matras, ensuite, 2ml de sulfate de potassium ( $K_2SO_4$ ), 0,5 g de sulfate de cuivre ( $CuSO_4$ ) et 15 ml d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ , 0,2 N) ont ajoutés à l'échantillon, ensuite le matras est placé dans l'appareil de Kjeldahl à une température de 420°C pendant 20 min.

### 3.7.2 Distillation et dosage de l'azote total

Le matras est refroidi à température ambiante, puis son contenu est dilué avec 75 ml d'eau distillée qui servent en même temps à rincer les parois du matras. Ensuite, ce dernier est raccordé à l'appareil de distillation où 60 ml (3x20ml) de l'hydroxyde de sodium à 30% sont ajoutés à l'échantillon. L'ammoniac produit (suite à l'ajout de la solution de NaOH), est capté avec 25 ml d'acide borique ( $H_3BO_3$ ) qui vire du rose au vert. L'ammoniaque contenue dans la solution d'acide borique est titrée avec une solution d'acide sulfurique à 0,1N jusqu'à obtention de la couleur de départ de l'acide borique (rose).

L'azote total de l'échantillon est obtenu par la formule suivante :

$$\text{Azote total en \%} = \frac{(V_2 - V_1) * 8,75 / 1000 * N_0 * 100}{M - H\%}$$

### 3.8 Détermination de la teneur en fibres brutes

Réalisé par la méthode **Wende** en utilisant un montage à reflux.

#### 3.8.1 Principe

Elle consiste à traiter l'échantillon à analyser successivement avec de l'acide sulfurique et de la potasse. L'hydrolyse acide/ basique (à chaud) permet de solubiliser la quasi-totalité du Contenu cellulaire à l'exception des fibres alimentaires et des sels minéraux.

#### 3.8.2 Mode opératoire

- Préparer deux solutions : l'une d'acide sulfurique à 1,25 % et l'autre de l'hydroxyde de Sodium (NaOH) à 1,25 % ;
- introduire dans un ballon 1g d'échantillon broyé puis ajouter 150ml de  $H_2SO_4$  à 1,25% ;
- vidanger l'acide sulfurique (papier filtre) tout en lavant trois fois avec l'eau distillée chaude jusqu'à pH neutre;
- ensuite, ajouter 150 ml de KOH à 1.25 % ; préchauffer- procéder à un deuxième lavage trois fois avec d'eau distillée chaude ;
- effectuer un dernier lavage avec de l'eau distillée froide;
- la dernière étape consiste à rincer les résidus contenus sur le papier-filtre 3 fois avec 25 ml d'acétone ;

- introduire les creusets ( $M_1$ ) dans une étuve réglée à 105°C pendant une heure (1h) jusqu'à un point constant ( $M_2$ ) ; ce poids représente les fibres brutes plus la teneur en cendres par rapport au poids initial ; pour cela, il est nécessaire de poursuivre l'opération en plaçant les creusets dans un four à moufle à 550°C jusqu'à ce que la couleur des résidus devienne blanc grisâtre ;
- laissez les creusets refroidir dans un dessiccateur et pesez-les ( $M_3$ ).

### 3.8.3 Expression des résultats

La teneur des fibres brutes est calculée par la formule présentée ci- dessous :

$$F \% = \frac{(M_2 - M_3)/M_1}{100 - H\%} * 100$$

F : pourcentage des fibres brutes.

### 3.9 Teneur en gluten par moyen mécanique ISO 712

La détermination de la qualité de gluten existant dans une farine ( farine fraîche, supérieure, panifiable ) doit permettre de reconnaître si cette farine est bonne ou mauvaise, et fournir une première indication qui sert point de départ de recherches plus approfondies, si il y a lieu.

La teneur en gluten est généralement déterminée après extraction par lixiviation d'un pâton sous un mince filet d'eau salée. Des appareils permettant une extraction mécanique et automatique du gluten sont également utilisés. Le plus courant d'entre eux est le **Glutomatic 2200**.

Les conditions d'utilisation sont les suivantes :

-10 g de farine sont placés dans un pétrin, puis mélangés avec 4 ml de la solution à 2% de NaCl ; après le pétrissage, la pâte est automatiquement lavée avec la solution à 2% de NaCl, le gluten isolé est essoré dans une centrifugeuse.

-La méthode de la mesure de l'indice de gluten :

GI=gluten humide-refus /gluten humide.

**3.10 Granulométrie**

La granulométrie d'une farine ou d'autres produits permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des particules dont ils sont composés, leurs comportements au cours de transformation, notamment la vitesse d'hydratation.

Le tamisage est la méthode utilisée pour déterminer la granulométrie des farines, semoules, couscous.

Cette méthode consiste à tamiser une prise de l'échantillon sur une série de tamis.

**3.11 Indice de jaune**

Ces indices de couleur donnent une valeur chiffrée pour caractériser le jaune et la clarté des pâtes fabriquées à partir de la farine. La mesure se fait avec **un chromamètre** qui fournit 3 paramètres :

- la clarté ou L : cet indice varie de 0 (noir parfait) à 100 (blanc parfait).

- l'indice de rouge ou a : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le rouge et le vert.

Les valeurs positives correspondent à du rouge et les valeurs négatives à du vert. Cet indice n'est généralement pas exploité sur blé dur ;

- l'indice de jaune ou b : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le jaune et le bleu.

Les valeurs positives correspondent à du jaune et les valeurs négatives à du bleu. Plus l'indice est élevé en valeur absolue, plus la couleur est intense.

L'indice de jaune peut se mesurer sur blé broyé, sur semoule, sur disque de pâte fraîche ou sur spaghettis. Bien entendu, les résultats ne sont pas identiques entre eux et il convient, pour les interpréter de connaître sur quel support la mesure a été réalisée.

Cependant, les indices de jaune sur les différents supports sont très bien corrélés entre eux et le classement d'une série d'échantillons sera toujours identique, quelle que soit la manière dont les mesures ont été faites.

**3.11 Essai à l'Alvéographe Chopin**

L'Alvéographe est un système complet pour analyser le comportement rhéologique des pâtes à hydratation constante ou à hydratation adaptée. Surnommé également extensimètre, l'appareil permet de déterminer en boulangerie le comportement mécanique d'une pâte de farine.

Le test alvéographique permet de mesurer la ténacité, l'extensibilité, l'élasticité d'un pâton de farine (mélange normalisé de farine et d'eau). Cette mesure de la force des farines est considérée comme un bon indice de la qualité boulangère des farines panifiables.

### **3.11.1 Mode opératoire**

Les pâtes destinées aux mesures à l'Alvéographe Chopin ont été préparées sans ajout de levure. Les pâtons sont préparés à partir de 250 g de farine et d'une quantité d'eau salée (2,5 p. cent) déterminée à partir d'une table en fonction de l'humidité de la farine. De l'air est insufflé sous une certaine pression à l'intérieur de la pâte. Celle-ci s'expansé en bulle. Le temps d'expansion et de résistance à la rupture de cette dernière varie d'un échantillon à un autre. La pression à l'intérieur de la bulle de pâte est enregistrée comme une courbe sur un support en papier. Une courbe moyenne est tracée à partir des enregistrements des 5 pâtons.

### **3.11.2 Expression des résultats**

La lecture d'un alvéogramme se fait à travers les paramètres suivants (NAEGA 2005)

W : le travail au sens physique du terme, cette grandeur exprime la force boulangère de la pâte, sa valeur est proportionnelle à la Surface (S) de la courbe obtenue

P : Correspond à la pression maximale d'air insufflé nécessaire à la déformation et donc à l'obtention de la bulle de pâte. Il exprime la ténacité de celle-ci et est donné en mm d'eau sur l'axe des ordonnées de l'alvéogramme.

L : Correspond à l'extensibilité de la pâte depuis le début du gonflement jusqu'à éclatement de la bulle. Il est donné en mm sur l'axe des abscisses de l'alvéogramme.

G : Gonflement de la pâte est exprimé en cm<sup>3</sup>.

P/L : Rapport de configuration de la courbe ou rapport de ténacité au gonflement, représente l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité de la pâte.

Ie : Correspond à l'Indice d'Élasticité de la courbe. P200 : Pression à 4 cm de début de la courbe

La réglementation algérienne (J.O.R.A. 1991) en matière de panification exige :

- ✓ W compris entre 130 et 180
- ✓ G supérieur à 20
- ✓ P/L compris entre 0,45 et 0,65.

1- Caractéristiques physiques et chimiques de noix de terre

1.1. Humidité

Les teneurs en eau sont représentées dans le tableau (05) et les figures (06).

Tableau05 : Humidité g /100.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemssilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
<b>Humidité</b>	11,93±0,17 <sup>b</sup>	11,89±0,08 <sup>b</sup>	12,16±0,23 <sup>b</sup>	10,01±0,17 <sup>c</sup>	10,13±0,26 <sup>b</sup>	13,10±0,83 <sup>a</sup>	12,11±0,05 <sup>c</sup>	11,89±0,08 <sup>b</sup>

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

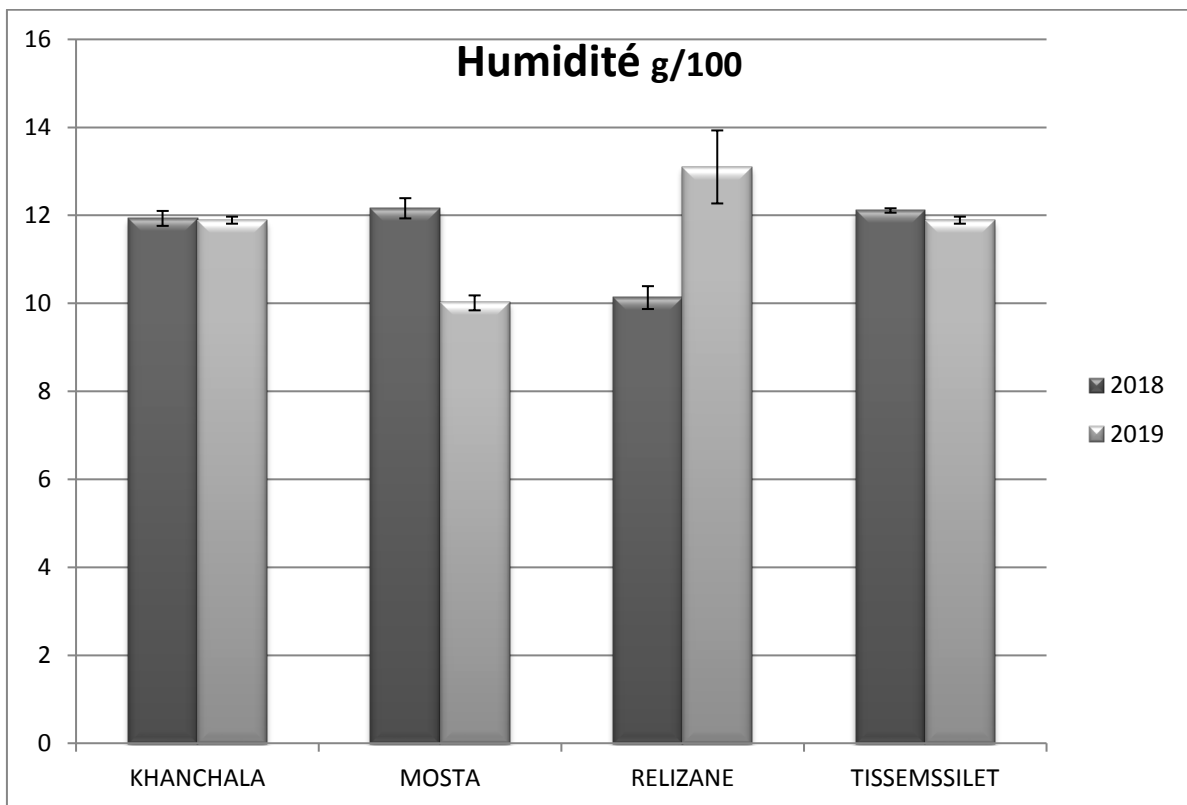


Figure06 : Humidité g/100.

La teneur en eau est légèrement supérieure dans les farines de noix de terre récoltées à Relizane en 2019 par rapport aux autres échantillons.

Les teneurs en matières sèches présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Ainsi, on a remarqué que les teneurs en matières sèches des noix de terre récoltées ont Relizane et à Mostaganem en 2019 présentent des différences significatives ( $p < 0.05$ ).

Nos résultats sont proches de celle de (**Ei kolli et al.**, 2017), à leurs tours **Bakayoko S. et al.**, 2012 ont démontrés dans leurs études sur des différentes variétés de manioc que, les périodes de récoltes influent de façon significative les rendements moyens et les taux de matière sèche des tubercules.

## 1.2 Protéines

Les teneurs en protéines sont représentées dans le tableau (06) et les figures (07).

**Tableau06** : Teneurs en protéines (%)

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemssilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
protéines	6,2±0,19 <sup>b</sup>	6,29±0,16 <sup>b</sup>	5,72±0,24 <sup>c</sup>	1,19±0,23 <sup>c</sup>	0,9±0,07 <sup>f</sup>	4,97±0,03 <sup>d</sup>	7,27±0,08 <sup>a</sup>	0,76±0,04 <sup>f</sup>

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

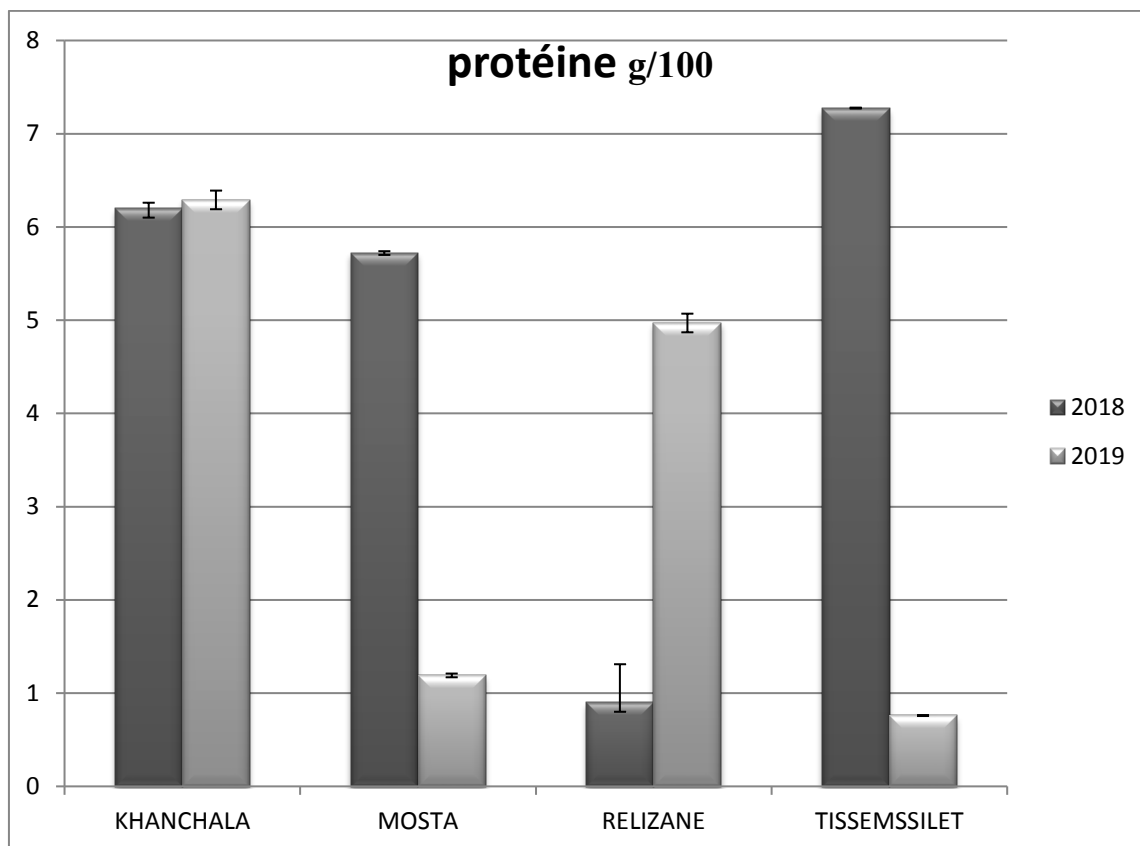


Figure07 : Protéines g /100.

L'échantillon de Tissemsilet 2018 présente une valeur élevée de la teneur en protéine par rapport les autres échantillons de farine de noix de terre récoltée.

Les teneurs en protéines présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte, aussi on a remarqué que les teneurs en protéines des noix de terre récoltées a Tissemsilet en 2018 et Tissemsilet en 2019 présente des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (7.27% vs 0.76%) respectivement. Nos résultats sont proches de celle de (El kolli *et al.*, 2017).

Avec une teneur en protéines brutes d'environ 7% la farine de noix de terre présente une valeur inférieure rapport aux tubercules de *D. Dumetorum* qui est de 10%, ces derniers présentent la valeur protéique la plus élevée comparée aux autres racines et tubercules alimentaires (Agbor-Egbe et Trèche, 1995).

Les teneurs en matière azotée chez le genre *Terfezia Tirmania* (in khabar, 2002) varie entre 3,3 à 79% de matière sèche.

La teneur en protéine de la patate douce varie entre 2,4 et 2,9 % *Ndangui*, 2018, la teneur en protéines de la farine de patate douce est généralement faible, compris entre 1,0 et 8,5 % (*VanHal*, 2000)

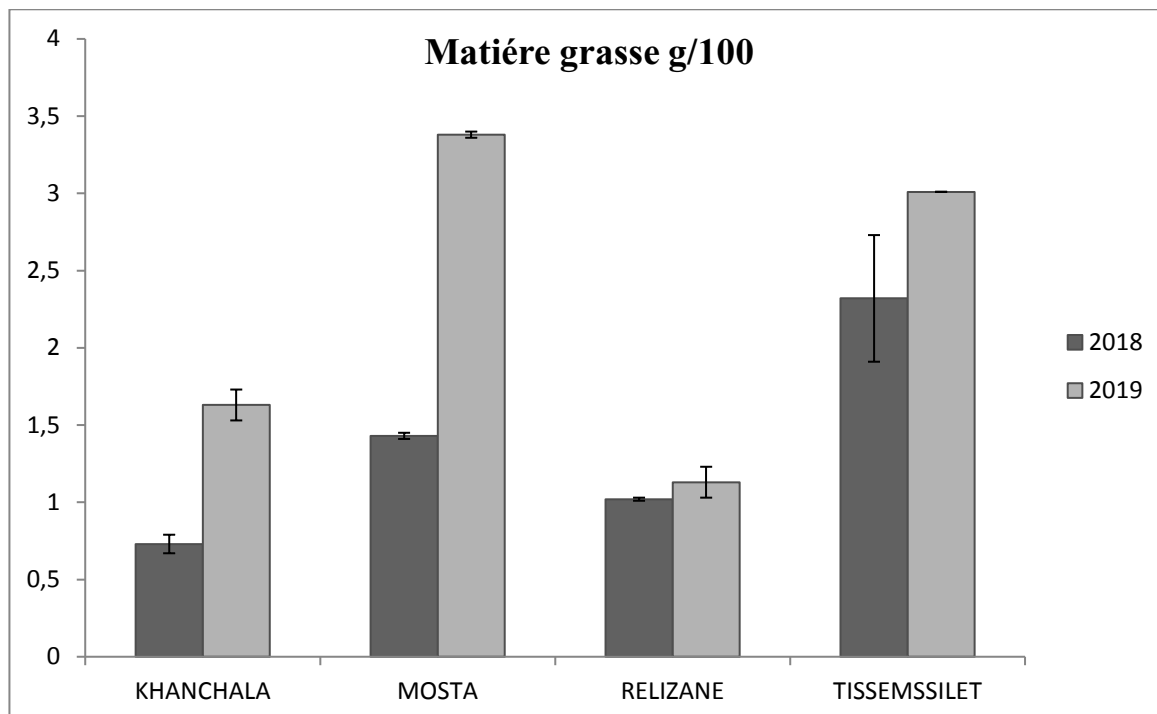
**1.3 Teneur en Matière grasse**

Les teneurs en matière grasse sont représentées dans le tableau (07) et les figures (08).

**Tableau 07:** Teneurs en matière grasse g/100.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemsilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Matière grasse	0,73±0,06 <sup>g</sup>	1,63±0,10 <sup>d</sup>	1,43±0,02 <sup>e</sup>	3,38±0,02 <sup>a</sup>	1,02±0,01 <sup>f</sup>	1,13±0,10 <sup>f</sup>	2,32±0,41 <sup>e</sup>	3,01±0,00 <sup>b</sup>

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure 08:** Teneur en matière grasse.

La période de récolte et les zones de noix de terre montrent une différence significative ( $p < 0,05$ ) dans la teneur en Matière grasse (figure 3). Les résultats du dosage révèlent la richesse de l'extrait de la farine de noix de terre de Mostaganem en 2019 en matière grasse par rapport à l'extrait des autres farines de noix de terre.

Nos résultats sont proches à celle donnée par (El kalli *et al.*, 2017), la teneur en MG des échantillons variait entre 3,38% Mostaganem en 2019, 0,73% Khanchla en 2018 présentent des différences significatives ( $p < 0,05$ ).

Les tubercules noix de terre présente des teneurs élevées varient entre 0,73 et 3,38% par rapport au *D. dumetorum* qui présentent une très faible teneur en lipides, d'environ 0,3 g/100 g (Agbor-Egbe *et Trèche*, 1995). Cette teneur est comparable à celle des autres racines et tubercules alimentaires ; 0,4% pour la patate (Bradbury, 1988), 0,2% pour le taro (Agbor-Egbe *et Rickard*, 1990) et 0,3% pour le manioc (Rickard *et Coursey*, 1981). Osagie (1977) a mesuré la teneur en phytostérols de *D. dumetorum* ; elle est de 24 mg/100 g de matière brute.

La patate douce contient peu de lipides (0,3 - 0,8 %) selon Ndangui, 2018.

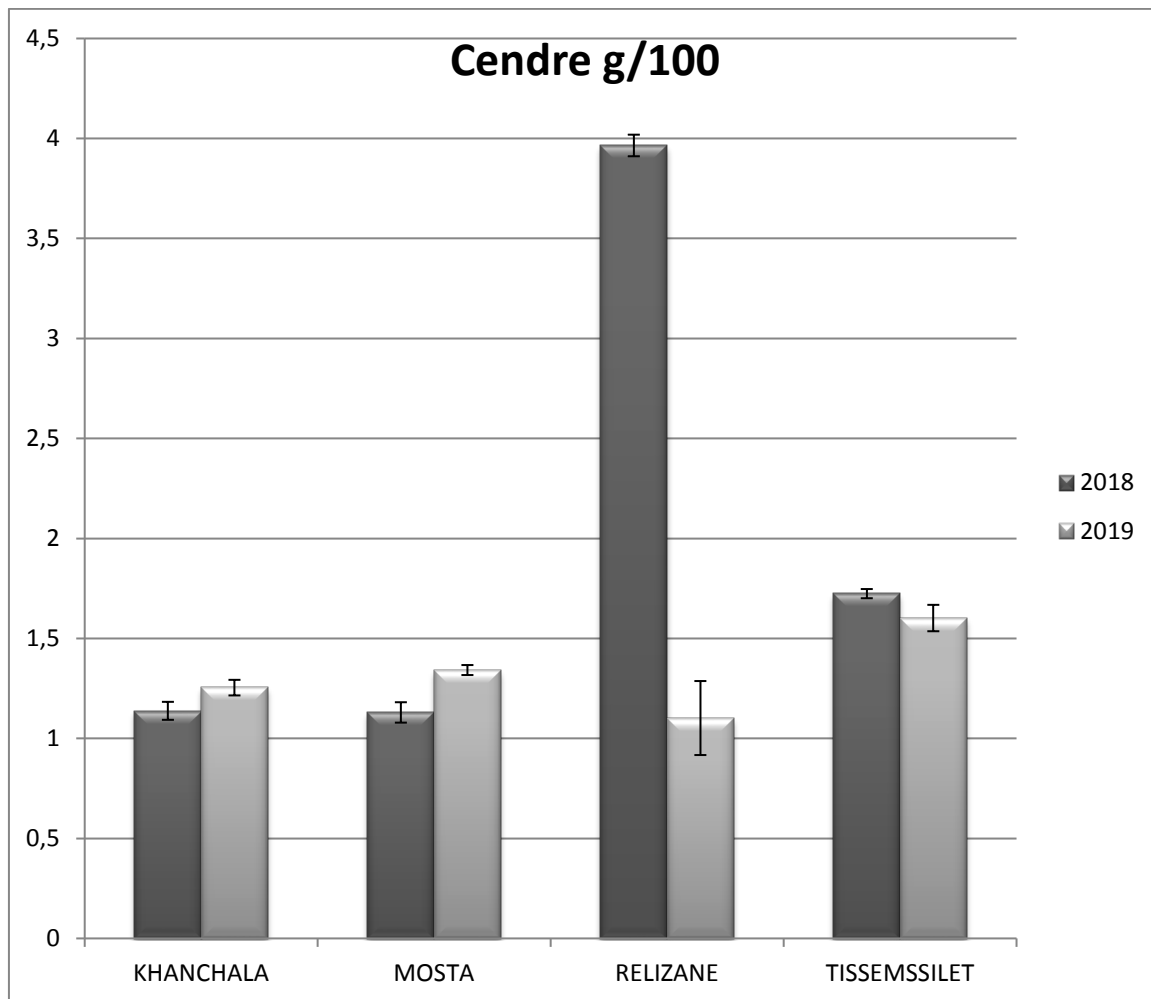
#### 1.1.4 Taux de cendre

Les teneurs en cendre sont représentées dans le tableau (08) et les figures (09).

**Tableau 08:** Teneurs en cendre (%).

	Khanchla		Mostaganem		Relizane		Tissemsilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
cendre	1,138±0,06 <sup>e</sup>	1,254±0,02 <sup>d</sup>	1,13±0,41 <sup>e</sup>	1,342±0,01 <sup>d</sup>	3,965±0,1 <sup>a</sup>	1,13±0,10 <sup>f</sup>	1,102±0,02 <sup>e</sup>	1,60±0 <sup>c</sup>

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure 09:** Teneur en cendre g/100.

La teneur en cendre est plus élevée dans les farines de noix de terre récoltées à Relizane en 2018 par rapport aux autres échantillons.

Les teneurs en cendre présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Alors, on a remarqué que les teneurs en cendre des noix de terre récoltées à Relizane et à Tissemssilet en 2019 présentent des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (3.96% vs 1.10%) respectivement.

*El kolli et al., 2017* analysa un échantillon prélevé sur les hauteurs de L'abaa (Blida), dont ses résultats révèlent que le taux de cendre est de 5,5%.

### 1.5 Indice de jaune :

#### 15.1 La clarté ou L

Les teneurs en L sont représentées dans le tableau (09) et les figures (10).

**Tableau 09:** clarté.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemssilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
L	84,29±0,91	83,89±0,35	82,74±1,18	82,01±0,30	77,75±0,90	81,82±1,13	80,98±0,96	82,01±0,30

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

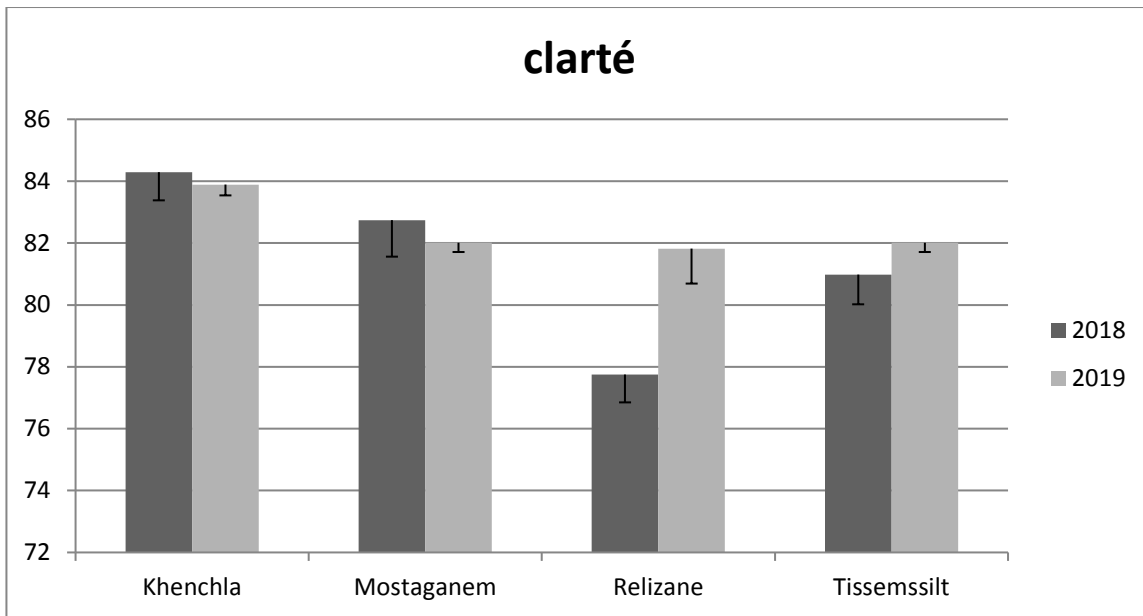


Figure 09: Teneur en clarté.

L'effet de l'environnement et la période de récolte sur la couleur des farines de noix de terre ont été évalués par la mesure des paramètres de la couleur (L\*, a\*, et b\*). Les valeurs de L\* représentent l'éclat de la farine. Plus la valeur de L\* est élevée, plus la farine est claire.

Les résultats dévoilent que, les échantillons de Khanchela 2018 sont plus clairs que les autres échantillons avec des valeurs de 84,29 et 77,75 (p<0.05) Khanchela 2018 et Relizane 2019.

Cette diminution peut être due à la conservation des échantillons ou le traitement avant la mouture, ceci est accord avec les travaux de *Jangchud et al.* (2003), qui ont rapporté que le paramètre de la luminance L\*a considérablement diminué après le blanchiment de deux variétés de patates douces.

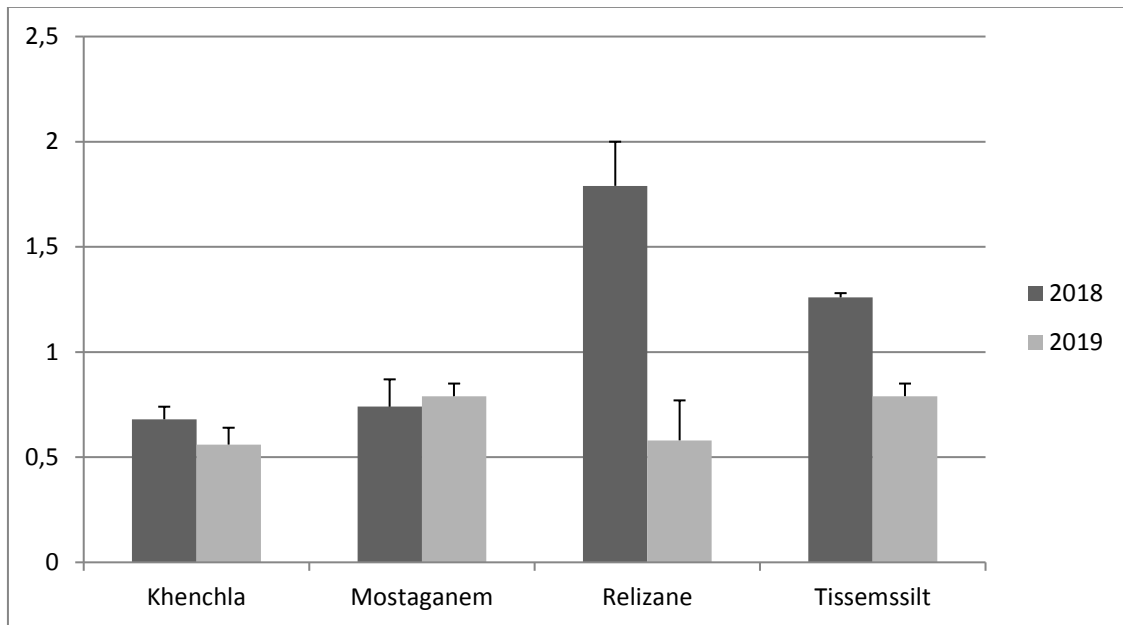
### 1.1.5. 2 l'indice de rouge ou a

les valeurs de l'indice de rouge a sont représentées dans le tableau (10) et les figures (11).

Tableau 10: L'indice de rouge.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemssilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
A	0,68±0,06	0,56±0,08	0,74±0,13	0,79±0,06	1,79±0,21	0,58±0,19	1,26±0,02	0,79±0,06

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure11** : valeurs de l'indice de rouge

Les valeurs de l'indice de rouge est légèrement supérieures dans les farines de noix de terre récoltées a Relizane en 2018 par rapport aux autres échantillons.

Les valeurs de l'indice de rouge présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Alors, on a remarqué que les valeurs de l'indice de rouge des noix de terre récoltées à Relizane et à Khenchla en 2019 présentent des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (1.79% vs 0.56%) respectivement.

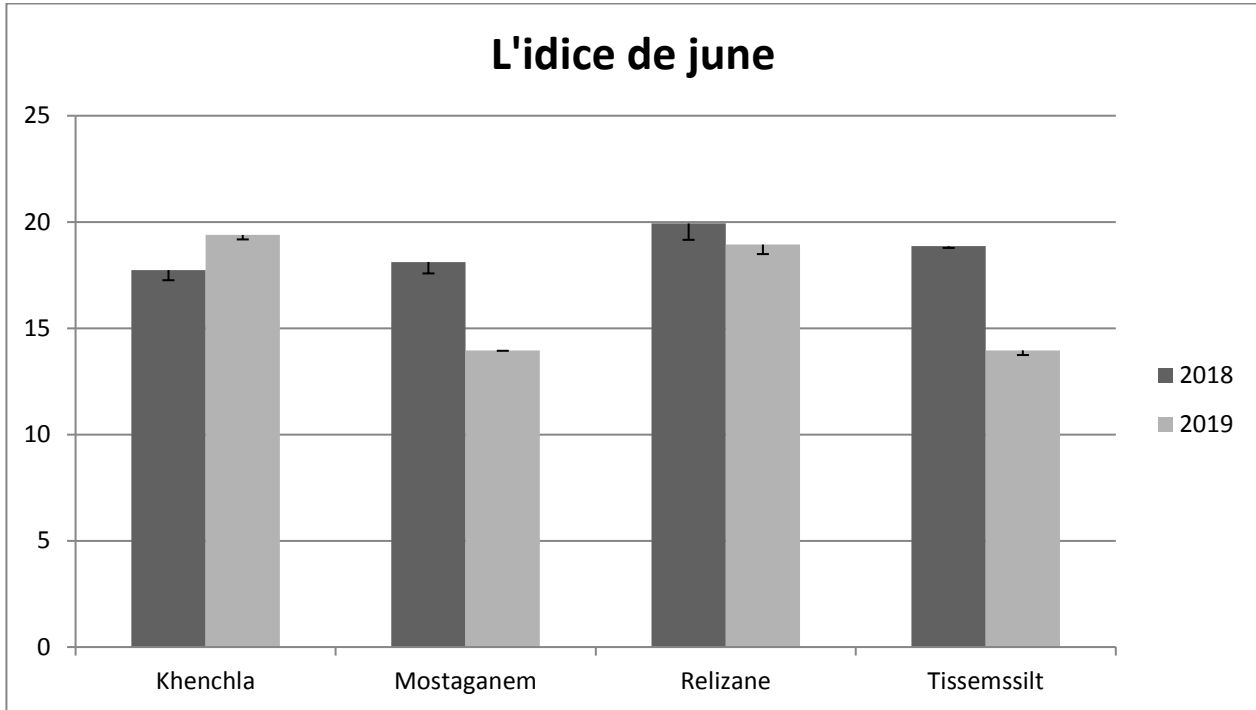
### 1.5.3 L'indice de jaune ou b

Les valeurs de l'indice de jaune ou b sont représentées dans le tableau (11) et les figures (12).

**Tableau 11:**L'indice de jaune.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemsilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
B	17,74±0,48	19,39±0,21	18,12±0,54	13,96±0,02	19,93±0,77	18,94±0,45	18,86±0,08	13,96±0,22

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure 12:** valeurs de l'indice de jaune ou b

Les valeurs de l'indice de jaune ou b est légèrement supérieur dans les farines de noix de terre récoltées a Relizane en 2018 par rapport aux autres échantillons.

Les valeurs de l'indice de jaune ou b présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Par suite, on a remarqué que les valeurs de l'indice de jaune ou b des noix de terre récoltées à Relizane et a Tissemsilt en 2019 présentent des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (19.93% vs 13.96%) respectivement.

### 1.6Granulométrie

Les valeurs de Granulométrie sont représentées dans le tableau (12) et les figures (13).

**Tableau12 :** valeurs de Granulométrie.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemssilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Granelometre	200±0	200±0	300±0	300±0	300±0	300±0	200±0	300±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

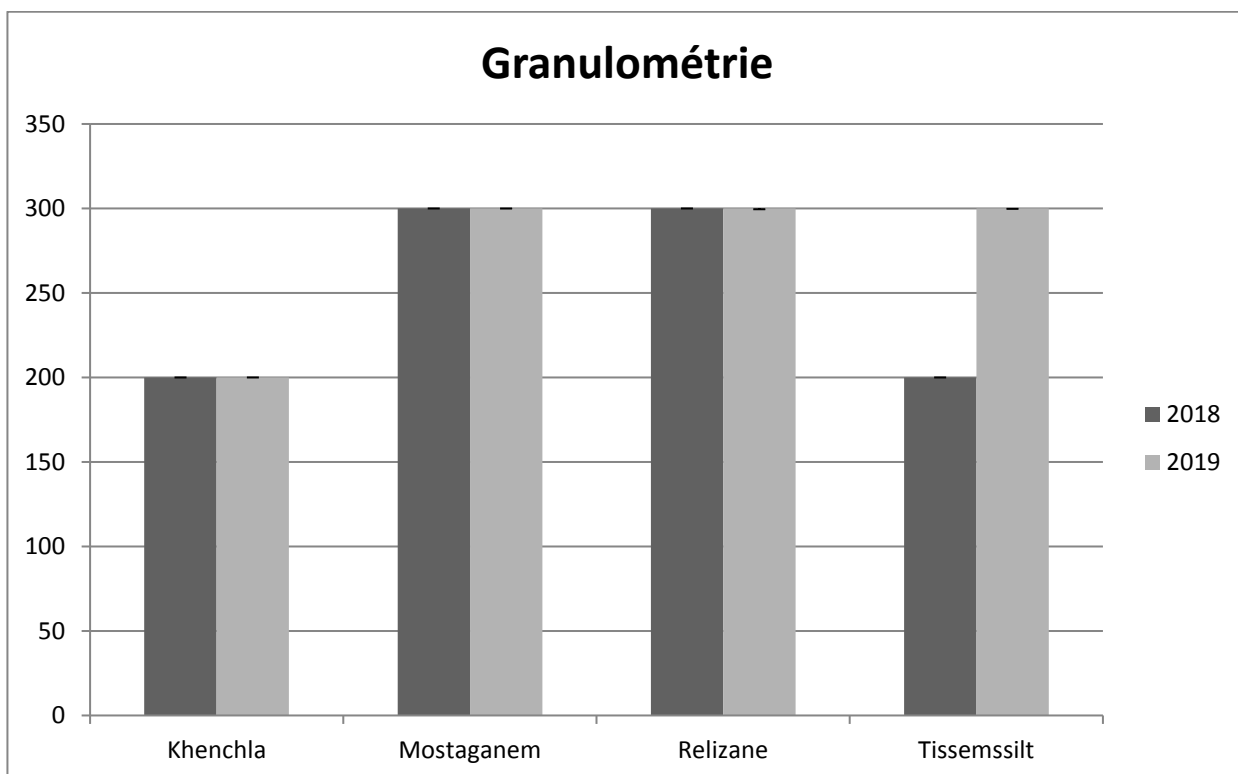


Figure13 : valeurs de Granulométrie

Les valeurs de Granulométrie est légèrement supérieures dans les farines de noix de terre récoltées a Relizane en 2018 ,2019 Mostaganem en 2018,2019 et Tissemssilet 2019 par rapport aux autres échantillons.

Les valeurs de Granulométrie présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Par suite, on a remarqué que les valeurs de Granulométrie des noix de terre récoltées à Relizane et à Khanchela présentent des différences significatives (p<0.05) (300vs 200) respectivement.

### 1.7pH

Les valeurs de pH sont représentées dans le tableau () et les figures () .

Tableau13 : valeurs de pH.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemssilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
PH	5,5±0	5,7±0	5,5±0	6,5±0	5,8±0	6,5±0	6±0	5,5±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

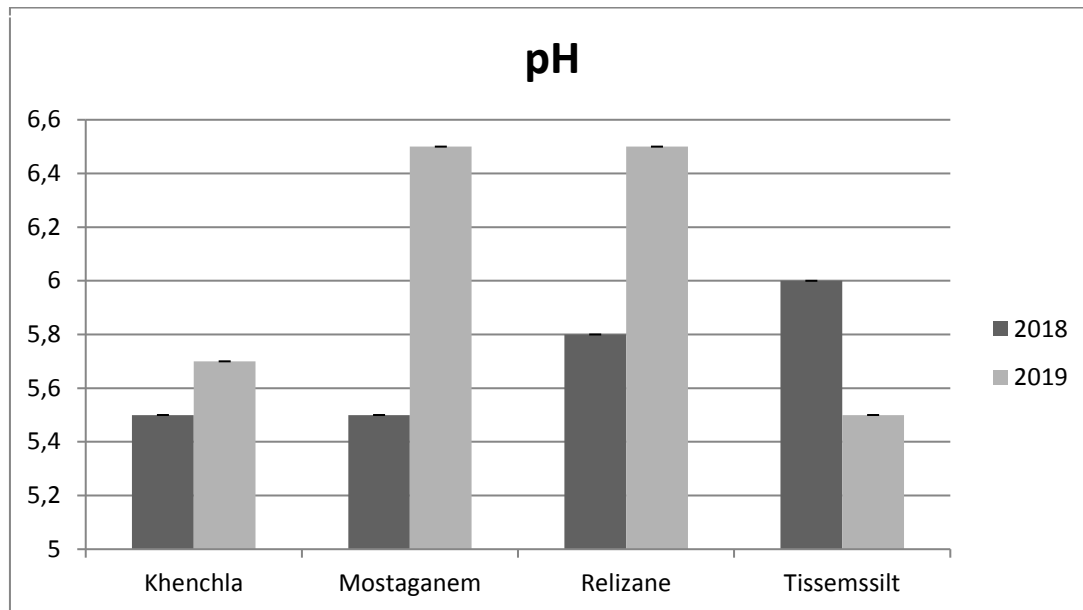


Figure 14: Teneur en pH

Les valeurs de pH sont légèrement supérieures dans les farines de noix de terre récoltées à Mostaganem

En 2019 et Relizane 2018 par rapport aux autres échantillons.

Les valeurs de pH présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Donc, on a remarqué que les valeurs de pH des noix de terre récoltées à Mostaganem et à Tissemssilt en 2019 présentent des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (6,5 vs 5,5) respectivement.

### 1.1.8 fibres brutes

Les valeurs de fibres brutes sont représentées dans le tableau () et les figures ()

Tableau14 : fibres brutes.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemssilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
fibres	0,12±0,02	0,13±0,02	0,13±0,05	0,15±0	0,25±0,01	0,13±0,01	0,21±0,01	0,19±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

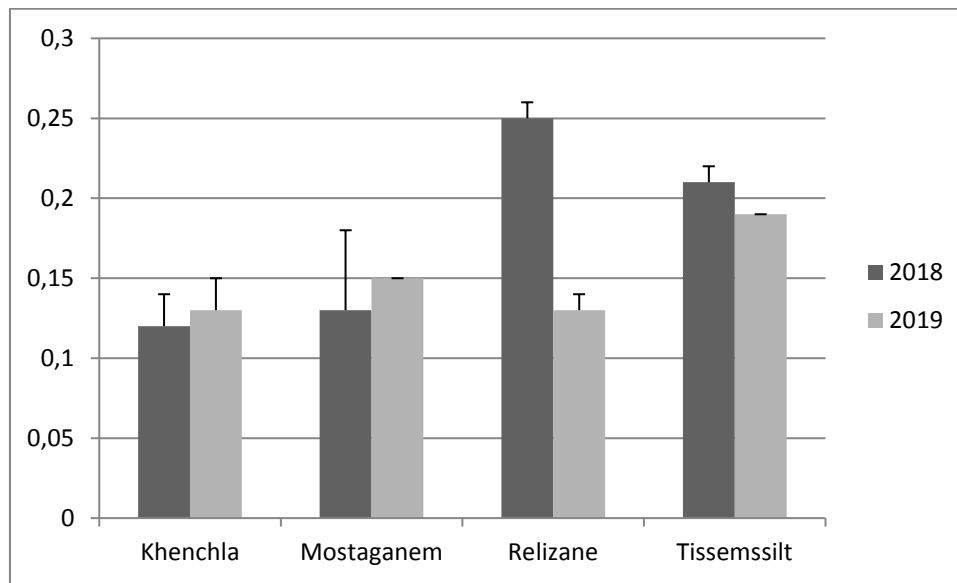


Figure 15: valeurs de fibre

Les valeurs de fibre est légèrement supérieures dans les farines de noix de terre récoltées a Relizane en2018 par rapport aux autres échantillons.

Les valeurs de fibre présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Donc, on a remarqué que Les valeurs de fibre des noix de terre récoltées à Relizane et à Khanchela en 2018 présentent des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (0,25vs 0,12) respectivement.

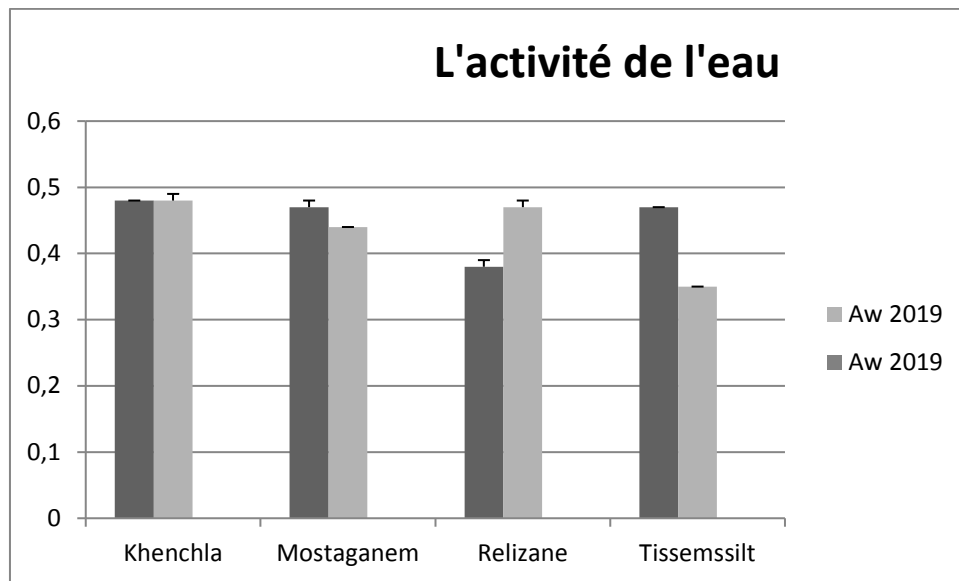
### 1.9L'activité de l'eau

Les valeurs d'Aw sont représentées dans le tableau (15) et les figures (16).

Tableau15 : L'activité de l'eau Aw.

	Khenchla		Mostaganem		Relizane		Tissemsilt	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Aw	0,48±0,00	0,48±0,01	0,47±0,01	0,44±0	0,38±0,01	0,47±0,01	0,47±0	0,35±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure16** : valeurs de l'activité de l'eau

Les valeurs d'Aw sont légèrement supérieures dans les farines de noix de terre récoltées à Khenchla Par rapport aux autres échantillons.

Les valeurs d'Aw présentent des différences significatives entre les zones et les années de récolte. Donc, on a remarqué que les valeurs d'Aw des noix de terre récoltées à Khenchla et à Tissemsilt en 2019 présentent des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (0,48vs 0,35) respectivement.

## 2. Résultats des farines mixtes

### 2.1 Humidité

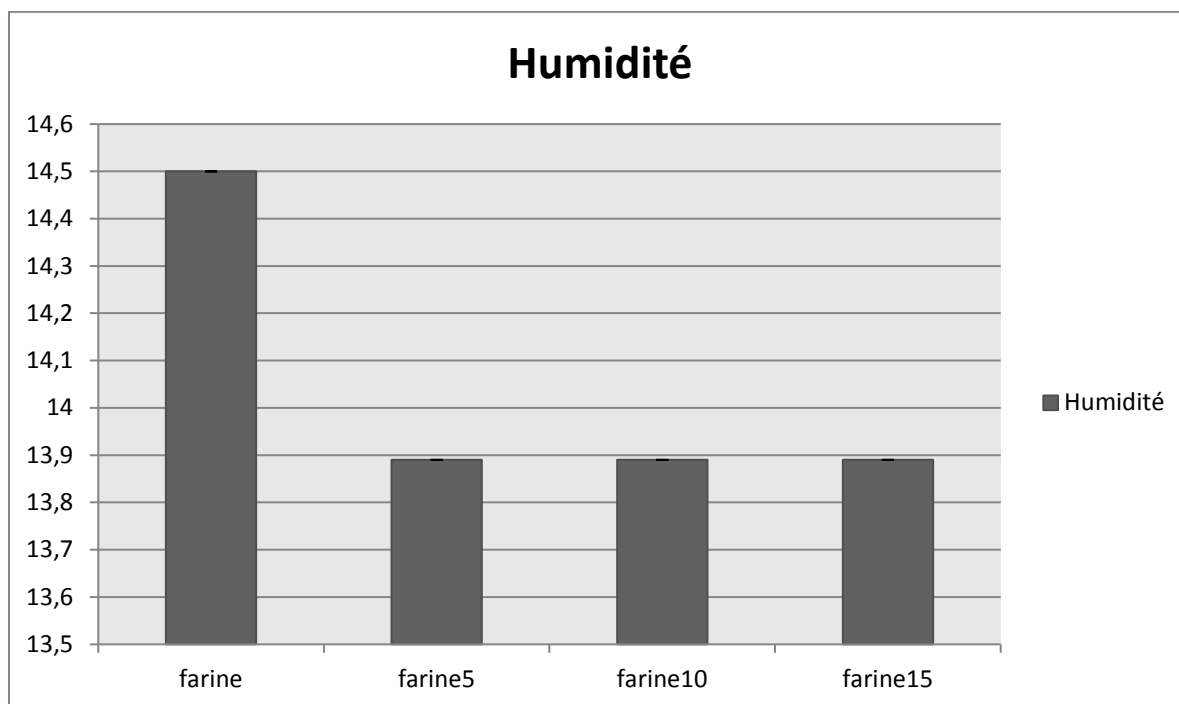
Les résultats relatifs à l'influence de la dose de la farine de noix de terre sur la variation de la teneur en eau de la farine de blé sont rassemblés dans le tableau.

**Tableau 16:** Humidité(%).

	Farine BT	Farine5%	Farine10%	Farine15%
Humidité%	14,5±0 <sup>a</sup>	13,89±0 <sup>a</sup>	13,89±0 <sup>a</sup>	13,89±0 <sup>a</sup>

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

La figure illustre la variation de la teneur en eau de la farine en fonction de la dose



**Figure17 :** Humidité g/100.

On constate que l'humidité de la farine diminue avec la dose ajoutée de la farine de noix de terre.

En effet, l'humidité est de 14.50 % pour l'échantillon témoin, elle diminue de 4,2% pour les doses 15%.

Par contre, on remarque que l'ajout de doses citées ci-dessus n'a pas d'effet significatif sur la teneur en eau. En comparant ces résultats avec la norme française qui exige une humidité entre 13,5 % et 15,5 % pour la farine, on peut dire que les échantillons étudiés sont conformes à la norme française (**NF ISO 712,1989**).

Ces valeurs sont situées dans l'intervalle 12,60-14,70 % donné par **SOUCI** et coll. (1994) et **inférieur a** 13,0 % valeur maximum pour la farine de manioc **Codex Standard 176-1989**.

La connaissance de la teneur en eau des farines est déterminante pour leur bonne conservation en raison de leur hygroscopicité, où il est nécessaire de l'abaisser jusqu'à 14 %, 12 % voir

7 % selon les utilisations (**COLAS**, 1998). En outre, plus la teneur en eau de la farine est faible, plus il est possible de l'hydrater au pétrissage pour arriver à une consistance optimale de la pâte (**GRANDVOINET et PRATX**, 1994).

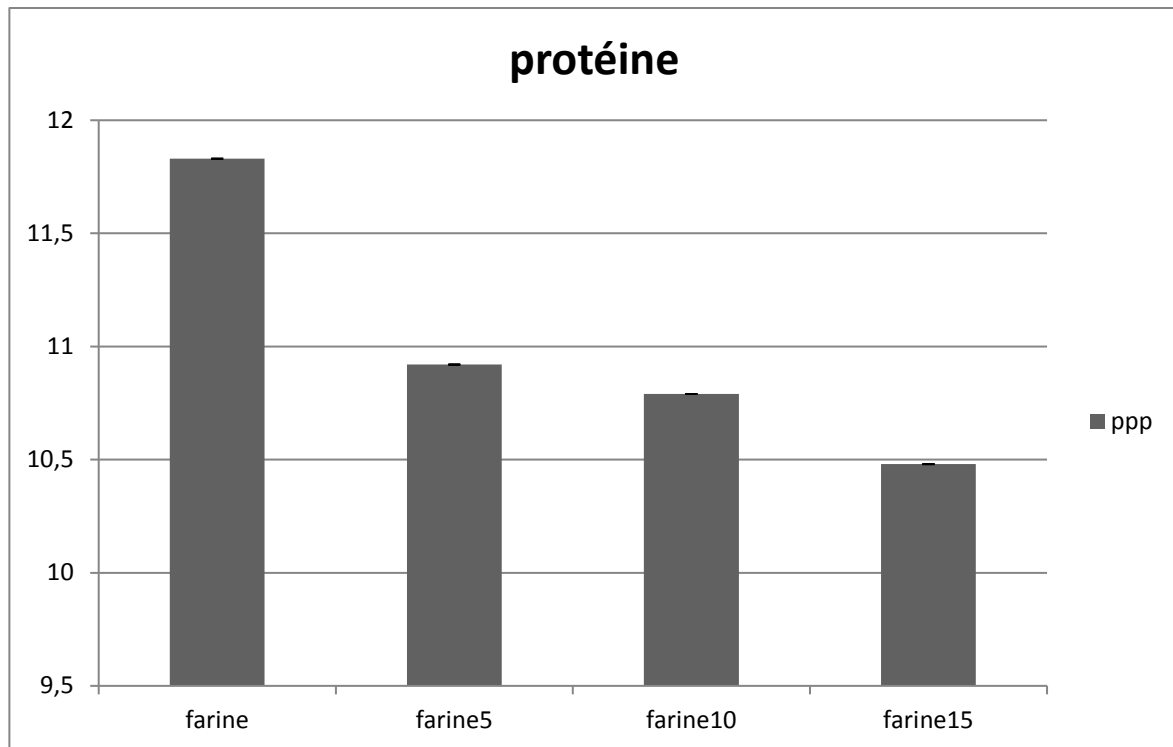
## 2.2 Protéines

Les teneurs en protéines sont représentées dans le tableau () et les figures () .

**Tableau17** : Teneurs en protéines (%)

	Farine BT	Farine5%	Farine10%	Farine15%
Protéine	11,83±0 a	10,92±0 b	10,79±0 b	10,48±0 b

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure18** : Protéines g/100.

L'évolution de taux de protéine de farine en fonction de la dose délivrée aux échantillons nous permet de noter que le taux de protéine diminue significativement de 11,83% pour la farine de blé à 10,92% 10,79% et 10,48% respectivement pour les doses 5, 10 et 15%.

Les farines sont conformes par rapport au codex standard 152 :1985, la teneur en protéines de farine des tubercules sont généralement faible, compris entre 1,0 et 8,5 % (VanHal, 2000), ce qui est en accord avec les valeurs obtenues dans cette étude. Après avoir ajouté de la farine de noix de terre, le taux de protéine a diminué par rapport à la farine de blé tendre, mais elles restent conformes.

La teneur en protéines des farines est supérieure à 7 % (ms) minimum fixé par le *Codex Alimentarius*(FAO, 1996). Tandis qu'elle est conforme au maximum (11%) généralement fixer pour une farine biscuitière citée par MENARD *et coll.* (1992) ; COLAS (1998) ; et FEILLET (2000).

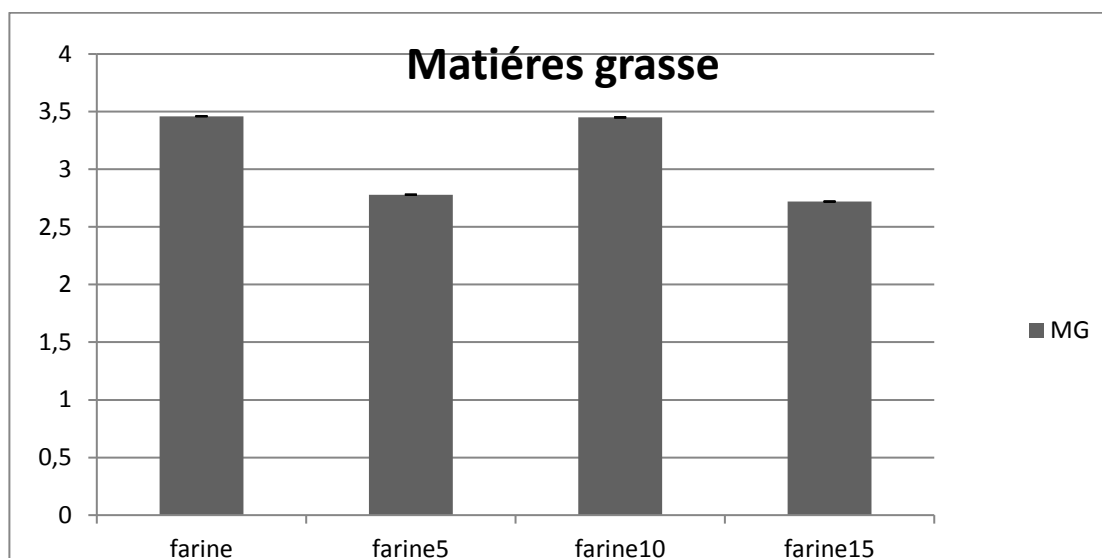
### 2.3 Matiers grasse

**Tableau18** : Teneurs en matière grasse g/100.

Les teneurs en matière grasse sont représentées dans le tableau (18) et les figures (19).

	Farine BT	Farine5%	Farine10%	Farine15%
Matière grasse%	3,46±0 <sup>a</sup>	2,78±0 <sup>b</sup>	3,45±0 <sup>a</sup>	2,72±0 <sup>b</sup>

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure19** : Teneur en matières grasses g/100.

L'apport lipidique des formules a diminué par rapport à celui de la farine témoin. Celui de la formule 15% a sensiblement diminué, il est passé de 3,46 % à 2,72%.

Néanmoins, nous n'avons pas constaté un effet significatif entre la farine de BT et Farine à 10% NT. Cette teneur est nettement supérieure à l'intervalle 1,29-2,46% donné par SOUCI et coll. (1994).

Bien que l'extrait lipidique constitue 3,5 % environ des farines, il influe sur la valeur boulangère ; et sur la conservation des qualités de la farine. Une baisse de taux de lipides des farines à 5 et 15% peut être due à l'oxydation des lipides.

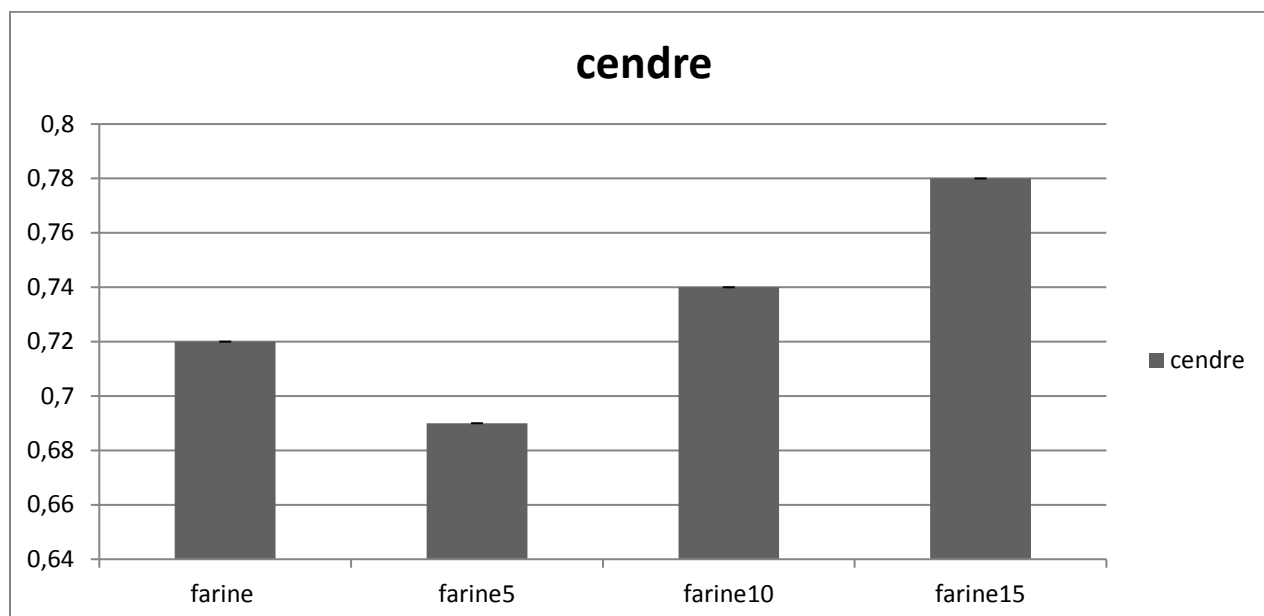
#### 2.4Taux de cendre

Les teneurs en cendre sont représentées dans le tableau (19) et les figures (20).

**Tableau 19:** Teneurs en cendre g/100.

	Farine BT	Farine5%	Farine10%	Farine15%
Cendre	0,72±0 <sup>b</sup>	0,69±0 <sup>c</sup>	0,74±0 <sup>b</sup>	0,78±0 <sup>a</sup>

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure20** : Teneur en cendre.

La teneur en cendres est un indicateur de la pureté de la farine. Elle est en relation avec son taux d'extraction et la minéralisation des grains mis en mouture. Elle définit, en outre, les types commerciaux des farines (COLAS, 1998 ; FEILLET, 2000). Ainsi, notre farine de blé tendre présente un taux de cendres de 0,72 % (ms) supérieures à l'intervalle donné par MENARD (1992) et FEILLET (2000).

Notre farine témoins de blé tendre présentes une teneur en cendre inférieure par rapport aux autres farines, cela est dû a l'incorporation de la farine de noix de terre riche en cendre où les valeurs peuvent atteindre 3%, cette dernière est exigée dans la farine de manioc par le codex Standard 176-1989.

## 2.5 Indice de jaune :

### 2..5.1. La clarté ou L

Les teneurs en L sont représentées dans le tableau (20) et les figures (21).

Tableau20 : clarté.

	Farine BT	Farine5%	Farine10%	Farine15%
L	89,11±0	87,86±0	86,84±0	84,96±0

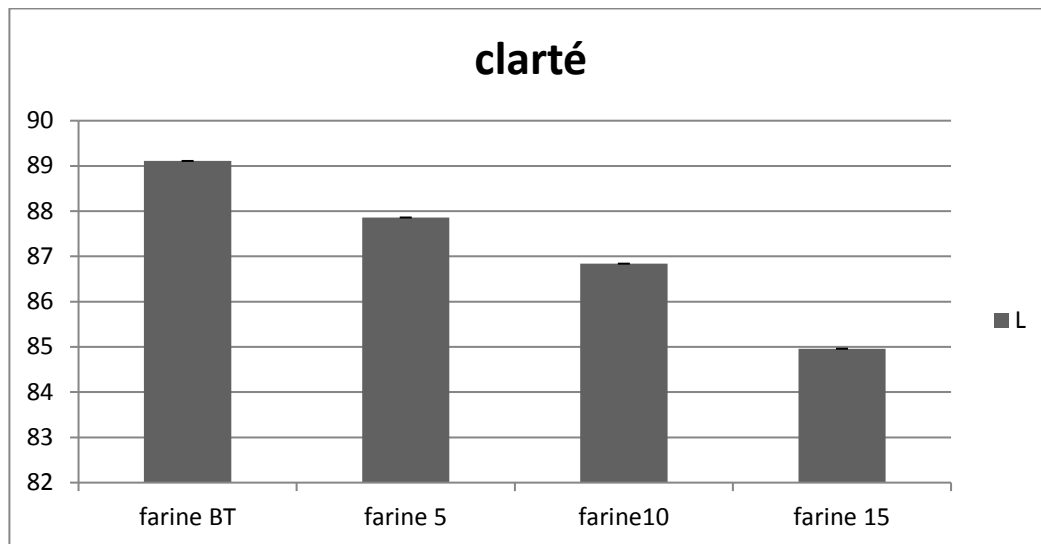


Figure 21: valeurs de la clarté ou L

L'effet de l'incorporation de différente dose de noix de terre sur la couleur des farines des farines mixte a été évalué par la mesure des paramètres de la couleur ( $L^*$ ,  $a^*$ , et  $b^*$ ). Les valeurs de  $L^*$  représentent l'éclat de la farine. Plus la valeur de  $L^*$  est élevée, plus la farine est claire.

On remarque que la couleur de la farine mixte est plus foncée à celle de blé tendre.

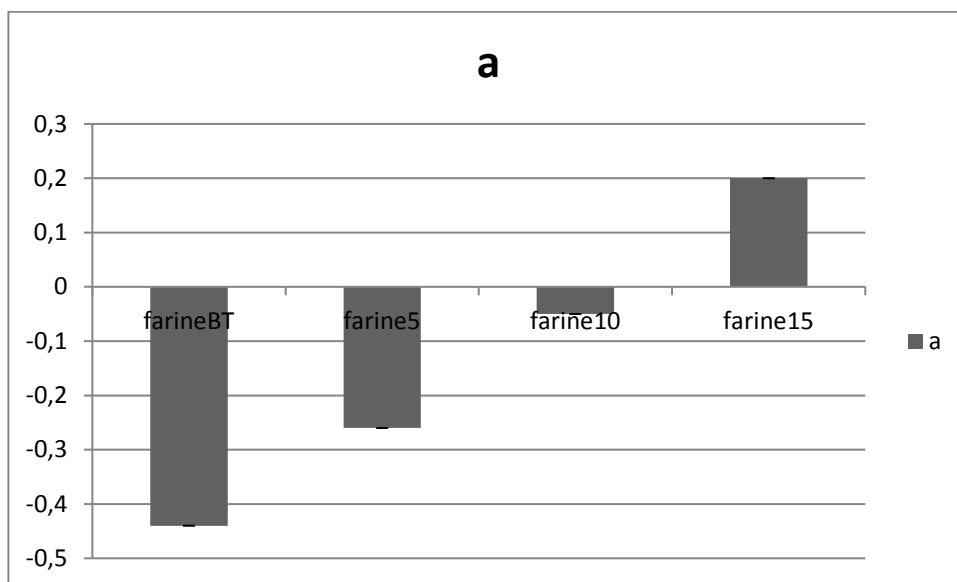
### 2.5.2. L'indice de rouge ou a

les résultats de l'indice de rouge sont représentés dans le tableau () et les figures ().

**Tableau21** : valeurs de l'indice de rouge.

	Farine BT	Farine5%	Farine10%	Farine15%
A	-0,44±0	-0,26±0	-0,05±0	0,2±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

**Figure22** : valeurs de l'indice de rouge.

Les résultats représentés ci-dessus montrent que l'indice de rouge augmente avec l'augmentation de la dose de la farine de noix de terre, les valeurs sont passées de -0,44 à 0,2.

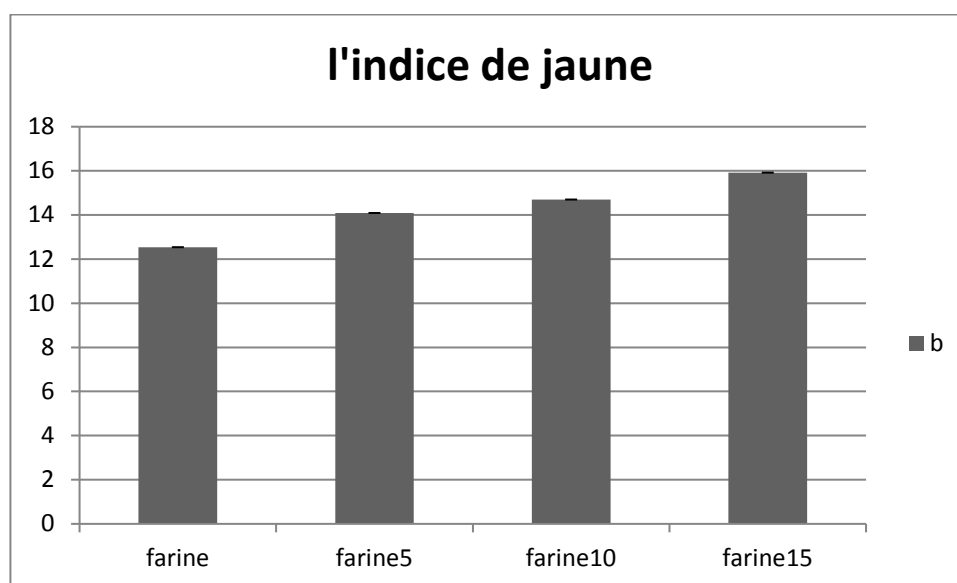
### 2.5.3. L'indice de jaune ou b

Les valeurs de l'indice de jaune ou b sont représentées dans le tableau () et les figures ().

**Tableau22** : valeurs de l'indice de jaune de.

	Farine	farine5	farine10	farine15
b	12,54±0	14,09±0	14,7±0	15,92±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

**Figure23** : valeurs de l'indice de jaune

La valeur de luminance ( $L^*$ ) est comprise entre 89,11 et 84,96, tandis que les valeurs  $a^*$  (composante chromatique rouge vert) varient de -0,44 à 0,2 et celles de  $b^*$  (composante chromatique jaune-bleu) varient dans la gamme de 12,54 à 15,92.

Les valeurs  $b^*$  étaient plus élevées dans la farine a15% et pourraient être liées à une plus grande quantité de  $\beta$ -carotène (Michael et Wilson, 1997; Ahmed et al., 2010).

Étant donné que le  $\beta$ -carotène est très sensible à l'oxydation. Ainsi, l'Aw inférieur dans les échantillons a farine mixe pourrait contribuer à maintenir la qualité de la farine pendant le stockage. En effet, la couleur de la farine est très importante, car elle détermine dans une large mesure la couleur de la croûte du pain dans les procédés de la panification.

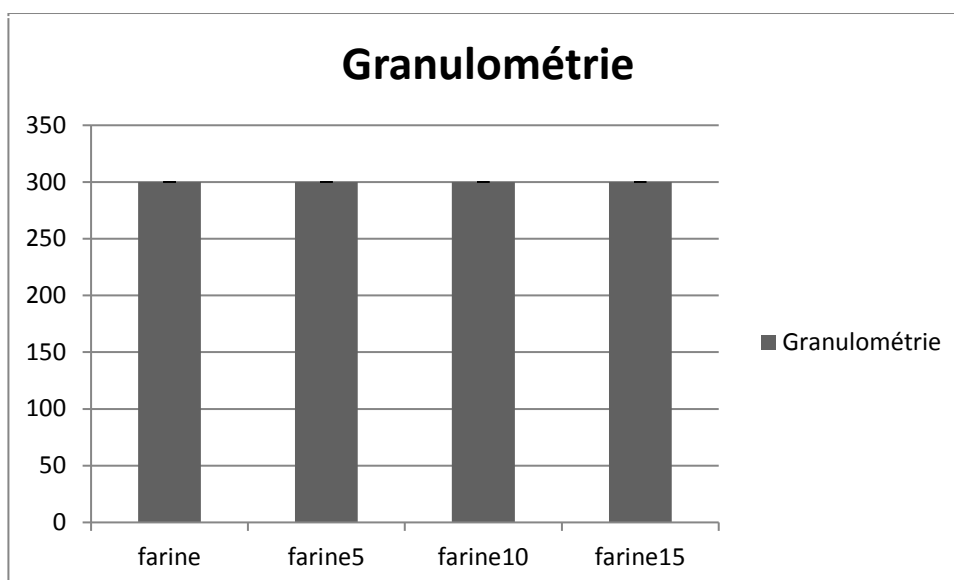
## 2.6 Granulométrie

Les valeurs de Granulométrie sont représentées dans le tableau () et les figures ().

**Tableau23** : valeurs de Granulométrie.

	farine	farine5	farine10	farine15
Granulométrie.	300±0	300±0	300±0	300±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure24** : valeurs de Granulométrie

Le diamètre des particules des farines est le même dans tous les échantillons dont la valeur est de 300µm

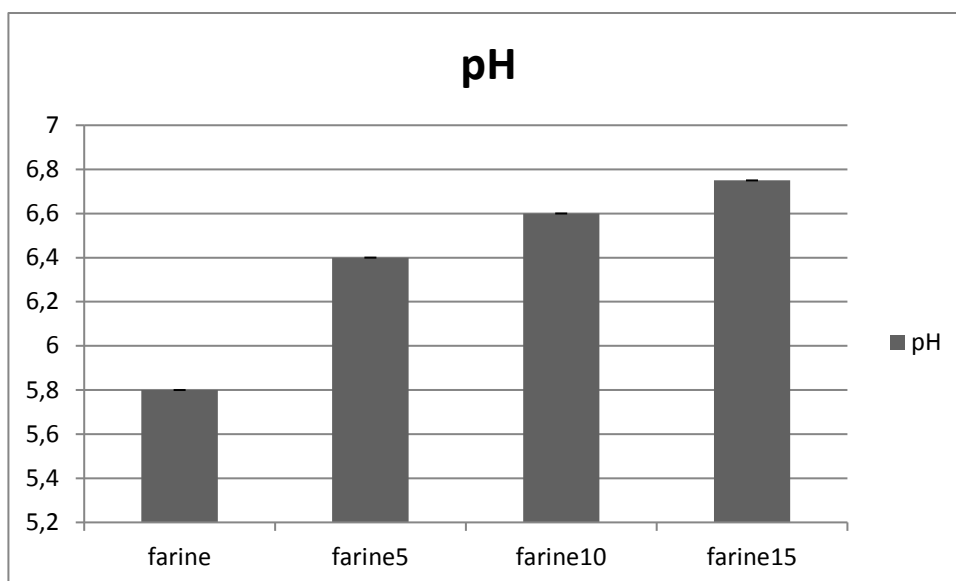
## 2.7pH

Les valeurs de pH sont représentées dans le tableau () et les figures ().

**Tableau 24**:valeurs de pH.

	farine	farine5	farine10	farine15
pH	5,8±0	6,4±0	6,6±0	6,75±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure25** : valeurs de pH

Quant au pH, il a varié très peu et est resté inférieur à 7 malgré l'augmentation du taux de substitution en farine de noix de terre. Ces résultats concordent avec ceux de Yetunde et al., 2009, Alozie, Lyam, & Lawal, 2009.

Tous les paramètres physicochimiques des farines composées présentent une différence significative ( $P < 0,05$ ) comparés aux paramètres de la farine de blé. Cette tendance a été relevé par Medoua, 2005 ; Abu-salem et Abou-arab, 2011; Fasoyiro et al., 2010 qui ont substitué la farine de blé par la farine d'igname, de *Cajanus cajan* et de voandzou. Et Diallo et al., 2015 ( substitution de la farine de blé par la farine de Voandzou)

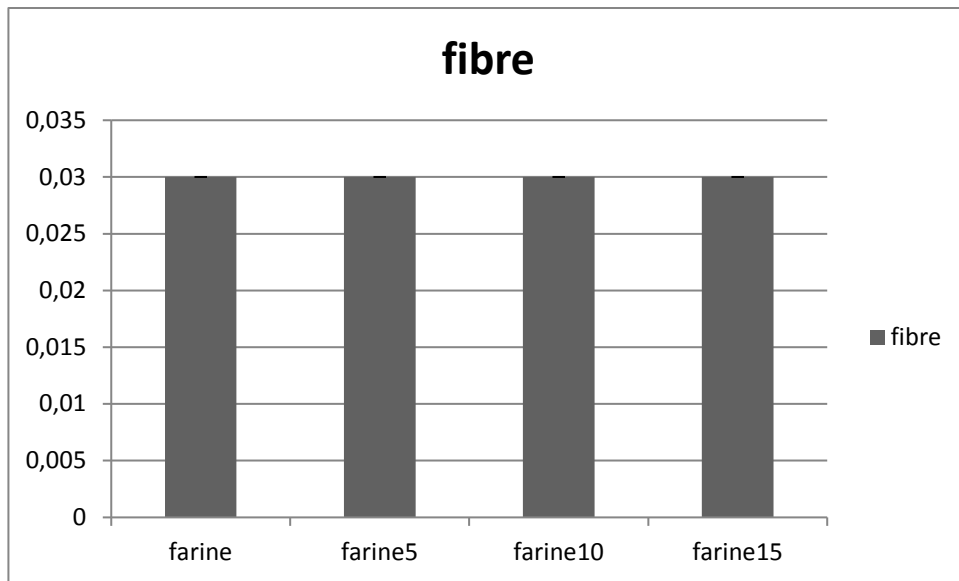
## 2.8Fibres brutes

Les valeurs de fibres brutes sont représentées dans le tableau (25) et les figures (26).

**Tableau 25: fibres brutes.**

	farine	farine5	farine10	farine15
fibres	0,03±0	0,03±0	0,03±0	0,03±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure26** : valeurs de fibre

A l'analyse de dosage des fibres, révèlent qu'aucune variation de la teneur en fibres, n'a été observée au fur et mesure que le taux de substitution augmente.

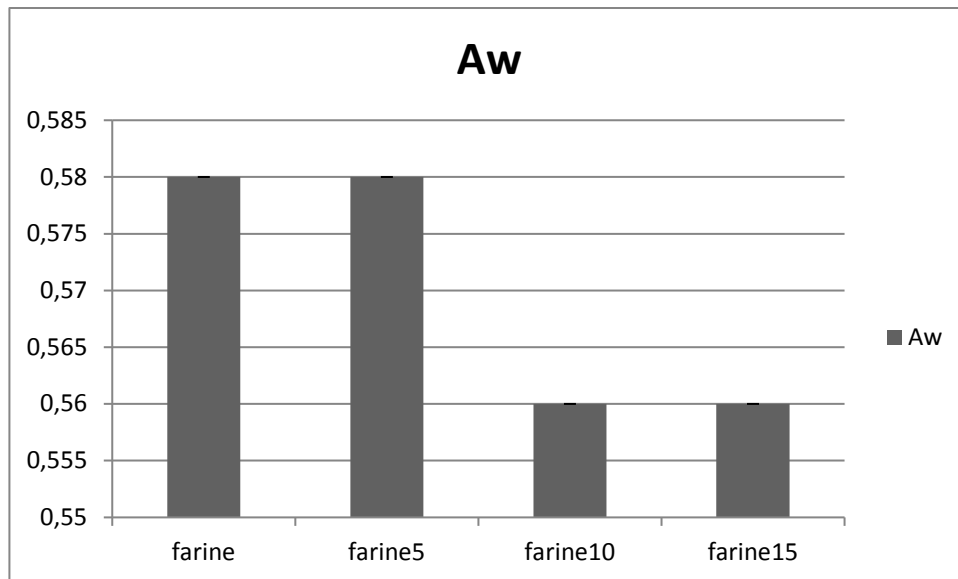
### 2.9Activité de l'eau

Les résultats de l'  $A_w$  sont représentés dans le tableau (26) et les figures (27).

**Tableau26** :  $A_w$ .

	farine	farine5	farine10	farine15
$A_w$	0,58±0	0,58±0	0,56±0	0,56±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure 27:**Activité de l'eau

Nous remarquons d'après les résultats ci-dessus que l'Aw passe de 0,58 à 0,56, cela indique que cette farine est un produit stable, car son activité d'eau (aw) est inférieure à 0,65 (Thebud et Santarius, 1982).

Ce concept a été défini dès 1953 par W. J. Scott (Scott, 1953) pour l'industrie agroalimentaire afin de qualifier l'état hydrique des produits à humidité intermédiaire. C'est l'une des propriétés les plus importantes du traitement, de la conservation et le stockage des aliments. On quantifie le degré de liaison de l'eau avec le produit, et par conséquent, sa disponibilité pour agir en tant que solvant et participer à des réactions chimiques, biochimiques et microbiologiques (Labuza, 1980).

Lorsque l'aw augmente, l'énergie de liaison entre l'eau et les autres molécules décroît. Celle-ci devient alors de plus en plus mobilisable pour les réactions chimiques indésirables ; il s'agit en particulier des phénomènes d'oxydation et du développement de bactéries ou de champignons (Figure 5). Ces réactions peuvent alors rapidement induire la dégradation ou simplement un vieillissement accéléré du produit (Baldet et Colas, 2012).

## 2.10 Détermination de la teneur en gluten

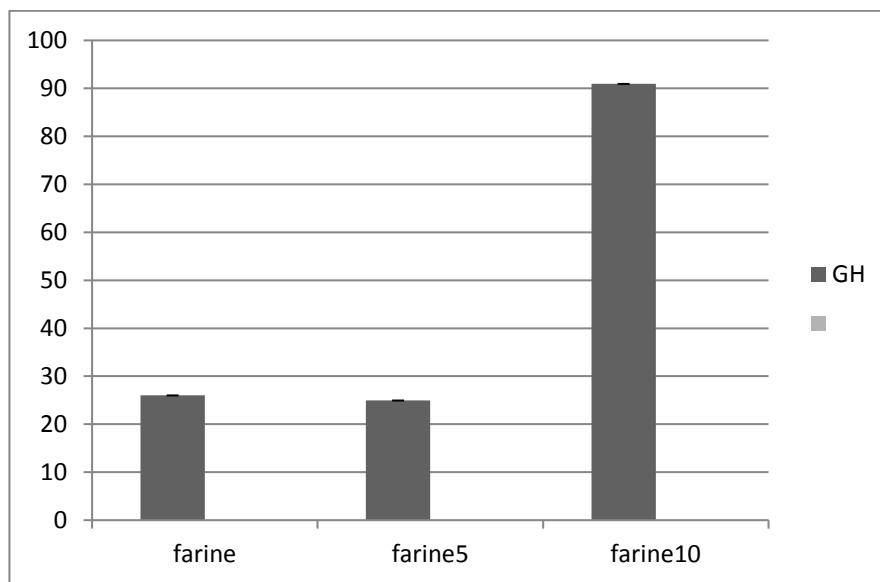
### 2.10.1 Gluten humide

Les teneurs en gluten humide sont représentées dans le tableau (27) et les figures (28).

**Tableau 27: gluten humide.**

	farine	farine5	farine10
GH	26±0	24,94±0	90,93±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure28 : Teneur en gluten humide GH**

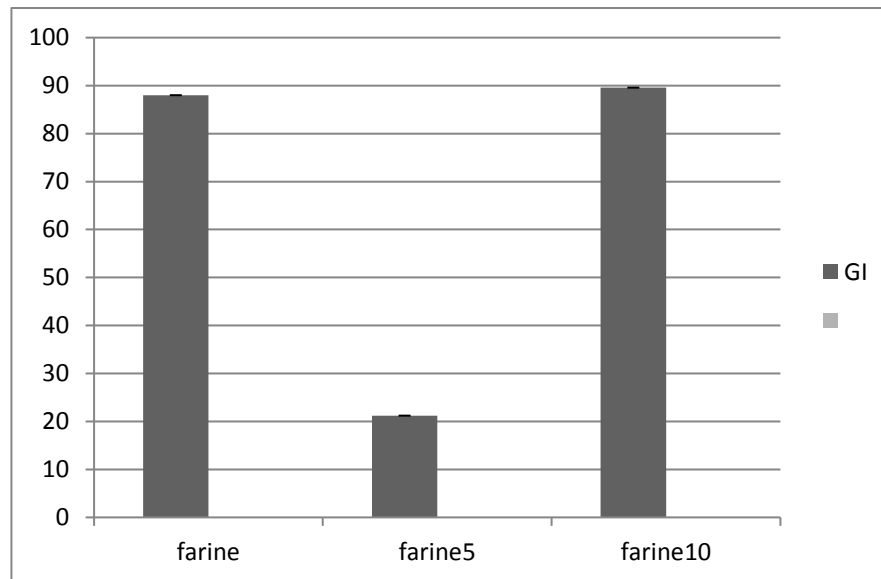
### 2.10.2 Gluten l'indice

Les teneurs en gluten l'indice sont représentées dans le tableau () et les figures ().

**Tableau 28: Gluten l'index**

	farine	farine5	farine10
GI	88±0	21,21±0	89,58±0

(n 5= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.



**Figure 29:** Teneur en Gluten l'index GI

Le gluten index détermine la qualité réelle du gluten, les résultats dévoilent que ce dernier ainsi que le gluten humide augmentent légèrement pour la farine à 10% par rapport à la farine de blé tendre, par contre elle chute pour 5%.

Cette diminution de la proportion de gluten peut être traduite par une augmentation de la proportion en amidon. Ces résultats sont en accord avec d'autres études sur l'incorporation de l'amidon des tubercules dans la pâte à pain (Chandra-Shekara & Shurpalekar, 1983; Hathorn et al., 2008).

D'autre part nous avons constaté qu'à 5% ; l'Aw, MG diminue. Il est à noter que pendant la formation des pâtes en présence d'air, la proportion de lipides libres (directement extractibles par un solvant apolaire) augmente avec l'énergie du pétrissage. Selon DANIELS et al. (1970), les radicaux lipidiques intermédiaires formés par la lipoxygénase seraient capables de cooxyder les composés thiols du gluten dans un environnement hydrophobe.

Il en résulterait une inversion de la micelle lipoprotéique avec apparition de sites hydrophiles et libération de lipides.

Il faut cependant noter que les effets rhéologiques ne sont observables que pour des quantités d'énergie et des vitesses d'apport d'énergie élevées lors du pétrissage (FRAZIER et al., 1973).

Ceci implique que les réactions d'oxydation des protéines du gluten probablement promues par les transferts de radicaux libres des lipides peroxydés vers les protéines du gluten ne sont notables que lorsque le renouvellement des contacts est fréquent.

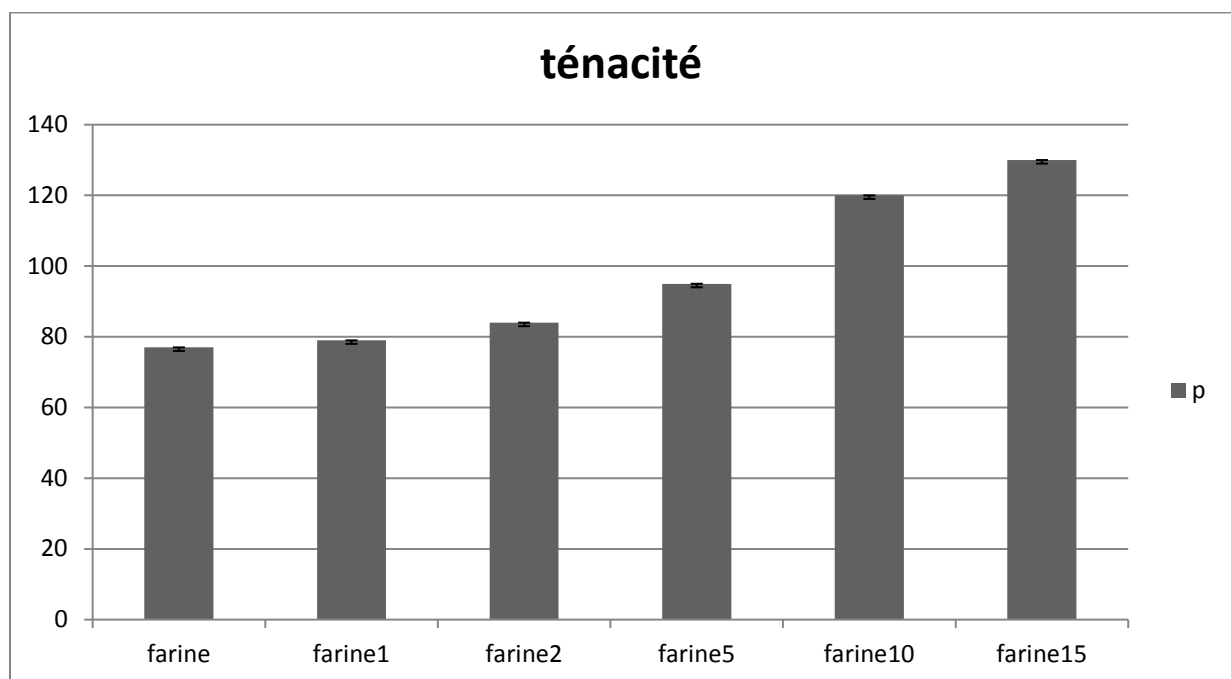
## 2.11 Propriétés technologiques :

### 2.11.1 Ténacité :

Les résultats des ténacités représentées dans le tableau (29) et les figures (30).

**Tableau29** : Valeur de P.

	farine	farine1	farine2	farine5	farine10	farine15
p	77±0	79±0	84±0	95±0	120±0	130±0



**Figure 30:** Ténacité P.

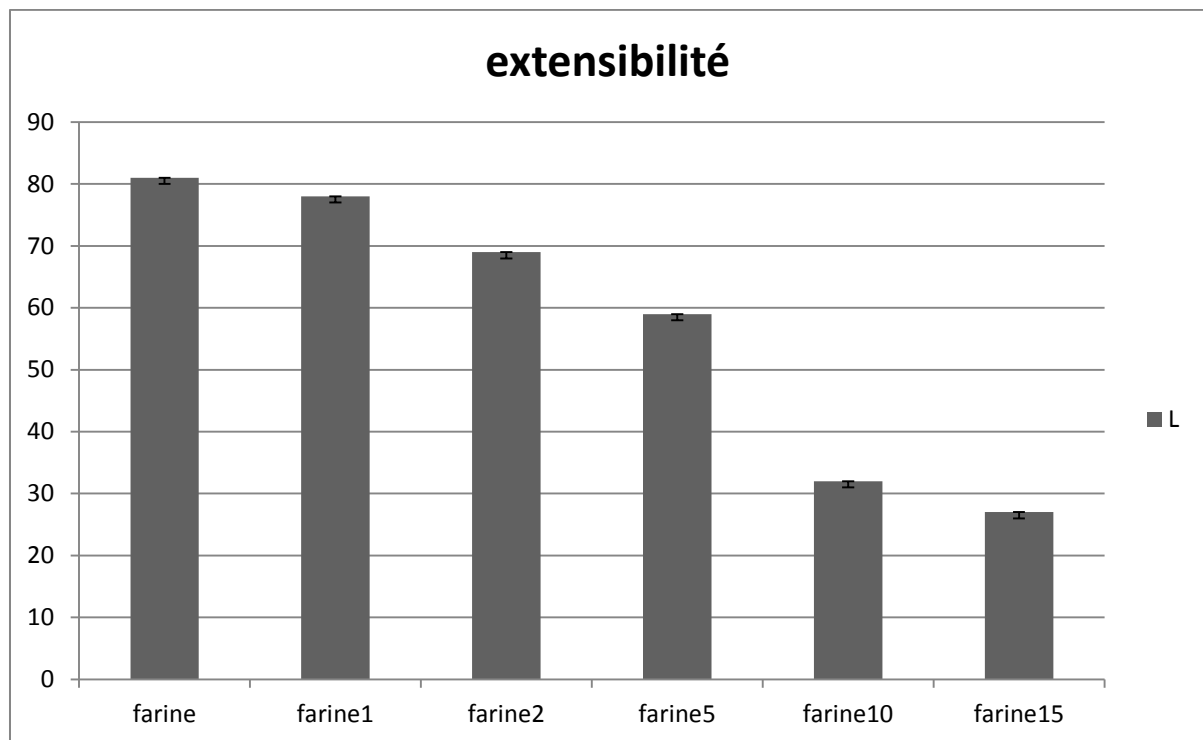
On observe que la ténacité P augmente avec l'augmentation de la dose de la farine de noix de terre, les valeurs sont passées de 77 a 130 dans la farine a 15%.

**2.11.2 Extensibilité**

Les valeurs de l'extensibilité sont représentées dans le tableau (31) et les figures (32).

**Tableau31** : les valeurs de L .

	farine	farine1	farine2	farine5	farine10	farine15
L	81±0	78±0	69±0	59±0	32±0	27±0



**Figure31:** Extensibilité

Nous remarquons une diminution de l'extensibilité en fonction de taux de farine de noix de terre additionnée à la farine de blé, soit une différence de 66% par rapport a l'échantillon témoin.

**2.11.3 P/L**

Les ratios P/L sont représentés dans le tableau (32) et les figures (33).

Tableau32 : P/L.

	Farine	Farine1	Farine2	Farine5	Farine10	Farine15
P/L	0,95±0	1,01±0	1,22±0	1,61±0	3,75±0	4,81±0

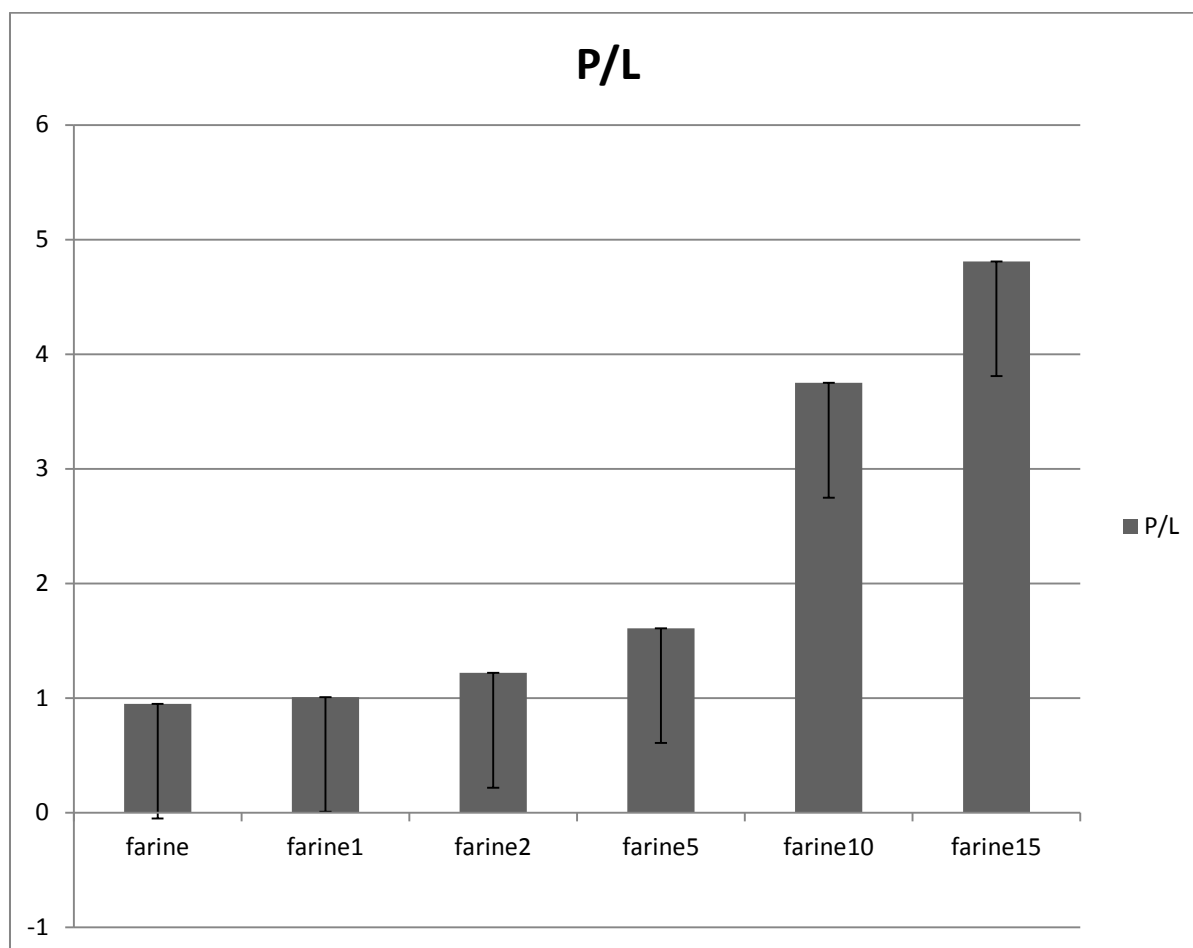


Figure32 : P/L

D'après cette figure, on enregistre une augmentation de l'indice de configuration P/L en fonction de la dose de noix de terre. En effet, l'indice de configuration augmente de 0,95%, de la valeur initiale à 4,81% pour la dose 15%.

Le rapport de configuration (P/L) très différent du témoin de blé tendre ainsi que des normes algériennes de panification J.O.R.A. 1991 : (P/L : 0.45-0.65).

Cette augmentation est due essentiellement à l'augmentation de la ténacité P et à la diminution de l'indice de gonflement G suite à l'augmentation du taux d'endommagement d'amidon (Adrian J, 1989).

Selon FEILLET (2000), l'amidon et les pentosanes jouent un rôle important dans la formation de la pâte par leur pouvoir fixateur d'eau, ils tiennent à la disposition des protéines du gluten la quantité nécessaire à la formation du réseau protéique, simultanément ils fixent l'eau en excès et empêchent la pâte de coller.

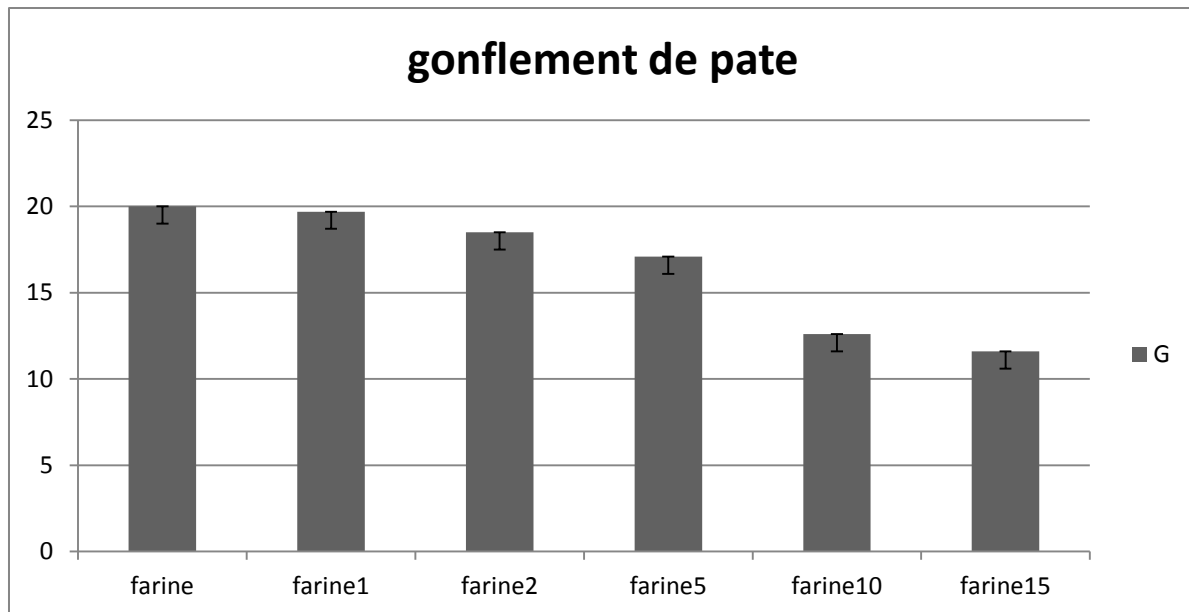
La composition biochimique des formules de nos formules, leurs propriétés fonctionnelles ainsi que les interactions physicochimiques pouvant s'installer à l'intérieur de ces farines au cours des différentes étapes de la panification sont mal connues, l'explication à proposer est celle d'attribuer la baisse des indices alvéographiques et donc de la force boulangère des pâtes testées à l'absence totale des protéines du gluten de la farine de noix de terre.

#### 2.11.4 Gonflement de la pâte

Les teneurs en sont Gonflement de la pâte représentée dans le tableau (33) et les figures (34).

**Tableau 33:** Teneurs en G.

	Farine	Farine1	Farine2	Farine5	Farine10	Farine15
G	20±0	19,7±0	18,5±0	17,1±0	12,6±0	11,6±0



**Figure33** : Gonflement de la pâte

D'après cette figure, on remarque que l'indice de gonflement diminue progressivement de 20 à 19,7, 18,5, 17,1, 12,6, 11,6 pour les doses 1% 2% 5% 10% et 15%.

L'indice de gonflement renseigne sur l'extensibilité de la pâte. Très quand elles sont hydratées, les Gliadines confèrent à la pâte son extensibilité, sa viscosité et sa plasticité. Le résultat obtenu donne des valeurs de G très inférieures à la norme, le gonflement faible donne des farines qui sont moins élastiques.

La faible capacité de gonflement est provoquée par la présence d'un grand nombre de cristaux, ce qui augmente la stabilité des granules en réduisant l'étendue du gonflement des granules. Lorsqu'on gélatinise à une certaine température, l'organisation des molécules est perturbée dans les granules et les interactions de l'amidon avec l'augmentation de l'eau, ce qui entraîne une augmentation substantielle de la capacité de gonflement (Gunaratne & Hoover, 2002; Ahmed et al., 2010).

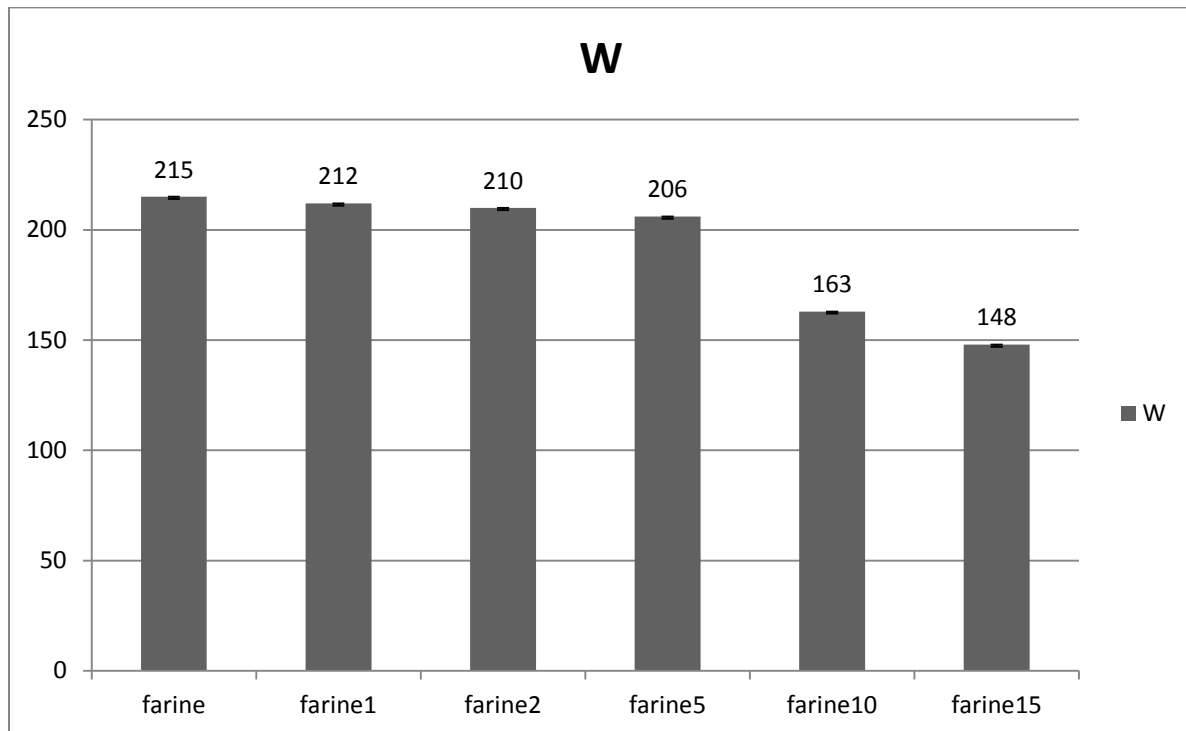
#### 2.11.5 Force boulangères

Les résultats de la force boulangère représentés extensibles dans le tableau (34) et les figures (35).

**Tableau34** : Force boulangères W.

Farine	Farine1	Farine2	Farine5	Farine10	Farine15

W	215±0	212±0	210±0	206±0	163±0	148±0
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------



**Figure34** : force boulangères

Nous remarquons une diminution de la force boulangère de la farine mixte notamment à des valeurs égale et supérieure à 10%

Nos résultats suggèrent que la diminution de la force boulangère peut être expliquée par la diminution de taux de gluten de la farine mixte après le mélange avec une farine sans gluten. Les valeurs obtenues montrent que les farines sont conformes aux normes requises pour la panification algérienne qui exige un W entre **130 et 180**.

### Conclusion

La présente étude a été conduite en vue de valoriser la noix de terre, tubercule méconnu, en étudiant d'une part les propriétés physicochimiques et les caractéristiques technologiques de ses farines issues de différentes régions à deux périodes de récoltes différentes. Et d'autre part l'utilisant à des différentes concentrations pour la fabrication d'une farine composée.

Les caractéristiques physico-chimiques des farines démontrent que cette farine sans gluten est riche en protéines (peut atteindre 7%) principalement à Tissemsilet. De même, une teneur élevée en matières grasses Mostaganem et Tissemsilet récoltées cette année (3,38, 3,01) g/100. Par contre l'échantillon de Relizane est marqué par sa teneur importante en cendre 3,96%. Sur le plan sensoriel, les paramètres de la couleur ( $L^*$ ,  $a^*$ , et  $b^*$ ) concluent que la farine récoltée à Khenchela est la plus claire. Cette farine est un produit stable, car son activité d'eau ( $a_w$ ) est inférieure à 0,65 (**Thebud et Santarius, 1982**).

Les échantillons récoltés en 2019 sont caractérisés par une teneur élevée en matières grasses et cendre, par contre ils sont difficilement réduits en farine.

Les caractéristiques physico-chimiques des farines substituées au taux de 5%, 10%, 15% par celle de noix de terre ont été étudiées par rapport à la farine 100% blé tendre.

Lorsqu'on passe de 0% à 15% de substitution, la composition chimique des farines s'améliore respectivement en cendres, matières grasses, gluten index et ténacité. Par contre, cette substitution influe négativement sur les autres paramètres étudiés.

Cette étude suggérerait que les tubercules de noix de terre pourraient être convenablement incorporés à la farine de blé jusqu'au taux de 5 à 10%, mais à des doses plus élevées avec les farines sans gluten.

(A)

**Agbor-Egbe, T., et Trèche, S. (1995).** Evaluation of the chemical composition of Cameroonianyamgermplasm. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8, 274-283.

**Ahmed, M., Akter, M.S., Lee, J.C. and Eun, J.B. (2010).**Encapsulation by spray drying of bioactive components, physicochemical and morphological properties from purple sweet potato. *LWT - Food Science and Technology*, (43), 1307-1312.

**Appendino G., Ozent H. C., Jakupovic J., (1994).** Prenylated iso-coumarins from

**Abu-Salem and Azza A. Abou-Arab (2011) :** Effect of supplementation of Bambara groundnut (*Vigna subterranean L.*) flour on the quality of biscuits, *African Journal of Food Science* Vol. 5(7), pp. 376-383, July 2011. Ghavidel, R. A., & Prakash, J. (2006). Effect *Buniumpaucifolium*. *Phytochemistry*. 36: 531–532.

**Anonyme 2011b.** Le pain, composant de base de notre alimentation. <https://www.google.com> Non paginé. Le 29 mai 2016, 15h00.

**Aykroyd, W.R., Doughty, J. (1982).** Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. Rome, Italy : FAO, 1982. 152 p.

(B)

**Balla, A., Blecker, C., Oumarou, M., Paquot, M., et Deroanne, C.,(1999).** Mise au point de pains composites à base de mélanges de farines de sorgho-blé et analyse texturale. **.BENKHALIFA A ., TOUMI. M., et BERBERI M.( 2018),**Laboratoire d'ethnobotanique et substances naturelles, ENS El-IbrahimiKouba, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 3(2), 69-77, Alger,.

**Bousetla A., Zellagui A., Derouiche K., Rhouati S., (2011).**Chemicalconstituents of the roots of Algerian *Buniumincrassatum*and evaluation of itsantimicrobialactivity.,*Arabian Journal of Chemistry* in press

**Bradbury, J. H. (1988).** The chemical composition of tropical rootcrops. *ASEAN Food Journal*, 4(1), 3-13.

**Bruneton J.,(2009).**Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. (Tec etDoc, Lavoisier).

**B e r t h e l o t J. (1990).** La panification des céréales t r o p i c a l e s : mise au point de recettes de brois à dominance de maïs ou de mil aisément transférables en Afrique noire. Rapport de fin de programme. Paris : Ministère de la coopération et du développement, 64 p.

**Berthelot, J. (1990).** La panification des céréales tropicales : mise au point de recettes de brios à dominance de maïs ou de mil aisément transférables en Afrique noire. Rapport de fin de programme. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 64 p.

**Baldet, P., et Colas F. (2012).** Utiliser la mesure de l'activité de l'eau pour mieux conserver les semences forestières : une coopération fructueuse entre Irstea et la Direction de la Recherche Forestière au Québec. Sciences Eaux & Territoires - Cahier spécial.

**BENATALLAH Le., ZIDOUNE M.N et MICHON C. 2012.** Optimization of HPMC and Water Addition for a Gluten-Free Formula with Rice and Field Bean Based on Rheological Properties of Doughs. *International Review of Chemical Engineering (I.RE.C.H.E.)*, Vol. 4, N. 5. ISSN 2035-1755(474-481

**Bárcenas, M.E., Haros, M., Rosell, C.M. (2003).** An approach to studying the effect of different bread improvers on the staling of pre-baked frozen bread. *European Food Research and Technology*, 218, 56-61

**Boz, H., Karao lu, M.M. (2013).** Improving the quality of whole wheat bread by using various plant origin materials. *Czech Journal of Food Science*, 31, 457-466.

(C)

**Cakilcioglu U., Khatunb S., Turkoglu I., Haytad S.,(2011).** Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazig-Turkey)., *Journal of Ethnopharmacology*, 137: 469–486.

**Chandra-Shekara, S., et Shurpalekar, S.R., (1983).** Optimum formulations and processing conditions for wheat-tuber breads. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 16(6), 332-337.

**Couplan F and Styner E.1994.** Guide des plantes sauvages comestibles et toxiques. Masson, Paris. pp.119-120

**Colas, A., (1998).** Définition de la qualité des farines pour différentes utilisations In : Les industries de première transformation des céréales. *Tec et Doc, Lavoisier*, 679 p.

**Cronquist A., 1981.** An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Ed. Columbia University Press, 1262 p.

**Coste H., Flahault CH.,(1998).** Flore Description et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. Tome II (Librairie scientifique et technique, Paris)

**Codex alimentarius 176 1989** norme pour la farine comestible de manioc.

**R. Calrel., 1975.** Fabrication de produits alimentaires et nutrition humaine. Ed. ESF. Paris.1992, p.153

(D)

**Degras L. (1998).** La patate (la patate douce). Paris, France : Maisonneuve et Larose

**Defloor, I. (1995).** *Factors governing the breadmaking potential of cassava (Manihot esculenta Crantz) flour*. Ph. D. thesis, University of K.U. Leuven, Belgium, 155 p.

**Dendy DAV., Clarke PA., James AW. (1973).** The use of blends of wheat and non wheat flours in breadmaking. In Composite Flour Program. Rome: Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations, p. 134.

**DIALLO1, SORO Doudjo1, KONE Kisselmina Youssouf1, ASSIDJO Noubou Emmanuël1, YAO Kouassi Benjamin1, and GNAKRI Dago** Fortification et substitution de la farine de blé par la farine de Voandzou (*Vigna subterranea* L. verdc) dans la production des produits de boulangerie. International Journal of Innovation and Scientific Research ISSN 2351-8014 Vol. 18 No. 2 Oct. 2015, pp. 434-443

**Dendy DAV., Clarke PA., James AW. (1973).** The use of blends of wheat and non wheat flours in breadmaking. In Composite Flour Program. Rome: Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations, p. 134.

**(E)**

El Kolli Meriem et El kolli Hayet 2017, Chemical composition and biological activities of the essential oils and the Methanolic extracts of *Bunium Incrassatum* and *Bunium Alpinum* from Algeria

**(F)**

**FAO (1991).** *Racines, tubercules, plantains et bananes dans la nutrition humaine*. Rome, Italy : FAO

**FAO (1996)** Codex Alimentarius : céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines

Végétales. FAO. Vol 7. 2ème édition. Rome. 164p.

**FAOSTAT (2004).** *Democratic Republic of Congo. Food balance sheet*. Disponible sur Internet, consulté le 6 février 2004 : <http://apps.fao.org>

**Feillet, P., (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. Edit Institut National de la Recherche Agronomique (*INRA*), Paris, 308 p.

**FAO. 1982.** Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine « étude FAO Alimentation et Nutrition (20) ». Rome. 152 p.

**FRAZIER P. J., BREIMBLECOME F. A., DANELS N. W. R. and RUSSELLEGITT P.W. (1979).** Bessers brot aus schwacherem weizen rheologische Überlegungen. Getreide Mehl und Brot. 271 p.

**Fasoyiro Subuola, Yudi Widodo and Taiwo Kehinde (2012).** Processing and Utilization of Legumes in the Tropics, Trends in Vital Food and Control Engineering, Prof. Ayman Amer Eissa (Ed.), ISBN: 978-953-51-0449-0, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/trends-in-vital-food-and-control-engineering/processing>

**(G)**

**Grandvoinnent&Praty (1994).** Farines et panification mixtes : la panification française. Edit. *Lavoisier-Apria, Tec et Doc*, Paris, 534 p.

**Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. (2004).** Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in food Science & Technology*, 15, 143-152.

**(I)**

**ISO 24333:2009 Céréales et produits céréaliers – Échantillonnage**

**ISO 712:2009 Céréales et produits céréaliers -- Détermination de la teneur en eau -- Méthode de référence**

**(H)**

**Heywood V. H., Moore D. M., Richardson I. B. K. et Stearn W. T., (1996).** Les plantes à fleurs 306 Familles de la flore mondiale P. 218- 219.

**Heywood V. H., (1996),** Les plantes à fleurs 306 Familles de la flore mondiale. Nathan. Paris. 335p.

**Hathorn, C.S., Biswas, M.A., Gichuhi, P.N., & Bovell-Benjamin, A.C. (2008).** Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweet potato flour and high-gluten dough enhancers. *Lebensmittel Wissenschaftund Technologie*,41(5), 803-815.

**(K)**

**Kohajdová, Z., Karovi ová, J., Schmidt, ` . (2009).** Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery industry. *Acta Chimica Slovenica*, 2, 46-61.

**(M)**

**Mandegarya A., Arab-Nozaria M., Ramiara H., Sharififarb F., (2012).**nticonvulsantactivity of the essential oil and methanolicextractof*Buniumpersicum* (*Boiss*). *B. Fedtsch.*, *Journal of Ethnopharmacology* 140: 447– 451.

**Machin D., Nyvold S. (Eds).**Rootstubers, plantains and bananas in animal feeding. Proceedings of the FAO Expert Consultation held in CIAT, Cali, Colombia. 21 – 25/01/1991

**Michael A Ameny et Paul W Wilson 1997**, Relationship between Hunter Color Values and  $\beta$ -Carotene Contents in White Fleshed African Sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* Lam).  
Journal Citation 9/56 (Agriculture, Multidisciplinary)23/71 (Chemistry, Applied)43/135  
(Food Science & Technology)

**Mollakhalili Meybodi, N., Mohammadifar, M.A., Feizollahi, E. (2015)**. Gluten-Free Bread Quality: A Review of the Improving Factors. *Journal of Food Quality Hazards Control*, 2, 81-85.

**Medoua N. G. J. M. (2005)**. Potentiels nutritionnel et technologique des tubercules durcis de l'igname *Dioscorea dumetorum* (Kunth) Pax : étude du durcissement post-récolte et des conditions de transformation des tubercules durcis en farine- Thèse de Doctorat/PhD, 2005, p. 254

**MOLINIER A. 2007**. Molinier pathologie médicale et pratique infirmière : Tome 2. *Edit Wolters, France*, 138 p.

**(N)**

**NF EN ISO 712 1989** Céréales et produits céréaliers - Détermination de la teneur en eau - Méthode de référence.

**(O)**

**Osagie, A. U. (1977)**. Phytosterols in some tropical tubers. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 25, 1222-1223.

**(R)**

**RIBEIRO R.J.M.C. et MELO P.I.M., 1990**. Composition and nutritive value of chickpea. *CIHEAM – Options Méditerranéennes, Série Séminaire n°9*: 107-111.

**(K)**

**Khan I., Ahmad H., Ali N., Ahmad B and Tanoli H.2013**. Screening of *Buniumbulbocastanum* for antibacterial, antifungal, phytotoxic and haemagglutinationactivities. *Pakistan. Journal. Pharmacy. Sciences* 26 (4) : 787-791.

**(L)**

**Lariushin B.2012**.*ApiaceaeFamily* : vol.2. pp. 127,132.

**Leterme P., Londoño A., Estrada F., Souffrant W., Buldgen A. (ND)**. **Chemical composition, nutritive value and voluntaryintake of three tropical foliages in pigs. To besubmitted**  
**Lefahal M., Zaabat N., Djarri L., Benahmed M., Medjroubi K., Laouer H., Akkal S.2017**. *Evaluation of the antioxidantactivity of extracts and*

*flavonoids obtained from Bunium alpinum Waldst. & Kit. (Apiaceae) and Tamarix gallica L. (Tamaricaceae). Pharmacy and Medical Sciences 30 : 5-9.*

**Lefahal M., Zaabat N., Djarri L., Benahmed M., Medjroubi K., Laouer H., Akkal S. 2017.** *Evaluation of the antioxidant activity of extracts and flavonoids obtained from Bunium alpinum Waldst. & Kit. (Apiaceae) and Tamarix gallica L. (Tamaricaceae). Pharmacy and Medical Sciences 30 : 5-9.*

**(J)**

**Jassbi A. R., Mehrdad M., Soleimani M., Mirzaeian M., Sonboli A., (2005).** Chemical Composition of the essential oils of *Bunium elegans* and *Bunium caroides*. *Chemistry of Natural Compounds* 41:415–417.

**(I)**

**INRA (1989).** L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. 2nd ed. Paris, France : INRA

**(L)**

**Labuza T. P., McNally, L., Gallagher, D., Hawkes, J., and Hurtado, F. (1972),** Stability of intermediate moisture foods. Lipid oxidation, *Journal of Food Science*, (37), 154 - 159 p.

**(M)**

**Micard, V., Brossard, C., Champ, M., Crenon, I., Jourdeuil-Rahmani, D., Minier, C., and Petitot, M. (2010).** "Aliment mixte «blé dur-légumineuse»: influence de la structuration de leurs constituants sur leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques." *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 45(5), 237-245.

**Mollakhalili Meybodi, N., Mohammadifar, M.A., Feizollahi, E. (2015).** Gluten-Free Bread Quality: A Review of the Improving Factors. *Journal of Food Quality Hazards Control*, 2, 81-85.

**(Q)**

**Quezel P., Santa S., (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris.

**(R)**

**Rickard, J. E. et Coursey, D. G. (1981).** Cassava storage. *Tropical Science*, 23, 1-32.

**Ravindran V., Sivakanesan R., Cyril H.W. (1996).** Nutritive value of raw and processed colocasia (*Colocasia esculenta*) corm meal for poultry. *Animal Feed Science and Technology*. 57 : 335-345

**Riviere R. (1991).** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, France : la Documentation française

**Rosell, C.M., Rojas, J.A., De Barber, C. B. (2001).** Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15, 75-81.

**(S)**

**Salehi P., Mohammadi F., Asghari B., (2008).** Seed essential oil analysis of *Bunium persicum* by hydrodistillation-headspace solvent microextraction. *Chemistry of Natural Compounds*, 44(1): 111-113.

**Stampfli, L., Nersten, B. (1995).** Emulsifiers in bread making. *Food Chemistry*, 52, 353-360.  
**Storck, R., Da Rosa Zavareze, E., Gularte, M.A., Elias, M.C., Rosell, C.M., Guerra Dias, A.R. (2013).** Protein enrichment and its effects on gluten free bread characteristics. *LWT -Food Science and Technology*. 53, 346-354.

**Sauvant D., Perez J.-M., Tran G. (Ed.) (2002).** Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage : porcs, volailles, bovins, ovins, lapins, chevaux, poissons. Paris, France : INRA

**Shahsavari N., Barzegar M., Sahari M. A., Naghdibadi H., (2008).** Antioxidant Activity and Chemical Characterization of Essential Oil of *Bunium persicum*. *Plant Foods Hum Nutr* ,63:183–188.

**Stephen R. D., Deborah S. K., Krzysztof S., (2000).** A Phylogeny of Apiaceae tribe Scandiceae evidenced from nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences. *American Journal of Botany* 87(1): 76–95.

**Scott, W.J., (1953).** Water relations of *Staphylococcus aureus* at 30 °C. *Australian Journal Biology Science*, n° 6, 549 - 56 p.

**Seleem, H.A., Omran, A.A. (2014).** Evaluation Quality of One Layer Flat Bread Supplemented with Beans and Sorghum Baked on Hot Metal Surface. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 2246-2256.

**(T)**

**Taga R., (1995).** Panification : les farines composées une technologie facile à maîtriser *Bulletin du Réseau TPA* n°10-Juin.

**Taufel A.**, et.al,(Hrsg) : lebensmittel-lexikon,Behr'sVerlage, Hamburg 1993, Nachdruck 1998

**Thebud R. & Santarius K.A., 1982.** Effects of hightemperature stress on various biomembranes of leaf cells in situ and in vitro. *Plant Physiol.*, 70, 200-205.

**(V)**

**Van Hal, M.V. (2000).**Quality of sweetpotatoflourduringprocessing and storage.

*Journal of Food Reviews International*, (16) 1 - 37.

**(Y)**

**Yetunde Ezinwanyi Alozie, Mary Arikpo Iyam, Olajumoke Lawal Ukpong Udofia et Ime Franklin Ani, 2009.** Utilisation of Bambara Groundnut flour blends in bread production, *Journal of Food Technology* 7 (4) 111-114.

**ALVEOLINK NG****ALVEO HC**

Groupe METIDJI

DATE : 25/06/19  
HEURE : 11:29**REFERENCE ECHANTILLON**  
**NOM DE FICHIER**: FARINE  
: 06250002A119**PARAMETRES**

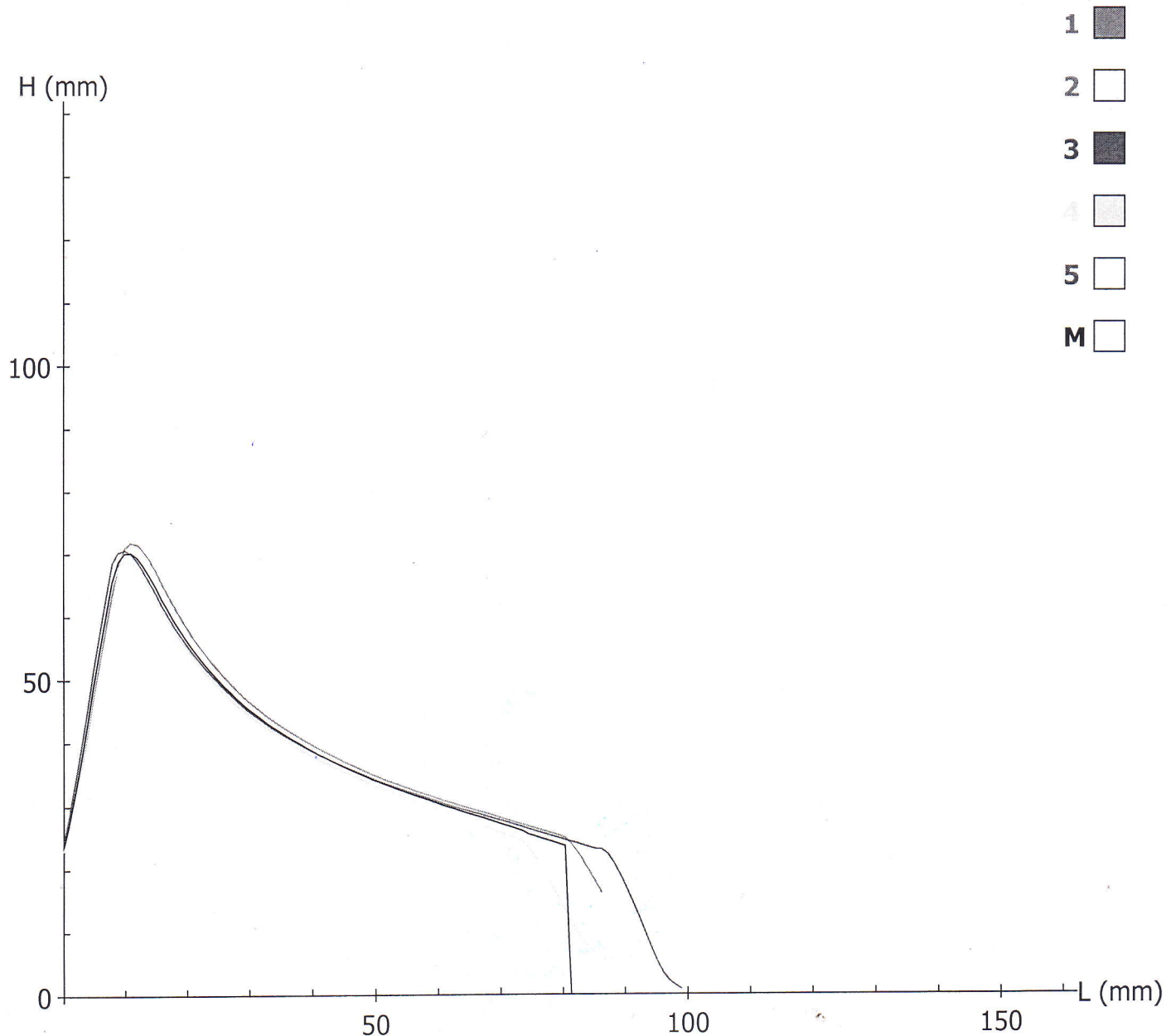
TEMP.LABO :		HYGRO.LABO. :	
FARINE :		MOULIN :	
HUMIDITE :	14,2 %	T.CHUTE :	
PROTEINES :		W.A. :	
A.E. :		T.EXTRAC :	
ZELNY :			
T.CENDRES :			
GLUTEN :			

**RESULTATS**

P	=	77 mmH2O
L	=	81 mm
G	=	20
W	=	215 10E-4J
P/L	=	0,95
Ie	=	55,7 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMMENTAIRES

V:d2.8C



Groupe METIDJI

DATE : 11/06/19  
HEURE : 11:43

REFERENCE ECHANTILLON  
NOM DE FICHIER

: FARINE 1  
: 06110003A119

PARAMETRES

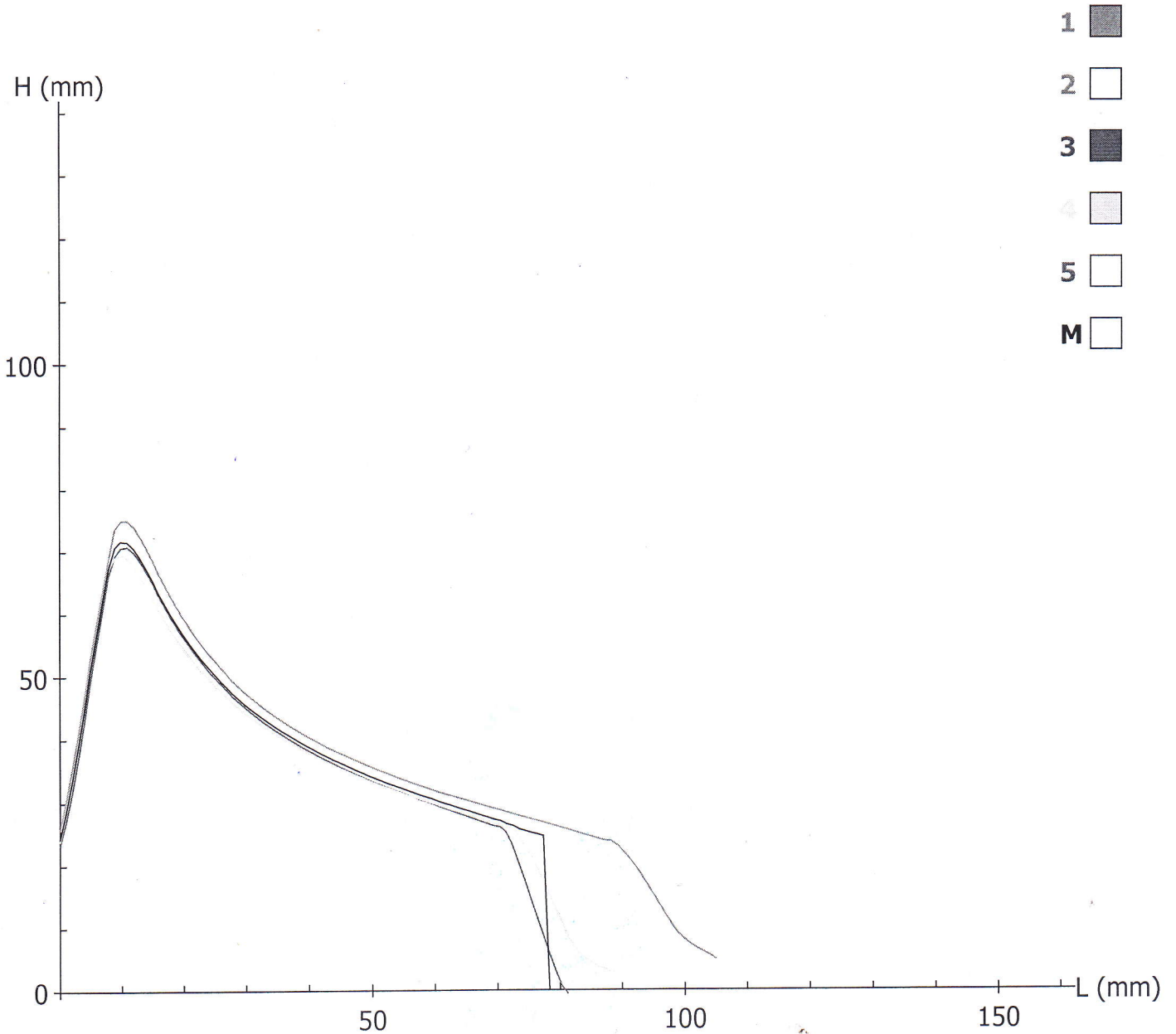
TEMP.LABO :		HYGRO.LABO. :	
FARINE :		MOULIN :	
HUMIDITE :	14,35 %	T.CHUTE :	
PROTEINES :		W.A. :	
A.E. :		T.EXTRAC :	
ZELNY :			
T.CENDRES :			
GLUTEN :			

RESULTATS

P	=	79 mmH2O
L	=	78 mm
G	=	19,7
W	=	212 10E-4J
P/L	=	1,01
Ie	=	54,4 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMMENTAIRES

V:d2.8C



Groupe METIDJI

DATE : 13/06/19  
HEURE : 11:40

**REFERENCE ECHANTILLON**  
**NOM DE FICHIER**

: FARINE 2  
: 06130005A119

**PARAMETRES**

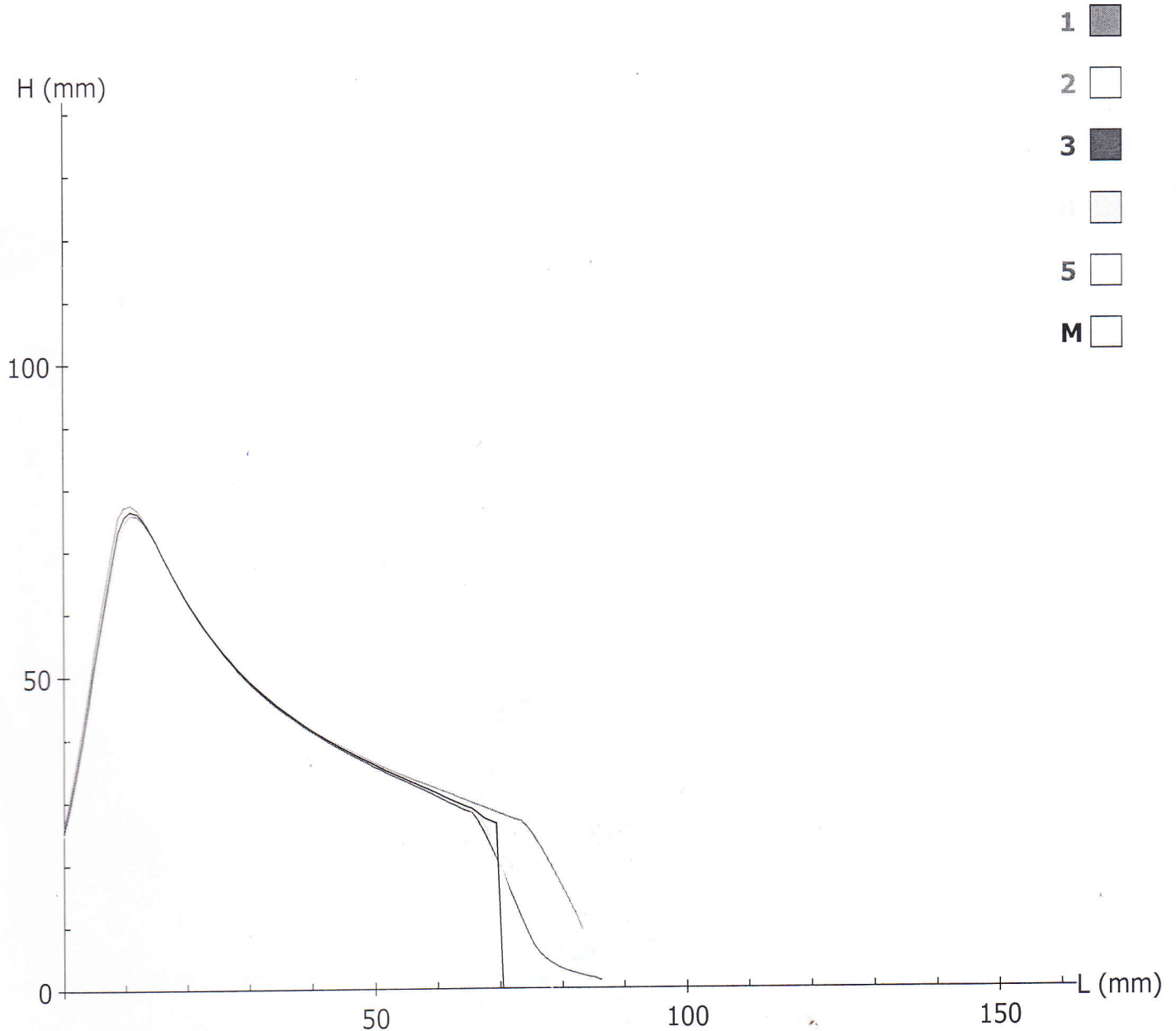
TEMP.LABO :		HYGRO.LABO. :	
FARINE :		MOULIN :	
HUMIDITE :	14,35 %	T.CHUTE :	
PROTEINES :		W.A. :	
A.E. :		T.EXTRAC :	
ZELENY :			
T.CENDRES :			
GLUTEN :			

**RESULTATS**

P	=	84 mmH2O
L	=	69 mm
G	=	18,5
W	=	210 10E-4J
P/L	=	1,22
Ie	=	54,6 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMMENTAIRES

V:d2.8C



Groupe METIDJI

DATE : 10/06/19  
HEURE : 10:15

REFERENCE ECHANTILLON : F 5  
NOM DE FICHIER : 06100002A119

**PARAMETRES**

TEMP.LABO :		HYGRO.LABO. :	
FARINE :		MOULIN :	
HUMIDITE :	14,1 %	T.CHUTE :	
PROTEINES :		W.A. :	
A.E. :		T.EXTRAC :	
ZELNY :			
T.CENDRES :			
GLUTEN :			

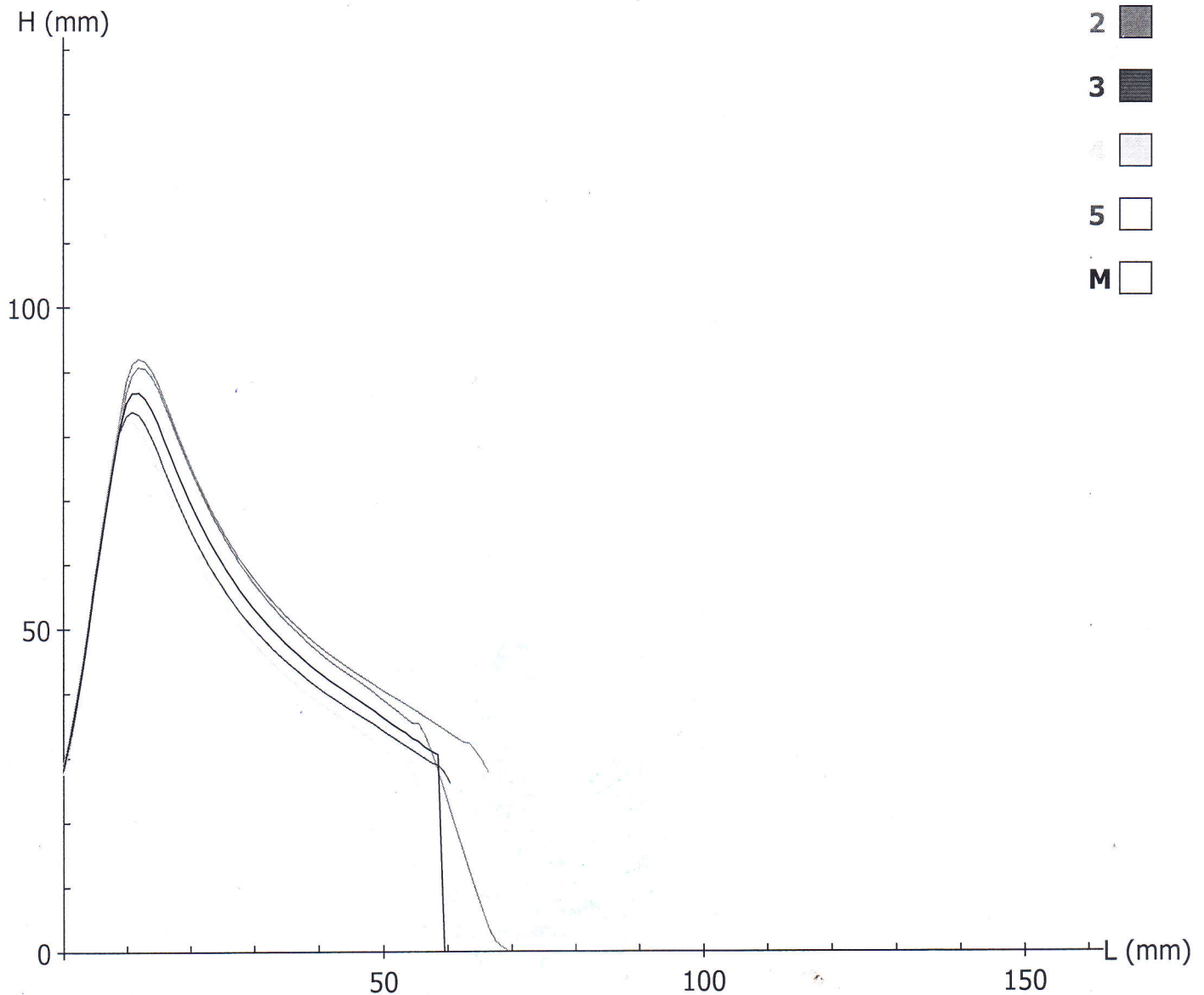
**RESULTATS**

P	=	95 mmH2O
L	=	59 mm
G	=	17,1
W	=	206 10E-4J
P/L	=	1,61
Ie	=	50,6 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMMENTAIRES

V:d2.8C

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- M



# ALVEOLINK NG

# ALVEO HC

Groupe METIDJI

DATE : 10/06/19  
HEURE : 10:47

REFERENCE ECHANTILLON  
NOM DE FICHIER

: F 10  
: 06100003A119

### PARAMETRES

TEMP.LABO :		HYGRO.LABO. :	
FARINE :		MOULIN :	
HUMIDITE :	14,05 %	T.CHUTE :	
PROTEINES :		W.A. :	
A.E. :		T.EXTRAC :	
ZELNY :			
T.CENDRES :			
GLUTEN :			

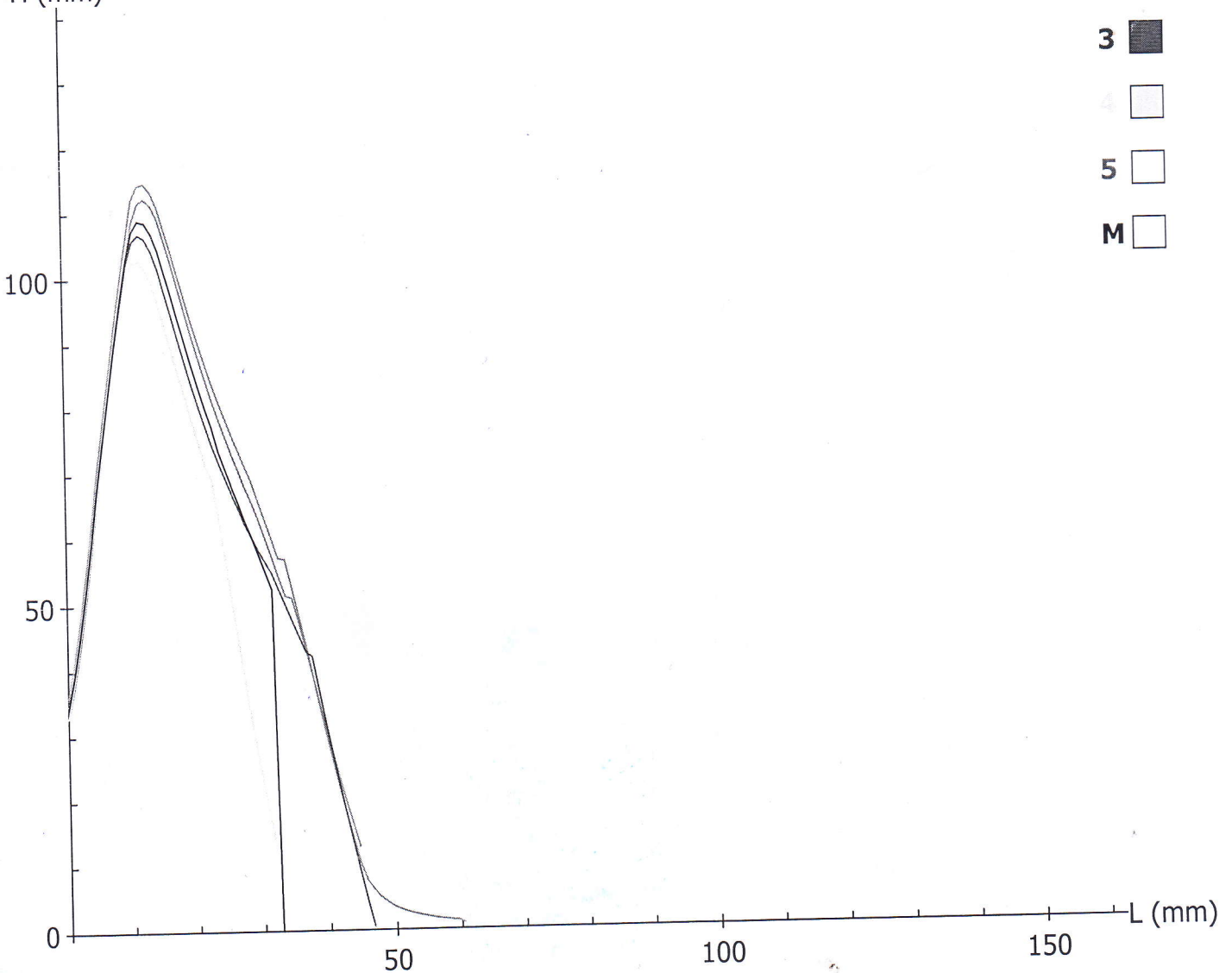
### RESULTATS

P	=	120 mmH2O
L	=	32 mm
G	=	12,6
W	=	163 10E-4J
P/L	=	3,75
Ie	=	0 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMMENTAIRES

V:d2.8C

H (mm)



# ALVEOLINK NG

# ALVEO HC



Groupe METIDJI

DATE : 10/06/19  
HEURE : 11:27

REFERENCE ECHANTILLON : F 15  
NOM DE FICHIER : 06100004A119

### PARAMETRES

TEMP.LABO	:		HYGRO.LABO.	:	
FARINE	:		MOULIN	:	
HUMIDITE	:	13,9 %	T.CHUTE	:	
PROTEINES	:		W.A.	:	
A.E.	:		T.EXTRAC	:	
ZELNY	:				
T.CENDRES	:				
GLUTEN	:				

### RESULTATS

P	=	130 mmH2O
L	=	27 mm
G	=	11,6
W	=	148 10E-4J
P/L	=	4,81
Ie	=	0 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMMENTAIRES

V:d2.8C

