



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences biologiques



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Intitulé

**Effet d'incorporation de la poudre de dattes « Mech Degla »
dans la farine de blé tendre**

Présenté par :

- ✓ Debiche Meriem
- ✓ Mezhoud Yasmine

Devant le jury :

Président : M^{me} Boumerfeg Sabah Professeur (Université de Bordj Bou Arreridj)
Encadrant : M^{me} Benbouguerra Nawel MAB (Université de Bordj Bou Arreridj)
Examineur : M^{me} Boussaha Soumaya MAA (Université de Bordj Bou Arreridj)

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

En préambule, nous remercions ALLAH qui nous a aidés et nous a donné la patience et le courage durant ces longues années d'études

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice Madame BENBOUGUERRA Nawel, à qui nous exprimons toute notre reconnaissance, de nous avoir encadré et encouragé. Merci pour la bonne volonté, la patience et les précieux conseils

Nous exprimons tous nos remerciements aux membres du jury, Madame BOUMERFEG Sabah et BOUSSAHA Soumaya pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner ce modeste travail

Nous remercions les ingénieurs du laboratoire de Biochimie d'avoir nous accueillir et nous aider

Notre stage a été réalisé dans la structure d'accueil « les moulins de Bibans agro-dive» dirigé par Madame H.BENMAAMER, merci d'avoir nous aider et orienter dans notre travail

Nos remerciements sont adressés à l'ensemble du personnel du département de biologie de la faculté des sciences de la vie et de la nature, aussi tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail

Dédicaces

À ma très chère mère

Affable, honorable, aimable, tu es le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Puisse Dieu, le tout-puissant, te préserver et t'accorde la santé, la longue vie et le bonheur

À mon très cher père

Un signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour le dévouement et les sacrifices dont vous avez fait toujours preuve à mon égard

À mes frères : Hamza, Sofiane et Slimane

À ma sœur unique : Somia

À la plus belle Maria

À mes très chères cousines : Kahina, Khadidja, Inas et Asma

À mes amies : Khawla, Wiam, Tassadit et Sara

À Yassmine, ma chère amie avant d'être mon binôme.

À toute la famille Debiche

Meriem

Dédicaces

À ma très chère mère

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme
il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta
présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter
les différents obstacles*

À mon très cher père

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que
ce travail traduit ma gratitude et mon affection*

À ma deuxième mère Ghania

*Qui m'a toujours encadré avec beaucoup d'amour et d'attention, que
Dieu lui réserve la bonne santé*

*À mes très chères sœurs : Rym et Syrine puisse Dieu vous donner la
santé, le bonheur, le courage et surtout la réussite*

*À mes chères cousines : Alia, Rayen, Anissa, Amira, Hadjer, Malak,
Lydia et Lyne.*

À toutes mes amies : Romaiissa, Atika, Rania et Wahiba

À Meriem, ma chère amie avant d'être mon binôme

À toute la famille mezhoud

Yassmine

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale1

Partie bibliographique

I. Les céréales.....3

I.1. Le blé.....3

I.2. Le blé tendre.....4

I.2.1. Le grain de blé.....4

I.2.2. La culture de blé tendre en Algérie.....5

I.2.3. La farine de blé tendre.....5

I.2.4. La classification des farine.....5

I.2.5. La composition chimique de la farine de blé tendre.....6

II. Le palmier dattier.....7

II.1. Les dattes.....8

II.1.1. L'aspect botanique des dattes.....8

II.1.2. Les variétés des dattes en Algérie.....9

II.1.3. La production des dattes en Algérie.....9

II.1.4. La variétés Mech- Degla.....10

II.1.5. La composition chimique de Mech-Degla.....10

III. Les composés phénoliques.....11

III.1. Les composés phénoliques dans le blé tendre.....11

III.2. Les composés phénoliques dans les dattes.....11

Partie expérimentale

I. Matériel végétal.....	12
II. Préparation de la farine de la pulpe de dattes et les trois incorporations.....	13
III. Caractérisation physique et morphologique de la farine de blé tendre, de la farine de la pulpe de dattes et les incorporations.....	14
IV. Caractérisation physico-chimique et rhéologique de la farine de blé tendre, de la farine de la pulpe de dattes et les incorporations (10%, 30% et 50 %).....	14
IV.1. Taux d'humidité.....	14
IV.2. Potentiel d'hydrogène.....	14
IV.3. Acidité titrable.....	15
IV.4. Taux de cendres.....	15
IV.5. Sucres hydrosolubles.....	16
IV.6. Taux de gluten.....	16
IV.7. Indice de chute.....	16
IV.8. Test à alvéographe de Chopin.....	17
V. Extraction et dosage des polyphénols totaux.....	18
V.1. Extraction par macération.....	18
VI. Analyse statistique des données.....	19
VII. Formulation d'un biscuit sec.....	19
VII.1. Analyses sensorielles du biscuit.....	20

Résultats et discussion

I. Résultats	21
I.1. Caractérisation physique et morphologique de la farine de blé tendre, de la farine de la pulpe de dattes et les incorporations.....	21
I.2. Caractérisation physico-chimique et rhéologique de la farine de blé tendre, de la farine de la pulpe de dattes et les incorporations (10%, 30% et 50 %).....	22
1.2.1. Taux d'humidité.....	22
1.2.2. Potentiel d'hydrogène.....	22
1.2.3. Acidité titrable.....	23
1.2.4. Taux de cendres.....	24
1.2.5. Sucres hydrosolubles.....	24
1.2.6. Taux de gluten.....	25
1.2.7. Indice de chute.....	26
1.2.8. Test à alvéographe de Chopin.....	27
I.3. Dosage des polyphénols totaux.....	28
I.4. Analyses sensorielles du biscuit.....	29
II. Discussion	32

Conclusion et perspectives

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

EAG : Équivalent acide gallique

EG : Équivalent glucose

FBT : Farine de blé tendre

FMD : Farine de Mech-Degla

GH : Gluten humide

GS : Gluten sec

Inc : Incorporation

MS : Matière sèche

pH : Potentiel d'hydrogène

PPT : Polyphénols totaux

UV : Ultra-violet

Liste des figures

Figure 01 : Blé.....	3
Figure 02 : Grain de blé tendre.....	4
Figure 03 : Palmier dattier.....	7
Figure 04 : Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite).....	8
Figure 05 : Datte Mech-Degla.....	10
Figure 06 : Courbe alvéographique avec indication des différents paramètres mesurés.....	17
Figure 07 : Biscuits secs obtenus.....	20
Figure 08 : Taux d'humidité de la FBT, FMD et des incorporations.....	21
Figure 09 : pH de la FBT, FMD et des incorporations.....	23
Figure 10 : Acidité titrable de la FBT, FMD et des incorporations.....	23
Figure 11 : Taux de cendres de la FBT, FMD et des incorporations.....	24
Figure 12 : Sucres hydrosolubles de la FBT, FMD et des incorporations.....	25
Figure 13 : Gluten humide et sec de la FBT, FMD et des incorporations.....	26
Figure 14 : Indice de chute de la FBT, FMD et des incorporations.....	36
Figure 15 : Teneur en polyphénols totaux de la FBT, FMD et des incorporations.....	28
Figure 16 : Résultats d'évaluation de la couleur du biscuit par les dégustateurs.....	29
Figure 17 : Résultats d'évaluation de l'odeur du biscuit par les dégustateurs.....	30

Figure 18 : Résultats d'évaluation de la texture du biscuit par les dégustateurs.....30

Figure 19 : Résultats d'évaluation de l'aspect de biscuit par les dégustateurs.....31

Figure 20 : Résultats d'évaluation du goût de biscuit par les dégustateurs.....32

Liste des tableaux

Tableau I : Position systématique du blé tendre.....	4
Tableau II : Classification des farines.....	5
Tableau III : Composition chimique de la farine.....	6
Tableau IV : Position systématique du blé tendre.....	7
Tableau V : Pourcentages d'incorporation.....	13
Tableau VI : Caractéristiques physiques et morphologiques de la datte entière et de la farine obtenue	21
Tableau VII : Résultats du test à l'alvéographe de Chopin pour la farine et l'incorporation 10%.....	27

Introduction

Les produits alimentaires à base de céréales constituent une part importante de l'alimentation humaine quotidienne (**Arendt et Zannini, 2013 ; Ghania et al., 2015**). Tout au long de l'histoire, ils ont été et sont toujours une source importante de protéines, de fibres alimentaires et de composés bioactifs ayant des effets antioxydants et anti-inflammatoires (**Varzakas, 2016**). Les principales céréales sont le blé, le seigle, le riz, l'orge, l'avoine et le maïs. Parmi ceux-ci, le blé, le maïs et le riz dominent la production agricole mondiale (**Zamaratskaia et al., 2021**).

Le blé est l'une des principales céréales du monde et il occupe une grande partie de l'alimentation humaine (**Uthayakumaran et Wrigley, 2010 ; Li et al., 2022**). Ces dernières années, le rendement annuel mondial moyen du blé a continuellement dépassé 600 millions de tonnes avec l'amélioration du niveau technologique de la production agricole (**Uthayakumaran et Wrigley, 2010**).

Le blé tendre est utilisé dans la production de la farine boulangère et couvre environ 95 % de la production mondiale. La farine est constituée principalement d'amidon, de protéines et de matières grasses (**Shankar et al., 2014 ; Varzakas, 2016**). Cependant, elles contiennent également des minéraux, des composés phytochimiques bioactifs, des antioxydants et des vitamines (**Slavin, 2000 ; Varzakas, 2016**).

Les dattes jouent un rôle essentiel dans le bien-être économique et social des populations vivant dans les régions arides et semi-arides du monde (**Said, 2014 ; Amadou, 2016**). Elles sont un aliment de base important dans de nombreux pays du monde, en particulier au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (**AlFaris et al., 2021**). Les dattes renferment une quantité abondante de nutriments essentiels et sont considérées comme un aliment complet avec des glucides, des fibres et des lipides présents en quantités importantes (**Ahmed et al., 2022**). De plus, les dates ont une capacité antioxydante élevée et des propriétés qui réduisent le diabète (**Benmeddour et al., 2013 ; Sarraf et al., 2021**).

En Algérie, la variété Mech-Degla est la plus populaire des dattes sèches compte tenu de ses qualités gustatives, sa facilité de conservation et ses multiples utilisations (**Acourene, 2014**).

L'objectif de cette étude est d'avoir l'effet d'incorporation de la farine de la pulpe de datte Mech-Degla dans la farine de blé tendre commercial aux taux de 10%, 30% et 50%.

Ce travail s'articule autour de quatre parties :

- La première partie est une étude bibliographique autour des céréales, de blé tendre, de palmier dattier et des dattes

- La seconde partie présente le matériel et les méthodes utilisées.

- La troisième partie se rapporte aux résultats obtenus ainsi que leurs discussions

Enfin l'ensemble de travail est terminé par une conclusion générale et des perspectives du travail.

I. Les céréales

Les céréales sont des aliments essentiels qui fournissent une part importante de l'énergie et des protéines dans les régimes alimentaires humains à l'échelle mondiale (**Varzakas, 2016**). La prédominance des céréales dans les aliments humains rend les attributs nutritionnels des céréales importants pour la santé des populations humaines (**Henry et al., 2016**). Les principales céréales sont le blé, le seigle, le riz, l'orge, l'avoine et le maïs. Parmi ceux-ci, le blé, le maïs et le riz dominent la production agricole mondiale (**Zamaratskaia et al., 2021**).

I.1. Le blé

Le blé appartient à la famille des *Poaceae* (Gramineae), tribu des Triticeae. Les blés actuellement cultivés sont ; le diploïde *T. monococcum* (blé Einkorn), les tétraploïdes *T. dicoccum* (blé emmer), *T. durum* (blé de pâtes ou blé dur), les hexaploïdes *T. aestivum* (blé tendre ou blé panifiable) et *T. spelta* (épeautre) (**Arendt et Zannini, 2013 ; Cooper, 2015**). Actuellement, environ 95 % du blé cultivé dans le monde est du blé panifiable, la majeure partie des 5 % restants étant du blé pour pâtes (**Arendt et Zannini, 2013**).



Figure 01 : Blé (Cooper, 2015)

La popularité du blé est due principalement à l'adaptabilité du blé en tant que culture compatible à de nombreux sols et conditions climatiques. Plus important encore, le blé est unique en raison de la capacité des protéines de blé de se combiner dans la masse de protéines connue sous le nom de gluten (**Cooper, 2015 ; Gilissen et Smulders, 2021**). Le blé est donc la seule source efficace de farine pour la production du pain dans le monde (**Uthayakumaran et Wrigley, 2010**).

I.2. Le blé tendre

Le blé tendre est une graminée qui fait partie de la classe botanique des Monocotylédones, et de la famille des Poaceae (Cooper, 2015). Cette plante annuelle produit un fruit sec indéhiscent, le caryopse (Arendt et Zannini, 2013).

Tableau I : Position systématique du blé tendre (Arendt et Zannini, 2013 ; Cooper, 2015)

Règne	Plantae
Classe	Angiosperme
Ordre	<i>Poales</i>
Famille	<i>Poaceae</i>
Sous-famille	<i>Pooideae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum aestivum</i>

I.2.1. Le grain de blé

Le grain de blé mesure en moyenne de 2,5 à 3,0 mm d'épaisseur, de 3 à 3,5 mm de largeur et de 6 à 7,0 mm de longueur. Les grains de blé pèsent en moyenne entre 30 et 40 mg (Arendt et Zannini, 2013).

Le grain de blé est constitué de 3 grandes parties : l'albumen (80-85 % du grain), les enveloppes (13 à 17 % du grain) et le germe (2-3 % du grain) (Tifraouat et Ouhal, 2016).

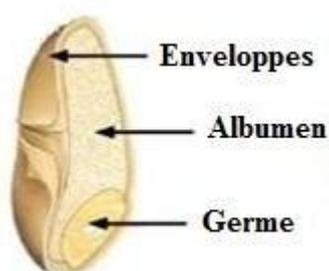


Figure 02 : Grain de blé tendre (Tifraouat et Ouhal, 2016)

Le grain est constitué majoritairement d'amidon qui représente environ 70% de la matière sèche. Les protéines représentent entre 10 à 15% et les pentosanes représentent quant à eux entre 2 et 3% de la matière sèche du grain (Cooper, 2015; Varzakas, 2016 ; Gilissen et Smulders, 2021).

I.2.2. La culture du blé tendre en Algérie

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (**Djermoun, 2009**). La farine de blé tendre représente 60% de la ration alimentaire du citoyen algérien, et ses habitudes alimentaires (pâte, biscuit, pain) font de lui un grand consommateur de cette denrée (**bengriche et Tiliouine, 2017**).

La production algérienne en blé tendre reste très faible. Elle a atteint, au cours de la campagne 2014-2015, les 0,63 millions de tonnes. Du point de vue productivité, le rendement moyen de blé tendre enregistré au cours de la campagne 2014- 2015 est de 1,26 t/ha (**Lamara et Benguedouj, 2019**).

I.2.3. La farine de blé tendre

La farine est produite à partir du broyage de grains de blé tendre. Le broyage (ou mouture) se déroule typiquement dans un moulin (**Shankar et al., 2014**). Le but principal de la mouture est de transformer le blé en farine. La mouture est réalisée par une série de processus de réduction de taille et de séparation. La séparation assure l'élimination du son et des composants germinaux. Le processus de réduction de la taille permet de réaliser plus efficacement les processus enzymatiques et de cuisson. Donc, la production de farine consiste principalement à moudre et à tamiser le grain (**Arendt et Zannini, 2013**).

I.2.4. La classification des farines

La classification des farines est basée sur la teneur en cendres ou matière minérale, elle est de 45 à 150 (**Bengriche et Tiliouine, 2017**).

Tableau II : Classification des farines (**Bengriche et Tiliouine, 2017**)

Types de farine	Teneur en matières minérales (%)	Usages
T45	<0,5	Usages ménagers, farine de gruaux
T55	0,5 à 0,6	Pains, pâtisserie, viennoiseries
T65	0,62 à 0,75	Biscuiterie
T80	0,75 à 0,9	Pains bis
T110	1 à 1,2	Pains complets
T150	>1,2	Pains complets

I.2.5. La composition chimique de la farine de blé tendre

La farine de blé tendre est constituée majoritairement de polymères glucidiques (amidon et pentosanes), d'eau, de protéines (hydrosolubles et insolubles), et de lipides (**Bengriche et Tiliouine, 2017**).

Tableau III : Composition chimique de la farine (**Boukarboua et Boulkroun, 2016**)

Composants	Teneurs (%)
Amidon	67-72
Protéine	7-15
Eau	13-16
Sucres	4,5-5
Matière grasse	1-2
Matières minérales	0,4-0,5

II. Le palmier dattier

Phoenix dactylifera appartient à la famille d'Areceaceae, c'est l'arbre le plus haut de toutes les espèces de Phoenix, et dans certaines conditions, le tronc non ramifié peut atteindre plus de 30 m (Amadou, 2016).



Figure 03 : Palmier dattier (Baliga *et al.*, 2011)

Le palmier dattier est une culture importante dans les régions désertiques chaudes (régions arides et semi-arides) du monde et est commercialisé globalement comme un fruit de grande valeur. Il joue un rôle important dans la vie économique et sociale des gens de ces régions (Abbès *et al.*, 2013).

Tableau IV : Position systématique du palmier dattier (Arendt et Zannini, 2013 ; Cooper, 2015)

Ordre	Arecales
Famille	Areceaceae
Sous-famille	<i>Coryphoidées</i>
Tribu	<i>Phoenicées</i>
Genre	<i>Phoenix</i>
Espèce	<i>Phoenix dactylifera L.</i>

II.1. Les dattes

Les dattes, fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), peuvent être considérées comme la principale nourriture de base dans les pays d'Afrique du Nord et la base de la nourriture des habitants du Sahara algérien, en particulier pendant la période du Ramadan (**Boudries *et al.*, 2007**). Les dattes sont une source importante de nutriments et d'énergie (**Amira *et al.*, 2011 ; AlFaris *et al.*, 2021**). La production mondiale des dattes dépasse les 6 millions de tonnes métriques par an dans le monde (**Boudries *et al.*, 2007**).

II.1.1. L'aspect botanique des dattes

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie, avec des dimensions très variables, de 2 à 8cm de longueur et d'un poids de 2 à 8g selon les variétés (**Amadou, 2016**), contenant un seul grain appelé noyau, la partie comestible de la datte dite chair ou pulpe (**Amira *et al.*, 2011**), est constituée d'un :

- **Péricarpe** ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- **Mésocarpe** généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue
- **Endocarpe** de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduite à une membrane parcheminée entourant le noyau (**Atriche et Bourekoua, 2019**).

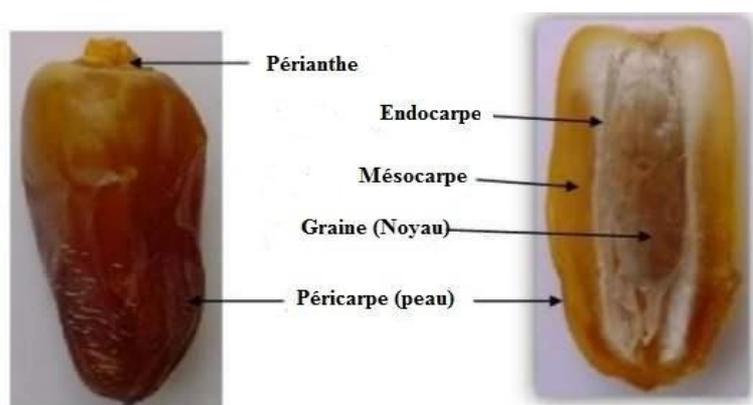


Figure 04 : Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite) (**Espiard, 2002**)

II.1.2. Les variétés des dattes en Algérie

Elles sont très nombreuses et se différencient par leurs saveurs, consistances, formes, couleurs, poids et dimensions (**Acourene, 2001**). Les principales variétés cultivées en Algérie sont :

- **Deglet-Nour** : Variété sociale et commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur.
- **Variétés communes** : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (**Belaroussi, 2019**).

II.1.3. La production des dattes en Algérie

L'Algérie est le troisième producteur de dattes au monde (**Chergui et al., 2021**). La production est estimée à 492,22 tonnes dont 244,636 tonnes (50 %) de dattes demi molles (Deglet Nour), 164,45 tonnes (33 %) des dattes sèches (Degla Beïda et Mech-Degla) et 83,128 tonnes soit 17 % des dattes molles (Ghars et analogues). La palmeraie algérienne est constituée de plus de 11 millions de palmiers répartis à travers 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf (**Belaroussi, 2019**).

II.1.4. La variété Mech-degla

La variété Mech-Degla est la variété la plus populaire des variétés sèches, les dattes arrivent à la maturité au mois d'octobre. Généralement le fruit de ce cultivar a une forme subcylindrique, un peu allongée et aplatie à la base. Il peut atteindre une taille de 3,5 cm de longueur et un poids de l'ordre de 6,5g. À la maturité, la datte est plutôt beige claire, l'épiderme est ridé, peu brillant et cassant (**Benmeridja, 2011**).



Figure 05 : Datte Mech-Degla

II.1.5. La composition chimique de Mech-Degla

Les dattes sont riches en certains nutriments et fournissent une bonne source d'énergie rapide, en raison de leur teneur élevée en glucides (70-80%). De plus, les fruits dattiers contiennent des matières grasses (0,20 - 0,50 %), des protéines (2,3 - 5,60 %), des fibres alimentaires (6,40 - 11,50 %), des minéraux (0,10 à 916 mg/100 g de poids sec), certaines vitamines (C, B1, B2, B3 et A) avec très peu ou pas d'amidon (**Amira et al., 2011**).

III. Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des composés issus du métabolisme secondaire des végétaux et caractérisés par la présence d'un ou plusieurs groupements phénoliques dans leur structure (**Amiot *et al.*, 2009 ; Quideau *et al.*, 2011 ; Quideau, 2013**). Environ 10000 composés, solubles dans l'eau et les solvants organiques, font des polyphénols une classe de molécules hétérogènes (**Ashraf *et al.*, 2018**).

Les polyphénols sont classés en flavonoïdes, anthocyanes, tanins et stilbènes (**Derbel et Ghedira, 2005**). Les polyphénols ont reçu une attention considérable en tant que facteurs potentiellement protecteurs contre les maladies dégénératives chroniques humaines (cataractes, maladies neurodégénératives et diabète sucré), cancer et maladies cardiovasculaires (**Farah et Donangelo, 2006 ; Pandey et Rizvi, 2009**).

III.1. Les composés phénoliques dans le blé tendre

Le blé contient différents composés phénoliques, principalement des acides phénoliques et des flavonoïdes qui sont plus abondantes dans le son (**Bueno-Herrera et Pérez-Magariño, 2020**).

Les composés phénoliques sont présents soit sous forme libre soluble ou sous forme liée insoluble. Les acides phénoliques sont principalement estérifiés à la paroi cellulaire des couches externes de son et sont donc sous forme liée insoluble tandis que les flavonoïdes sont principalement trouvés sous forme libre soluble (**Bueno-Herrera et Pérez-Magariño, 2020**). Selon **Li *et al.* (2022)**, la teneur des polyphénols totaux des grains de blé tendre varie entre 600-700 mg EAG/100g.

III.2. Les composés phénoliques dans les dattes

Les dattes contiennent différents types de polyphénols (**Benmeddour *et al.*, 2013**) tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les oligomères de proanthocyanidine. Les polyphénols ont une activité antioxydante élevée et contribuent de manière significative à l'activité antioxydante des fruits de datte (**AlFaris *et al.*, 2021**). Les teneurs en polyphénols totaux varient de $5,8 \pm 2,69$ à $753,3 \pm 59$ mg EAG/g MS (**AlFaris *et al.*, 2021**) et varient de 226 à 955 mg EAG/100 g MS selon (**Benmeddour *et al.*, 2013**) en fonction des variétés étudiées.

Matériel et méthodes

Notre travail a été réalisé au sein du laboratoire de Biochimie de l'université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi et au niveau des moulins de Bibans Agro-Dive.

Cette partie comporte des différents volets ;

- Préparation de la farine de la pulpe de datte Mech-Degla
- Préparation des incorporations
- Caractérisation physico-chimiques et rhéologiques de la farine de blé tendre, de la farine de la pulpe de datte et les incorporations (10%, 30% et 50%) (Humidité, pH, acidité titrable, cendres et dosage des sucres hydrosolubles, (taux de gluten (humide et sec), indice de chute, test à l'alvéographe de Chopin).
- Extraction des polyphénols totaux
- Dosage des polyphénols totaux
- Analyse statistique des données (Anova)
- Formulation d'un biscuit sec

I. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est la datte Mech-Degla commercialisée populairement sous le nom « Guerbaai ». Cette matière première est achetée durant la période allant du 16 Février 2022 d'un marché qui se situe au centre-ville de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. La datte provient de la région de Biskra.

La farine de blé tendre utilisée dans ce travail est la farine commercialisée des moulins de Bibans agro-dive.

II. Préparation de la farine de la pulpe de datte et les trois incorporations

II.1. Triage et nettoyage

Les dattes ont été triées entièrement à la main, afin d'éliminer les dattes endommagées, puis elles ont subi un lavage et cela pour éliminer les poussières et les autres impuretés afin d'avoir une bonne qualité hygiénique de la farine issue de ces dattes (**Voir figure 01 dans l'annexe**).

II.2. Dénoyautage

Les dattes triées et nettoyées subissent ensuite un dénoyautage, les noyaux ont été jetés et les pulpes sont conservées (**Voir figure 02 dans l'annexe**).

II.3. Découpage

Les dattes dénoyautées ont été ensuite découpées en petits morceaux en utilisant un couteau pour faciliter l'opération de séchage, et pour assurer ainsi une meilleure déshydratation (**Voir figure 3 dans l'annexe**).

II.4. Séchage

Le séchage a été effectué dans l'étuve à 40 °C pendant 48 heures, une fois sortie de l'étuve la matière séchée est mise dans le dessiccateur (**Voir figure 4 dans l'annexe**).

II.5. Broyage et tamisage

Les dattes sèches obtenues ont été réduites en poudre à l'aide d'un broyeur électrique (Moulinex). La poudre est tamisée en utilisant un tamiseur de granulométrie, puis stockée dans des flacons en verre fermés hermétiquement, conservée dans un endroit frais et à l'abri de la lumière.

II.6. Préparation des incorporations

La farine des pulpes Mech Degla (FMD) obtenue a été incorporée avec la farine de blé tendre commercialisée (FBT) selon le tableau suivant.

Tableau V : Pourcentages d'incorporation

Échantillons	FBT 100%	FMD 100%	Incorporation 10%	Incorporation 30%	Incorporation 50%
FBT (g)	100	0	90	70	50
FMD (g)	0	100	10	30	50

III. Caractérisation physique et morphologique des dattes et de la farine issue de ces dattes

La caractérisation physique et morphologique a été réalisée sur notre échantillon datte Mech-degla au hasard et aussi sur la farine obtenue. Sur lesquels on a déterminé :

- La couleur, et la forme de la datte sont appréciés visuellement
- La consistance et la plasticité, sont déterminées au toucher
- Les dimensions du fruit entier et de son noyau (longueur)
- Le poids de la datte, de sa pulpe et de son noyau est déterminé au moyen d'une balance analytique à précision de $\pm 0,001$

IV. Caractérisation physico-chimiques et rhéologiques de la farine de blé tendre, de la farine de la pulpe de datte et les incorporations (10%, 30% et 50%)

IV.1. Taux d'humidité

La teneur en eau de la poudre a été déterminée par la méthode classique : dessiccation de la poudre à l'étuve à une température de 105°C jusqu'au poids constant (Yao *et al.*, 2015).

Mode opératoire

Une quantité de 2g d'échantillon est placée dans des boites de pétri en verre préalablement séchées et tarées. Le verre et son contenu sont ensuite placés dans une étuve type Mamert à 105 °C pendant 24h. Après refroidissement dans un dessiccateur renfermant un desséchant (gel de silice), le verre de montre est pesé. L'expérience a été répétée 3 fois.

Expression des résultats

$$H \% = (m_1 - m_2)/p \times 100$$

m_1 : Masse de l'échantillon + la masse du creuset (avant dessiccation) (g)

m_2 : Masse de l'échantillon + la masse du creuset (après dessiccation) (g)

p : Masse de l'échantillon (g).

IV.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Mode opératoire

La détermination du pH a été faite en immergeant l'électrode du pH-mètre pré-étalonnée dans 10 ml du filtrat obtenu après macération de 1 g d'échantillon dans 100 ml d'eau distillée. La valeur du pH affichée sur l'écran du pH-mètre est notée. L'expérience a été répétée 3 fois.

IV.3. Acidité titrable

Consiste à effectuer un titrage de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur (**Boukhiar, 2009**).

Mode opératoire

Une quantité de 1,5 g d'échantillon a été pesée et déposée dans une fiole jaugée de 100 ml; un volume de 50 ml d'eau distillée déjà bouillie a été ajouté avec une fiole jaugée et le tout ensuite agité jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène. Après filtration, un volume de 10 ml de la solution pipeté est déposé dans un bécher de 50 ml auquel 10 ml d'eau distillée bouilli est ensuite ajouté. La titration s'est effectuée avec le NaOH 0,01 N en agitant jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 second (**Ilkay et Aziz, 2011**).

Expression des résultats

$$\text{Acidité titrable (\%)} = (250 \times V_1 \times 100) / (V_0 \times M \times 10) \times 0,07$$

M : Masse en grammes de l'échantillon prélevé.

V₀ : Volume en millilitres de la prise d'essai.

V₁ : Volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée (0,01N).

0,07 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.

IV.4. Taux de cendres

La poudre des dattes est calcinée à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à l'obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant (**Boussaid et al., 2020**).

Mode opératoire

Une quantité de 2g de l'échantillon a été placée dans des creusets préalablement pesés. Le creuset et son contenu sont ensuite placés dans un four à moufle à 550 °C pendant 6 h, jusqu'à destruction de toutes la matière organique contenue dans l'échantillon. Après refroidissement le creuset est pesé avec les cendres. L'expérience a été répétée 3 fois.

Expression des résultats

$$\text{Cendres \%} = (m_2 - m_0) / m_1 \times 100$$

m₀ : Masse du creuset vide (g)

m₁ : Masse de l'échantillon (g)

m₂ : Masse de l'échantillon incinéré + la masse du creuset (g)

IV.5. Sucres hydrosolubles

Le principe est basé sur la formation d'une coloration jaune-rouge avec le phénol et l'acide sulfurique dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration des sucres (**Dubois et al., 1956**).

Mode opératoire

- Extraction des sucres hydrosolubles

Dans un bécher, une quantité de 1g d'échantillon a été macérée dans 16ml d'eau distillée, le contenu est centrifugé pendant 10 min à 5000 Tr et le surnageant a été récupéré dans un tube à essai.

- Dosage des sucres

Dans un tube à essai en verre, un volume de 500 µl de phénol à 5% a été ajouté à un volume de 500 µl d'échantillon, ensuite 2,5 ml d'acide sulfurique concentré est ajouté. Les tubes ont été incubés à 95 °C pendant 5 min puis laissés refroidir à une température ambiante.

L'absorbance a été mesurée à une longueur d'onde de 490 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis. Une gamme d'étalonnage de glucose (0-0,2 mg/ml) a été établie. L'expérience a été répétée 3 fois.

IV.6. Taux de gluten (humide et sec)

La détermination du taux de gluten se fait par préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de farine et d'une solution de chlorure de sodium (**Khali et al., 2015**).

Mode opératoire

- **Gluten humide** : Un volume de 5ml de solution de chlorure de sodium a été ajouté à 10 g d'échantillon pour préparer une pâte, l'isolement du gluten humide par lavage de cette pâte avec la solution de chlorure de sodium, puis essorer et pesée du produit obtenu (**Khali et al., 2015**)
- **Gluten sec** : La pâte obtenue a été séchée dans un appareil (glutork) pendant 4min pour avoir la gluten sec (**Khali et al., 2015**).

IV.7. Indice de chute

L'indice de chute est obtenu après gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de farine dans un bain d'eau bouillante et mesure de la liquéfaction par l'alpha-amylase de l'empois d'amidon contenu dans l'échantillon (**Khali et al., 2015**).

L'indice de chute mesure l'activité d'enzymes (les amylases) qui se développent dans le grain

dès le début du processus de germination **107/1 ISO/No. 3093**.

Mode opératoire

Un volume de 25 ml d'eau distillée a été ajouté à 7 g de la farine, le mélange a été plongé au bain marie, le temps de chute exprimé en second est noté.

IV.8. Test à Alvéographe de Chopin

L'appareil de l'alvéographe de Chopin permet de déterminer la force boulangère et les propriétés rhéologiques d'une pâte à teneur en eau constante, préparée à partir d'une farine et d'eau salée (Khali *et al.*, 2015).

Mode opératoire

Préparation d'une pâte par mélange de 250 g d'échantillon et d'eau salée, formation des pièces sous forme de disque, après un temps de repos déterminé la pâte se gonfle sous forme de bulle en fonction du temps ce qui permet d'évaluer les caractéristiques de la pâte d'après la surface et la forme des diagrammes obtenus par l'alvéographe de Chopin.

Expression des résultats

Les différents paramètres alvéographiques sont ;

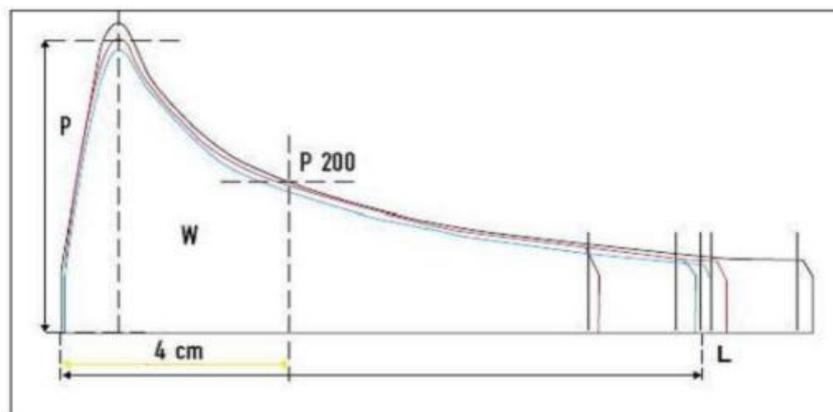


Figure 06 : Courbe alvéographique avec indication des différents paramètres mesurés

- **P (mm) ou ténacité de la pâte** : c'est la pression maximale nécessaire à la déformation de la pâte.
- **L (mm) : extensibilité de la pâte** : c'est la longueur de la courbe de gonflement en mm.
- **G (cm³) : gonflement de la pâte** : indice de gonflement de la bulle, représente l'extensibilité biaxiale de la pâte, c'est l'expression de la viscosité de la pâte qui résulte de la capacité de l'extension des fibres de protéines et l'aptitude du réseau de gluten à retenir un gaz.

- **W (10⁻⁴ joules) (force boulangère)** : représente le travail de déformation de la pâte, il correspond à l'intégration de la pression jusqu'à la rupture de la membrane de la pâte.
- **P/L** : C'est le rapport de configuration de la ténacité/l'élasticité.
- **Ie (indice d'élasticité)** : se calcule par la formule: $Ie = P200 / P_{MAX}$.
 - P200 c'est la hauteur de la courbe à 40 mm de son point d'origine multipliée par le coefficient du nanomètre ($k=1,1$). $P200 = H200 * 1,1$.
 - P_{MAX} c'est la pression maximale ou P, c'est la hauteur maximale de la courbe multipliée par le coefficient du nanomètre ($k=1,1$). $P_{MAX} = H_{MAX} * 1,1$.

V. Extraction et dosage des polyphénols totaux

V.1. Extraction par macération (extraction solide/liquide)

L'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Hamia *et al.* (2014)**, avec quelques modifications. Le principe de cette méthode est basé sur l'extraction sélective des composés phénoliques.

Mode opératoire

Une quantité de 15 g de datte en poudre sont macérées dans 50 ml du mélange eau/éthanol (70/30 : v/v) pendant 24 h à température ambiante. Les extraits sont filtrés, et le solvant organique (éthanol) est évaporé sous pression réduite à 40 °C. La phase aqueuse de chaque extrait est récupérée dans un flacon et séchée à l'étuve à 40 °C. La poudre sèche est conservée au réfrigérateur à 4°C.

V.2. Dosage des polyphénols totaux

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (**Noui, 2007**).

Mode opératoire

Un volume de 200 µl de chaque extrait est mélangé à 1 ml du réactif de Folin-ciocalteu (dilué 10 fois avec de l'eau distillée) et 800 µl d'une solution aqueuse de 7,5 % (m/V) de carbonate de sodium (Na₂CO₃). Après 2 heures d'incubation à une température ambiante, l'absorbance est lue par spectrophotométrie UV-Vis à une longueur d'onde de 760 nm. Une courbe d'étalonnage est obtenue dans les mêmes conditions en utilisant une gamme de concentrations (0 - 0,3 mg/L) d'une solution d'acide gallique à la place de l'échantillon. La

teneur en polyphénols totaux a été exprimée en équivalent d'acide gallique (mg EAG/ 100g MS) (Dudonné *et al.*, 2009). L'expérience a été répétée 3 fois.

VI. Analyse statistique des données

Les essais ont été répétés trois fois (triplicat technique) et les résultats ont été exprimés par la moyenne \pm l'écartype. Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée en utilisant le logiciel XLSTAT version 2022, un test de Tukey a été utilisé où $p < 0,05$ a été considéré comme significatif.

VII. Formulation d'un biscuit sec

L'essai de fabrication du « Biscuit sec » a porté sur l'utilisation de la farine de dattes sèches « Mech-Degla » soit comme améliorateur, soit comme alternative au sucre blanc.

- Biscuit sec témoin avec 0% de farine de dattes
- Biscuit sec avec 10% de farine de pulpe de datte.
- Biscuit sec avec 10% de farine de pulpe de datte sans l'ajout de sucre.

Ingrédients

Pour la préparation d'un biscuit sec simple, nous avons utilisés les ingrédients suivants : 120g beurre, 80g sucre, sachet de vanille, 1 œuf, 200g farine, 200g des dattes en morceaux, 1cuillère de levure chimique et un peu de sel.

Préparation

- **Pétrissage** : Les ingrédients secs et liquides ont été mélangés dans un bol de pétrin environ 3 minutes.
- **Façonnage** : Des boules de 25 g ont été formées apartir de la pâte obtenue et puis déposées sur une plaque à biscuit.
- **Cuisson** : La cuisson a été effectuée à 180°C pendant 8 à 10 minutes dans un four ménagé.



Figure 07 : Biscuits secs obtenus (Biscuit témoin (A), avec l'incorporation de 10% (B), avec l'incorporation 10% et sans sucre (C))

IX.1. Analyses sensorielles du biscuit

Les analyses sensorielles ont été faites par un test de dégustation au biais d'un jury formé de 22 personnes d'âge et de sexe différents.

Chaque dégustateur donne son jugement séparément des autres sur une fiche de dégustation qui classe les paramètres du produit fini. Les caractères étudiés sont : La couleur, l'odeur, la texture, l'aspect et le goût.

I. Résultats

I.1. Caractérisation physique et morphologique de la farine de blé tendre, de la farine de la pulpe de datte et les incorporations

Les caractéristiques physiques et morphologiques sont considérées parmi les critères d'évaluation de la qualité des dattes. Les résultats sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau VI : Caractéristiques physiques et morphologiques de la datte entière et de la farine obtenue

Paramètres	Résultats
Dattes	
Caractéristiques physiques	
Forme du fruit	Ovoïde
Couleur	Jaunâtre à marron
Consistance	Sèche
Plasticité	Dure
Texture	Dure
Goût	Parfumé
Caractéristiques morphologiques	
Poids du fruit (g)	$5,91 \pm 0,74$
Longueur du fruit (cm)	$3,20 \pm 0,38$
Diamètre du fruit (cm)	$1,52 \pm 0,102$
Poids du noyau (g)	$1,2 \pm 0,1$
Longueur du noyau (cm)	$1,5 \pm 0,13$
Diamètre du noyau (cm)	$0,74 \pm 0,245$
Poids de la pulpe (g)	$4,62 \pm 0,69$
Farine	
Caractéristiques physiques	
Couleur	Marron
Aspect	Sableux
Saveur	Sucré

Mech-Degla est une variété sèche, de forme ovoïde et couleur jaunâtre à marron au stade de maturité. Elle possède un goût et une odeur caractéristique.

Une datte Mech-Degla pèse environ $5,91 \pm 0,74$ g dont $1,2 \pm 0,1$ g est le poids du noyau et le reste ($4,62 \pm 0,69$ g) c'est le poids de la pulpe

La farine issue du broyage de la pulpe Mech-Degla est une farine sableuse de saveur sucré

I.2. Analyses physico-chimiques et rhéologiques de la farine de blé tendre, de la farine de Mech-Degla et des incorporations

I.2.1. Taux d'humidité

Le taux d'humidité permet de savoir si la farine aura une bonne qualité de pétrissage et si elle se conservera ou non. Les résultats de taux d'humidité des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant ;

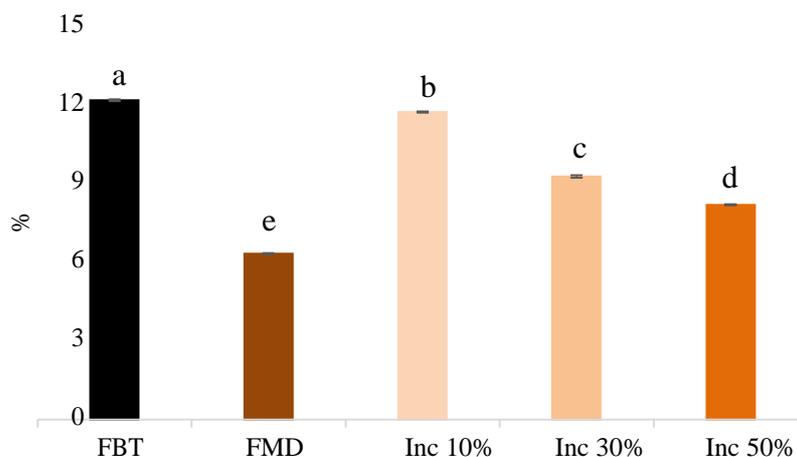


Figure 08 : Taux d'humidité de la FBT, FMD et des incorporations

Le taux d'humidité varie significativement de $6,35 \pm 0,02$ % au niveau de la farine de Mech-Degla jusqu'au $12,22 \pm 0,03$ % pour la farine de blé tendre. Les valeurs des incorporations se situent entre ces deux limites, $11,77 \pm 0,02$ %, $9,3 \pm 0,05$ % et $8,22 \pm 0,02$ % pour les incorporations 10, 30 et 50 % respectivement.

Le taux d'humidité doit être inférieur ou égale à 15,5 % (NA 11 –32 –1991), nos résultats sont conformes aux normes.

I.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui détermine l'aptitude de la conservation des aliments. Les résultats de pH des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant.

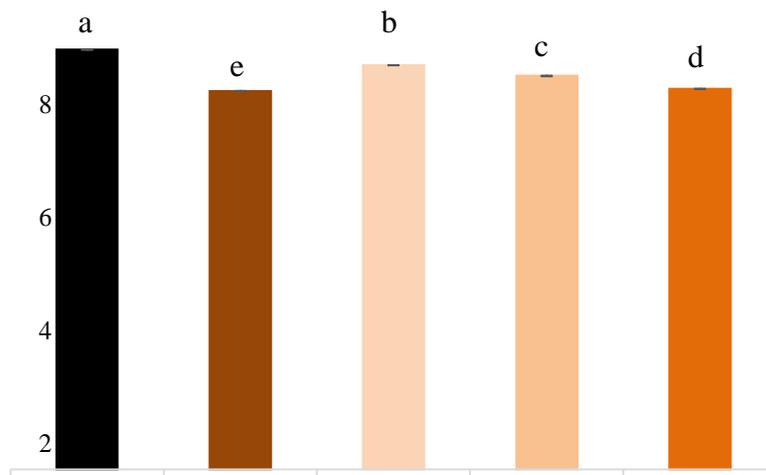


Figure 09 : pH de la FBT, FMD et des incorporations

Le pH varie significativement de $6,21 \pm 0,001$ % au niveau de la farine de Mech-Degla jusqu'au $6,88 \pm 0,002$ % pour la farine de blé tendre. Les valeurs des incorporations se situent entre ces deux limites, $6,63 \pm 0,001$ %, $6,45 \pm 0,001$ % et $6,24 \pm 0,001$ % pour les incorporations 10, 30 et 50 % respectivement. On peut dire que la variété Mech-Degla est une variété légèrement acide.

I.2.3. Acidité titrable

L'acidité titrable correspond à la somme des acides minéraux et organiques libres dans une solution. C'est un paramètre qui peut garantir que le produit de consommation courante est conforme aux exigences spécifiques (apparence, texture, goût...). Les résultats d'acidité titrable des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant :

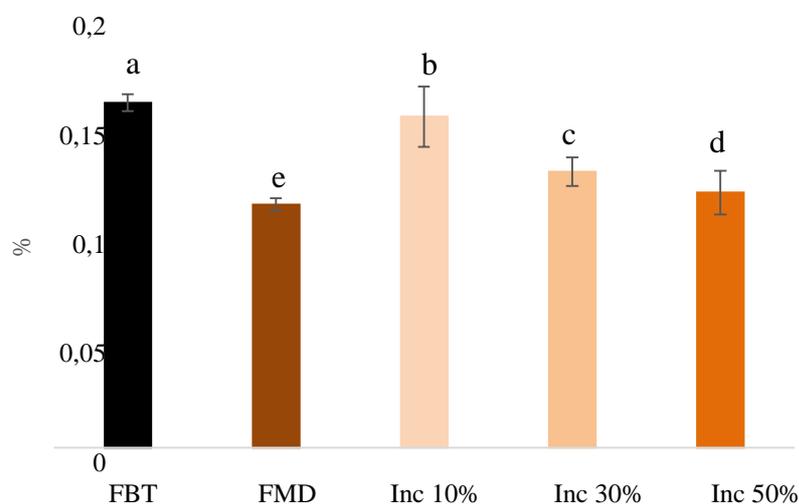


Figure 10 : Acidité titrable de la FBT, FMD et des incorporations

Les valeurs de l'acidité titrable varient significativement entre $0,12 \pm 0,003$ % pour la farine de Mech-Degla jusqu'au $0,16 \pm 0,004$ % au niveau de la farine de blé tendre. Les incorporations possèdent une acidité intermédiaire entre la FMD et la FBT.

I.2.4. Taux de cendres

La mesure du taux de cendres permet de connaître la minéralité d'une farine ; c'est le taux qui détermine le classement des farines. Les résultats de taux des cendres des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant :

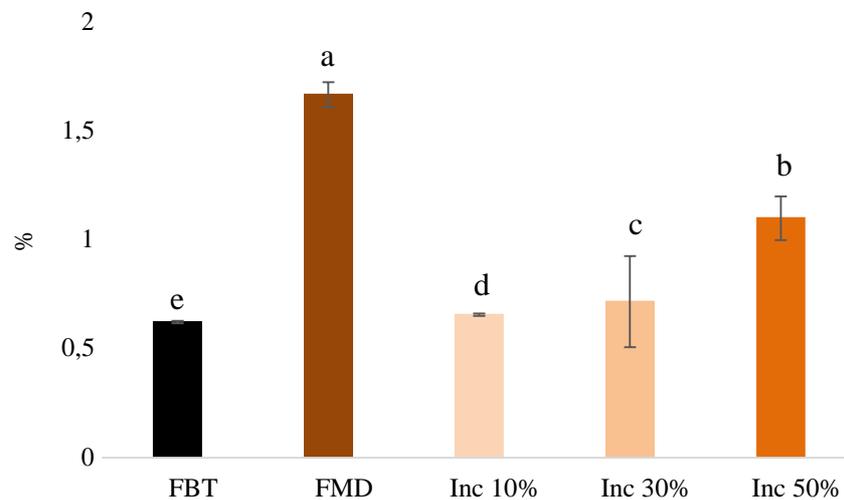


Figure 11 : Taux de cendres de la FBT, FMD et des incorporations

Le taux de cendre varie significativement de $0,62 \pm 0,005$ % au niveau de la farine de blé tendre jusqu'au $1,6 \pm 0,05$ % pour la farine de Mech-Degla.

Les valeurs des cendres augmentent significativement avec les taux d'incorporations ; $0,65 \pm 0,005$ %, $0,71 \pm 0,02$ et $1,1 \pm 0,1$ % pour les incorporation 10, 30 et 50% respectivement.

I.2.5. Sucres hydrosolubles

Les valeurs des sucres totaux varient significativement de $42,50 \pm 0,9$ mg EG/g MS au niveau de la farine de blé tendre jusqu'au $404,51 \pm 0,68$ mg EG/g MS au niveau de la farine de Mech-Degla. Les résultats des sucres hydrosolubles des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant

L'ajout de la farine des pulpes de Mech-Degla à la farine de blé tendre augmente significativement la teneur en sucres hydrosolubles jusqu'au $106,02 \pm 0,45$, $190,55 \pm 0,93$ et $297,91 \pm 0,9$ mg EG/g MS pour les incorporations 10, 30 et 50 % respectivement.

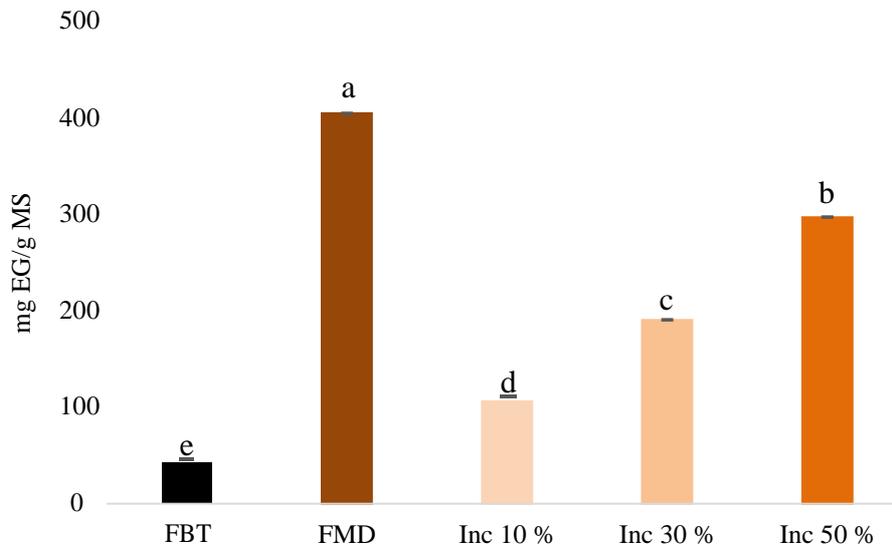


Figure 12 : Sucres hydrosolubles de la FBT, FMD et des incorporations

I.2.6. Taux de gluten

Le gluten humide quant à lui, représente les protéines insolubles dans l'eau. Grâce à son extensibilité et son élasticité, le gluten confère à la pâte ses caractéristiques rhéologiques. Les résultats de taux de gluten des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant

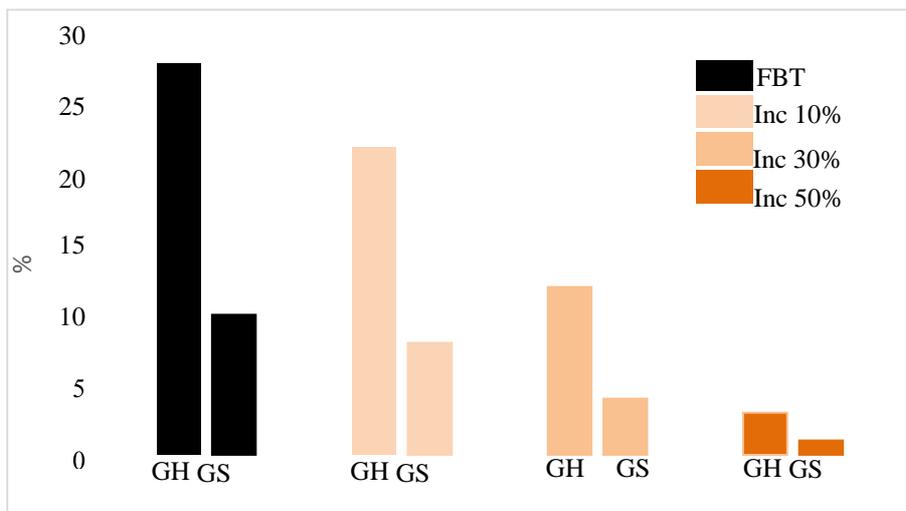


Figure 13 : Gluten humide et sec de la FBT, FMD et des incorporations.

Le Taux de gluten humide est de 28 % au niveau de la farine de blé tendre, ce taux diminue avec l'ajout de la farine des dattes qui contient 0 gluten.

Le taux de gluten sec est de 10 au niveau de la farine de blé tendre, ce taux est diminué jusqu'à 8, 4 et 1 avec l'ajout de 10, 30 et 50 % de la farine de Mech-Degla, respectivement.

1.2.7. Indice de chute

L'indice de chute est le temps, enregistré en secondes, que prend le brassoir pour tomber dans la bouillie chaude de blé moulu. Plus la quantité d'alpha-amylase dans le blé est importante, plus la colle d'amidon gélatinisée est mince et plus la chute du brassoir dans la bouillie est rapide. Les résultats de l'indice de chute des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant

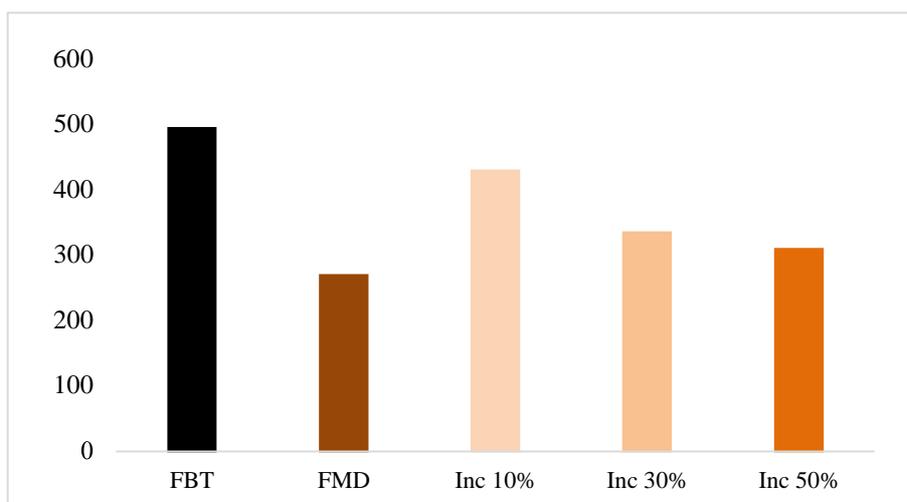


Figure 14 : Indice de chute de la FBT, FMD et des incorporations

L'indice de chute de la farine de blé tendre est de 497 secondes et au niveau de la farine de Mech-Degla, il est à 270 secondes. L'indice de chute diminue en augmentant le pourcentage d'ajout de la FMD.

I.2.8. Test à Alvéographe de Chopin

L'alvéographe de Chopin a pour objectif d'estimer les propriétés physiques des pâtes lorsqu'elles sont soumises à de grandes déformations, telles qu'on observe lors des différentes manipulations mécaniques de la pâte au cours du pétrissage. Les résultats du test alvéographe des échantillons sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VII : Résultats du test à l'alvéographe de Chopin pour la farine et l'incorporation 10%

	P (mm)	L (mm)	G (cm³)	W (10⁻⁴J)	P/L	Le %
farine	69	88	20,8	202	0,78	54,1
Incorporation 10%	34	113	23,6	86	0,3	37,7

La ténacité P

La farine de blé tendre montre une valeur de ténacité plus élevée (69 mm) par rapport à l'incorporation à 10% (34 mm)

L'élasticité L

La farine possède une valeur d'élasticité (88 mm) inférieure à celle de l'incorporation (113 mm).

Le gonflement « G »

L'indice de gonflement de la farine de blé tendre est inférieur (20,8cm³) à celle de l'incorporation (23,6 cm³).

La force boulangère (w)

La force boulangère de la farine est beaucoup plus élevée par rapport à celle de l'incorporation 10%.

Le rapport P/L

Les farines qui ont un « P/L » élevé donneront des pâtes trop tenaces, peu tolérantes au pétrissage et montreront une tendance à absorber beaucoup d'eau, ainsi qu'un faible gonflement.

I.3. Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols totaux sont les produits du métabolisme secondaire de la plante, ils possèdent une activité antioxydante très importante. Les résultats des polyphénols totaux des échantillons sont représentés dans l'histogramme suivant :

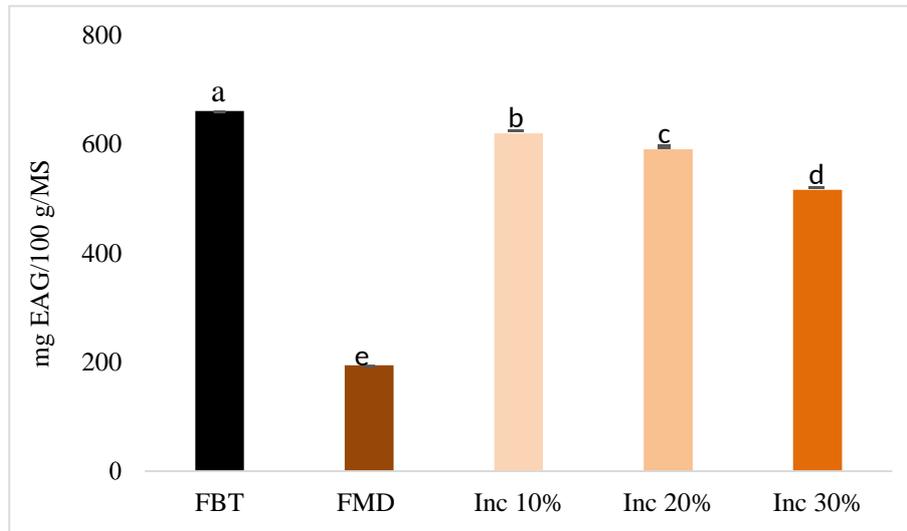


Figure 15 : Teneur en polyphénols totaux de la FBT, FMD et des incorporations

La teneur en polyphénols totaux varie de $192,54 \pm 0,70$ mg EAG/100 g MS au niveau de la farine de Mech-Degla jusqu'au $659,55 \pm 0,65$ mg EAG/100 gMS.

L'ajout de la farine de la pulpe de datte diminue la teneur en polyphénols totaux au niveau des incorporations.

I.4. Analyses sensorielles

Les caractéristiques organoleptiques regroupent toutes les informations recueillies à partir des organes sensoriels soient ; le toucher (texture), la vue (couleur), le goût et l'odeur (flaveur).

I.5.1. Couleur

Les résultats de l'évaluation de la couleur des biscuits secs : sans incorporation, avec 10% de farine de pulpe de datte, et avec 10% de farine de dattes sans sucre sont présentés sous forme de secteur graphique **Figure 16**.

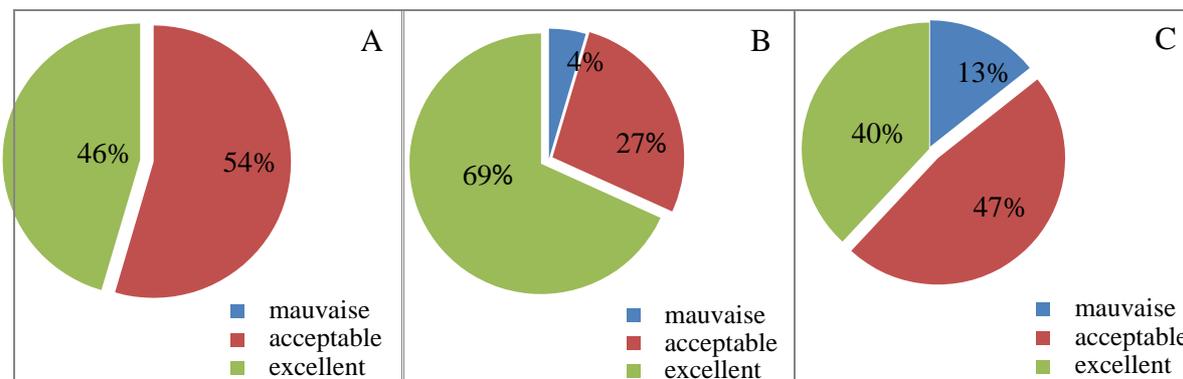


Figure 16 : Résultats d'évaluation de la couleur du biscuit par les dégustateurs (Biscuit témoin (A), avec l'incorporation de 10% (B), avec l'incorporation de 10% et sans sucre (C)).

La couleur a été jugée « excellente » par 46% de dégustateurs pour le biscuit témoin, contre 69% pour le biscuit avec 10% de farine de dattes et 40% pour l'incorporation 10% sans sucre. Tandis que ce paramètre a été qualifié « Acceptable » par 54% de dégustateurs pour le biscuit témoin, par 27% pour le biscuit avec 10 % de farine de datte et 47% pour le biscuit sans sucre.

I.5.2. Odeur

Les résultats de l'évaluation de l'odeur des biscuits secs : sans incorporation, avec 10% de farine de pulpe de datte, et avec 10% de farine de dattes sans sucre sont présentés dans la **figure 17**.

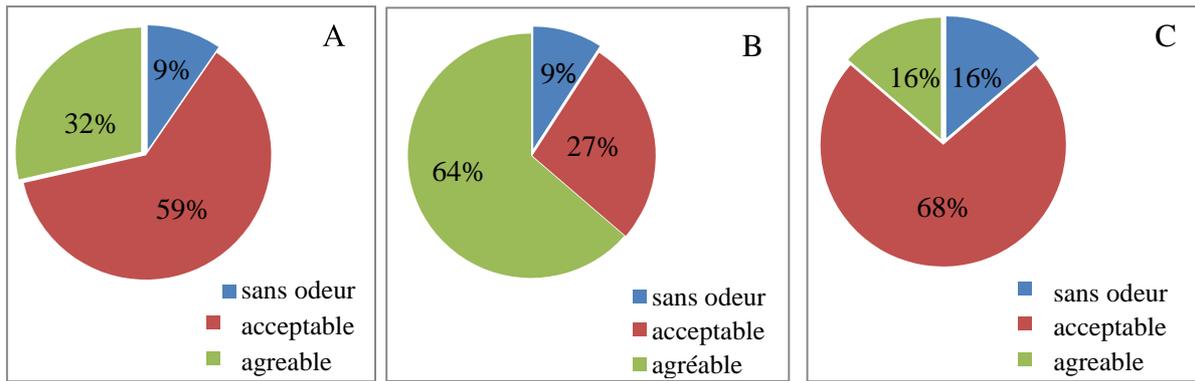


Figure 17 : Résultats d'évaluation de l'odeur du biscuit par les dégustateurs (Biscuit témoin (A), avec l'incorporation de 10% (B), avec l'incorporation de 10% et sans sucre (C))

L'odeur possède un impact considérable sur l'appréciation finale du produit fini. L'odeur a été jugée « agréable » par 32 % de dégustateurs pour le biscuit témoin, contre 64% pour le biscuit avec 10% de farine de dattes et 16% pour biscuit avec 10% sans sucre.

L'imperceptibilité de l'odeur est en partie due à la cuisson en raison de l'élévation de la température qui provoque la volatilité des composés aromatiques, sachant que la perception de l'arôme est en relation avec la concentration en composés aromatiques.

I.5.3. Texture

Les résultats d'évaluation de la texture des biscuits secs : sans incorporation, avec 10% de farine de pulpe de datte, et avec 10% de farine de dattes sans sucre sont présentés dans la **figure 18**.

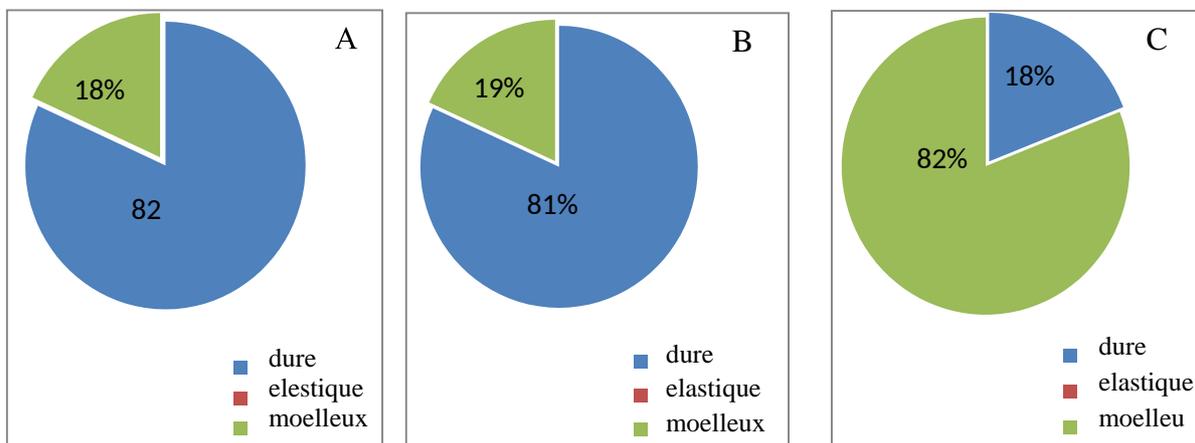


Figure 18 : Résultats d'évaluation de la texture du biscuit par les dégustateurs (Biscuit témoin (A), avec l'incorporation de 10% (B), avec l'incorporation de 10% et sans sucre (C))

La texture des 2 biscuits secs ; témoin et biscuit avec 10% a été qualifiée « dure » par l'ensemble des membres de jury de dégustation. Par contre le biscuit avec 10% de farine des dattes sans sucre a été jugé par 82% « moelleux ».

La texture est influencée par les ingrédients utilisés dans la formulation du biscuit.

I.5.4. Aspect

Les résultats de l'évaluation de l'aspect des biscuits secs : sans incorporation, avec 10% de farine de pulpe de datte, et avec 10% de farine de dattes sans sucre sont présentés dans la **figure 19**.

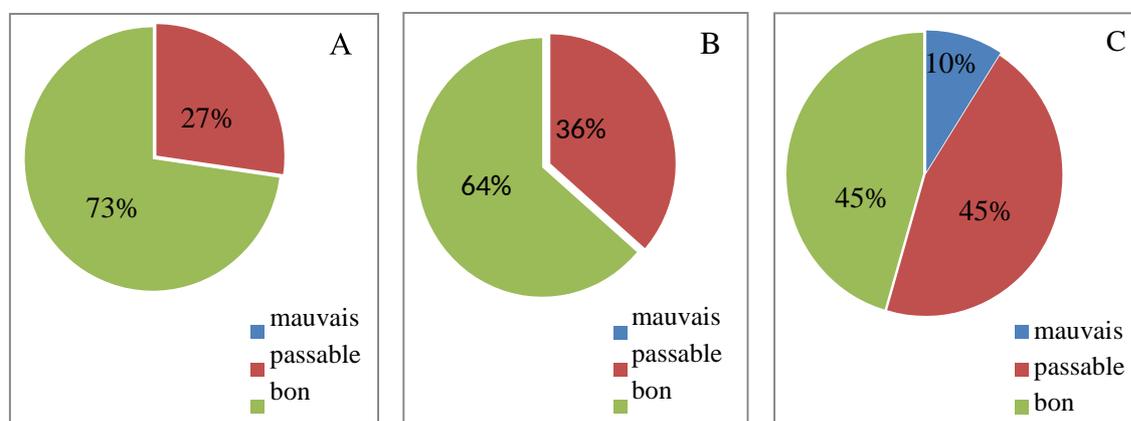


Figure 19 : Résultats d'évaluation de l'aspect du biscuit par les dégustateurs (Biscuit témoin (A), avec l'incorporation de 10% (B), avec l'incorporation de 10% et sans sucre (C))

L'aspect est un paramètre indispensable à l'admissibilité et à l'évaluation d'un point de vue général de l'apparence et la forme du produit fini.

Le biscuit témoin a été qualifié comme étant « bon » par 73% du jury de dégustation et par 64% pour le biscuit avec 10% de farine de Mech-Degla et par 45% de dégustateurs pour le biscuit sans sucre.

I.5.5. Goût

Les résultats de l'évaluation du goût des biscuits secs : sans incorporation, avec 10% de farine de pulpe de datte, et avec 10% de farine de dattes sans sucre sont présentés dans la **figure 20**.

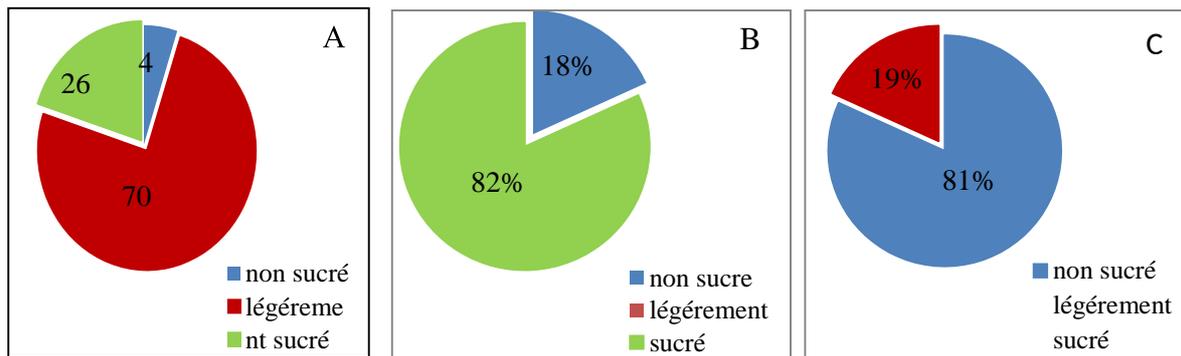


Figure 20 : Résultats d'évaluation du goût de biscuit par les dégustateurs (Biscuit témoin (A), avec l'incorporation de 10% (B), avec l'incorporation de 10% et sans sucre (C))

Le goût d'un biscuit dépend principalement des ingrédients utilisés. Les ingrédients ayant la plus forte influence sont : le type de la farine, le type de la matière sucrante, le type de matière grasse et la présence ou l'absence d'ingrédients supplémentaires (ex : noix, fruits chocolat).

Le goût du biscuit témoin a été jugé comme « Sucré » par 26% des dégustateurs, contre 82% pour le biscuit à 10% de farine de dattes.

II. Discussion

Le poids moyen de la datte est de 5,91g, celui de la pulpe est de 4,62g et du noyau est de 1,2g. Ces valeurs sont légèrement supérieures par rapport à celles trouvées par **Acourene et Tama. (1997)**, ces derniers ont trouvé pour « Mech-Degla » un poids de fruit et de pulpe de 4,37g et 3,5g respectivement. Ces différences peuvent être dues à l'influence de la zone géographique, les conditions climatiques ou le stade de la récolte des dattes.

Les critères d'une qualité physique acceptable des dattes ont été donnés par **Acourene et al. (2001)** ; **Mohammed et al. (1982)** ; **Meligi et al. (1982)** :

- Le poids de la datte entière supérieur ou égal à 6 g.
- Le poids de la pulpe supérieur ou égal à 5 g.
- Une longueur supérieure ou égale à 3,5 cm.
- Un diamètre supérieur ou égal à 1,5 cm.

Selon ces critères, notre datte « Mech-Degla » présente une qualité physique acceptable.

Le taux d'humidité de la poudre de Mech-Degla est de $6,35 \pm 0,02$ %. Ce résultat est inférieur à ceux obtenu par **Noui. (2007)** ; **Chibane et al. (2007)** qui ont trouvé des valeurs de 13,7% et 14,71%. Celui de la farine est de $12,22 \pm 0,03$ %, cette valeur est inférieure à celle trouvé par **Khali et al. (2015)**.

L'obtention de la farine des dattes dépend largement de ce paramètre, puisque le broyage ne peut se faire qu'à faible teneur en humidité, et cela pour éviter le colmatage de la pulpe dans le broyeur.

La diminution du taux d'humidité à $11,7 \pm 0,02$ %, $9,3 \pm 0,05$ % et $8,2 \pm 0,03$ % au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation à 10,30 et 50 % respectivement est due à la faible humidité de la FMD.

Une humidité faible implique une teneur élevée en matière sèche. La faible humidité réduit de façon considérable l'activité de l'eau (A_w) permettant ainsi une bonne conservation du produit pendant une longue durée si les conditions sont favorables, elle le protège contre le développement des microorganismes (**Amellal., 2008**).

Dans notre étude le pH de la farine de la pulpe de Mech-Degla trouvé est de $6,21 \pm 0,01$, cette valeur est presque identique à celle citée par **Boutaida. (2004)** pour la même variété, et supérieure à celle obtenue par **Chibane et al. (2007)** et **khali et al. (2015)** pour la même variété aussi.

Les valeurs du pH diminuent significativement en augmentant les taux d'incorporations. Le pH est un autre paramètre qui détermine l'aptitude à la conservation des aliments. Selon **Matallah. (1970)**, le pH de la datte est légèrement acide, il varie entre 5 et 6, ce pH est préjudiciable aux bactéries mais approprié au développement de la flore fongique. Ceci est dû à la présence des acides organiques (acides citrique, malique et oxalique) (**Al-Shahib et Marshall, 2003**).

En effet, un pH acide et une humidité faible favorisent la conservation de la farine en limitant le développement et la croissance des microorganismes (**Amellal, 2008**).

La datte étudiée présente une acidité titrable de $0,11 \pm 0,003$ %, cette valeur est légèrement inférieure à celles rapportées par **Khalil et al. (2002)** qui ont trouvé des valeurs entre 0,18 et 0,22 % pour les deux variétés égyptiennes : Siwi et Amhat, respectivement. Par contre elle est analogue à celle obtenue par **Benhmed Djilali. (2012)** pour la même variété.

Les valeurs trouvés pour les incorporations 10, 30 et 50% sont $0,15 \pm 0,01\%$, $0,13 \pm 0,006\%$ et $0,12 \pm 0,01\%$, tant que la poudre des dattes est acide donc l'augmentation de l'incorporation va diminuer l'acidité de la farine de blé.

Une forte acidité est souvent associée à une mauvaise qualité **Benahmed Djilali. (2012)**. Comme il a été rapporté par **Booij et al. (1992)** que le taux de l'acidité de la datte est proportionnel à la teneur en eau et donc inversement proportionnel au degré de maturité.

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans l'échantillon. Le taux moyen de la variété Mech-Degla est de $1,66 \pm 0,05 \%$. Cette valeur légèrement inférieure à celle donnée par **Maghni et Bacha. (2005)** et **Noui. (2007)** qui étaient respectivement de l'ordre de 1,86% et 1,90 %.

Mech-Degla renferme un taux de cendres nettement supérieur à ceux des autres variétés de dattes sèches étudiées par **Acourene et al. (1997)** qui se caractérisent par un taux de 1,3% environ.

Aux niveaux des incorporations, le taux de cendres augmente avec l'augmentation du pourcentage d'incorporation.

Les sucres sont les constituants les plus importants dans la datte. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment (**Noui, 2007**).

D'après les résultats obtenus, la teneur en sucre de la variété Mech-Degla est de 40% par rapport à la matière sèche. Cette valeur est inférieure à celles retrouvées par **Sawaya et al. (1983)** ; **Lambiote. (1983)** et **Favier. (1993)** qui sont entre 60% et 80% de sucres totaux puisque on a dosé que les sucres hydrosolubles.

La teneur en sucre hydrosoluble augmente quand le pourcentage d'incorporation de la poudre des dattes dans la farine croît à cause de la richesse des dattes en sucre.

De nombreux chercheurs dont **Munier. (1973)** ; **Nixon et al. (1978)** et **Sawaya et al. (1983)** s'accordent sur le fait que les sucres des dattes varient en fonction de la variété étudiée, du climat et du stade de maturation. Les résultats rapportés par ces scientifiques dépendent en partie de la méthode utilisée pour le dosage et les solvants utilisés lors de la manipulation. Néanmoins, tous s'accordent à dire que les teneurs en sucres totaux des dattes sont de l'ordre de 50 % à 60 %.

Le gluten humide quant à lui, représente les protéines insolubles dans l'eau. Grâce à son extensibilité et son élasticité, le gluten confère à la pâte ses caractéristiques rhéologiques.

Pour la farine de blé tendre, les résultats du taux de gluten que ce soit humide (28%) ou sec (10%) sont supérieurs à ceux trouvés par **khali et al. (2015)**.

Pour la variété Mech-Degla et les taux d'incorporations 30% et 50%, la teneur en gluten n'est pas conforme aux normes existantes ($GS \geq 7\%$), toutefois pour le taux d'incorporation 10% la teneur en gluten demeure dans les seuils d'une farine biscuitière (**Al-Farsi et al., 2005**). Comme la poudre des dattes ne contient pas de gluten, l'appareil ne peut pas faire le pétrissage pour les incorporations à 30 et à 50 %, pour cela, on a fait le test d'alvéographe de Chopin et la formulation d'un biscuit sec qu'avec la farine de blé tendre et avec l'incorporation 10 %.

L'indice de chute de la variété Mech-Degla (270sec) est faible par rapport au farine de blé tendre (495 sec). Il diminue au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation, cette diminution remarquable s'explique par la faible teneur en amidon et une activité amylasique insuffisante (**Al-Farsi et al., 2005**).

L'indice de chute de notre étude est inférieur à celui obtenu par **khali et al. (2015)** qui est à environ $328,67 \pm 1,53$ secondes.

Pour bien interpréter un résultat d'essai à l'alvéographe, il faut au moins deux des critères mesurés W et P/L par exemple. En effet, deux farines peuvent avoir la même force boulangère W et être de qualité complètement différente quant à l'extensibilité et la ténacité.

À partir des résultats de l'évolution des caractéristiques alvéographiques, on peut conclure que l'incorporation 10% est en conformité avec les normes algériennes ($0,30 < P/L < 0,45$) et que cet échantillon peut être destiné à la fabrication de biscuit sec.

Le dosage des polyphénols totaux nous donne une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenu dans l'extrait de la datte.

Le taux de polyphénols dans la datte Mech-Degla est de $192,5 \pm 0,70$ mg EAG/100g MS. Le résultat obtenu est extrêmement inférieur à celui donné par **Besbes et al. (2009)** qui ont trouvés des teneurs moyennes de 280,6 et 431,5 mg EAG/100g MS pour la variété Tunisienne Kentichi, et Deglet-Nour respectivement et inférieur aussi à ceux obtenu par **Benmeddour et al. (2013)** qui ont trouvé un teneur de $277,26 \pm 8,51$ mg EAG/100g MS au niveau des dattes Mech-Degla.

Les teneurs en polyphénol des incorporations 10%, 30% et 50%, sont $618,10 \pm 0,65$, $589,70 \pm 0,68$ et $514,26 \pm 0,50$ mg EGA/100gMS respectivement. La teneur en polyphénols totaux des

incorporations diminue avec l'augmentation des incorporations puisque la farine de blé contient un taux de polyphénol élevé par rapport à la poudre des dattes.

Toutefois, le dosage des polyphénols totaux par le réactif du Folin Ciocalteu n'indique pas les valeurs exactes des polyphénols, puisque malgré sa grande sensibilité, la méthode Folin Ciocalteu peut présenter des problèmes d'interférence, en effet le réactif peut réagir avec les acides aminés (tyrosine, tryptophane) et les sucres réducteurs comme le glucose et le fructose et donc il donne une surestimation sur la teneur en PPT (**Boizot et Charpentier, 2006**).

Les polyphénols sont connus par leur pouvoir antioxydant, aussi, ils contribuent à la prévention des maladies neurodégénératives et les maladies cardiovasculaires (**Manach et al., 2004 ; Henk et al., 2003 ; Scalbert et al., 2002**).

Les différentes teneurs en PPT des dattes résultent de l'effet d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont :

- Les facteurs climatiques et environnementaux : la lumière, les précipitations, la topographie, la saison et le type de sols (**Harris, 1977**).
- Le patrimoine génétique : La concentration des polyphénols est très variable d'une espèce à une autre et d'une variété à une autre et diminue régulièrement durant la maturation ainsi que la période de récolte et le stockage par différentes voies du brunissement (**Macheix et al., 1990**)
- La méthode d'extraction et la méthode de quantification (**Lee et al., 2003**).

À partir des résultats des analyses sensorielles, on peut conclure que l'ajout de la farine des pulpes de datte Mech-Degla à 10 % améliore le goût et la texture et la couleur du biscuit par rapport à un biscuit fait qu'avec la farine de blé tendre mais ne peut pas remplacer complètement le sucre blanc.

Conclusion générale et perspectives

Notre travail s'intéresse à la préparation, la caractérisation physico-chimique et technologique de la farine de la pulpe de datte Mech-Degla incorporée dans la farine de blé tendre commercial aux taux de 10%, 30% et 50%.

Les résultats des propriétés morphologiques et physiques ont montré des valeurs satisfaisantes qui déterminent une qualité admissible de la datte Mech- Degla étudiée.

D'après les résultats de la caractérisation physico-chimique, il s'est avéré que l'incorporation de la farine des pulpes de Mech-Degla diminue le taux d'humidité, le pH et l'acidité titrable et par contre augmente le taux de cendres et la teneur en sucres hydrosolubles.

En ce qui concerne les résultats de la caractérisation technologique et fonctionnelle, on a remarqué que l'incorporation de la farine des pulpes de Mech-Degla diminue l'indice de chute et le taux de gluten de la farine de blé tendre avec une absence totale de gluten dans la farine de Mech-Degla.

L'étude technologique grâce au test à l'alvéographe de Chopin nous a permis de prédire que l'incorporation (10%) peut être utilisée pour la fabrication du biscuit sec.

Pour la teneur en polyphénols totaux, la non richesse de la farine des pulpes de Mech-Degla en polyphénols totaux diminue la teneur en polyphénols totaux de la farine de blé tendre, plus que l'incorporation augmente plus que la teneur en PPT diminue.

L'incorporation de la farine de datte s'avère très intéressante d'un point de vue sensoriel et nutritionnel. En effet, l'incorporation de la farine de dattes permet d'améliorer le goût, la saveur, et l'apport énergétique du produit. Nous pouvons dire donc que le produit fini répond à l'appellation d'un aliment diététique.

Enfin, ce travail n'est qu'une contribution à sauvegarder des ressources nationales. Il propose une solution visant à la valorisation des dattes de faibles valeurs marchandes telle que Mech-Degla en vue de leurs éventuelles transformations en farine.

Comme perspectives, il est très intéressant de poursuivre et d'approfondir les études concernant les aspects suivants :

- Amélioration des techniques de séchage et d'obtention de la farine des dattes.
- Élargissement du domaine d'application dans le secteur agroalimentaire.
- Élaboration des produits diététiques à base de farine de dattes.
- Étude de la stabilité de la farine de datte durant le stockage.

Références bibliographiques

-A-

Abbès F., Souhail B., Bchir B, Wissal K., Hamadi A. & Christophe B. (2013). « Effect of Concentration Temperature on Some Bioactive Compounds and Antioxidant Proprieties of Date Syrup ». *Food Science and Technology International* 19 (4): 323-33.

Acourene S.M., Belguedj. & Tama M. (2001). « Palmier dattier de la région des ziban», 23.

Acourene S., Djafri K., Benchabane A., Tama M. & Taleb B. (2014). « Dates Quality Assessment of the Main Date Palm Cultivars Grown in Algeria ». *Annual Research & Review in Biology* 4 (3): 487-99. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/5009>.

Ahmed N., Javeria F., Sultan A.M. & Farooq P. (2022). « Role of Phoenix Dactylifera (Ajwa) on Lipid Profile; a Randomized Controlled Trial ». *Journal of King Saud University - Science* 34 (4): 101959

AlFaris., Nora A, Jozaa Z., Fatima A., Najla Ab., Riyadh A., Dalal H., Amani H. & Lujain A. (2021). « Total Phenolic Content in Ripe Date Fruits (Phoenix Dactylifera L.): A Systematic Review and Meta-Analysis ». *Saudi Journal of Biological Sciences* 28 (6): 3566- 77.

Al-Shahib W. & Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm: Its possible use as The best food for the future. *International Journal of Food Science and Nutrition*, Vol 54, pp 247-259.

Amadou I. (2016). « Date Fruits ». In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, 215-33. Amiot M.J., Riollet C. & Landrier J.F. (2009). « Polyphénols et syndrome métabolique ». *Médecine des Maladies Métaboliques* 3 (5): 476-82.

Amira. E., Flamini G., Saafi E.B., Issaoui M., Zayene N., Ferchichi A., Hammami M., Helal A. N. & Achour L. (2011). « Chemical and Aroma Volatile Compositions of Date Palm (Phoenix Dactylifera L.) Fruits at Three Maturation Stages ». *Food Chemistry* 127 (4): 1744-54.

Amellal H. (2008). Aptitude technologiques de quelques variétés communes de dattes formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat. Département de technologie alimentaire. Université de Boumerdès

Arendt E. K. & Emanuele Z. (2013). « Wheat and Other Triticum Grains ». In *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*, 1-67e.

Ashraf M. A., Muhammad I., Rizwan R., Iqbal H., Muhammad R. & Muhammad S.A. (2018). « Environmental Stress and Secondary Metabolites in Plants ». In *Plant Metabolites and Regulation Under Environmental Stress*, 153-67.

Atriche R & Bourekoua S. (2019). Valorisation des dattes sèche par la fabrication d'un sirop et leur caractérisation physico-chimiques et microbiologiques. Mémoire de master en agroalimentaire et contrôle de qualité. Université de Djijel 78p.

-B-

Baliga M. S., Bantwal R. V-B, Shaun M. K., Harshith P.B. & Praveen K. V. (2011). « A Review of the Chemistry and Pharmacology of the Date Fruits (Phoenix Dactylifera L.) ». *Food Research International* 44 (7): 1812-22.

Belaroussi M. E. (2019). Etude de la production du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) variété Deglet Nour : cas des régions de Oued Mya et Oued Righ. Thèse de Doctorat en sciences Spécialité Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah-Ouargla.

Benahmed D. A., Benrachedi K. & Benamara S. (2012). Possibilité de production d'un vinaigre biologique de dattes cultivées dans le sud algérien. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, (35), 20-24.

Bengriche T & Tiliouine N. (2017). Analyses physico-chimiques et technologiques des farines issues du moulin de « Baghlia ». Mémoire de master en Contrôle de Qualité et Nutrition en Agro-alimentaire. Université M'Hamed Bougara Boumerdès. 54 p.

Benmeddour Z., Emira M., Dominique L.M. & Louaileche H. (2013). « Phenolic Composition and Antioxidant Capacities of Ten Algerian Date (Phoenix Dactylifera L.) Cultivars: A Comparative Study ». *Journal of Functional Foods* 5 (1): 346-54.

Benmeridja H. (2011). « Etude comparative de deux variétés de dattes « Deglet- Nour » et Mech-Degla ». Essai d'obtention et d'incorporation de la farine « Mech-Degla » dans un biscuit diététique. Mémoire de master en sciences de la nature et de la vie. Université de Blida.

Besbes S., Drira L., Blecker K., Deroanne C & Hamadi A. (2009). Adding value to hard date (Phoenix dactylifera L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *J. Food. Chem.* 112: 406-411.

Boizot N. & Charpentier J. P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu des composés phénoliques des organes d'un arbre forestier Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, préoraux et aquatiques.

Booij L., Piombo G., Risterucci J. M., Coupe M., Thomas D. & Ferry M. (1992). Etude de la composition chimique de dates a différents stades de maturité pour la Caractérisation

variétale de divers cultivar de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Fruits*, vol. 47, N° 6 , pp. 667-77.

Boudries H., Kefalas P. & Horneromendez D. (2007). « Carotenoid Composition of Algerian Date Varieties (*Phoenix Dactylifera*) at Different Edible Maturation Stages ». *Food Chemistry* 101 (4): 1372-77.

Boukarboua, A & Boulkroun M. B. (2016). Appréciation de la qualité technologique des farines commerciales par des tests indirects. Mémoire de Master en Biochimie Option Analyse Protéomique et Santé. Université des Frères Mentouri Constantine.

Boukhiar A. (2009). Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation. Mémoire magister en technologie alimentaire non publier. Université M'Hamed Bougara. Boumerdès.

Boussaid L., Hakim A. & Noureddine B. (2020). « Aperçu sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques de trois sirops de » 2 (1): 8.

Boutaida N. (2004). Etude de la composition biochimique de la datte variété sèche " Mech-Degla". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna

Bueno-Herrera, M & Pérez-Magariño S. (2020). « Validation of an Extraction Method for the Quantification of Soluble Free and Insoluble Bound Phenolic Compounds in Wheat by HPLC-DAD ». *Journal of Cereal Science* 93 (mai): 102984.

-C-

Chergui D., Akretche-Kelfat S., Lamoudi L., Al-Rshaidat M, Boudjelal F. & Ait-Amar. H. (2021). « Optimization of Citric Acid Production by *Aspergillus Niger* Using Two Downgraded Algerian Date Varieties ». *Saudi Journal of Biological Sciences* 28 (12): 7134-41.

Chibane H., Benamara S., Noui Y. & DjouabA. (2007). Some Physiochemical and Morphological Characterizations of Three Varieties of Algerian Common Dates. *European Journal of Scientific Reseach.* 18 (1): 134-140.

Cooper R. (2015). « Re-Discovering Ancient Wheat Varieties as Functional Foods ». *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 5 (3): 138-43.

-D-

Derbel S. & Ghedira K. (2005). « Les phytonutriments et leur impact sur la santé ». *Phytothérapie* 3 (1): 28-34.

Djermoun A. (2009). « La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques », 10.

Dubat A. (2004). Importance de l'endommagement de l'amidon et évaluation des méthodes de mesure. Ind. Des céréales N°137. Avril/Mai.

Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P.A. & Smith F. (1956). « Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances ». *Analytical Chemistry* 28 (3): 350-56.

Dudonné S., Xavier V., Philippe C., Marion W. & Jean-Michel M. (2009). « Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57 (5): 1768-74.

-E-

Espiard E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc-Lavoisier, 360 p.

-F-

Farah A. & et C Donangelo C. (2006). « Phenolic Compounds in Coffee ». *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18 (1): 23-36.

Favier A. (1993). Current aspect about the role of zinc in nutrition. *Revue Pratique*, p: 146-151.

-G-

Ghania C., Bouchelaleg A. & Talbi Romeissa. (2015). « Etude phytochimique de quelques variétés de blé tendre (*Triticum Aestivum*) et D'orge (*Hordeum vulgare*) et leurs activités biologiques », 23.

Gilissen., Luud J.W.J. & Marinus J.M.S. (2021). « Gluten Quantity and Quality in Wheat and in Wheat-Derived Products ». In *Biotechnological Strategies for the Treatment of Gluten Intolerance*, 97-129. Elsevier.

-H-

Hamia C., Guergab A., Rennane N.L., Birache M, Haddad M., Saidi M. & Yousfi M. (2014). « Influence des Solvants sur le Contenu en Composés Phénoliques et l'Activité Antioxydante des Extraits du *Rhanterium Adpressium* ». 39-33 :1(6 : العلوم حوليات 6).
التكنولوجيا و العلوم حوليات 6

Harris M. (1977). *Canadian Journal of Chemistry*. Vol 55, No 21. P : 2600-2602.

Henk J., Zwir E., Rik L. (2003). Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. Arome. Ingrédients. Additifs N°44, pp 42-45.

Henry., Robert J., Parimalan R & Agnelo F. (2016). « Functional Cereals for Production in New and Variable Climates ». *Current Opinion in Plant Biology* 30 (avril): 11-18.

-I-

Ilkay T., Aziz E. (2011). «Brix degree and sorbitol/xylitol level of anthntic pomegranate (Punica gramatum) juice. Food Chemistry 127: 1404-1407.

-K-

Khali M., Boussena Z. & Boutekrabt L. (2015). « Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre ».

-L-

Lamara A. & Benguedoudj S. (2019). Etude du comportement variétal du blé tendre (Triticum aestivum L.) vis-à-vis du stress hydrique dans la région de Sétif. Mémoire de master en amélioration des plantes. Université de Bordj Bou Arreridj.

Lambiote B. (1983). Some aspect of the role of dates in humain nutrition. The iirst symposium on date palm, king Faysal university, A1 Hassa Kingdom of Saudi Arabia, 577- 579.

Li L, Si C., Miaolei D. & Zhendong G. (2022). « Optical Techniques in Non-Destructive Detection of Wheat Quality: A Review ». *Grain & Oil Science and Technology* 5 (1): 44-57.

Li Y., Mengli L., Wang L & Zaigui Li. (2022). « Effect of Particle Size on the Release Behavior and Functional Properties of Wheat Bran Phenolic Compounds during in Vitro Gastrointestinal Digestion ». *Food Chemistry* 367 (janvier): 130751.

-M-

Macheix J.J., Fleuriet A., BillotJ. & (1990). Fruit Phenolics-Boca Raton, USA : CRC PRESS.

Maghni, R., Bacha, A. (2005). Elaboration d'une farine de dattes enrichie. Journées d'études sur la transformation des produits du palmier dattier, 6- 7 décembre, Biskra.

Manach C., Scalbert A., Morand C., Remezy C. & Jimenez L. (2004). Polyphenols : Food sources and bioavailability .Journal American of Clinical Nutrition, 79, 5, pp 727-747.

Matallah S. (1970). Contribution à la Valorisation de la Datte Algérienne.Thèse Ingénieur. INA, El Harrach.

Meligi M.A., Sourial G.F., (1982). Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region. Ed : First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March, pp. 212-220.

Mohamed M. & Ahmed A.A. (1982). Libyan date syrup (Rub A1 Tamr). Journal of food science, 46, 1162-1166.

Munier P. (1973). Le palmier dattier. ED. MAISONNEUVE, Paris, 221p.

-N-

Nixon R.W & Carpenter B. (1978). Growing Dates in United States, United States Department of Agriculture Information, Bulletin Prepared by Science and Education Administration, pp. 44 -45.

Noui Y. (2007). Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès.

-P-

Pandey K.B & Rizvi S. (2009). « Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease ». *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2 (5): 270-78.

-Q-

Quideau S. (2013). « Plant Polyphenols ». In *ELS*, édité par John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Quideau S., Denis D., Douat-Casassus C. & Pouységu L. (2011). « Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis ». *Angewandte Chemie International Edition* 50 (3): 586-621.

-S-

Sarraf M., Jemni M., Kahramanoğlu I., Artés F., Shahkoomahally S., Namsi A., Ihtisham M., Brestic M., Mohammadi M & Rastogi A. (2021). « Commercial Techniques for Preserving Date Palm (Phoenix Dactylifera) Fruit Quality and Safety: A Review ». *Saudi Journal of Biological Sciences* 28 (8): 4408-20.

Sawaya W.N., Safi W.M; Al-Shalhat A., Al-Mohammed H. (1983). Fruit growth and composition of Khudari, Sillaj and Sifi date cultivars grown in Saudi Arabia. Proc.of the First Symposium on the Date Palm, Saudi Arabia.

Scalbert A., Morand C., Manach C., Rémésy C. (2002). Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed Pharmacother*, 56, pp 276-282.

Shankar R. S., Srinivasan S. A., Shankar. S., Rajasekar R., Kumar N. & Sathish K. (2014). « Review Article on Wheat Flour/Wheat Bran/Wheat Husk Based Bio Composites » 4 (4): 10.

Slavin, Joanne L. (2000). « Mechanisms for the Impact of Whole Grain Foods on Cancer Risk ». *Journal of the American College of Nutrition* 19 (sup3): 300S-307S.

-T-

Tifraouat A. & Ouhal I. (2016). Essai de panification avec incorporation de la farine de datte « Mech-Degla ». Mémoire de master en qualité et conservation des aliments. Université de Boumerdes.

-U-

Uthayakumaran S. & Wrigley C.W. (2010). « Wheat: Characteristics and Quality Requirements ». In *Cereal Grains*, 59-111. Elsevier.

-V-

Varzakas T. (2016). « Quality and Safety Aspects of Cereals (Wheat) and Their Products ». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 56 (15): 2495-2510.

-Y-

Yao A., Koffi D.M., Blei S., Irie Z. & Niamke S. (2015). « Propriétés biochimiques et organoleptiques de trois mets traditionnels ivoiriens (*attiéké, placali, attoukpou*) à base de granulés de manioc natifs ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 9 (3).

-Z-

Zamaratskaia G., Gerhardt K. & Wendin K. (2021). « Biochemical Characteristics and Potential Applications of Ancient Cereals - An Underexploited Opportunity for Sustainable Production and Consumption ». *Trends in Food Science & Technology* 107 (janvier): 114-23.

CIC LES MOULINS DES BIBANS
BP117 Route Nationale N05 BBA
34000, Bordj Bou Arreridj, ALGERIE
3 21227

CIC LES MOULINS DES BIBANS
BP117 Route Nationale N05 BBA 34000,
Bordj Bou Arreridj, ALGERIE 035721227



Protocole Alvéographe HC
Nom du fichier 2203280201[578]

Nom du partenaire CIC LES MOULINS DESBIBANS

Tom du test Farine Courante + datte 10%

Produit Farine de blé \industrielle

Commentaires : Force Boulangère est Trop Faible / Ténacité est Faible / Gonflement est conforme / l'extensibilité est Elevée (Acceptable)/ L'indice
O' Elasticité est Acceptable / Configuration de la Courbe est Déséquilibrée

Temperature

Eau 18.9 °C
Pétrin 23.9 C
Chambre de repos. 25 °C
Chambre Alveo : 19.1 °C

Hygrométrie : 57,2 %
Humidité : 12,7 %
Hydratation : 50 %
Base d'hydratation : B15% H20

Quantité d'eau : 135,15 mL
Masse de farine : 250 g

Courbe Alvéographe

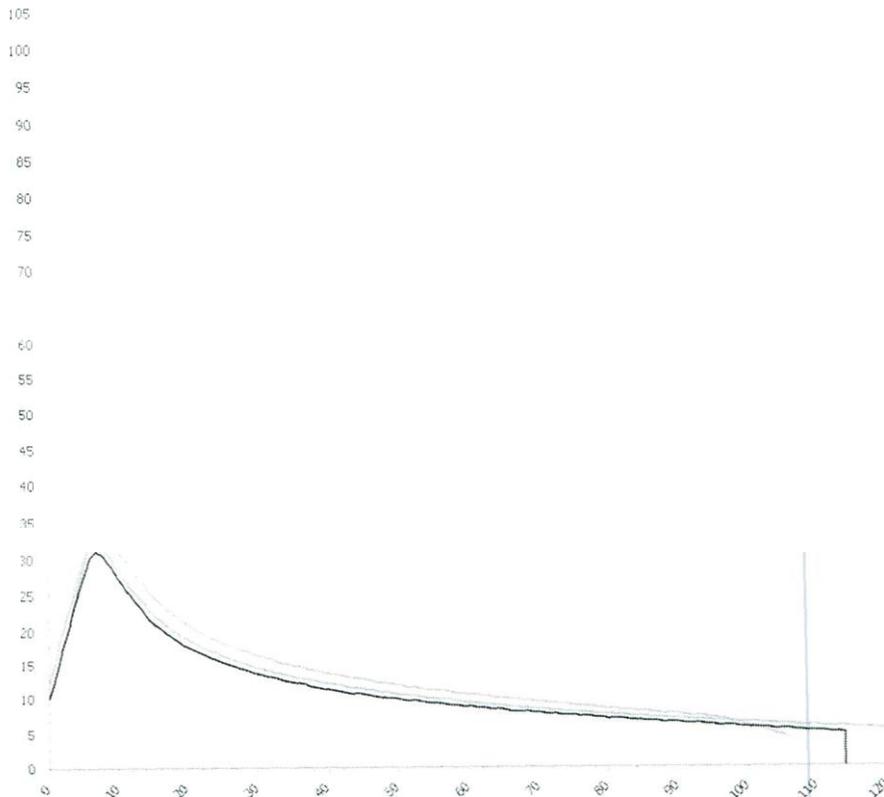
Résultats

P : 34 mmH2O
P/L : 0,3

L : 113 mm
ie : 37,7 %

G : 23,6

W : 86 10-4J



CIC LES MOULINS DES BIBANS
BP117 Route Nationale N05 BBA 34000,
Bordj Bou Arreridj. ALGERIE 035721227

CIC LES MOULINS DES BIBANS
BP117 Route Nationale N05 BBA
34000 Bordj Bou Arreridj, ALGERIE
035721227

protocole Alvéographe HC
Nom du Fisher 2111240202[5o5] Nom du partenaire.CIC LES MOULINS 0ESBI9AXS
Nom du test Farine Courante Produite le 24/J1/202a Produit. Farine de blé industrielle
Commentaires Force Boulangère est Acceptable. Ténacités est Acceptable / Gonflement est Acceptable, Extensibilité est Acceptable L'nd ce
D'Elasticité est Acceptable / Configuration de la Courbe est Déséquilibrée

Température

Pétrin : 24 °C
chambre de repos 2
Chambre Alveo 20 | C

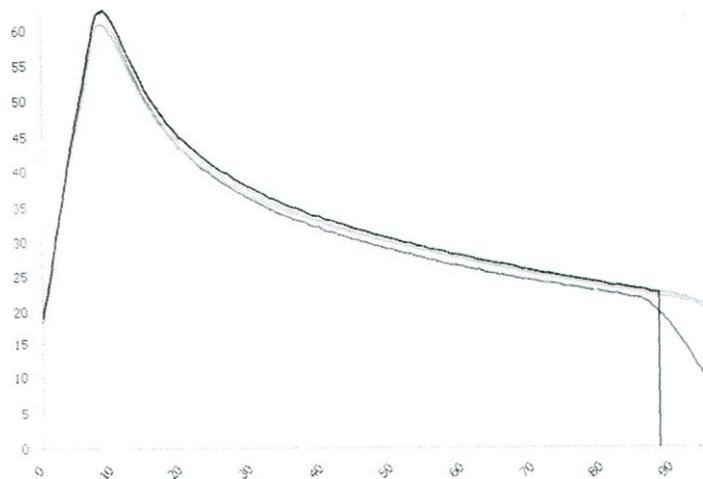
tygrometrie 56.2
Humidité 14.9
Hydratation 50 %
base d'hydratation B H2O
15%

Quantité d'eau 254u*L
Masse De farine 25Jg

Courbe Alvéographe

Résultats

P : 69 mmH 20 L : 88 mm G : 20,8 W : 202 10-4J
P/L : 0,78 le : 54,1 %



ملخص

الغرض من هذه الدراسة هو تحويل التمور الجافة من صنف قرباعي إلى دقيق غذائي ثم دمجه في دقيق القمح اللين التجاري. أظهرت نتائج المتغيرات الفيزيائية والكيميائية أهمية و فوائد إضافة دقيق التمر إلى دقيق القمح اللين. أتاحت الدراسة التكنولوجية بفضل اختبار Chopin alveograph التنبؤ بجودة دقيق القرباعي المدمج بمعدل 10% مع دقيق القمح اللين، وسيكون من الأفضل إعداد بسكويت جاف. أظهرت دراسة محتوى البوليفينول الكلي أن دمج دقيق التمر يقلل بشكل كبير من إجمالي محتوى البوليفينول الكلي لدقيق القمح اللين. كشف اختبار التذوق للبسكويت الجاف عند دمج 10% عن قبول جيد من قبل لجنة تحكيم التذوق. الكلمات المفتاحية: التمر ، قرباعي، دقيق، تحويل ، البسكويت الجاف ، alvéographe de Chopin

Résumé

La présente étude vise à valoriser les dattes sèches de variété Mech-Degla en une farine alimentaire et puis à l'incorporer dans une farine de blé tendre commercial.

Les résultats des paramètres physico-chimiques ont montré l'intérêt et les bienfaits d'ajouter la farine de datte à la farine de blé tendre.

L'étude technologique grâce au test d'alvéographe de Chopin a permis de prédire la qualité de la farine de Mech-Degla incorporée à un taux de 10 % avec une farine de blé tendre, elle sera mieux destinée à l'élaboration d'un biscuit sec.

L'étude de la teneur en polyphénols totaux a montré que l'incorporation de la farine des dattes diminue significativement la teneur en polyphénols totaux de la farine de blé tendre

L'évaluation des paramètres sensorielles et organoleptiques du biscuit sec à 10% d'incorporation a révélé une bonne acceptabilité par le jury de dégustation

Mots clés: Datte, Mech-Degla, farine, valorisation, biscuit sec, alvéographe de Chopin

Summary

The purpose of this study is to convert Mech-Degla dry dates into one flour and then incorporate it into a commercial common wheat flour.

The results of the physico-chemical parameters showed the interest and well-made to add the date flour to the common wheat flour.

The technological study using the Chopin alveograph test has made it possible to predict the quality of the Mech-Degla flour incorporated at a rate of 10% with a common wheat flour, it will be better intended for the production of a dry biscuit.

The study of the total polyphenols content showed that the incorporation of date flour significantly reduces the total polyphenols content of common wheat flour

The evaluation of the sensory and organoleptic parameters of the dry biscuit at 10% incorporation revealed a good acceptability by the tasting jury

Keywords: Date, Mech-Degla, flour, valorization, dry biscuit, Chopin alveograph

Partie bibliographique

Partie expérimentale

Résultats et discussion



Figure 01 : Dattes Mech-Degla nettoyées



Figure 02 : Dattes dénoyautées



Figure 03 : Pulpes découpées



Figure 04 : Séchage des pulpes dans l'étuve

Matériel et méthodes

Annexes

Références bibliographiques

Chapitre 01

Céréales et blé tendre

Chapitre 02

Palmier dattier et dattes

Chapitre 03

Composés phénoliques

Introduction générale