

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

قسم علوم المادة

DEPARTEMENT Sciences de la Matière



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة عمار تليجي بالاغواط

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Chimie

Option : chimie organique appliquée

Présenté Par:

M^{me} RAMDANI Wahiba & M^{elle} BENTIRECHE Fatima Houria

THEME

***Effet des Extraits de sons du Blé dur, de l'Orge,
de Frick et du Mermez sur l' α -amylase de la
région de Sidi Makhlouf-Laghouat-***

Soutenu publiquement le 05 octobre 2020 devant le jury composé de :

YOUSFI Mohamed

Pr

Président

BELHADI Bedreddine

M.C.B

Examineur

BENALIA Mohamed

M.C.B

Rapporteur

Année Universitaire : 2019- 2020

Remerciements

Nous remercions et louons Dieu, le tout puissant, actuellement et éternellement.

Ce travail a été réalisé au laboratoire des sciences fondamentales LSF de l'université Amar Télidji - Laghouat - en une durée limitée à 15 jours après un confinement de six mois dû au covid19. Par conséquent, on remercie énormément **professeur YOUSFI Mohamed** directeur de ce laboratoire de nous avoir permis d'accomplir ce travail à bras ouverts en de très bonnes conditions.

Malgré les apparences, cette page est la plus difficile à rédiger. En effet, comment dire en si peu de mots toute notre reconnaissance aux personnes qui m'ont toujours encouragé. Malgré tout, ces quelques lignes sont une occasion pour nous de remercier les responsables et les personnes qui, de près ou de loin, m'ont soutenu de diverses manières et sans qui, ce travail n'aurait pas abouti.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements à notre encadreur **Dr BENALIA Mohamed** pour avoir encadré et dirigé ce travail, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il nous a accordée pour réaliser ce travail.

Nous exprimons notre gratitude, **Dr MAHFOUDI Reguia**, pour son aide et tous les efforts qu'elle a déployés lors de la préparation de ce travail. C'est l'occasion pour nous d'exprimer notre profonde gratitude: vous avez toujours maintenu le meilleur accueil possible malgré vos engagements professionnels. Votre encouragement constant, votre gentillesse et votre gentillesse méritent toute l'admiration. Vous trouverez ici une expression de notre respect et de notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines.

Nous remercions également, **Dr HAMIA Chahrazed**, pour son aide et tous les efforts qu'elle a déployés lors de la préparation de ce travail. Votre encouragement constant, votre gentillesse méritent toute l'admiration. Vous trouverez ici une expression de notre respect et de notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines.

Il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre gratitude et reconnaissance à **Professeur DJERIDANE Amar** pour vos précieux conseils et remarques.

Nos remerciements vont également aux membres de jury pour avoir accepté d'examiner ce travail

Nous voudrions également remercier tous les membres du laboratoire des sciences fondamentales, qui nous ont soutenus dans la réalisation de ce travail.

A tous les enseignants du Département de Sciences de La matière, sans oublier tout le personnel de la bibliothèque de la Faculté des Sciences Technologie et Science de la Matière Université Amar Telidji de Laghouat En fin, nous remercions toutes les autres personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail **A** mon très chère père

Qui m'a toujours soutenu, et qu'a été toujours présent pour moi

A la plus chère au monde, ma mère qui a toujours m'encouragé durant mes
études

A mes chers et adorables frères et sœurs : Fatima, Amina, Fatma, Fouzi,
Abdelkader et Houssin.

A mon mari Ali qui m'a beaucoup encouragée tout au long de ce travail.

Merci d'avoir montré beaucoup de patience avec moi durant les moments les
plus stressants, merci pour ta fidélité et ta gentillesse.

A mon binôme houria que j'ai partagée avec elle les joies et les difficultés au
suivi de notre travail

A mes très chers amies : Rokia.H, Chaima. G, Fulla .CH

Wahiba

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie mon travail à tous ceux qui me sont chers ;

A la femme qui a consacré sa vie pour que je sois la meilleure, pour que je puisse continuer mes études et acquérir un savoir-faire. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Ma mère, tu es l'être le plus cher à mon cœur.

A mon adorable père, qui m'a aidé et encouragé depuis ma naissance et qui s'est sacrifié pour que je grandisse avec un savoir-faire. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Mes chers parents, que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A mes chers et adorables frères et sœurs : Abdenour, Mostefa, Abdessalem, Amira et ma belle-sœur Fatima. En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A ma chère et adorable nièce : la petite princesse Israa Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour toi. Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Puisse Dieu vous garder et éclairer votre route.

A mes très chères amies : Chaima G et Radia G

A mon binôme W. A. A, qui a partagé les efforts pour la réalisation de ce travail et à sa famille.

A toutes ma famille pour l'amour et le respect qu'ils m'ont toujours accordé

A tous nos collègues de la promotion A tous nos professeurs de l'enseignement qui nous ont enseigné A tous ceux qui nous ont aidés de près et de loin, et qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Houria. Fatima

Liste des sigles et des abréviations

A₀ :	. Absorbance en absence de l'inhibiteur.
A₁ :	Absorbance en présence de l'inhibiteur.
ADA :	American Diabetes Association.
AEIC :	Capacité d'inhibition équivalente en acarbose (Acarbose Equivalent Inhibitor Capacity).
CIC:	Conseil international des céréales.
DNS:	Acide 3,5-dinitrosalicylique
EAG :	Equivalent en acide gallique.
EC :	Enzyme Commission.
ECat :	Equivalent en catéchine.
EQ :	Equivalent en quercétine.
FAAD	Fédération Algérienne des Associations de Diabétiques.
KDa :	Kilo Dalton.
MADR :	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
MeOH :	Méthanol.
MV :	Matière végétale.
OMS :	Organization mondiale de santé.
PI :	Pourcentage d'inhibition.
UV :	Ultraviolet – visible.
USDA :	Département de l'agriculture des Etats-Unis (United States Department of Agriculture).

Liste des figures

Figure. 01 :	Photographie de Blé : (1) Blé mature (Blé dur) ; (2) Blé non mature (Frick) de la région de Sidi Makhlouf (Laghouat) récolté 2019	06
Figure. 02 :	Photographie de l'Orge : (1) l'orge mature ; (2) l'Orge non mature (Mermez) de la région de Sidi Makhlouf (Laghouat) récolté 2019	07
Figure. 03 :	La réaction chimique catalysée par des enzymes d' α amylases	08
Figure. 04 :	Schéma récapitulatif de préparation des échantillons	10
Figure. 05 :	courbe d'étalonnage de l'acide gallique	15
Figure. 06 :	courbe d'étalonnage de la quercétine	18
Figure. 07 :	courbe d'étalonnage de la catéchine	21
Figure. 08 :	Courbe d'inhibition de l' α -amylase par l'acarbose	24

Liste des tableaux

Tableau. 01 :	Produits chimiques et réactifs utilisés dans ce travail	07
Tableau. 02 :	Les teneurs en phénols totaux des quatre extraits.	16
Tableau. 03 :	Les teneurs en flavonoïdes des quatre extraits.	18
Tableau. 04 :	Les teneurs en tanins des quatre extraits.	21
Tableau. 05 :	les valeurs de AEIC des extraits des quatre céréales étudiée vis-à vis de l' α -amylase	24

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

I. Introduction générale.	01
II. Matériel et méthodes.	05
II.1. Matériel.	05
II.1.1 Matériel végétal et réactifs chimiques.	05
II.1.1.1 Matériel végétal.	05
II.1.1.1 description botanique.	05
II.1.1.2 classification botanique.	06
II.1.2 Standard et réactifs chimiques.	07
II.1.3. Enzyme α -amylase pancréatique de porc.	07
II.1.3.1. Structure et mode d'action.	08
II.2. Méthodes.	09
II.2.1. Préparation des échantillons.	09
II.2.2. Préparation des extraits.	10
II.2.3 Quantification des composés phénoliques.	11
II.2.3.1. Dosage des phénols totaux.	11
II.2.3.2. Dosage des flavonoïdes.	11
II.2.3.3. Dosage des tannins.	12
II.2.4. Evaluation de l'activité antidiabétique in vitro.	12
II.2.5. Analyse statistique.	14
III. Résultats et discussion.	15
III.1. Quantification des composés phénoliques.	15
III.1. 1. Teneur en phénols totaux.	15
III.1. 2. Teneur en flavonoïdes.	17
III.1. 3. Teneur en tanins condensés.	20
III.2. Evaluation de l'activité antidiabétique.	23
IV. Conclusion générale.	27
Références.	29
Annexes.	33

Introduction générale

I. Introduction générale :

Les céréales et leurs dérivées appartenant, botaniquement parlant, à la famille des Poacées dont les graines constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins.

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**Slama et al. 2005**), selon (**FAO, 2007**) leur production arrive jusqu'à 2 Milliards de tonnes.

La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie. Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (**Djermoun, A. 2009**).

Les graines alimentaires appartiennent à une dizaine d'espèces végétales. Les plus employées restent le blé et l'orge où ils occupent la majeure partie des superficies agricoles utiles avec 74% de la sole céréalière totale. La production réalisée des céréales au cours de la période 2010-2017 est estimée à 41,2 Millions de quintaux en moyenne selon le ministère de l'agriculture du développement rural (**MADR, 2017**).

Il constitue l'aliment de base d'un tiers de l'humanité, lui fournissant calories et protéines, plus que toute autre plante cultivée. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles (**Bonjean et Picard, 1990**).

Le blé tendre représente neuf dixièmes de la production mondiale. Le statut de céréale majeure a été acquis par le blé au détriment de sa diversité génétique, en particulier lorsque les variétés locales ont été remplacées à grande échelle par un petit nombre de variétés à haut potentiel de production (**Raymond et al., 2006**).

Les céréales complètes, contenant plus de glucides complexes et moins de glucides simples que les céréales raffinées, ont un effet moins important sur la glycémie.

Les céréales complètes conservent une enveloppe protectrice végétale, appelé le son, elles fournissent une teneur en fibres élevée. Elles permettent de moduler votre digestion et donc indirectement d'aider à réguler votre glycémie en limitant l'absorption des glucides. Un féculent complet sera plus intéressant d'un point de vue nutritionnel (**dinnosante, 2016**).

Le diabète sucré par sa charge de morbidité et de mortalité constitue un problème mondial de santé publique et un lourd fardeau économique et social. Son ampleur est, d'ailleurs, reflétée par les chiffres alarmants de l'OMS. En 2016, la population diabétique mondiale était de 422 millions avec une prévalence 8,5%, ce chiffre passera à 592 millions en 2035 (OMS, 2016) .

En Algérie, avec pas moins de 4,5 millions de diabétiques, le diabète pose un vrai problème de santé publique de par sa prévalence (12%) et le poids de ses complications chroniques dominées par les complications cardiovasculaires, le pied diabétique, l'insuffisance rénale chronique et la rétinopathie. Selon une enquête de l'institut national de santé publique, le diabète occupe la quatrième place dans les maladies chroniques non transmissibles (FAAD, 2016).

Le comité international d'experts a présenté une nouvelle classification origine des diabètes sucrés, cette classification est actualisée en fonction des données scientifiques récentes. On distingue deux types majoritaires : le diabète de type 1 conséquent d'une sécrétion insuffisante d'insuline (diabète insulino-dépendant, ou type 1) et le diabète de type 2 résultant d'une carence ou mauvaise utilisation de l'insuline (diabète non insulino-dépendant, ou type 2). De plus, il existe d'autres types minoritaire (le diabète gestationnel) et autres types spécifiques (anomalie génétique de la fonction des cellules β pancréatiques, anomalie génétique de l'action de l'insuline, maladie du pancréas exocrine, diabète au cours des endocrinopathies, diabètes induits par des médicaments) (Goldenberg et Punthakee, 2013).

Le type 2 comprend la forme majeure commune de diabète qui caractérisé par une augmentation persistante du taux du glucose dans le sang au-dessus des valeurs normales (hyperglycémie) à cause d'un défaut sécrétoire d'insuline ou une insulino-résistance (ADA, 2014). Cette hyperglycémie chronique est associée à long-terme à un dysfonctionnement de différents organes (les yeux, les reins, le cœur et les vaisseaux sanguins), elle est aussi associée à autres facteurs de risque cardiovasculaire comme l'hypertension, la charge pondérale (obésité), une dyslipidémie et un style de vie non sain (Rios et al. 2015).

Le traitement du diabète sucré dépend du type du diabète et de degré du déficit en insuline. Pour le traitement du diabète de type 1, l'insuline reste le moyen le plus efficace, et le plus disponible à fin d'obtenir une glycémie normale bien régulée. Le rôle d'insuline administré au malade d'une façon strictement contrôlé, consiste à remplacer l'insuline propre à l'organisme (Bailey 1999). D'autre part Les traitements du diabète de type 2 sont de deux types, non médicamenteux (traitement hygiéno-diététiques) soit par Régime alimentaire, ou bien par des activités

physiques, et médicamenteux (antidiabétiques oraux et insulinothérapie) actuellement, les traitements prescrits sont soit l'insuline ou l'un des divers antidiabétiques oraux comme les sulfonylurées, les biguanides, les thiazolidinediones, les inhibiteurs de l' α -glucosidase (Garber, 2004).

Les inhibiteurs d' α -glucosidase retardent l'absorption intestinale des hydrates de carbone, limitant ainsi les fluctuations de la glycémie plasmatique postprandiale, ils inhibent spécifiquement l' α -amylase et l' α -glucosidase, enzymes localisées dans l'épithélium de l'intestin grêle. L'acarbose, le miglitol et le voglibose sont les inhibiteurs disponibles sur le marché (ADA, 2014).

Cependant, il existe de nombreuses enzymes digestives chez l'homme dont la plus importante est l' α -amylase pancréatique (α 1-4 D-glucane-glucano-hydrolase, E C 3.2.1.1) est l'un des principaux produits de sécrétion du pancréas (environ 5 à 6 %) et des glandes salivaires, qui joue un rôle dans la digestion de l'amidon et du glycogène, les produits finaux de l'action de l' α -amylase sont un mélange du D-glucose, maltose et d'une petite quantité de maltodextrine (Whitcomb et Lowe, 2007).

L'activité des α -amylase reste essentiellement dépendante de sa concentration, du pH, de la concentration de substrat et de la température. Le pH modifie la charge électrique des acides aminés présents sur le site catalytique, ce qui rend impossible les réactions de transferts d'atomes, nécessaires à la rupture des liaisons osidiques. La température favorise la formation du complexe enzyme/amidon (Faiveley, 2010).

Les plantes médicinales restent toujours une source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Dans ce contexte et pour enrichir les banques de données des végétaux antidiabétiques, notre étude s'est intéressée à deux céréales, qui consiste à leurs extraits phénoliques, le choix de ces végétaux est basé sur les céréales ne sont pas connue dans le traitement du diabète.

Nous nous sommes intéressés dans ce présent travail à découvrir la présence ou non des composés phénoliques dans les sons de céréales : le blé dur, l'orge, le Mermez et le Frick récoltées de la région de Sidi Makhlouf (Wilaya de Laghouat) et à évaluer l'effet inhibiteur des extraits des sons de ces céréales vis-à-vis de l' α -amylase pancréatique de porc.

Notre travail sera donc réparti en deux parties :

- La première partie est consacrée aux matériels et méthodes utilisés dans les différentes manipulations qui s'appuient sur deux axes. Le premier axe est porté sur l'extraction et la détermination des teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tannins condensés par voie spectrophotométrique des différents échantillons. Le second axe se concentre sur l'évaluation de l'activité inhibitrice des extraits obtenus vis-à-vis de l' α -amylase.
- La deuxième partie se concentre sur tous les résultats obtenus accompagnés de leur discussion.

Malheureusement, en raison de l'apparition du **Covid 19**, nous n'avons pas fait le travail que nous espérions faire en laboratoire (**LSF**). Nous nous sommes limités à l'essentiel.

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes :

II.1. Matériel végétal et réactifs chimiques :

II.1.1. Matériel végétal :

Les matériels végétaux utilisés dans notre étude sont : le **Blé dur**, le **Frick**, l'**Orge** et le **Mermez** cultivés dans la région de Sid Makhoulf (40 Km au nord-Est de Laghouat) durant l'année 2019

II.1.1.1 description botanique :

A) Le blé dur (*Triticumaestivum*) (القمح الصلب) :

C'est une céréale appartenant au genre *Triticum*, dont il a suivi le processus naturel de l'évolution. Cette espèce annuelle de la famille des graminées existait à l'état sauvage il y a de cela des siècles. La plante du blé est une herbacée annuelle, monocotylédone, à feuilles alternes, formée d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis. (Armand et Germain, 1992).



Figure. 01: Photographie de Blé : (1) Blé mature (Blé dur) ; (2) Blé immature (Frick) de la région de Sidi Makhoulf (Laghouat) récolté 2019 .

B) L'orge (*Hordeumvulgare*) (الشعير) :

L'orge (*Hordeumvulgare* L.) est une céréale à paille, plante herbacée annuelle de la famille des poacées. Elle est la plus ancienne céréale cultivée. Bien adaptée au climat méditerranéen du fait de sa rusticité, elle constituait ainsi la principale céréale cultivée dans l'Antiquité grecque, et consommée sous forme de galette ou de bouillie. Maintenant, la culture de l'orge est développée dans le monde entier, son importance dérive de sa capacité à se développer dans des régions qui sont souvent caractérisées par la sécheresse, la basse température et la salinité. (Nagaz et al., 2002).

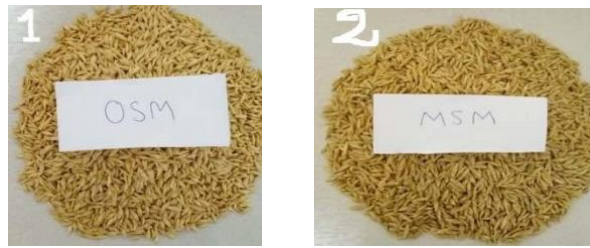


Figure. 02: Photographie de l'Orge : (1) l'orge mature ; (2) l'Orge immature (Mermez) de la région de Sidi Makhoulf (Laghout) récolté 2019.

II.1.1.2 classification botanique :

A) Le blé dur :

Cette classification botanique a été obtenue selon (Doumandji et al.2003).

Règne : Plante

Sous règne : Plante vasculaires

Division : Plantes à grain

Classe : Plante à fleur

Sous-classe : Monocotylé

Ordre : Cyperales

Famille : Poacea

Sous-famille : Triticeae

Genre : Triticum

Espèce : *Triticumaestivum* *Hordeumvulgar*

B) L'orge :

D'après (Henry (2003)), L'orge cultivée appartient à la classification suivante :

Règne: Plantae

Super ordre: Commeliniflorales

Ordre: Poales

Famille: Poacées

Genre: Hordeum

Espèce: *Hordeumvulgar*

II.1.2. Standard et réactifs chimiques :

Les produits chimiques utilisés dans ce travail, sont résumées dans le tableau 1.

Tableau.1 : Produits chimiques et réactifs utilisés dans ce travail.

Produit	Firme
Amidon soluble, phénol (C ₆ H ₆ O),	Riedel-deHaën (Allemagne)
Acarbose (C ₂₅ H ₄₃ NO ₁₈), méthanol, Hydrogénophosphate de potassium (K ₂ HPO ₄), Phosphate de potassium monobasique (KH ₂ PO ₄), Tartrate double de potassium et de sodium tétrahydraté (C ₄ H ₄ KNaO ₆), Hydroxyde de sodium (NaOH), Sulfate de sodium (Na ₂ SO ₄), Acide 3,5-dinitrosalicylique (DNS), Acide gallique (C ₆ H ₂ (OH) ₃ COOH), Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃), Quercetine hydrate, Vanilline, FolinCiocalteu, Acide chlorhydrique (HCl). L'α-amylase (1,4-glucan-4-glucanohydrolase ; EC 3.2.1.1)	Sigma-Aldrich (Allemagne)
Chlorure de potassium (KCl),	Norma pur (France)
Trichlorure d'aluminium(AlCl ₃), Acétone	VWR (France)

II.1.3. L'enzyme α-amylase pancréatique :

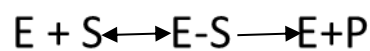
L'α-amylase est une enzyme de la famille des hydrolases. Elle catalyse principalement l'hydrolyse de l'amidon.

L'α-amylase (1,4-glucan-4-glucanohydrolase, EC 3.2.1.1) est une enzyme clé du système digestif sécrétée par les glandes pancréatiques et salivaires chez les mammifères. C'est une macromolécule appartenant à la classe des hydrolases qui catalyse l'étape initiale d'hydrolyse des liaisons α-1,4-glycosidiques dans l'amidon, le glycogène, et d'autres oligo et polysaccharides (Kato et al., 2017). Les α-amylases pouvant être divisées en deux catégories endomylases et exomylases. Les endomylases catalysent l'hydrolyse à l'intérieur de la molécule d'amidon d'une manière aléatoire. Cet action provoque la formation d'oligosaccharides linéaires et ramifiés de divers longueurs de

chaîne. Les exomylases hydrolysent l'extrémité non réductrice, pour donner successivement des produits finaux plus courts.

II.1.3.1. Mode d'action :

Dans une réaction chimique catalysée par des enzymes d' α amylases interviennent au moins un substrat et une enzyme. La réaction se traduit par l'apparition d'un produit. Historiquement, au début du XXe siècle, Michaelis et Menten ont compris grâce à l'étude cinétique la relation existant entre l'enzyme et le substrat : l'enzyme se lie au substrat, pour former un complexe enzyme substrat, juste avant la formation du produit.



E : Enzyme.

S : Substrat.

E-S : Complexe transitoire enzyme- substrat.

P : Produit

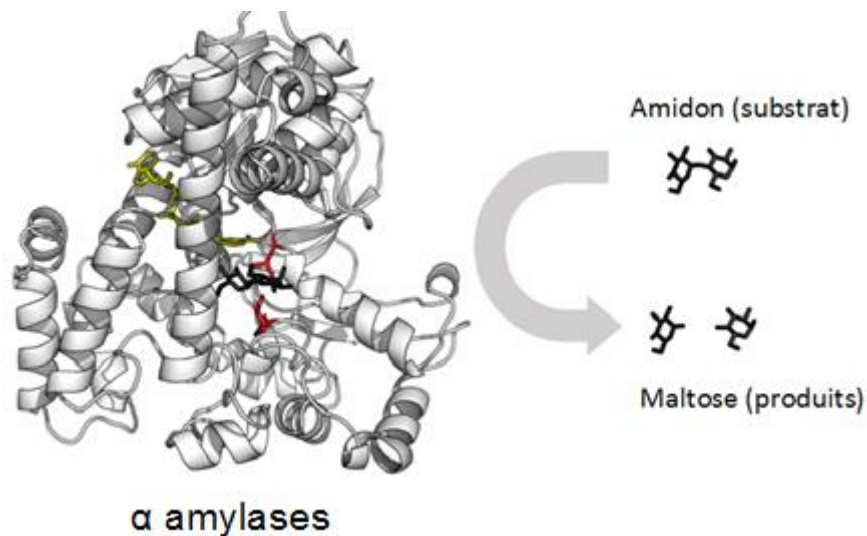


Figure. 03 : La réaction chimique catalysée par des enzymes d' α -amylases

Relation enzyme-substrat :

Une complémentarité de forme entre le site actif de l'enzyme et le substrat est indispensable pour que la réaction chimique soit catalysée.

Il existe des inhibiteurs des enzymes. Ils présentent des similitudes avec certaines parties du substrat et se fixent sur le site actif à la place du véritable substrat. L'activité de l'enzyme est alors fortement diminuée voire totalement inhibée.

- Le monoxyde de carbone et le cyanure se fixent par liaison chimique forte de type covalente de façon irréversible sur le site actif du cytochrome oxydase, une enzyme respiratoire (comme de la colle qui bloquerait définitivement une serrure) ; ce sont des inhibiteurs non compétitifs. D'un point de vue cinétique, tout se passe comme si l'inhibiteur non compétitif diminuait la concentration d'enzyme.
- Beaucoup de médicaments ou de stimulants (Acarbose..) sont des inhibiteurs compétitifs : ils entrent en compétition avec le substrat pour occuper provisoirement le site actif des molécules d'enzyme.

II.2. Méthodes :

II.2.1. Préparation des échantillons :

Les quatre échantillons cités précédemment ont été nettoyés (élimination des impuretés) et séchés à l'abri de la lumière et de l'humidité ensuite broyé à l'aide d'un moulin à main traditionnel. A l'aide d'un tamis le matériel végétal a été séparé en deux parties : farine et son (figure 4). Notre travail était sur la partie superficielle de la graine de céréale (le son).

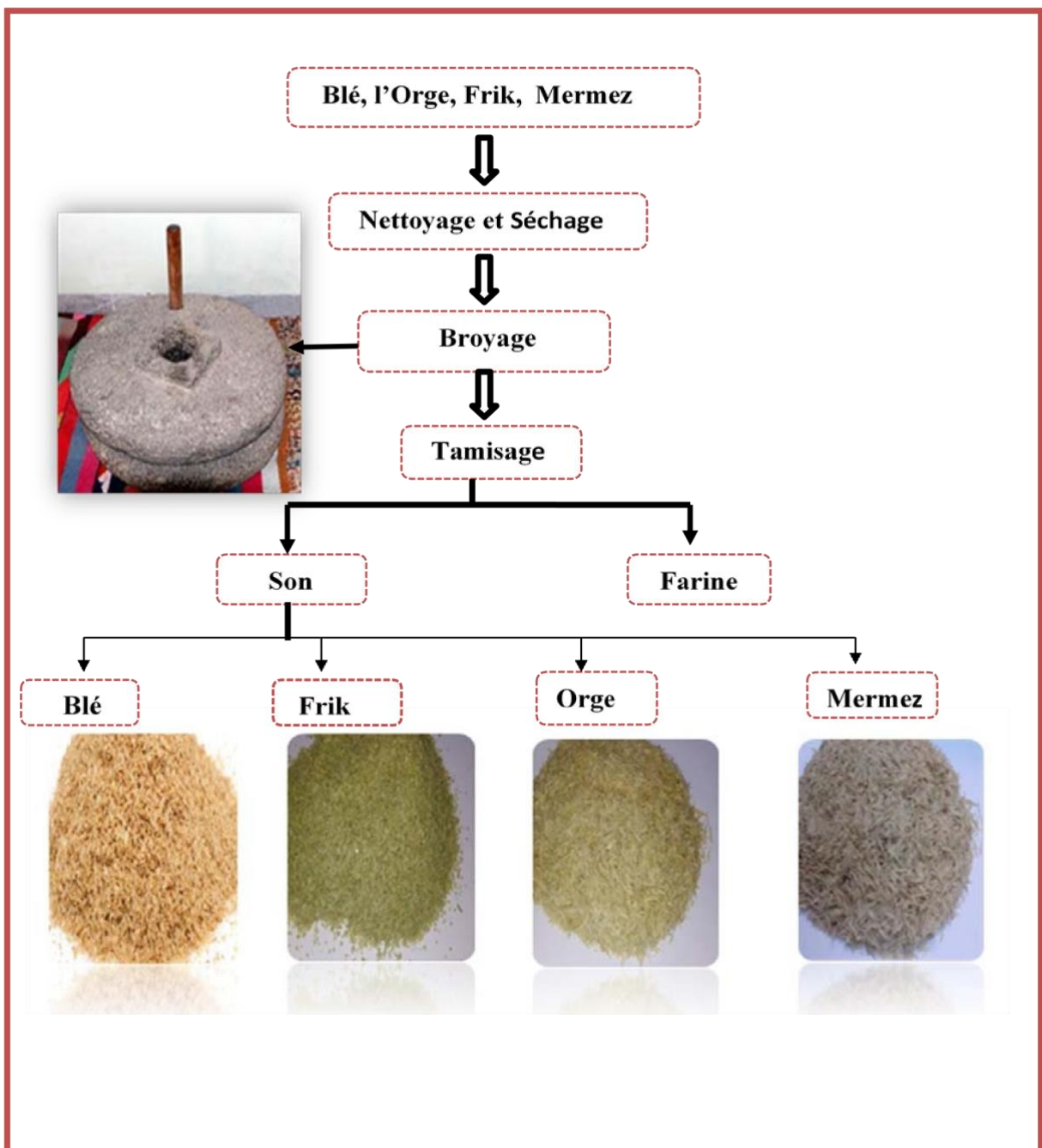


Figure.04 : Schéma récapitulatif de préparation des échantillons.

II.2.2. Préparation des extraits :

Dans le processus d'extraction, nous avons utilisé la méthode d'extraction par ultrasons (sonication) où les ondes ultrasons ont une fréquence allant de 16 KHz à 1GHz et sont inaudibles par les humains. Les vibrations dues aux ultrasons sont la source d'énergie permettant le relargage des métabolites dans les matrices complexes. Le phénomène principal durant la sonication est la création de cavités (plus particulièrement la création et l'effondrement de ces cavités), la friction et l'accroissement des débits de diffusion.

5 g de matière végétale (le son) des quatre échantillons étudiées, ont été extraits par 50 ml des 4 différents systèmes de solvants à savoir : un mélange hydro-alcoolique (méthanol/eau ; 80/20 : V/V), un mélange hydro-cétonique (acétone/eau ; 70/30 : V/V), acétone pure, méthanol pure pour une durée de 45 min, à une température de 50°C. Les extraits ont été filtrés puis transférés dans des flacons hermétiquement fermés. Ce qui nous a donc permis d'obtenir 16 extraits bruts. Ils sont ensuite conservées au réfrigérateur jusqu'à leur analyse.

II.2.3. Quantification des composés phénoliques :

II.2.3.1. Dosage des phénols totaux :

Les polyphénols totaux ont été déterminés par spectrophotométrie en utilisant la méthode de Folin-Ciocalteu(Singleton et Rossi, 1965). Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon, 1968). La coloration produite, dont l'absorption est maximale (760 nm) est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits.

Le dosage des phénols totaux a été fait à l'aide d'une courbe d'étalonnage, réalisée dans les mêmes conditions opératoires que celles des échantillons en utilisant l'acide gallique comme standard(voir Annexe 1). Cette courbe d'étalonnage a été établie au préalable en préparant une gamme de solution d'acide gallique de concentration variant de 0,03 à 0,3 g/l. Par la suite, un volume de 500 µl du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois par l'eau distillée) est mélangé avec 100µl de chaque solution préparée, après 2min d'incubation, 2ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 (2%) sont ajouté. Les tubes sont ensuite agités et maintenus à l'obscurité pendant 30 mn à température ambiante.

L'absorbance de chaque solution a été déterminée à 760 nm contre un blanc sur un spectrophotomètre UV-Visible de type UV/Vis (Shimadzu 1800).

II.2.3.2. Dosage des flavonoïdes :

La quantification du contenu flavonoïdes des différents organes de la plante est estimée par la méthode du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des flavonoïdes par ce réactif ($AlCl_3$), elle entraîne la formation d'un complexe d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5

des flavonoïdes (L.Lagnika, 2005). La comparaison de l'absorbance observée à celle obtenue par un étalon de concentrations connues permet d'évaluer la teneur totale en flavonoïdes.

Pour la préparation de la gamme d'étalon, une série de dilution allant de 0,002 à 0,02 g/l de la quercitrine (préparée dans le méthanol) ont été préparées (**voir Annexe 1**). Par la suite, dans un tube à essai on met un volume de 1ml de la quercétine et 1ml de la solution de chlorure d'aluminium (2%). Après une incubation de 20 min à température ambiante la lecture est effectuée à 430 nm par un spectrophotomètre UV/Vis (Shimadzu 1800). Les échantillons sont traités de la même manière que la quercétine. Les résultats sont exprimés en mg équivalent en quercétine par 100 matières sèches.

II.2.3.3. Dosage des tanins condensés :

Cette méthode de détermination du taux des tanins condensés est basée sur la condensation des composés polyphénoliques avec la vanilline en milieu acide qui donnera un composé brun.

Cette méthode dépend de la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal et la formation de complexes rouges, cela s'explique par la propriété des tanins à se transformer en anthocyanidols de couleur rouge par réaction avec la vanilline (B.Sun, **Agriculture and Food Chemistry**, 1998). La teneur en tanins condensés a été déterminée par la méthode de vanilline décrite par (Julkunen-Titto, 1985), qui absorbe à 500 nm. La réactivité de la vanilline avec les tanins n'implique que la première unité du polymère.

D'abord on prépare le réactif de vanilline (8 % d'HCl à 37% et 1 % de vanilline préparés dans le méthanol) sont maintenus à 30°C avant le dosage. Ensuite 500 µl d'extrait sont ajoutés à 2,5 ml du réactif de vanilline, et maintenus à 37°C pendant 20 min. l'absorbance est mesurée à 500 nm par spectrophotomètre UV/Vis (Shimadzu 1800). La catéchine est utilisée comme standard (**voir Annexe 1**).

II.2.4. Evaluation de l'activité antidiabétique *in vitro* :

Principe :

Cette méthode consiste à évaluer l'effet inhibiteur potentiel des extraits bruts de la plante étudiée sur l'activité de l' α -amylase pancréatique d'origine porcine qui présente une similitude structurale et cinétique avec l' α -amylase humaine. Le substrat utilisé est l'amidon.

L'acarbose est une molécule de référence dans l'inhibition de l' α -amylase, et qui va servir comme témoin positif. Les produits issus de cette réaction sont : les oligosaccharides, dextrines, maltose et glucose (Worthington, 1988).

La quantité de produits formés est déterminée par la méthode de (Heidari *et al.* 2005) et (Thalapaneni *et al.* 2008), qui prend en compte le caractère réducteur des groupements aldéhydes et cétones libres des sucres. En milieu alcalin et à chaud, l'oxydation de ces fonctions provoque simultanément la réduction de l'acide 3,5-dinitrosalicylique (DNS) de couleur jaune- orange en acide 3-amino 5-nitrosalicylique de couleur rouge-orange qui absorbe à 540 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de sucres réducteurs présents dans le milieu réactionnel.

Mode opératoire :

Pour chaque extrait, nous avons testé l'effet sur l'activité de l' α -amylase 3 fois.

Nous avons préparé :

- Tube blanc (pour le contrôle négatif) : 400 μ l de solution tampon +100 μ l d'amidon ; le tout a été agité et incubé pendant 10 min à 37°C dans un bain marie ;
- Tube contrôles négatifs : 300 μ l de solution tampon + 100 μ l d'amidon, le tout a été agité et incubé pendant 5 min à 37°C dans un bain marie ; puis on ajoute 100 μ l de solution enzymatique ; le tout a été incubé pendant 5 min à 37°C dans un bain marie ;
- Tube blanc (pour l'extrait) : 300 μ l de solution tampon + 100 μ l de solution d'extrait + 100 μ l d'amidon ; le tout a été agité et incubé pendant 10 min à 37°C dans un bain marie
- Tube d'essai : 200 μ l de solution tampon + 100 μ l de solution d'extrait + 100 μ l d'amidon le tout a été agité et incubé pendant 5 min à 37°C dans un bain marie ; 100 μ l de la solution enzymatique a été ajouté et le tube a été placé dans un bain marin pendant 5 min à 37°C ;

Afin de stopper la réaction enzymatique, on a ajouté 1000 μ l de DNS dans tous les tubes. Les tubes ont été mis dans un bain marie pendant 5 min à 100°C. Après un refroidissement et on ajoute 3ml d'H₂O à ces tubes.

L'absorbance a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 540 nm.

La réaction d'inhibition a été répétée trois fois pour chaque extrait. Expression des résultats

Le pourcentage d'inhibition (I%) est calculé par l'équation suivante :

$$I\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} * 100$$

A_0 : l'absorbance de contrôle négatif.

A_1 : l'absorbance d'échantillon.

II.2.5. Analyse statistique :

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne $\pm$ SD d'analyse en trois à quatre essais.

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion :

III.1. Quantification des composés phénoliques :

Les composés phénoliques comme les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins sont considérés comme les contributeurs major à la capacité anti-oxydante des plantes (Li et al, 2007). Ces composés possèdent aussi diverses activités biologiques telles que les activités antiinflammatoires, anti-bactériennes, anti-virale, anti-allergiques, anti-thrombotiques et antidiabétiques, qui peuvent être reliées à leur activité anti-oxydante (Gulcin et al, 2010). C'est la raison pour laquelle, les dosages des phénols totaux, des flavonoides et des tannins de ces céréales ont été effectués dans cette étude.

III.1. 1. Teneur en phénols totaux :

Le dosage des phénols totaux a été effectué avec le réactif de Folin-ciocalteu (10 fois dilué). C'est l'une des méthodes des méthodes adaptées dans la plupart des travaux concernant les antioxydants naturels. Elle est considérée comme étant la meilleure méthode spectrophotométrique pour la quantification des phénols totaux.

Teneur en phénols totaux de chaque extrait a été alors calculée à partir de courbe détalonnage de l'acide gallique (Figure 6) est exprimée en milligrammes équivalent en acide gallique (EAG) par 100 gramme de la matière végétale (MV). Ces valeurs représentent la moyenne de trois essais réalisés en parallèle $\pm$ SD. Les résultats obtenus sont représentés dans le (Tableau 2).

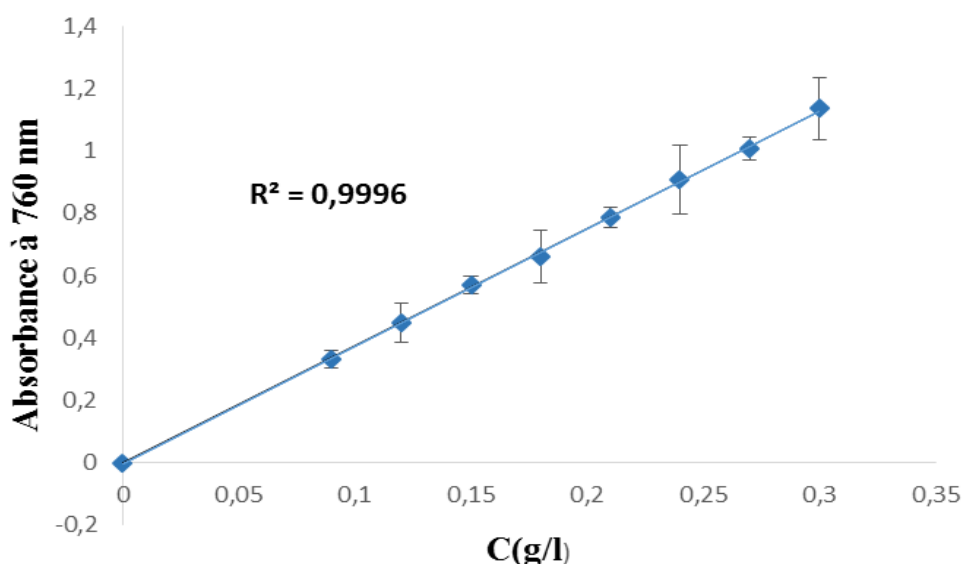


Figure. 5 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Le tableau 2, résume les teneurs en polyphénols totaux de chaque Echantillon.

Tableau. 02 : Les teneurs en phénols totaux des quatre extraits.

Solvant(s) d'extraction	Echantillons	Teneur en phénols totaux (mg EAG /100gMV)
Acétone	Blé	35,14 $\pm$ 2,64
	Orge	8,65 $\pm$ 0,94
	Frick	95,05 $\pm$ 3,39
	Mermez	10,92 $\pm$ 1,13
Acétone/eau	Blé	101,97 $\pm$ 4,52
	Orge	176,91 $\pm$ 8,09
	Frick	130,72 $\pm$ 1,13
	Mermez	165,20 $\pm$ 9,22
Méthanol	Blé	82,40 $\pm$ 0,94
	Orge	98,51 $\pm$ 1,51
	Frick	171,85 $\pm$ 10,35
	Mermez	106,89 $\pm$ 4,33
Méthanol/eau	Blé	85,19 $\pm$ 3,77
	Orge	193,02 $\pm$ 4,89
	Frick	134,18 $\pm$ 4,14
	Mermez	174,38 $\pm$ 4,89

D'après la synthèse de l'ensemble des résultats obtenus lors de la quantification des polyphénols, on constate que le taux en composés phénoliques est variable et qui s'étale entre 8,65 $\pm$ 0,94 et 193,02 $\pm$ 4,89 mg EAG/100g MV. L'extrait hydro-méthanolique représente la teneur la plus élevée en phénols totaux (193,02 $\pm$ 4,89 mg EAG/100g MV) pour l'**Orge**. Tandis que la plus faible teneur est remarquée chez le système acétonique, (8,65 $\pm$ 0,94 mg EAG/100g MV) pour l'**Orge**.

Si on compare les teneurs en phénols totaux par solvants pour chaque échantillon, on constate que la teneur dans le système hydro-méthanolique : l'extrait de l'**Orge** a la valeur la plus élevée (193,02 $\pm$ 4,89 mg EAG/100g MV), suivi par l'extrait du **Mermez** (174,38 $\pm$ 4,89 mg EAG/100g MV), ensuite l'extrait du **Frick** (134,18 $\pm$ 4,14 mg EAG/100g MV). La faible valeur a été repérée chez l'extrait du **Blé** (85,19 $\pm$ 3,77 mg EAG/100g MV). On remarque le même classement dans le système d'extraction hydro-acétonique la teneur la plus élevée a été étaient enregistrée dans l'échantillon de l'**Orge** (176,91 $\pm$ 8,09 mg EAG/100g MV), suivi par le **Mermez** (165,20 $\pm$ 9,22 mg EAG /100g MV), en suite par l'extrait du **Frick** (130,72 $\pm$ 1,13 mg EAG /100g MV). La plus faible teneur a été obtenue dans l'échantillon de **Blé** (101,97 $\pm$ 4,52 mg EAG /100g MV).

Concernant les extraits méthanoliques, la teneur la plus élevée est enregistrée dans le **Frick** ($171,85 \pm 10,35$ mg EAG/100g MV), suivi par le **Mermez** ($106,89 \pm 4,33$ mg EAG/100g MV), ensuite par l'**Orge** ($98,51 \pm 1,51$ mg EAG/100g MV) et finalement par le son du **Blé** ($82,40 \pm 0,94$ mg EAG/100g MV). Tandis que les teneurs les plus faibles sont remarquées dans les extraits acétoniques où la teneur la plus élevée a été correspondue pour l'échantillon de **Frick** ($95,05 \pm 3,39$ mg EAG/100g MV), suivi par l'extrait du **Blé** ($35,14 \pm 2,64$ mg EAG/100g MV), ensuite par l'extrait du **Mermez** ($10,92 \pm 1,13$ mg EAG/100g MV) et en fin par l'extrait de l'**Orge** ($8,65 \pm 0,94$ mg EAG/100g MV).

Cette variation peut être expliquée par la différence de la composition chimique entre les tissus des végétaux des échantillons d'une part et le stage de maturation non abouti (biosynthèse incomplète) notamment le **Mermez** et le **Frick** d'une autre part. En fait, la solubilité des polyphénols est conditionnée par le type de solvant utilisé et par la matière végétale. Ainsi pour une haute récupération des polyphénols, les systèmes de solvants hydro-acétonique et hydrométhanolique sont les solvants appropriés (Mohammedi et Atik 2011).

Le son d'**Orge** (maturé et non maturé) a été marqué par ses teneurs les plus élevées par rapport aux extraits de son de **Blé** (maturé et non maturé) dans les extraits hydro-méthanolique et hydroacétonique et méthanolique. Ce classement est en accord avec les résultats de plusieurs chercheurs, dans lesquels l'**orge** se classe en premier dont leur teneur en composés phénoliques est de ($232,9 \pm 3,6$ mg EAG/g MS) (Ivanisova et al. 2012).

Nos résultats sont comparables avec d'autre travaux, tel que de (Ragaei et al., 2006) qui présente des teneurs en polyphénols totaux, estimées par la méthode du réactif de Folin-Ciocalteu, où les teneurs varient de $1,27$ mg EAG/g MS à $0,99$ mg EAG/g MS, respectivement pour les extraits de seigle et d'orge obtenus par le système d'extraction hydro-méthanolique (90/10, V/V).

L'inconvénient majeur de ce test est que le réactif du Folin-Ciocalteu n'est pas spécifique aux composés phénoliques, mais il réagit avec tous composés qui contiennent un groupement hydroxyle (OH) comme les sucres, les protéines et les pigments parce qu'une telle extraction ne donne pas que les composés phénoliques (Djeridane et al., 2007).

III.1. 2. Teneur en flavonoïdes :

Le dosage des flavonoïdes totaux a été réalisé par la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) en utilisant la quercétine comme étalon. La (Figure 07) représente la courbe d'étalonnage de la quercétine. A partir de cette courbe, nous avons calculé les teneurs en flavonoïdes dans les 16 extraits. Les résultats sont exprimés en milligrammes de flavonoïdes en

équivalent de quercétine par 100 g de matière végétale (EQ/100g MV). Ces valeurs représentent la moyenne de trois essais réalisés en parallèle $\pm$ SD.

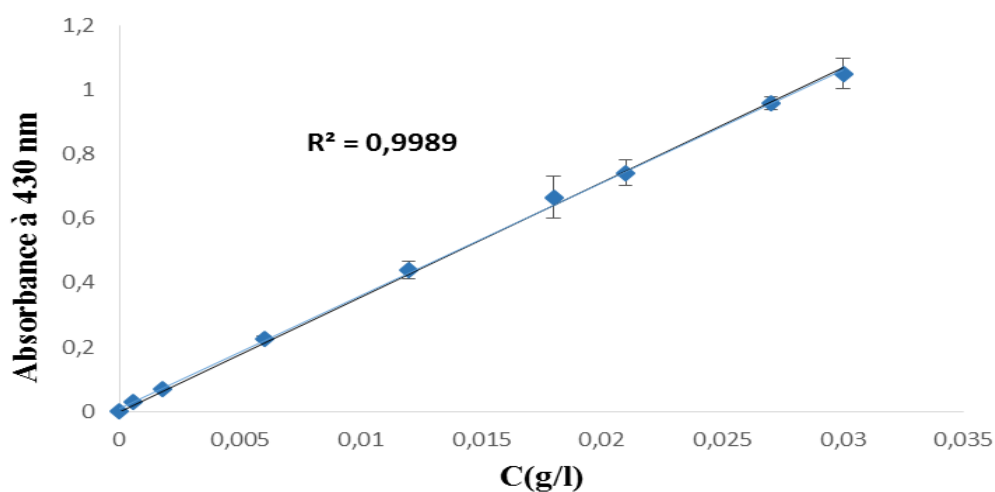


Figure. 06 : courbe d'étalonnage de la quercétine.

Le tableau 3, résume les teneurs en flavonoïdes de chaque Echantillon.

Tableau. 03 : Les teneurs en flavonoïdes des quatre extraits.

Solvant(s) d'extraction	Echantillons	Teneurs en flavonoides (mg EQ/100gMV)
Acétone	Blé	2,67 $\pm$ 0,04
	Orge	1,87 $\pm$ 0,18
	Frick	13,70 $\pm$ 0,24
	Mermez	3,08 $\pm$ 0,22
Acétone/eau	Blé	4,66 $\pm$ 0,70
	Orge	20,41 $\pm$ 0,14
	Frick	11,45 $\pm$ 0,04
	Mermez	17,28 $\pm$ 0,20
Méthanol	Blé	4,83 $\pm$ 0,06
	Orge	12,14 $\pm$ 0,14
	Frick	20,44 $\pm$ 0,26
	Mermez	11,97 $\pm$ 0,30
Méthanol/eau	Blé	4,09 $\pm$ 0,13
	Orge	19,39 $\pm$ 0,64
	Frick	9,65 $\pm$ 0,12
	Mermez	16,60 $\pm$ 0,16

D'après le (Tableau 3), on constate que les teneurs en flavonoïdes sont variées selon la nature de l'échantillon et du solvant d'extraction et qui s'échelonnent entre $1,87 \pm 0,18$ et $20,41 \pm 0,14$ mg EQ/100g MV.

Il est appaait clairement que les extraits acétoniques montrent des faibles quantités en flavonoïdes. On remarque que l'**Orge** a les teneurs le plus élevées en flavonoïdes dans les deux systèmes d'extraction : méthanol-eau ($19,39 \pm 0,64$ mg EQ/100g MV) et acétone-eau ($20,41 \pm 0,14$ mg EQ/100g MV). Par contre dans les extraits acétonique et méthanolique, on remarque que le **Frick** renferme les teneurs le plus élevées ($13,70 \pm 0,24$ mg EQ/100g MV et $20,44 \pm 0,26$ mg EQ/100g MV) respectivement.

Si on compare les teneurs en flavonoïdes par solvants pour chaque échantillon, on constate que la teneur la plus remarquable est réservée au le système hydro-méthanolique dans l'extrait de l'**Orge** ($19,39 \pm 0,64$ mg EQ/100g MV) suivi par le **Mermez** ($16,60 \pm 0,16$ mg EQ/100g MV), ensuite l'échantillon du **Frick** ($9,65 \pm 0,12$ mg EQ/100g MV). La faible valeur a été trouvée chez l'échantillon du **Blé** ($4,09 \pm 0,13$ mg EQ/100g MV).

Pour le système d'extraction hydro-acétonique la teneur la plus élevée a été étaient enregistrée dans l'échantillon de l'**Orge** ($20,41 \pm 0,14$ mg EQ/100g MV) suivi par le **Mermez** ($17,28 \pm 0,20$ mg EQ /100g MV). Ensuite le **Frick** ($11,45 \pm 0,04$ mg EQ /100g MV), La plus faible teneur a été obtenue dans l'échantillon de **Blé** ($4,66 \pm 0,70$ mg EQ/100 g MV) dans le système méthanolique la teneur plus élevé c'était dans le **Frick** ($20,44 \pm 0,26$ mg EQ/ g MV), puis dans l'Orge et le **Mermez** ($12,14 \pm 0,14$ mg EQ/100g MV et $11,97 \pm 0,30$ mg EQ/100g MV) respectivement et finalement dans le Blé ($4,82 \pm 0,06$ mg EQ/100g MV). Les plus faible teneurs en flavonoïdes sont enregistrés dans l'extrait acétonique, où la teneur la plus élevée a été marqué en **Frick** ($13,70 \pm 0,24$ mg EQ/100g MV), puis dans le **Mermez** ($3,08 \pm 0,22$ mg EQ/100g MV), ensuite dans le **Blé** et l'**Orge** ($2,67 \pm 0,04$ mg EQ/100g MV et $1,87 \pm 0,18$ mg EQ/100g MV) respectivement.

Nos résultats sont peu loin à ceux obtenus par (El Bedawey et al., 2010) et (Ivanisova et al., 2012) qui montrent que les teneurs de germe du **blé** en flavonoïdes sont de l'ordre de 114 ± 23 mg EQ/100g MS obtenues par le solvant acétate d'éthyle.

Globalement, les échantillons étudiés ont montré une richesse importante en composés phénoliques et en flavonoïdes, qui sont doués sans doute d'une activité antioxydante en plus des autres activités biologiques.

Il est claire que les teneurs en flavonoïdes dans nos extraits, sont inférieures aux teneurs en phénols totaux, ce qui nous indique la richesse de nos extraits par d'autres composés non flavonoïdiques.

A la récolte, les grains de céréales se trouvent à l'état de dormance, le métabolisme cellulaire se situe dans ses conditions de base. Les composés phénoliques présents alors dans un grain ne constituent que des molécules « starters » ou précurseurs. Ces derniers se trouvent principalement dans les tissus qui restent encore vivants de la graine : la couche d'aleurone du son et le scutellum du germe.

Les facteurs environnementaux (climat, lumière...) peuvent jouer aussi un rôle important dans cette différence. D'autres facteurs peuvent influencer le contenu phénolique : la nature du matériel végétal investigué, la méthode et solvant d'extraction, la taille des particules de l'échantillon, les conditions, le temps du stockage et la présence des substances d'interférences telles que les cires, lipides et chlorophylle (Kneievié S.V. et al., 2012)

III.1. 3. Teneur en tanins condensés :

Les teneurs en tanins condensés des différents extraits ont été calculées à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage tracée en utilisant la catéchine comme standard (Figure 8). Les résultats sont exprimés en mg équivalent en catéchine par 100g de la matière végétale (mg EC/100g MV) (Tableau 4). Ces valeurs représentent la moyenne de trois essais réalisés en parallèle $\pm$ SD.

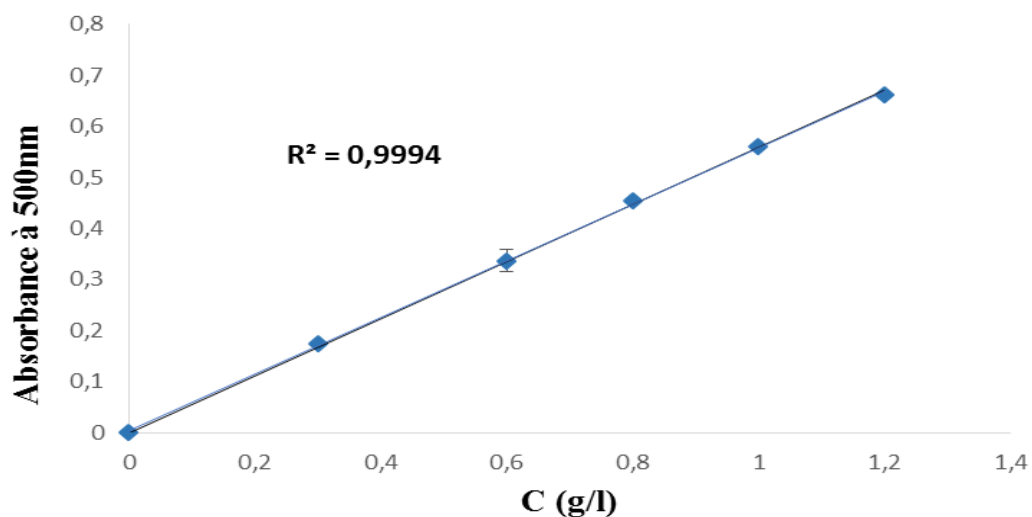


Figure 07 : courbe d'étalonnage de la catéchine

Le tableau 4, résume les teneurs en tanins condensés de chaque Echantillon.

Tableau. 04 : Les teneurs en tanins condensés des quatre extraits.

Solvant(s) d'extraction	Echantillons	Teneur en tanins (mg ECat /100g MV)
Acétone	Blé	111,95 ±6,33
	Orge	42,99 ±2,53
	Frick	868,71±25,33
	Mermez	109,26 ±2,53
Acétone/eau	Blé	85,98 ±5,07
	Orge	122,69 ±6,33
	Frick	98,51 ±0,00
	Mermez	153,14 ±8,87
Méthanol	Blé	76,12 ±6,33
	Orge	107,47 ±2,53
	Frick	165,68 ±19,00
	Mermez	170,16 ±10,13
Méthanol/eau	Blé	76,12 ±1,27
	Orge	101,20 ±13,93
	Frick	123,59 ±7,60
	Mermez	90,45 ±6,33

Les résultats du dosage des tanins condensés obtenus montrent que leur teneurs varient entre 42,99 $\pm$ 2,53 et 868,71 $\pm$ 25,33 mg ECat /100g MV) et ce sont des valeurs importantes par rapport aux autres obtenues dans les dosages précédents, indiquant ainsi la richesse des extraits en ces polymères et en particulier l'extrait de son de **Frick**. L'extrait méthanolique représente la teneur la plus élevée en tanins 868,71 $\pm$ 25,33 mg ECat /100g MV) pour le **Frick** suivi par le **Mermez** dans l'extrait méthanolique (170,16 $\pm$ 10,13 mg ECat /100g MV). La teneur la plus faible est remarquée chez l'extrait acétonique (42,99 $\pm$ 2,53 mg ECat /100g MV) pour l'**Orge**.

Si on compare les teneurs en tanins par solvants pour chaque échantillon, on constate que la teneur dans l'extrait hydro-méthanolique du **Frick** (123,59 $\pm$ 7,60 mg ECat /100g MV) est supérieure à celles des extraits de l'**Orge** et de **Mermez** (101,20 $\pm$ 13,93 mg ECat/100g MV et 90,45 $\pm$ 6,33 mg ECat/100g MV), respectivement. La faible valeur a été trouvée chez l'échantillon de **Blé** (76,12 $\pm$ 1,27 mg ECat/100g MV). Par contre dans le système d'extraction hydro-acétonique, la teneur la plus élevée a été enregistrée dans l'échantillon de **Mermez** (153,14 $\pm$ 8,87 mg ECat /100g MV), suivi par l'**Orge** (122,69 $\pm$ 6,33 mg ECat /100g MV), ensuite le **Frick** (98,51 $\pm$ 0,00 mg ECat /100g MV). La plus faible teneur a été obtenue dans l'échantillon du **Blé** (85,98 $\pm$ 5,07 mg ECat /100g MV).

Dans les extraits méthanoliques, la meilleure teneur est observée chez l'échantillon **Mermez** (170,16 $\pm$ 10,13 mg ECat/100g MV), suivi par le **Frick** (165,68 $\pm$ 19,00 mg ECat/100g MV), puis par l'**Orge** (107,47 $\pm$ 2,53 mg ECat/100g MV). La plus faible teneur a été obtenue dans l'échantillon du **Blé** (76,12 $\pm$ 6,33 mg ECat/100g MV).

Finalement dans les extraits acétoniques, la meilleure teneur est observée chez l'échantillon du **Frick** (846,32 $\pm$ 56,99 mg ECat /g MV), suivi par le **Blé** (111,95 $\pm$ 6,33 mg ECat/g MV), puis par le **Mermez** (109,26 $\pm$ 2,53 mg ECat/g MV). La plus faible teneur a été obtenue dans l'échantillon l'**Orge** (42,98 $\pm$ 2,53 mg ECat/100g MV).

Si on compare les teneurs en tannins à celles des phénols totaux, on remarque généralement qu'elles sont inférieures aux valeurs trouvées des tannins. Ces résultats obtenus nous ont paru illogiques, car il a été toujours constaté que la somme des teneurs des flavonoïdes et tanins n'excèdent pas la valeur de la quantité des phénols totaux. La réaction de complexations utilisés dans le dosage des tanins n'est pas spécifique et peut être il existe d'autres composés qui forment un complexe avec la vanilline ce qui augmente la teneur des tanins. Pour améliorer et corriger les résultats et après une recherche bibliographique, peut-être à utiliser le réactif de Folin-Denis pour le dosage des tanins en utilisant l'acide tannique comme étalon.

Afin de de chercher la présence d'une corrélation linéaire entre les différents extraits. Nous avons essayé de tracer des courbes représentants la variation des quantités des phénols totaux en fonction des teneurs en flavonoïdes et en tanins (**Voir annexe 2**).

À la lumière de ces résultats, nous remarquons une bonne corrélation positive entre les quantités des phénols totaux et le contenu en flavonoïdes avec un coefficient de corrélation qui est égale à 0,76, par contre nous avons enregistré une très faible corrélation linéaire entre le contenu en composés phénolique totaux et les tanins qui se présentent par la valeur 7×10^{-5} .

III.2. Evaluation de l'activité antidiabétique :

Aucune étude n'a été consacrée sur l'effet des céréales vis-à-vis de l' α -amylase pancréatique de porc. Ceci nous a incité à étudier les propriétés anti- α -amylasique des céréales utilisés dans l'alimentation afin de proposer un mécanisme d'inhibition et de comprendre les modes d'interaction entre ces céréales vis-à-vis de l' α -amylase pancréatique de porc. De ce fait, l'activité inhibitrice de l' α -amylase pancréatique de porc par les céréales choisis, ont été déterminées par une méthode spectrophotométrie en utilisant l'amidon comme substrat de l'enzyme. Ainsi, l'activité de l' α -amylase pancréatique de porc a été dosée spectrophotométriquement à 500 nm en suivant l'apparition du maltose.

L'évaluation de l'activité antidiabétique in vitro, a été réalisée dans le présent travail par l'étude de leur effet inhibiteur sur l'activité enzymatique d' α -amylase.

Les résultats sont déterminés tous d'abord en pouvoir inhibition (%) en fonction de concentration de l'inhibiteur (Figure 09) puis sont exprimés par le paramètre AEIC (Acarbose Equivalent Inhibitor Capacity) qui est défini comme étant la concentration de la solution standard de la acarbose possédant la capacité Inhibition équivalente à une solution de 1 g/l de l'extrait étudié (Tableau 5).

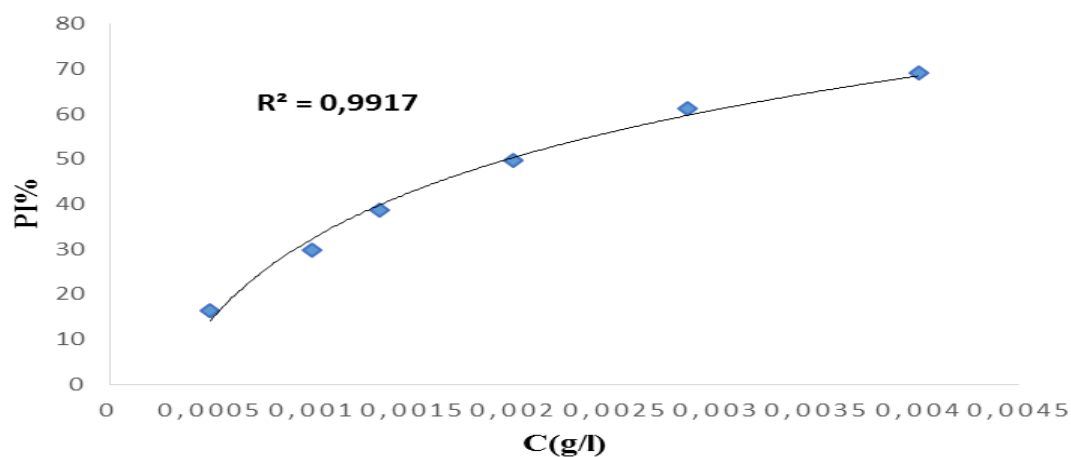


Figure.09 : Courbe d'inhibition de l' α -amylase par l'acarbose.

Tableau. 5 : les valeurs de AEIC des extraits des quatre céréales étudiée vis-à vis de l' α -amylase :(la moyenne de trois essais réalisés en parallèle $\pm$ SD).

Solvant d'extraction	Echantillons	AEIC(g/l)	AEIC (mg/100g MV)
Acétone	Blé	$2,70 \cdot 10^{-3} \pm 1,28 \cdot 10^{-4}$	$2,70 \pm 0,12$
	Orge	$3,11 \cdot 10^{-3} \pm 1,57 \cdot 10^{-4}$	$3,11 \pm 0,16$
	Frick	$5,22 \cdot 10^{-2} \pm 3,47 \cdot 10^{-3}$	$52,23 \pm 3,47$
	Mermez	$2,18 \cdot 10^{-3} \pm 2,02 \cdot 10^{-4}$	$2,17 \pm 0,20$
Acétone/eau	Blé	$2,98 \cdot 10^{-2} \pm 8,76 \cdot 10^{-4}$	$29,82 \pm 0,88$
	Orge	$1,09 \pm 7,48 \cdot 10^{-2}$	$1093,78 \pm 74,81$
	Frick	$2,24 \cdot 10^{-3} \pm 2,38 \cdot 10^{-4}$	$2,24 \pm 0,24$
	Mermez	$7,18 \cdot 10^{-4} \pm 2,38 \cdot 10^{-5}$	$0,72 \pm 0,02$
Méthanol	Blé	$2,91 \cdot 10^{-2} \pm 1,69 \cdot 10^{-3}$	$29,08 \pm 1,69$
	Orge	$4,41 \cdot 10^{-2} \pm 1,83 \cdot 10^{-3}$	$44,07 \pm 1,83$
	Frick	$4,74 \cdot 10^{-2} \pm 3,33 \cdot 10^{-3}$	$47,41 \pm 3,33$
	Mermez	$3,45 \cdot 10^{-2} \pm 1,46 \cdot 10^{-3}$	$34,49 \pm 1,46$
Méthanol/eau	Blé	$1,09 \cdot 10^{-2} \pm 1,25 \cdot 10^{-3}$	$10,87 \pm 1,25$
	Orge	$1,11 \cdot 10^{-2} \pm 9,28 \cdot 10^{-4}$	$11,13 \pm 0,93$
	Frick	$1,01 \cdot 10^{-2} \pm 4,55 \cdot 10^{-3}$	$10,05 \pm 0,60$
	Mermez	$3,04 \cdot 10^{-2} \pm 2,10 \cdot 10^{-3}$	$30,42 \pm 2,10$

Les valeurs AEIC ont varié globalement entre $0,72 \pm 0,02$ mg/100g MV et $1093,78 \pm 74,81$ mg/100g MV, où les résultats révèlent que : le son de **l'Orge** dans le système hydro-acétonique (70/30, v/v) a montré une meilleure activité contre l' α -amylase par rapport à tous les autres échantillons avec une valeur de ($1093,78 \pm 74,81$ mg/100g MV), tandis que la plus basse valeur de AEIC est remarquée chez l'échantillon de **Mermez** ($0,72 \pm 0,02$ mg/100g MV). Alors que les valeurs de AEIC des échantillons de **Blé** et de **Frick** sont de ($2,70 \pm 0,12$ mg/100g MV) et ($52,23 \pm 3,47$ mg/100g MV) respectivement.

Nous constatons que la valeur de AEIC de l'extrait hydro-méthanolique du **Mermez** ($30,42 \pm 2,10$ mg/100g MV) est presque 3 fois plus supérieure que celles des échantillons du **Blé** et d'**Orge** ($10,87 \pm 1,25$ mg/100g MS et $11,13 \pm 0,93$ mg/100g MV), respectivement suivi par l'échantillon du **Frick** ($10,05 \pm 0,60$ mg/100g MV).

Dans les extraits acétonique, la meilleure valeur de AEIC est observée chez l'échantillon du **Frick** ($52,23 \pm 3,47$ mg/100g MV), suivi par l'**Orge** et le **Blé** ($3,11 \pm 0,16$ mg/100g MV et $2,70 \pm 0,12$ mg/100g MV) respectivement, La plus faible valeur de AEIC a été obtenue dans l'échantillon **Mermez** ($2,17 \pm 0,20$ mg/100g MV).

Dans les extraits méthanolique la meilleure valeur de AEIC est observée chez l'échantillon du **Frik** ($47,41 \pm 3,33$ mg/100g MV), suivi par l'**Orge** ($44,07 \pm 1,83$ mg/100g MV), suivi par le **Mermez** ($34,49 \pm 1,46$ mg/100g MV), La plus faible valeur de AEIC a été obtenue dans l'échantillon **Blé** ($29,08 \pm 1,69$ mg/100g MV). Ceci peut être expliqué par la richesse de ces échantillons en molécules spécifiques qui sont responsable de l'inhibition de l' α -amylase.

L'activité inhibitrice enzymatique de plusieurs échantillons est due aux composés polyphénolique. Ces polyphénols ont une action sur l' α -amylase tels que les flavonoïdes et les tanins.

Les tanins sont des molécules biologiquement actives, douées d'activités pharmacologiques remarquables et des effets significatifs sur la santé humaine. La fixation des tanins avec les protéines engendrée l'inhibition de plusieurs enzymes (**Okuda, 2005**).

L'effet antinutritionnel des tanins dans la digestion des glucides est actuellement prouvé. La présence de ces substances réduit considérablement la digestibilité des fibres (cellulose, hémicelluloses et pectine) et de l'amidon. Cette faible digestibilité est due, en premier lieu, à l'interaction directe des tanins avec ces molécules ou/et à l'inhibition des enzymes digestives impliquées dans leur dégradation : cellulase, amylase et pectinase (**Singh et al., 1995**).

Afin de de chercher la présence d'une corrélation linéaire entre les différents extraits. Nous avons essayé de tracer des courbes représentants la variation de l'AEIC (mg/100g), en fonction des teneurs en phénols totaux, des teneurs en flavonoïdes et des teneurs en tanins condensés (**Voir annexe 3**).

À la lumière de ces résultats, nous remarquons des faibles corrélations positives entre l'AEIC et les quantités des phénols totaux et le contenu en flavonoïdes avec des coefficients de corrélation égale à 0,08 et 0,13 respectivement. Par contre nous avons enregistré une corrélation linéaire et négative entre l'AEIC et les tanins qui se présentent par la valeur -0,07.

De ce fait peut dire que les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins ne sont pas les seules molécules qui influent sur l'activité enzymatique de l' α -amylase et qu'il est probable qu'une synergie entre différents métabolites est responsable de l'inhibition.

Conclusion générale

VI. Conclusion générale :

Ce travail s'inscrit dans le cadre des travaux de recherche du laboratoire des sciences fondamentales (**LSF**), de l'Université de Laghouat dont l'objectif principal est de déterminer les teneurs en composés phénoliques des différents extraits de sons des céréales (le **Blé dur**, l'**Orge**, le **Mermez** et le **Frick**) de la région de Sidi Makhlouf (Laghouat) et d'évaluer leurs activité inhibitrice vis-à-vis l' α -amylase.

Tout d'abord, les extractions de sons des céréales choisis ont été réalisées par sonication (ultrasons) en utilisant quatre systèmes de solvants différents (méthanol, acétone, hydrométhanolique et hydroacétonique), nous en avons permis d'obtenir 16 extraits. Après extraction, nous avons quantifié la matière végétale en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins existant dans nos extraits. Les résultats montrent que les teneurs des composés phénoliques dans les différents extraits dépendent de l'influence du solvant d'extraction. Les teneurs en phénols totaux s'étalent entre 8,65 et 193,02 mg EAG/100g MV. Les taux des composés phénoliques totaux les plus élevés ont été détectés dans les extraits hydrométhanoliques et hydroacétoniques. Tandis que les teneurs les plus faibles sont remarquées dans les extraits acétoniques. Aussi, nous avons constaté que le son de **Frick** contient des proportions plus élevées de polyphénols comparativement aux autres sons étudiés suivi par **Mermez** et le l'**Orge**.

Les résultats du dosage des flavonoïdes illustrent que la teneur en flavonoïdes varie d'un échantillon à un autre et d'un solvant à l'autre et qui s'étalent entre 1,87 et 20,41 mg EQ/100g MV. Il a été remarqué que le son de **Frick** contient plus de flavonoïdes que les autres sons étudiés dans les solvants purs suivi par le **Mermez** et l'**Orge**. Par contre les extraits d'**Orge** et de **Mermez** prennent la tête dans les solvants hydrométhanolique et hydroacétonique, il faut noter aussi que les teneurs des flavonoïdes dans le son du blé dur pour les différents solvants sont représentées par les plus faibles valeurs.

Le dosage des tanins condensés a révélé que leur teneurs varient entre 42,99 et 868,71 mg EC/100g MV et ce sont des valeurs importantes par rapport aux autres obtenues dans les dosages précédents, indiquant ainsi la richesse des extraits en ces polymères et en particulier l'extrait de son de **Frick**. La teneur la plus élevée est révélée par l'extrait acétonique de **Frick** (868,71 mg EC /100g MV). On note également que l'orge acétonique montre la moindre valeur en tanins condensés avec 42,99 mg EC/100 g MV.

Une bonne corrélation positive entre les quantités des phénols totaux et le contenu en flavonoïdes a été trouvé avec un coefficient de corrélation qui est égale à 0,76, par contre nous avons enregistré

une corrélation linéaire très faible entre le contenu en composés phénoliques totaux et les tanins, qui se présente par la valeur 7×10^{-5} .

L'activité inhibitrice de nos extraits a été évaluée par le test DNS. Nous avons pu mettre en évidence *in vitro* et pour la première fois, l'effet des extraits de ces céréales sur l' α -amylase ; les résultats obtenus à travers ce test montrent que la majorité de ces céréales présentent des effets inhibitions. Cette étude a montré des inhibitions remarquables vis-à-vis de l'activité catalytique de l'enzyme, avec des valeurs AEIC de l'ordre du mg/100g les valeurs de ces paramètres varient entre 0,72 et 1093,78 mg/100g MV. Il a été remarqué que l'extrait hydro-acétonique de son de l'**Orge** possède une activité inhibitrice importante pour tous les systèmes de solvants utilisés comparant aux autres extraits, dont son pouvoir anti-amylasique est supérieur à 1 (AEIC : 1093,78 mg/100g). Tandis que l'activité la plus faible est montrée par l'extrait de **Mermez** dans le système hydro-acétonique (0,72 mg/100g MV).

De très faibles corrélations linéaires et positives ont été enregistrées entre les AEIC et le contenu en phénols totaux représenté par la valeur 0,08. Tandis que le coefficient de corrélation par rapport aux flavonoïdes et le AEIC indiqué par 0,13 et on note aussi un coefficient de corrélation de -0,07 entre les tanins et les valeurs de AEIC.

En fin, selon les résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons conclure que les extraits de son de l'**Orge** ont une bonne activité inhibitrice en particulier l'extrait hydroacétonique qui s'est avéré le plus actif (1093,78 mg/100g MV). Son effet inhibiteur *in vitro* soit probablement lié à la présence de certaines molécules bioactives. Il est donc intéressant de valoriser cette source végétale par l'application de ces métabolites dans les domaines pharmacologiques et biologique pour traiter des pathologies liées à l'inhibition d' α -amylase.

En perspective, ces résultats restent préliminaires ce qui nécessite d'autres études approfondies pour mieux se concentrer sur les effets révélés. Les prochaines étapes consisteront à étudier expérimentalement *in vivo* l'effet de ces céréales sur l'activité de l' α -amylase et l' α -glycosidase. Il reste encore de discuter les valeurs des tanins élevées par rapport aux phénols totaux et trouver le test le plus fiable pour doser les différentes classes des composés phénoliques. Egalement, il est utile d'utiliser d'autres techniques pour l'extraction des composés phénoliques et d'analyser les différents extraits par chromatographie liquide à haute performance (HPLC).

Références

Références :

-A-

- **ADA**, American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. (2014). Diabetes Care 2014, 37: S14–S80.
- **Andrade, Miguel A.**, et al. "Characterization of new proteins found by analysis of short open reading frames from the full yeast genome." Yeast 13.14 (1997): 1363-1374.
- **Anonyme**. (2006). Les marchés mondiaux du blé. USDA. http://www.agpb.com/fr/dossier/eco/marchesmondiaux_2006.pdf. (25.03.2013). -

B-

- **B.I. Giner-Chavez**, (1996), condensed tannins in tropical forages -these Ph. D, Cornell University, Ithaca, USA.
- **B.Sun, JM. Richardo-da-Silva, I. Spranger**. (1998), "Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins" J. of Agriculture and Food Chemistry Vol. (46), page : 4267.
- **Baik, B. K., & Ullrich, S. E.** (2008). Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. Journal of cereal science, 48(2), 233-242.
- **Bailey, C. J.** (1999). Insulin resistance and antidiabetic drugs. Biochemical Pharmacology, 58(10), 1511-1520.
- **Boizot N., and Charpentier J.P.** (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fougère. Le cahier des techniques de l'Inra. pp 79-82. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008).
- **Bolot S., Abrouk M., Masood-Quraishi U., Stein N., Messing J., Feuillet C. and Salse J.** (2009). The "inner circle" of the cereal genomes. Current opinion in plant biology, 12(2):119–125.
- **BONJEAN et PICARD**, 1990- Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection. Softword – Groupe ITM, Paris, 208p.

-D-

- **Derbal N.**, (2009). Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie, Mémoire de Magistère, Option : Biotéchnologie végétale, Dept. Biologie, Univ. MENTOURI, Constantine: pp 30-45.
- **Dinnosante**, (2016) <https://www.dinnosante.fr/fre/33/alimentation/les-cereales-completes-pourquoi-faut-il-les-privilegier>.
- **Djeridane A, Yousfi M, Nadjmi B, Vidal N, Lesgards JF and Stocker P.** (2007). Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and their antioxidant activity. Eur. Food Res. Technol. 224 : 801-809.
- **Djermoun, A.** (2009). La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. Nature & Technology, (1), 45.
- **Doumandji, A., Doumandji-Mitiche, B., Salaheddine D.**, (2003). Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaires : 1-22.

-E-

- **El Bedawey A.A., Mansour E.H., Zaky M.S., Hassan A.A.** (2010). Characteristics of Antioxidant Isolated from Some Plant Sources. Food and Nutrition Sciences 1: 5-12.
- **El-Haramein F.J.**, (2005). Food Barley Quality Evaluation at ICARDA, p. 141-144, In: **Grando Stefanie**, Helena Gomez Macpherson. Food Barley: Importance, Uses and Local Knowledge, ICARDA
- **EL-HARAMEIN, F. J.; GRANDO, S.** Determination of iron and zinc content in food barley. In: Proceedings of the 10th International Barley Genetics Symposium, Alexandria: Egypt. 2010. p. 603-606.

-F-

- **FAAD.** Fédération Algérienne des Associations de Diabétiques. (2016). Journée nationale des diabétiques. Relizane.
- **Faiveley, M.** (2010). Procédés biochimiques et chimiques en agroalimentaire. Produits d'origine végétale. Fabrication des bières. Techniques-ingénieur. ENILBIO poligny. France.
- **FAOSTAT.**, (2007). Statistical database of the food and agriculture organisation of the United Nations.

-G-

- **Garber, A. J.** (2004). Le rôle des médicaments oraux. Alimentation et diabète.
- **Goldenberg, R., & Punthakee, Z.** (2013). Definition, classification and diagnosis of diabetes, prediabetes and metabolic syndrome. Canadian journal of diabetes, 37, S8-S11.
- **Gulcin I., Huyut Z., Elmastas M and Aboul-Enein H.Y.** (2010). Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. Arabian Journal of Chemistry. 3, 43-53.
- **Gupta, R., Gigras, P., Mohapatra, H., Goswami, V.K., Chauhan, B.,** (2003). Microbial α amylases: biotechnological perspective. Process Biochem, 38, 1599 - 1616. -

H-

- **Heidari, R., Zareae, S., & Heidarizadeh, M.** (2005). Pakistan Journal of Nutrition, 4(2), 101- 105.
- **Henry J-R.**, (2003). Plant Diversity and Evolution Genotypic and Phenotypic Variation in higher Plants. CABI Publishing, 332p.

-I-

- **Ivanisova E., Ondrejovic M., Silhar S.** (2012). Antioxidant activity of milling fractions of selected cereals. Nova Biotechnologica et Chimica 11-1: 45-54.

-K-

- **Kato C., Goncalves G., Peralta R., Seixas F., Sa-Nakanishi A., Bracht L., Comar J., Bracht A.**, (2017). Inhibition of α -Amylases by Condensed and Hydrolysable Tannins: Focus on Kinetics and Hypoglycemic Actions, Brazil: 12.
- **Knežević S.V., Blazekwicz B., Stefan M.B., Babac M.** (2012). Plant polyphenols as antioxidants influencing the human health. In "Phytochemicals as nutraceuticals-global approaches to their role in nutrition and health. Edition Venketeshwer Rao: 155-180

-L-

- **Larson, S.B., Day, J.S., McPherson, A.** (2010). "X-ray Crystallographic Analysis of Pig Pancreatic Alpha-Amylase with Limit Dextrin and Oligosaccharide" in *Biochemistry* n°49 pages 3101-15 PubMed
- **Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., Chen F and Jiang Y.** (2007). Evaluation of antioxydant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food chemistry*, 102, 771-776.

-M-

- **MADR.** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (2017). Base de données – Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Informations.
- **Mohammedi Z and Atik F.** (2011). Impact of extraction type on total polyphenols content and biologicolactivity from *Tamarixaphylla*. *International Journal of Pharma and Bio-Sciences*, 1 (2), p 209.

-O-

- **Okuda, T.**, 2005. Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. *Phytochemistry*. (66): 2012-2031.
- **OMS.** Organisation Mondiale de la Santé. (2016). Rapport mondial sur le diabète. Genève.
- **Oudjani W.**, (2009). Diversité de 25 géotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) : étude des caractères de production et d'adaptation, Mémoire de Magistère, Option : Biodiversité et production végétale, Dept. Biologie et Ecologie. Univ. MENTOURI, Constantine. pp7-8.

-R-

- **R. Julkunen-Titto**, (1985). "Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics" *Journal of Agricultural and Food chemistry* Vol. par la méthode de vanilline décrite par (Julkunen-Titto, 1985).
- **Ragae s., Abdel-Aal E.M Noaman M.** (2006). Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food chemistry* 98 : 32-31.
- **Raymond R., Moore C., & Wagner K.** (2006). Les parents sauvages des plantes cultivées. *Biodiversity international* .UNEP- GEF. 28p.
- **Ribéreau-Gayon J, Peynaud m, Ribéreau-Gayon P and Sudraud P.** (1972), *Sciences et techniques du vin*. Tome 1, analyse et contrôle des vins. Ed. Dunod, Paris, p. 671
- **Ríos, J.L., Francini, F., & Schinella, G.R.** (2015). Natural Products for the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus. *Planta Med*, 81, 975–994.

-S-

- **Saihi Y.**, (2015). Etude de la relation quantitative structure-activité inhibitrice des enzymes hydrolytiques : cas des alpha-glucosidases. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar - Annaba: 108.
- **Samy, R. P., Thwin, M. M., Gopalakrishnakone, P., & Ignacimuthu, S.** (2008). Ethnobotanical survey of folk plants for the treatment of snakebites in Southern part of Tamilnadu, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 115(2), 302-312.

- **Singh. B.,Chaudhary L. C, Agarwal N, Kamra D. N.** (1995). Effect of Feeding Ficusinfectoria Leaves on Rumen Microbial Profile and Nutrient Utilization in Goats. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences ; 24(6): 810-817.
- **Singleton V.L; Rossi J.A.** (1965). Colorimetry of total phenolicswithphosphomolybdcphosphotungsticacidreagents. Am. J. Enol. Vitic., 16, 144158.
- **Slama, Amor,** et al. "Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance." Sécheresse 16.3 (2005): 225-229.

-T-

- **Thalapneni, NR,. Chidambaram, KA.,Ellappan, T., Sabapati, ML &Mandal, SC.**(2008).Journal of Complementary and IntegrativeMedicine, 5(1), 1-10.

-W-

- **Worthington, C. C.** (1988). Worthington enzyme manual: enzymes and related biochemicals. Worthington Biochemical Corporation.

ANNEXES

Annexe 1 : Structures de l'Acide gallique, la Quercétine et la Catéchine.

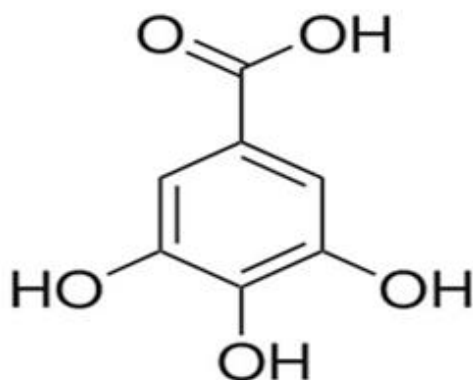


Figure. 1 : Structure de l'acide gallique

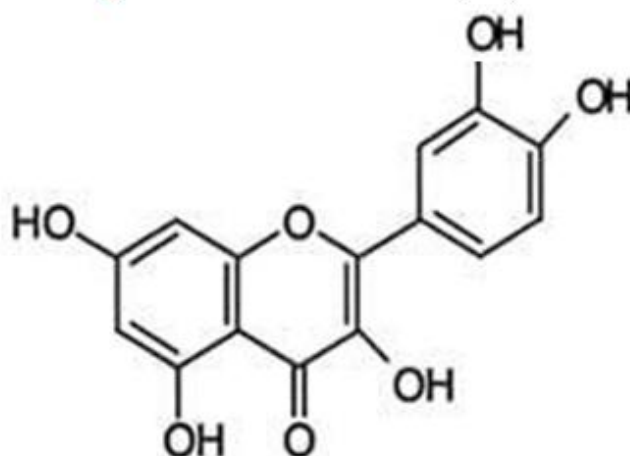


Figure. 2 : Structure de la Quercétine

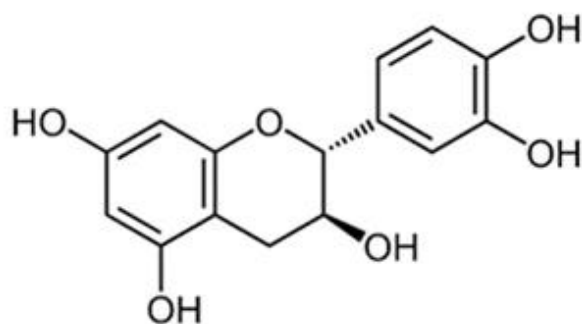
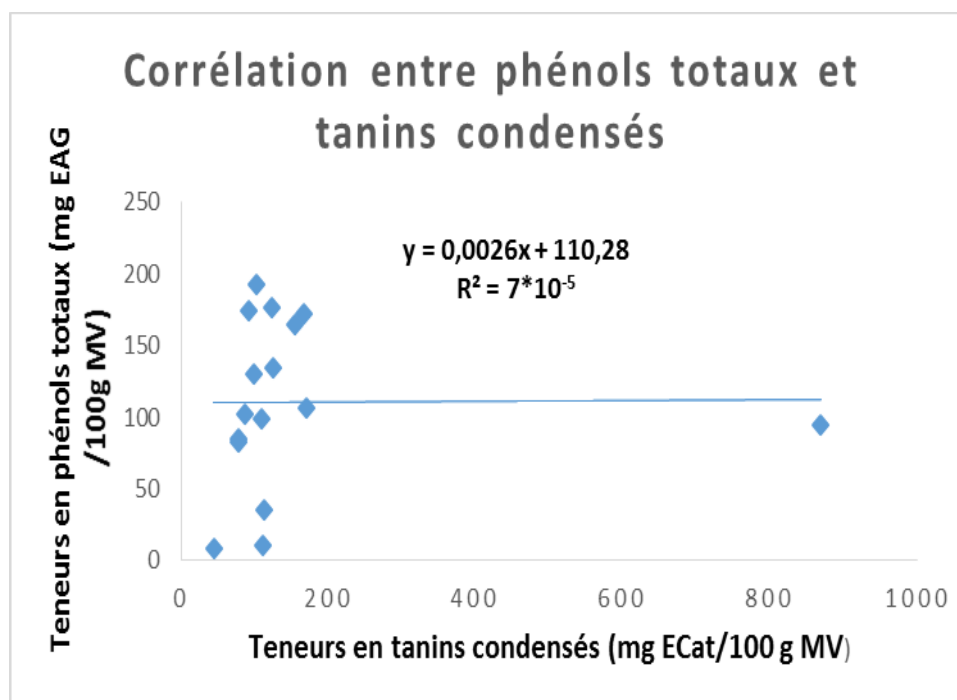
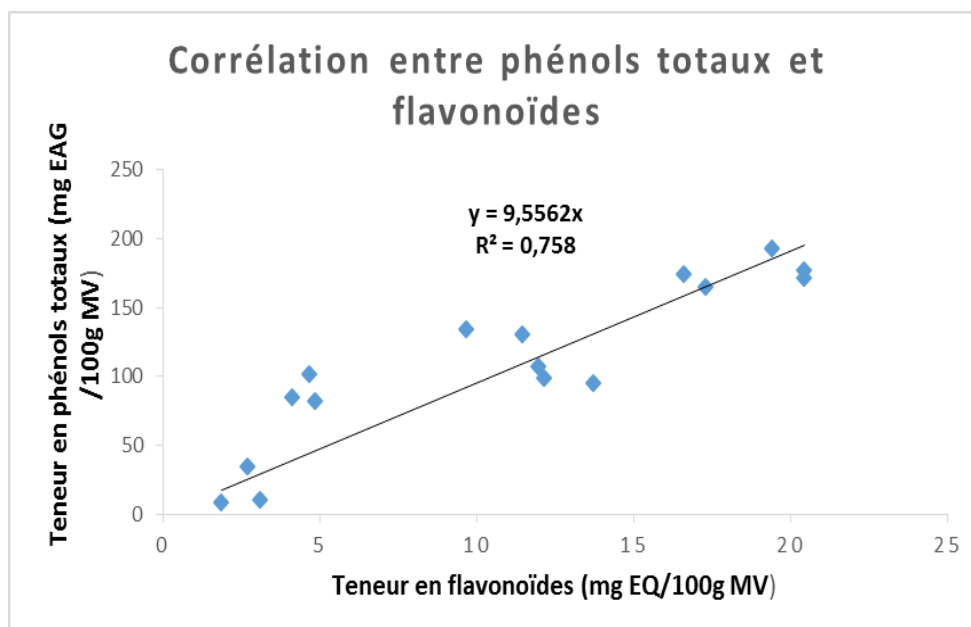
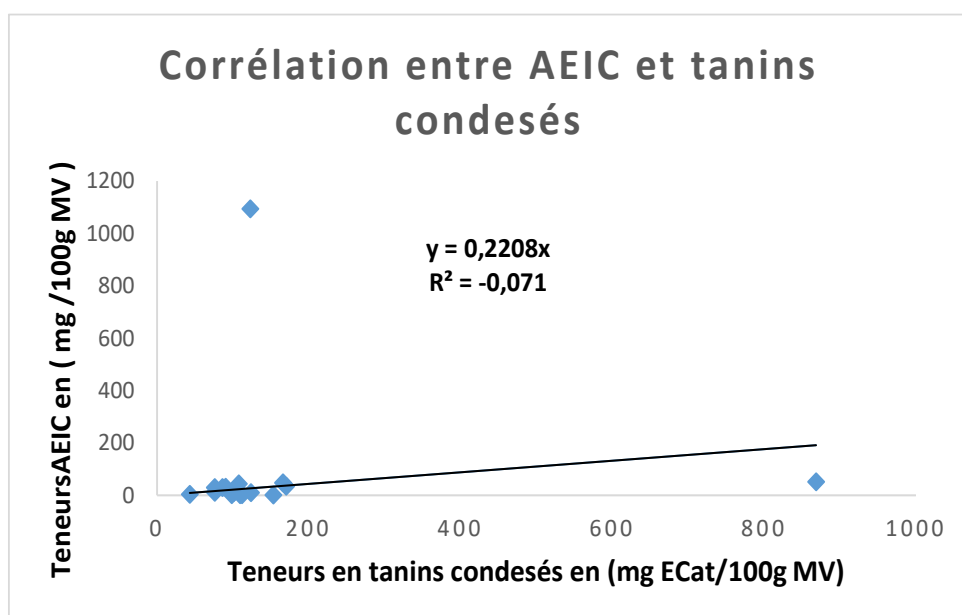
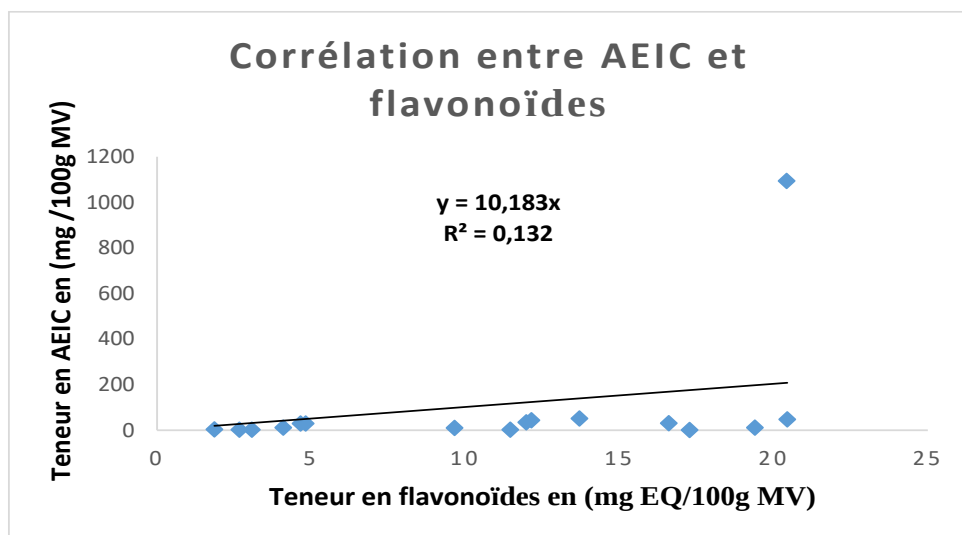
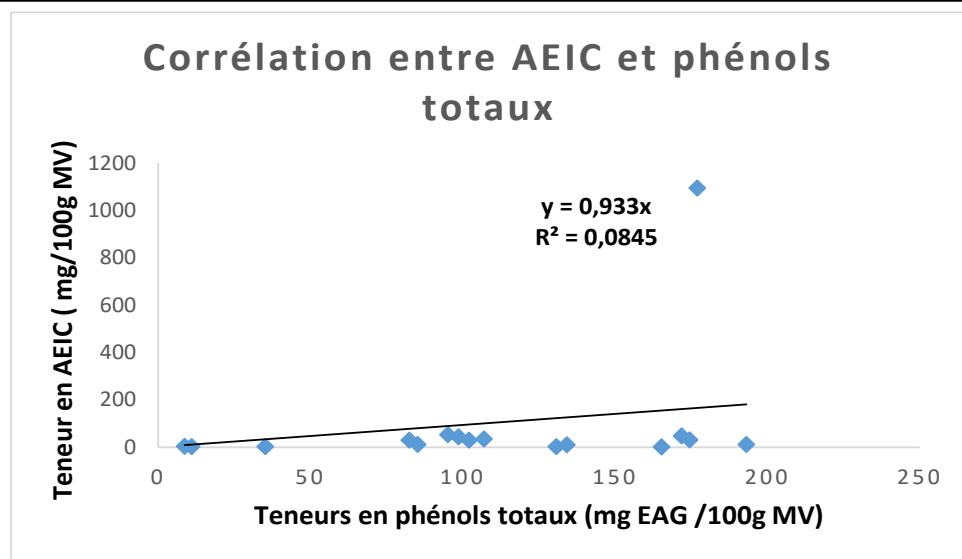


Figure. 3 : Structuredu Catéchine

Annexe 2 : Corrélation entre les teneurs en phénols totaux et les teneurs en flavonoïdes et en tanins condensés



Annexe 3 : Corrélation entre AEIC par le test DNS et les teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés



الملخص:

تهدف هذه الدراسة الى تقييم النشاط المثبط لإنزيم ألفا أميلاز لنخالة القمح الصلب، الشعير، الفريك والمرمز. تمت معايرة مستخلصات الميثانول، الاسيتون، الهيدروميثانول و الهيدروأسيون لـلأنواع الأربعة من النخالة لتحديد فعاليتها المثبطة لإنزيم ألفا أميلاز، ثم تحديد كمية الفينول الكلي و الفلافونويد و التانات بطريقة الفولين سيوكالتو، ثلاثي كلوريد الألمنيوم و الفانيلين على التوالي، حيث أظهرت النتائج كميات معتبرة من اجمالي المركبات الفينولية تتراوح بين 8.65 و 193.02 مغ حمض الغاليك /100 غ من المادة النباتية فيما كانت كميات الفلافونويد قليلة من 1.87 الى 20.44 مغ كيرسيتين /100 غ من المادة النباتية و الملفت للنظر الكميات الكبيرة للتانات من 42,99 و 868.71 مغ كاتيشين /100 غ من المادة النباتية، بينت النتائج أيضا ان نخالة الشعير لها نشاط عالي مثبط لإنزيم ألفا أميلاز يليها الفريك في حين سجلت نخالة المرمر نشاط ضعيف في تثبيط انزيم ألفا أميلاز في اختبار (DNS). سمحت لنا هذه التجارب من معرفة الدور الذي تلعبه العينات المدروسة في تثبيط انزيم ألفا أميلاز و خفض نسبة السكر في الدم.

الكلمات المفتاحية : النخالة، اجمالي المركبات الفينولية، التثبيط، ألفا أميلاز، (DNS).

Résumé:

Notre travail a pour objet l'évaluation d'activités inhibitrice d'enzyme α -amylase des sons de Blé dur, d'Orge, de Frick et de Mermez. le dosage des extraits méthanolique, acétonique, hydrométhanolique et hydroacétonique pour les quatre types de sons a été effectué à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu pour le dosage des phénols totaux, Trichlorure d'aluminium pour le dosage des flavonoïdes et la Vanilline pour le dosage des tanins condensés. L'activité inhibitrice a été estimée en utilisant le test (DNS). Ces échantillons sont investigués pour la première fois et présentent des teneurs en phénols totaux avec des proportions variables, comprise entre 8,65 et 193,02 mg EAG/100g MV, des teneurs faibles en flavonoïdes entre 1,87 et 20,44 mg EQ/100g MV et une forte teneur en tanins condensés de 42,99 à 868,71 mg ECat/100g MV. Nous avons également constaté que le son d'Orge présente une activité inhibitrice très élevée suivie par le son de Frick, par contre le son de Mermez montre une faible activité dans le test (DNS). Ces résultats nous ont permis de connaître le rôle de ces échantillons dans l'inhibition d'enzyme α -amylase et diminution du taux de glycémie.

Mots clés : sons, phénols totaux, activité inhibitrice, α -amylase, DNS

Abstract:

Our work aims to evaluate the α -amylase enzyme inhibitory activities of durum Wheat, Barley, Frick and Mermez bran. methanolic, acetic, hydromethanolic and hydroacetic extracts for the four types of sound were carried out using the Folin-Ciocalteu reagent for the determination of total phenols, Aluminum trichloride for the determination of flavonoids and vanillin for the dosage of condensed tannins. The inhibitory activity was estimated using the test (DNS). These samples are investigated for the first time and present total phenol contents with variable proportions, between 8,65 to 193,02 mg EAG / 100g MV, low flavonoids contents between 1,87 and 20,44 mg EQ / 100g MV and a high tannin content condensed from 42,99 to 868,71 mg ECat / 100g MV. We also found that barley bran exhibits very high inhibitory activity followed by Frick bran, while Mermez bran showed low activity in the test (DNS). These results allowed us to understand the role of these samples in the inhibition of the α -amylase enzyme and decrease in blood sugar levels.

Key words: Bran, total phenol, inhibitory activity, α -amylase, DNS.