

**دراسة المركبات الفينولية في *Triticum* و *Hordeum*: التطور  
خلال المراحل الفينولوجية  
AND *TRITICUM* STUDY OF POLYPHENOLS IN  
PHENOLOGICAL EVOLUTION DURING :*HORDEUM*  
.STAGES**

إعداد

**د. أحلام بوسعيد**

المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف-ميلة. الجزائر كلية علوم الطبيعة والحياة

Doi: 10.12816/ajwe.2021.161160

قبول النشر: ٢٥ / ٣ / ٢٠٢١

استلام البحث: ٢٢ / ٢ / ٢٠٢١

**المستخلص:**

المركبات الفينولية هي مركبات قيمة للغاية، موجودة تحديدا في النباتات وتلعب دور مضادات الأكسدة القوية وهناك ثلاث فئات أساسية: الأحماض الفينولية، الفلافونويد وتانين. بالنظر إلى الجوانب التغذوية والعلاجية لهذه المركبات نحن مهتمون في دراسة تطورها خلال المراحل الفسيولوجية المختلفة في أنواع مختلفة من الحبوب (القمح والشعير). لهذا قمنا بالاستخراج واشتباكات في المذيبات، تليها دراسة كمية ونوعية يسمح لنا الفحص Cioaltea-Folin، بتتبع محتوى هذه المركبات خلال المراحل الفسيولوجية. هذه الدراسة الكمية يبين ثراء الحبوب بالمركبات الفينولية. يتم تنفيذ تحليل المحتوى الفينولي بواسطة كروماتوغرافيه تحليلية وإعدادية على طبقة رقيقة. يتم التعرف على الجزيئات المعزولة والمنقاة وفقا للتقنيات الفيزيو-كيميائية مثل: الترددات اللاسلكية، ومضان، الكروماتوجراف الأيوني، وجميع هذه النتائج تكشف عن تنوع المركبات الفلافونية. وأكد التحليل الطيفي لاثنين من الجزيئات الرئيسية للمرحلة الأولى في الحبوب وجود فلافون.

**الكلمات المفتاحية** المركبات الفينولية ، الكروماتوجراف الأيوني ، القمح ، الشعير .

**Abstract**

The polyphenols are very precious compound which exist specifically at the plants and play a powerful antioxydant role. There are three large classes which are acid phenols, flavonoides

and tannins. Considering their nutritional and therapeutic virtues we were interested to in studying their evolution during different physiological stages in different varieties of cereals (wheat, barley). For this we made extractions and clashes in the solvents, followed by a quantitative and qualitative study. The Folin-Ciocalteu assay, allowed us to monitor the content of these compounds as a function of physiological stages. This quantitative study shows the richness of grain compounds phénoliques. L analysis of phenolic content is carried out by chromatography on analytical and preparative layer mince. L identification of molecules isolated and purified was made according to the physico-chemical techniques such as: RF, fluerescence, UV-visible spectrophotometry, all these results reveals the diversity of flavonoid components. The series spectral analysis of two molecules of the first major stage of grain has indeed comfirmed the presence of flavones.

**Key words:** Phenolic compound, UV-visible spectrophotometry, wheat, barley.

### Résumé

Les polyphénols sont des composés très précieux, présents spécifiquement chez les végétaux et jouent un rôle antioxydant puissant Il existe trois grandes classes : les acides phénols, les flavonoïdes et les tanins. Vu les vertus nutritionnelles et thérapeutiques de ces composés nous nous sommes intéressés à l'étude de leurs évolution au cours de différents stades physiologiques chez différentes variétés de céréales (blé, orge). Pour cela nous avons fait des extractions et des affrontements par les solvants, suivie par une étude quantitative et qualitative. Le dosage de Folin-Ciocalteu, nous a permis de suivre la teneur de ces composés en fonction de stades physiologiques. Cette étude quantitative montre la richesse des céréales en composés phénoliques. L'analyse du contenu phénolique est effectuée par chromatographie analytique et

préparative sur couche mince. L'identification des molécules isolées et purifiées s'est faite selon les techniques physico-chimiques telles : RF, fluorescence, spectrophotomètre UV-visible ; l'ensemble de ces résultats dévoilent la diversité des composants flavoniques. L'analyse par série spectrales des deux molécules majeures du premier stade, de céréales nous a effectivement confirmé la présence des flavones.

**Mots clés:** Composés phénoliques, spectrophotomètre UV-visible, blé, orge.

## Introduction

Le secteur des céréales occupe une place très importante dans l'économie algérienne car l'Algérie appartient au groupe des plus gros importateurs de blé dans le monde, ou elle est classée à la sixième place.

En raison d'une forte consommation de produits à base de céréales plusieurs études ont montré une reconnaissance croissante que de nombreux métabolites secondaires présents dans les céréales peuvent éventuellement exercer des effets bénéfiques sur la santé humaine.

Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents chez toutes les plantes vasculaires [1]. Ils constituent un des groupes le plus nombreux et largement distribué des substances dans le royaume des végétaux avec plus de 8000 structures phénoliques présents dans tous les organes de la plante.

Ils résultent biogénétiquement de deux voies synthétiques principales : la voie shikimate et acétate [2].

Le présent travail a pour objectif : le suivi de l'évolution des composés phénoliques en fonction des différents stades de développement de trois espèces de céréales : *Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*, et l'étude

phytochimique basés principalement sur l'extraction ; et la mise au point de la méthode de dosage (Folin-Ciocalteu), la chromatographie sur couche mince et l'analyse spectrale des composés phénoliques contenus dans les céréales et dévoiler leurs richesses en ces derniers.

## MATERIEL ET METHODES

Notre travail a été effectué au laboratoire de Biologie Micro-Moléculaire et Phytochimie (laboratoire de Valorisation et développement des Ressources Phylogénétiques).

### Matériel

Ce travail porte sur l'étude des composés flavoniques chez les céréales (blé dur, blé tendre, orge) au cours de quatre stades de développement (stade plein tallage, stade fin montaison, repousse au stade redressement-début montaison après une coupe et stade maturation). Les variétés que nous avons utilisé pour nos expériences sont résumées dans le tableau suivant :

variétés	Espèces
-Hedba3 -Waha	blé dur ( <i>Triticum durum</i> )
-Florence Aurore -Mexipak -Manal -Saïda	blé tendre ( <i>Triticum aestivum</i> ) Orge ( <i>Hordeum vulgare</i> )

### Méthodes

Des recherches scientifiques dans diverses spécialités ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification de composés phénoliques à partir de plusieurs substances naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires [3].

-Les flavonoïdes sont extraits des feuilles fraîches coupées en petits morceaux (1g) broyées à l'aide d'un mortier contenant 50 ml d'une solution hydro alcoolique (éthanol /eau ; 50/50).

-L'extraction est faite par macération avec renouvellement du solvant chaque 24 heures 2 à 3 jours.

-Après une filtration et une concentration à vide les résidus secs est repris dans 5 ml de l'eau distillée pour passer au dosage.

-L'objectif de cette extraction c'est de libérer les polyphénols présents dans des structures vacuolaires par rupture du tissu végétal et par diffusion.

D'après Ragaee et *al* (2006) le dosage repose sur la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu et à partir des extrais aqueux. Donc pour 1ml d'extrait dilué on a ajouté :

5 ml de Folin –Ciocalteu dilué 1/10.

4 ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (75g/l).

Après une heure d'incubation à température ambiante ( $20^\circ\text{C}$ ), l'absorbance est mesuré à 765 nm par rapport à un témoin avec le méthanol à la place de l'extrait [4].

-On peut déterminer la concentration des polyphénols en se référant à une courbe d'étalonnage à partir des concentrations connues.

- La mise au point de protocole d'extraction a été réalisé sur six variétés et sur des échantillons de 20 g de feuilles dans 200 ml de solvant.

-La plupart des composés phénoliques présents dans les vacuoles peuvent être facilement extraits avec un solvant hydroéthanolique (Ethanol/eau : 50/50) après un broyage du matériel végétal.

-Les macérations sont réunies et évaporées l'aide d'un Rotavapeur. Cette phase repose une nuit pour éliminer les boues.

- La phase aqueuse (100 ml) est ensuite affrontée successivement par quatre solvants différents allant du moins au plus polaire :
  - Ether de pétrole
  - Ether diéthylique

- Acétate d'éthyle
- Méthyléthylcétone « MEC »

-Les phases Ether de pétrole ne renfermant pas de polyphénols sont rejetées, et les autres phases sont évaporées à sec et reprises avec 4 à 5ml de méthanol pour le diagnostic chromatographique.

\* La séparation des polyphénols selon leur structure et leur degré de polymérisation est réalisée par une méthode chromatographique :

#### **Chromatographie analytique** sur couche mince CCM:

Pour donner une image d'ensemble du contenu phénolique de l'échantillon. Elle est également une chromatographie d'adsorption que l'on effectue surtout en vue d'une analyse d'un mélange. Chaque constituant migre d'une certaine hauteur, caractéristique de la substance, que l'on appelle rapport frontal ou rétention frontale (**Rf**). On utilise le gel de polyamide DC6.

Pour visualiser les différentes taches, on place la plaque sous une lampe UV à 254nm. On utilise cette méthode de détection en priorité car elle n'endommage pas la plaque.

La révélation au réactif de Neu : donne une coloration jaune/marron des produits sur un fond violet/rose.

-Les flavonoïdes apparaissent sous UV à 365 nm sous forme de taches florescences jaunes, vertes ou orange [5].

-Il existe différents types de techniques d'analyses qui jouent un rôle important pour l'identification structurale des polyphénols et notamment les flavonoïdes, parmi ces techniques :

-Fluorescence sous lumière UV d'un composé apporte un certain nombre d'informations sur sa nature et son mode de substitution. Il existe une relation entre la fluorescence des spots sous UV et la structure des flavonoïdes.

Les relations existant entre le Rf et la structure des molécules apportent aussi des renseignements sur la structure des composés phénoliques.

- La spectrophotométrie UV-visible :

Est la méthode la plus importante pour l'identification des structures flavoniques. Elle est basée sur l'enregistrement d'un spectre dans le méthanol, ce dernier est caractérisé par deux bandes d'absorption principales [6].

### **Chromatographie préparative sur couche mince CCM:**

Depuis le début de 1960, la CCM a été utilisée pour l'analyse des flavonoïdes [7]. C'est une méthode simple et rapide pour la séparation de ces composés. Elle permet de séparer une grande quantité de composés phénoliques afin de réaliser des études spectrales. Le dépôt se fait le long des plaques de CCM (20×20) cm.

La migration est réalisée avec les mêmes systèmes solvants que pour la CCM analytique. Les composés séparés se présentent sous forme de bandes continues et parallèles allant d'une extrémité de la plaque à l'autre sous l'UV.

-La filtration des solutions méthanolique des parties du gel gratté permet de séparer les composés phénoliques de ces dernières.

La purification et la séparation sont complémentaires.

-Les solutions méthanolique obtenues sont prêtes pour les séries spectrales (identification spectrale).

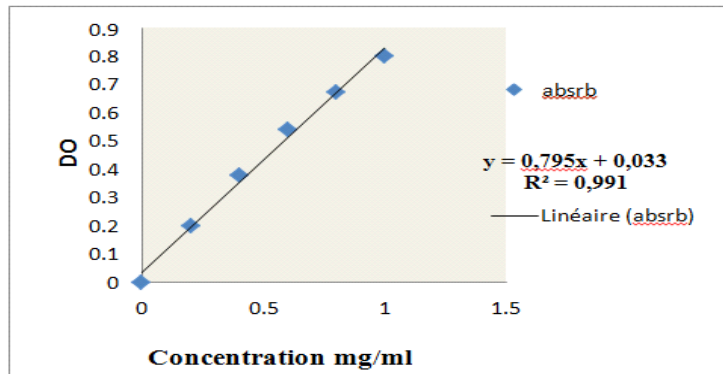
- Analyse spectrale des composés purs reste la technique essentielle dans l'identification des flavonoïdes. Cette analyse est intéressante pour donner des renseignements structuraux du produit purifié dans le but de déterminer la position des hydroxyles sur le squelette flavonoïque.

-Le spectre méthanolique d'un composé flavoniques sera modifié par addition d'un certain nombre de réactifs tel que : NaOH, NaOAc, AlCl<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> et HCl.

## RESULTATS ET INTERPRETATION

### Dosage des phénols totaux

-Cette étude est réalisée sur six variétés de céréales. Les teneurs en phénols totaux mesurés à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu. -La quantification des composés phénoliques a été mesurée en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ( $y = ax + b$ ) (figures 1) réalisée par un extrait d'étalon « acide gallique » à des concentrations différentes et dans les mêmes conditions que notre échantillons. Les résultats sont exprimés en milligramme-équivalent (mg) acide gallique par gramme poids sec de la plante en poudre.



**Figure 1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique : absorbance à 765 nm**

La figure 2 présente les concentrations des phénols totaux aux cours des quatre stades différents à partir de : feuilles du stade (plein tallage, montaison, repousse au stade redressement-début montaison après une coupe et stade maturation)



D'après cette figure, on observe qu'il y a une différence entre les feuilles pour les teneurs en phénols totaux en fonction des différents stades physiologiques.

Les feuilles pour les deux variétés de blé dur, blé tendre, orge sont différentes les unes par rapport aux autres.

On remarque que la teneur en phénols totaux des variétés de blé dur est faible par rapport au blé tendre ce qui explique la différence morphologique : la couleur des feuilles.

- Les feuilles de blé tendre contiennent une teneur élevée en phénols plus que les feuilles de blé dur pour le premier stade et même pour le deuxième stade contrairement au troisième stade.
- Il existe une variation du teneur en phénols pour les feuilles de l'orge dans les différents stades. Elle est faible pour le premier stade contrairement aux autres.
  - On conclut qu'il y a une évolution des phénols totaux en fonction des différents stades de développement chez les trois espèces de céréales.

-Après les extractions et les partitions entre solvants, les phases éther diéthylique, acétate d'éthyle, Méthyléthylcétone, et H<sub>2</sub>O sont évaporés à sec et reprises dans 5 ml de méthanol. Une partie de ces échantillons est consacrée aux épreuves chromatographiques et à l'étude spectrale.

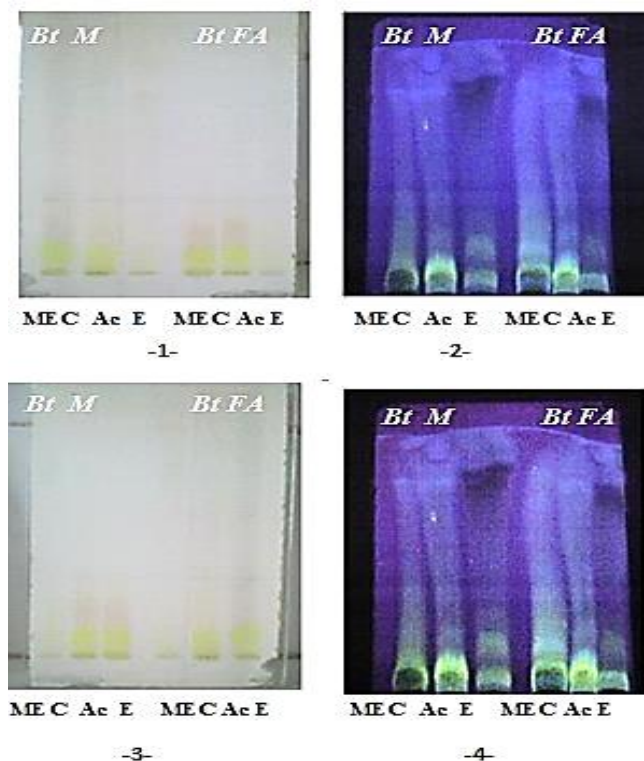
### **Chromatographie analytique sur couche mince**

Le CCM analytique des extraits flavoniques est réalisée sur le gel de polyamide DC<sub>6</sub> avec le système solvant : Tol/MEC/EtOH/EP (4/3/3/5).

Ce dernier permet une bonne séparation des constituants du dépôt pour la phase éther diéthylique, acétate d'éthyle, méthyléthylcétone.

La phase H<sub>2</sub>O est moins bien séparée avec ce système.

On refait donc la CCM avec des systèmes à base d'H<sub>2</sub>O pour séparer les glycosides qu'elle contient. Le système choisi est le suivant : H<sub>2</sub>O/nButaOH/EtOH/AcOH (50/20/25/2). L'observation des profils CCM s'effectue en lumière visible et sous UV (254 et 365) avant et après révélation par le réactif de Neu (figure 2).



### Exemple de blé tendre :

**Figure 2 :** CCM des extraits des deux variétés de blé tendre (*Florence aurore*, *Mexipak*) dans le système Tol/MEC/EtOH/EP (4/3/3/5) ; 1 : visible, 2 : sous UV à 365 nm, 3 : après pulvérisation du réactif de Neu (visible), 4 : après pulvérisation du réactif de Neu (sous UV à 365 nm).

L'observation des plaques montre que les composés flavoniques sont hétérogènes d'un stade à l'autre et ces composés sont trouvés dans les premiers stades (plein tallage) et développés dans les autres stades.

**Tableau 1 :** Comportement chromatographique de la phase Ether

<b>S2</b>	<b>S1</b>	<b>RF Var</b>
0.06 (marron)	0.07 (jaune) 0.17 (jaune) 0.12 (jaune pale) 0.76 (brun)	<b>Hedba 3</b> <b>Waha</b> <b>Florence aurore</b> <b>Mexipak</b>
0.16 (bleu)	0.90 (bleu violet)	<b>Manal</b>
	0.64 (jaune)	<b>Saida</b>

**Tableau 2 :** Comportement chromatographique de la phase Acétate

<b>S3</b>	<b>S2</b>	<b>S1</b>	<b>RF Var</b>
	0.75 (jaune ++)	0.19 (jaune clair)	<b>Hedba 3</b>
	0.06 (marron)	0.75 (orangé) 0.17 (orangé)	<b>Waha</b> <b>Florence aurore</b>
	0.12 (jaune)	0.28 (marron)	<b>Mexipak</b>
	0.7 (violet)	0.12 (jaune)	<b>Manal</b>
0.06 (jaune)	0.09 (marron)	0.87 (bleu violet)	<b>Saida</b>

**Tableau 3** : Comportement chromatographique de la phase butanone.

S3	S2	S1	RF Var
	0.75 (oranger)	0.19 (jaune)	<b>Hedba 3</b>
		0.09 (oranger)	<b>Waha</b>
0.07 (marron)	0.20 (jaune pale)	0.28 (jaune)	<b>Florence aurore</b>
	0.07 (jaune)	0.14 (jaune)	<b>Mexipak</b>
	0.08 (bleu)	0.78 (bleu)	<b>Manal</b>
		0.93 (marron foncé)	<b>Saida</b>

**Tableau 4** : Comportement chromatographique de la phase H<sub>2</sub>O

	S3	S2	S1	RF Var
0.3(jaune clair)	0.25(marron foncé)	0.56 (rose)	0.81 (marron clair)	Hedba 3
		0.3 (marron clair +)	0.34 (marron clair)	Waha
	0.3 (marron clair)	0.6 (marron orangé)	0.8 (marron foncé)	Florence aurore
	0.3 (marron foncé ++)	0.6 (marron foncé ++)	0.75 (marron foncé)	Mexipak
			0.65 (marron foncé)	Manal
			0.75 (jaune)	Saida

-L'examen des pigments flavoniques en lumière ultra violette (lumière de Wood, 366A), fournit des informations très importantes sur la configuration structurale des molécules isolées.

- En effet, il existe une relation étroite entre la fluorescence du composé, sa nature et son mode de substitution.

-On remarque que certains composés phénoliques réagissent positivement avec le réactif de Neu. Nous sommes donc en présence essentiellement de flavonoïdes (Wagner et Bladt, 2001).

-De ces résultats, on remarque que la migration des molécules est différente d'une phase à l'autre.

-On remarque que la phase acétate et la phase butanone « MEC » sont apparues plus homogènes et représentent de nombreux spots contrairement à la phase éther diéthylique.

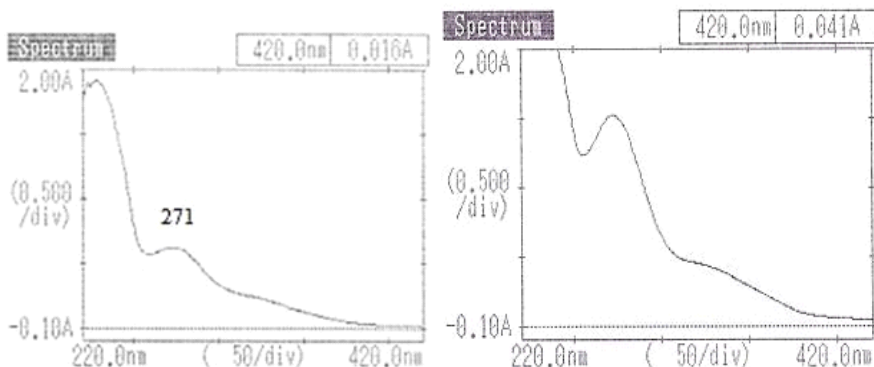
-La phase aqueuse (H<sub>2</sub>O) représente moins de spots par rapport aux autres phases. Cela confirme la pauvreté de cette phase en composés phénoliques.

\*D'après El-Bsyouni and Towers (1964), le maximum de la concentration des acides phénols se trouve après 9 jours de germination.

-D'après le RF et la fluorescence on observe la présence des flavones et flavonols (jaune, violet).

### **L'analyse spectrale des fractions**

L'analyse spectrale des molécules de chaque phase (éther, acétate, butanone, eau) et de chaque variété (Hedba3, Waha, Florence Aurore, Mexipak, Manal, Saida), des quatre stades ont été analysé à l'aide d'un spectrophotomètre à défilement de longueur d'onde entre 220-400.



**Exemple : L'analyse spectrale de la phase éther stade plain tallage (feuilles) d'orge.**

Saida

v. Manal

D'après l'analyse spectrale des phases éther, acétate, butanone. On ressort que le blé et l'orge contiennent des flavonoïdes et surtout des acides phénols pour le stade plein tallage et même pour les autres stades.

La phase aqueuse (H<sub>2</sub>O) est pauvre par rapport aux autres phases en composés phénoliques.

Cette analyse spectrale des phases par un spectrophotomètre à défilement de longueur d'onde entre 220-400 nm a montré que l'orge, le blé tendre et le blé dur sont riches en composés phénoliques.

### **Chromatographie semi préparative sur couche mince**

D'après le diagnostic de CCM analytique, les extraits méthanoliques des feuilles du stade plein tallage sont sélectionnés pour la CCM préparative.

**Résultats de l'analyse spectrale UV-visibles :**

Après avoir tiré tous les spectres méthanolique des phases, on a décidé de réaliser la série spectrale pour ceux qui révèlent plus nets et en quantité suffisante.

**Résultat de la série spectrale :**

**Exemple de la phase acétate.**

**Tableau 5 :** Analyse spectrale de la phase acétate

<b>Bande I (nm)</b>	<b>Bande II (nm)</b>	<b>solvants utilisés</b>
332	274	MeOH
391	279	MeOH + NaOH
342	278.5	MeOH + AlCl <sub>3</sub>
345	279	MeOH + AlCl <sub>3</sub> + Hcl
388	281	MeOH + NaOAc
340	280	MeOH + NaOAc + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>

**Commentaire :**

Le spectre méthanolique nous donne deux bandes uniques respectivement à 332 nm et 274 nm.

L'ajout de réactif NaOH, conduit à un déplacement bathochrome (59 nm) de la bande I avec augmentation de l'intensité, ce qui prouve qu'il ya un (OH) libre en 4'. L'apparition d'une nouvelle bande entre BI et BII à 330 nm révèle également la présence d'un OH libre en position 7.

L'effet bathochrome de la bande I (+13 nm) dans AlCl<sub>3</sub> + Hcl par rapport au spectre méthalonique témoigne l'existence d'un OH libre en 5 et pas d'oxygénation en position 6.

L'addition successive d'acétate de sodium (NaOAc) et d'acide borique ( $H_3BO_3$ ) n'entraîne qu'une faible variation de la bande I par rapport au spectre dans le méthanol apport la preuve de l'absence de système ortho di OH sur le noyau B (Bacon et *al.*, 1976).

- Ces résultats sont en faveur d'une **Kaempferol**:

### **Conclusion :**

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'évolution des composés phénoliques au cours de différents stades physiologiques chez différentes variétés de céréales de différentes origines.

Nous avons fait appel à différentes méthodes : extraction, partition entre solvants.

En premier lieu nous avons quantifiés les phénols totaux par le dosage de Folin-Ciocalteu qui nous a permis de voir que les fortes concentrations de ces produits apparaissent chez les feuilles (les organes jeunes) du stade plein tallage.

La teneur des feuilles du premier stade en phénols totaux des différentes variétés renferme des taux significativement variable ( $p < 0.001$ ). La teneur la plus élevée de ce stade est enregistrée pour le blé tendre.

La chromatographie sur couches mince nous a permis de visualiser des empreintes flavoniques de nos extraits au cours des différents stades, la spectrométrie de ces composée qui nous permettons une approche de la structure moléculaire.

On a constaté que les différentes phases, acétate d'éthyle et méthyléthylcétone, obtenues successivement des extraits des feuilles ont apparu plus homogènes, plus pures et plus riches.



Une CCM préparative suivi par une analyse spectrale nous a montré que les céréales contiennent principalement des flavonoïdes de type flavones et flavonols.

La diversité de ces dérivés flavoniques et tout à fait remarquable, nous avons affectivement confirmé la présence de l'apigénine, la Kaempferol ...Cependant nous n'avons pas pu identifier la structure des acides phénols.

**Références bibliographiques:**

[1] **Lebham A., 2005** - Thèse au Laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO).

[2] **Lugasi A., Hovari J., Sagi K.V. et Biro L., 2003** - The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. Ed.: Acta Biologica Szegedensis, 119-125.

[3] **Ayad R., 2008**- Recherche et Détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce : *ZYGOPHYLLUM CORNUTUM* (*ZYGOPHYLLACEAE*). Mémoire de Magister en chimie organique, en phytochimie.FAC.S Exactes, Dept de chimie.UMC, 124 p.

**\*Ragaee S., Abdel-Hal, E.S.M. ? Noaman, K.2006.** Antioxydant activity and nutrient composition of selected cereals for food use, Science direct, *Food chem*, 98 :32-38.

[4] **Zerig H., 2009**\_Extraction des composés phénoliques à partir des lamiacées : *Origanum compactum*, *origanum vulgare* et *thymus vulgaris* et mise en évidence de l'activité antibactérienne et antiradicalaire. Mémoire de Master II en Microbiologie, option Microbiologie Générale et Biologie Moléculaire des Microorganismes.Fac.SNV, Déprt de Biochimie et de Microbiologie.UMC, 35 p.

[5] **Wagner H., et Bladt S., 2001**- Plants drugs analysis .Athin layer chromatography. 2<sup>n</sup> Ed., Atlas Springer, New York, 306-364.

[6] **Jurd L., and Horowitz R., 1962**- Spectral properties of flavonoids . In « the chemistry of flavonoids compounds ». Ed. : Pergamon press, Oxford New-J-York, 107-155.

[7] **Fecka I., Kowalczyk. A., Cisowski .W., 2004**- Planar Chromatogr. Ed. :Saunders compagnt, 17- 22.

\*El-Bsyouni S., and Towers G.H.N., 1964- The phenolic acids in wheat.1.Ed. : Changes during growth and developpement Can J. Biochem. 203p.