

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biochimie et biologie cellulaire  
et moléculaire

قسم : الكيمياء الحيوية و علم الاحياء  
الخلوي و الجزيئي

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Biologiques

**Spécialité :** Biochimie appliqué

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

---

**Investigation phytochimique d'une plante médicinale Algérienne  
du Genre *Genista* (Fabaceae)**

---

**Présenté et soutenu par :**

- ✓ HAMIDA Assia
- ✓ BOULKROUN Khaoula

**Le 11/06/2023**

**Jury d'évaluation :**

**Encadreur :** SEGUENI Narimane (MCA – Université Salah Boubnider Constantine 3).

**Président :** SEMRA Ilhem (MAA- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Examineur :** BOUTAGHANE Naima (Pr - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Année universitaire  
2022 – 2023**



# Remerciements

## Remerciements

*La réalisation de ce travail de mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voulons témoigner toute notre gratitude.*

*Nous tenions à exprimer notre plus sincère gratitude et nos chaleureux remerciements à Mme **SEGUENI Narimane** pour votre encadrement exceptionnel lors de la réalisation de notre mémoire de master. Votre expertise, votre disponibilité et votre dévouement ont été des atouts inestimables tout au long de ce processus.*

*Grâce à votre accompagnement attentif et à vos conseils avisés, nous avons pu développer nos compétences de recherche et approfondir nos connaissances dans notre domaine d'étude. Votre soutien constant, tant sur le plan académique que personnel, a été d'une valeur inestimable pour nous. Votre capacité à nous guider dans la structuration de nos idées, à nous aider à formuler des hypothèses pertinentes et à nous orienter dans nos méthodes de recherche a grandement contribué à la qualité de notre travail. Votre sens de l'excellence et votre rigueur scientifique nous ont poussés à nous surpasser et à atteindre des résultats dont nous sommes fiers.*

*Nous tenions aussi à remercier Mme **SEMRA Ilhem** Maître assistante classe A à l'université de Constantine d'avoir accepté de Présider les membres du Jury.*

*Nous remercions également le professeur **BOUTAGHANE Naïma** de l'université de Constantine d'avoir accepté d'évaluer ce travail*

*Un grand merci à tous les enseignants du département des sciences de la nature et la vie de l'université Constantine I.*

*Nos vifs et sincères remerciements s'adressent tout particulièrement à notre Université des frères mentouri Constantine I, qui nous a procuré une bonne formation.*



## *Dédicace*

*Mes remerciements vont tout d'abord au dieu « Allah » pour la volonté et la patience qu'il m'a donné durant ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce stade.*

*Du fond de mon cœur, je dédie ce présent travail*

*À celle qui m'a confié à Dieu, combien j'ai souhaité que Dieu prolonge ta vie pour te rendre une partie de ce que tu as fait pour moi. À celle qui m'a quitté avant même de porter le chapeau de l'honneur de la remise des diplômes. À celle qui m'a ouvert les chemins de la connaissance malgré son analphabétisme. À cette grande personne que j'ai toujours souhaité que ses yeux me voient en un jour comme celui-ci... ma chère **mère : Dalila** ; Ô Dieu, aie pitié d'elle et réunis-nous dans le paradis.*

*A mon cher **père : setouf** qui a été mon soutien constant, Que Dieu le préserve et le guérisse.*

*A mes frères : **abd el wahid** et **Mouhamed lamine** pour leur disponibilité, encouragements et amour et soutien.*

*A mes sœurs et leurs maris : **Amína** et **Maroune** ; **sara** et **brahime** pour leur tendresse, amour et soutien.*

*A mes petites anges : **míral**, **alaà**, **mayar** et **layan** .*

*A ma grande mère : **aicha** , et mes chers oncles : **fateh** et **samír** et chers tantes pour leur encouragements , et a tout ma belle-famille chacun par son nom.*

*A mon binôme : **Assía** ma moitié et mon âme sœur*

*A tous mes amis surtout: **Sabrina**, **Esma**, **Rym** et **Soundous** pour leurs intérêt ; que notre amitié dure pour toujours.*

*À la sœur de mon amie : **Hamída mouna** pour ses conseils et son soutien .*

*je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de mes succès tout au long de mon parcours académique.*

*Khaoula...*



## *Dédicace*

*Avec la générosité et l'aide d'ALLAH Le majestueux qui m'a donné la patience, le courage et la santé, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :*

*À ma très chère mère **zhor** Maman tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*À mon très chers Père **Badis** Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*À mes très chers frères **Youcef** et son épouse **Ranya**, **Yassin** et son épouse **Marwa**, et **Zaki** Mes chers frères les mots ne suffisent guère pour exprimer l'amour l'attachement, et l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux pour vous de bonheur, de santé et de réussite.*

*À mes très chères sœurs **Mouna** et **Aya** Mes chères sœurs présentes dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées. Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.*

*À ma adorable nièce **Jana Khadija**.*

*À mon binôme et mon amie **Khaoula**. On a partagé des meilleurs moments durant ces années d'études. Merci énormément pour ton soutien moral, ta patience et ta compréhension tout au long de ce projet.*

*À tous les membres de ma famille, petits et grands.*

*À toutes mes amies et toutes les personnes qui me sont chères.*

*À tous ceux qui m'ont aidé, de près ou de loin, même avec un mot d'encouragement et de gentillesse.*

*Assia...*

## LISTE DES ABREVIATIONS

- C18** : Carbone 18
- CCM** : Chromatographie sur couche mince
- CMI** : Concentration Minimale d'inhibition
- DPPH** : 2,2-Di-Phényl-1-Picryl-Hydrazyl
- FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure ferrique
- HCl** : Acide Chlorhydrique
- HL-60** : Lignée cellulaire de leucémie humaine
- IC<sub>50</sub>** : Concentration d'inhibition 50
- IM** : Indice Mousse
- LDL** : Lipoprotéine de basse densité
- MeOH** : Méthanol
- Mg** : Magnésium
- OMS** : Organisation mondiale de la santé
- pH** : Potentiel hydrogène
- UV** : Ultraviolet
- VLC** : Chromatographie liquide sous vide
- β-ODAP** : β-diaminopropanoïque

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Position systématique des Fabaceae selon différentes approches phylogénétique ou morphologique.
- Tableau 2 : Les trois sous-familles de Fabaceae.
- Tableau 3 : Utilisation en médecine traditionnelle de quelques espèces de Fabaceae.
- Tableau 4 : Liste des propriétés pharmacologiques de certaines légumineuses.
- Tableau 5 : Flavonoïdes et iso flavonoïdes isolés de l'espèce *Genista morisii*.
- Tableau 6 : Les métabolites secondaires isolés à partir des plantes du genre *Genista*.
- Tableau 7 : Position systématique du Genre *Genista*
- Tableau 8 : Structures et précurseurs des principaux types d'alcaloïdes.
- Tableau 9 : Gamme de dilutions décroissante de l'extrait éthanolique pour la mesure de l'indice de mousse.
- Tableau 10 : Résultats du criblage phytochimique.
- Tableau 11 : Les fractions de la VLC sur RP<sub>18</sub> de l'extrait éthanolique des parties racinaires de *Genista*.

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : *Arachis hypogaea* L.
- Figure 2 : *Glycyrrhiza glabra*.
- Figure 3 : Carte de la répartition géographique des Fabaceae.
- Figure 4 : Genêt d'Allemagne, *Genista germanica*.
- Figure 5 : Structure chimique du phénol.
- Figure 6 : Squelette de base des flavonoïdes.
- Figure 7 : Différentes classes des flavonoïdes.
- Figure 8 : Biogénèse de la chalcone.
- Figure 9 : Schéma récapitulatif de biogénèse des différentes classes de flavonoïdes.
- Figure 10 : Structures des différentes sous-classes d'isoflavonoïdes.
- Figure 11 : Structure d'une saponine stéroïde.
- Figure 12 : les sucres les plus fréquemment rencontrés dans les saponines.
- Figure 13 : Exemples de génines triterpéniques.
- Figure 14 : Structure de triterpénoïdes mono et bidesmosidiques.
- Figure 15 : Principaux squelettes de sapogénines stéroïdiques.
- Figure 16 : Squelette d'aglycone alcaloïdique.
- Figure 17 : Les principaux acides organiques rencontrés dans les saponines.
- Figure 18 : El Aouana wilaya de Jijel.
- Figure 19 : Séchage et broyage de la partie racinaire.
- Figure 20 : Chromatographie liquide sous vide (VLC).
- Figure 21 : Macération et filtration des parties racinaires de la plante.
- Figure 22 : Evaporation des filtrats hydroalcooliques.
- Figure 23 : Fractionnement d'extrait brut par VLC sur C<sub>18</sub> et CCM sur gel de silice normale.
- Figure 24 : Les chromatogrammes de l'extrait éthanolique dans les deux systèmes d'éluant : 80/20 (a) et 70/30/0,5 (b) .
- Figure 25 : Caractérisation des polyphénols.
- Figure 26 : Caractérisation des flavonoïdes.
- Figure 27 : Caractérisation des tanins.
- Figure 28 : Caractérisation des alcaloïdes.
- Figure 29 : Caractérisation des saponosides.
- Figure 30 : Les résultats d'élution de l'extrait éthanolique par un gradient de solvant.
- Figure 31 : CCM récapitulative des fractions résultantes de la VLC de l'extrait éthanolique, par le système CHCl<sub>3</sub>/MeOH 80 :20 (v/v).

## TABLE DE MATIERES

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Références .....</b>	<b>3</b>
<b>Chapiter I.....</b>	<b>4</b>
<b>I. L'ordre des Fabales.....</b>	<b>4</b>
I.1. Les Fabaceae .....	4
I.1.1. Position systématique de la famille des Fabaceae .....	4
I.1.2. Description botanique de la famille des Fabaceae.....	6
I.1.3. Répartition géographique de la famille des Fabaceae .....	8
I.1.4. Principaux métabolites secondaires de la famille des Fabaceae.....	9
I.1.5 Utilisation traditionnelle de la famille des Fabaceae .....	9
I.1. 6. Propriétés pharmacologiques de la famille des Fabaceae.....	10
I.1.7. Toxicité de la famille des Fabaceae .....	12
I.2. Présentation du genre <i>Genista</i> .....	13
I.2.1. Description botanique du genre <i>Genista</i> .....	14
I.2.2. Répartition géographique du genre <i>Genista</i> .....	14
I.2.3. Principaux Métabolites Secondaires du genre <i>Genista</i> .....	15
I.2.4. Utilisation en médecine traditionnelle du genre <i>Genista</i> .....	19
I.2.5. Activités biologiques du genre <i>Genista</i> .....	19
I.2.6. Position Systématique du genre <i>Genista</i> selon l'APG III .....	20
<b>Référence .....</b>	<b>21</b>
<b>Chapitre II .....</b>	<b>26</b>
<b>II. Les métabolites secondaires .....</b>	<b>26</b>
II.1. Les composés phénoliques.....	26
II.1.1 Les Flavonoïdes.....	27
II.1.1.1. Classification .....	29
II.1.1.2. Biosynthèse des flavonoïdes.....	30
II.1.1.3. Distribution .....	33
II.1.1.4. Intérêt et activités biologiques .....	33
II.2. Les isoflavonoïdes .....	35
II.2.1. Classification .....	35
II.2.3. Distribution.....	36
II.3. Les Saponines .....	36
II.3.1. Généralités.....	37
II.3.2. Propriétés biologiques .....	40
II.4. Les alcaloïdes.....	41



II.4.1. Classification .....	42
II.4.2. Activités biologiques .....	44
<b>Références .....</b>	<b>46</b>
<b>Chapitre III.....</b>	<b>53</b>
<b>III. 1. Aperçu et but du travail.....</b>	<b>53</b>
<b>III. 2. Matériel et méthodes .....</b>	<b>53</b>
III. 2. 1. Matériel végétal .....	53
III. 2. 1. 1. Description de la zone de récolte .....	53
III. 2. 1. 2. Récolte de la plante du genre Genista.....	54
III. 2. 2. Matériel Chromatographique.....	54
III. 2. 2. 1. Chromatographie liquide sous vide (VLC).....	54
III. 2. 2. 2. Chromatographie sur couche mince (CCM).....	55
<b>III. 3. Etude d'une plante du genre Genista .....</b>	<b>55</b>
III. 3. 1. Extraction par macération à froid .....	55
III. 3. 2. Criblage phytochimique par CCM .....	56
<b>III. 4. Criblage « screening » phytochimique par réactions colorées .....</b>	<b>57</b>
III. 4. 1. Mise en évidence des polyphénols .....	57
III. 4. 2. Mise en évidence des flavonoïdes .....	57
III. 4. 3. Mise en évidence des tanins .....	57
III. 4. 4. Mise en évidence des alcaloïdes .....	57
III. 4. 5. Mise en évidence des saponosides.....	58
<b>III. 5. Fractionnement et purification de l'extrait éthanolique.....</b>	<b>58</b>
<b>Références .....</b>	<b>60</b>
<b>Chapitre IV .....</b>	<b>61</b>
<b>IV.1. Rendement d'extraction .....</b>	<b>61</b>
<b>IV.2. Criblage phytochimique par CCM.....</b>	<b>61</b>
<b>IV.3. Criblage phytochimique par réactions colorées .....</b>	<b>62</b>
IV.3.1. Recherche des polyphénols.....	63
IV.3.2. Recherche des flavonoïdes.....	63
IV.3.3. Recherche des tanins.....	64
IV.3.4. Recherche des alcaloïdes .....	64
IV.3.5. Recherche des saponosides .....	65
<b>IV.4. Fractionnement de l'extrait éthanolique.....</b>	<b>65</b>
<b>Références .....</b>	<b>68</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>69</b>

**Résumé**

**Abstract**

ملخص

# **Introduction générale**

# Introduction générale

---

La tendance actuelle dans le monde est le retour vers la nature et l'utilisation des produits naturels dans tous les domaines telles que l'alimentation, les soins cosmétiques et plus particulièrement la santé. La médecine alternative et complémentaire intéresse de plus en plus l'ensemble des populations dans le monde entier. Le recours à cette méthode est très répandu dans les pays sous-développés et en voie de développement. Il se justifie par le manque de moyens qui ne permet pas l'accès aux traitements vu le coût élevé. Dans les pays développés, c'est les consommateurs et les malades et leurs intérêts à tous ce qui provient de la nature qui ont dicté cette tendance incitant les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique à satisfaire cette demande.

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), 80% de l'humanité utilise les plantes médicinales pour se soigner. La valeur médicinale des plantes est de plus en plus démontrée scientifiquement, ce qui constitue un argument de taille pour leur utilisation en médecine **(Fleurentin, 2012)**.

Etant donné l'intérêt immense que suscite actuellement l'emploi des plantes médicinales à travers le monde, non seulement pour préserver la santé de l'être humain mais aussi pour combattre diverses maladies **(Usman et al., 2022)**. Elles continuent de susciter l'intérêt des chercheurs. Ces plantes de par leurs richesses en métabolites secondaires restent un réservoir inépuisable de molécules bioactives. Elles renferment des antioxydants naturels tels que les composés phénoliques, les flavonoïdes et les tanins, qui offrent une protection contre diverses maladies **(Baba & Malik, 2015)**. Les plantes médicinales, riches en ces métabolites secondaires sont utilisées pour lutter contre l'athérosclérose, les événements cardiovasculaires et cérébraux, le diabète, l'hypertension et la maladie d'Alzheimer **(Liu, 2003 ; Devasagayam et al., 2004)**. Bien que l'utilisation des plantes médicinales se répande de plus en plus à travers le monde, il existe encore de nombreuses lacunes dans notre compréhension des mécanismes de biosynthèse impliqués et de leurs bienfaits thérapeutiques **(Gao et al., 2011)**. La connaissance de la composition chimique de ces plantes et la détermination de leurs activités biologiques revêtent une importance capitale car leurs propriétés médicinales sont sûrement dues aux substances chimiques qu'elles renferment.

L'Algérie par son emplacement géographique particulier et ces qualités climatiques très variées, présente une végétation riche et diverse **(Gaussien, 1982)** avec 3000 espèces

---

# Introduction générale

---

appartenant à plusieurs familles botaniques dont 15 % endémiques (**Quezel & Santa 1963**), ce qui a donné à la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable.

Notre travail entre dans le cadre de la valorisation de la flore du nord algérien. Il a pour objectif

L'étude phytochimique d'une plante médicinale du genre *Genista* appartenant à la famille des légumineuses (Fabaceae). Les plantes appartenant à cette famille et plus particulièrement au genre *Genista* sont connues pour leur richesse remarquable en métabolites secondaires avec un grand intérêt biologique. Un bon nombre fait également l'objet d'un usage thérapeutique traditionnel (**Pistelli et al., 2000 ; Pistelli et al., 2001**).

Ce travail a donc pour but l'investigation chimique de l'extrait éthanolique des racines d'une plante médicinale du genre *Genista*. Notre travail sera présenté comme suit :

- Une partie bibliographique subdivisée en deux chapitres. Le premier chapitre est consacré à des généralités sur la famille des Fabaceae et du genre *Genista*. Les aspects botaniques et les études chimiques antérieures, ainsi qu'une présentation de la famille Fabaceae et de leurs propriétés biologiques sont reportés. Le deuxième chapitre est consacré aux différents métabolites secondaires contenus dans la plante étudiée tels que les flavonoïdes, les saponines et les alcaloïdes.
  - Le troisième chapitre du manuscrit évoque nos travaux personnels où nous décrivons l'extraction de la plante sujet de la présente étude ainsi que son investigation phytochimique.
  - Le dernier chapitre expose résultats obtenus et leurs interprétations et discussion.
-

# Introduction générale

---

## Références :

**Baba, S. A., & Malik, S. A. (2015).** Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobial and antioxidant activity of a root extract of *Arisaema jacquemontii* Blume. *Journal of Taibah University for Science*, 9(4), 449-454.

**Devasagayam, T. P. A., Tilak, J. C., Boloor, K. K., Sane, K. S., Ghaskadbi, S. S., & Lele, R. D. (2004).** Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *Journal of the Association of Physicians of India*, 52(794804), 4.

**Fleurentin, J. (2012).** L'ethnopharmacologie au service de la thérapeutique : sources et méthodes. *Hegel*, 2 (2), 12-18.

**Gao, H., Lamusta, J., Zhang, W. F., Salmonsén, R., Liu, Y., O'Connell, E., Evans, J. E., Burstein, S., & Chen, J. J. (2011).** Tumor Cell Selective Cytotoxicity and Apoptosis Induction by an Herbal Preparation from *Brucea javanica*. *North American journal of medicine & science*, 4(2), 62-66.

**Gausson. (1982).** *Précis de botanique. Tome II. Végétaux supérieurs* (2<sup>ème</sup> édition revue et augmentée). Masson.

**Liu, R. H. (2003).** Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American journal of clinical nutrition*, 78(3), 517S-520S.

**Pistelli, L., Bertoli, A., Giachi, I., Morelli, I., Rubiolo, P., & Bicchi, C. (2001).** Quinolizidine alkaloids from *Genista ephedroides*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 29(2), 137-141.

**Pistelli, L., Giachi, I., Potenza, D., & Morelli, I. (2000).** A new isoflavone from *Genista corsica*. *Journal of natural products*, 63(4), 504-506.

**Quezel, P., & Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8).

**Usman, M., Khan, W. R., Yousaf, N., Akram, S., Murtaza, G., Kudus, K. A., ... & Nazre, M. (2022).** Exploring the phytochemicals and anti-cancer potential of the members of Fabaceae family: A comprehensive review. *Molecules*, 27(12), 3863.

---

**Chapitre I**  
**Aperçu bibliographique sur la**  
**famille des Fabaceae et le**  
**genre *Genista***

---

## *Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre Genista*

---

### **I. L'ordre des Fabales**

L'ordre des Fabales renferme environ 19 000 espèces avec quatre familles principales : les Fabaceae, les Polygalaceae, les Surianaceae et les Quillajaceae. Nous traiterons ici la famille de Fabaceae connue par sa richesse en métabolites secondaires et qui renferme l'espèce végétale sujet de la présente étude (**Judd et al., 2002**).

#### **I.1. Les Fabaceae**

La grande famille des Fabaceae (de faba, la fève) doit son appellation à son fruit, appelé aussi gousse ou légume qui est à l'origine de son autre dénomination de Légumineuses. Cette dernière est la plus connue (**Morel, 2011**). Il s'agit de plantes herbacées, arbustes, arbres ou plantes grimpantes à lianes volubiles ou à vrilles. Comme pour l'ensemble des plantes, l'azote est l'élément nutritif dont les membres de la famille des Fabaceae ont besoin en grande quantité. La nutrition azotée des légumineuses est assurée par deux voies : la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique et l'absorption de l'azote minéral du sol (**Stougaard, 2000**). Cette famille présente donc un métabolisme azoté élevé et contient des acides aminés non protéinogènes. Ces plantes sont souvent constituées de nodules racinaires refermant le *Rhizobium*. (**Spichiger et al., 2002**). Ce dernier est un important genre de bactéries aérobies capables de vivre en symbiose avec certaines légumineuses (**Marouf & Reynaud, 2007**).

Dans la famille des Fabaceae, plus de 730 genres et plus de 19 400 espèces sont répartis dans les régions tempérées et tropicales (**Wojciechowski et al., 2004**). Dans les pays chauds, les formes arborescentes prédominent. Tandis que dans les régions tempérées, ce sont les formes herbacées qui l'emportent (**Dupont & Guignard, 2007**). Néanmoins, la préférence des plantes de cette famille pour les habitats arides ou semi-arides est due à leur métabolisme dépendant de l'azote, que l'on pense être une adaptation aux changements climatiques et imprévisibles de l'habitat (**Wojciechowski et al., 2004**).

##### **I.1.1. Position systématique de la famille des Fabaceae**

La famille Fabaceae est une famille de plantes dicotylédones qui constituent une source majeure de protéines et huiles végétales (**Wojciechowski et al., 2004**). Les plantes de cette dernière sont cosmopolites et se retrouvent presque dans tous les milieux du globe terrestre, alors que les Mimosoideae et les Caesalpinioideae sont plutôt tropicales. Ces groupes sont

---



*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre Genista*

---

considérés comme des sous familles, mais ils sont parfois traités en familles indépendantes, comme par exemple dans la classification de Cronquist (tableau 01). Selon l'Angiosperm Phylogeny Group III (2009) les Fabaceae peuvent être réparties en 3 sous-familles (tableau 02) : les Caesalpinoideae, les Mimosoideae et les Papilionoideae ou Faboïdeae. (**Judd et al., 2002 ; Spichiger et al., 2002**).

D'un point de vue écologique et économique, il est impératif de comprendre la genèse et la diversité de cette importante famille d'angiospermes à travers l'étude des relations phylogénétiques entre les légumineuses. (**Wojciechowski et al., 2004**).

**Tableau-1** : Position systématique des Fabaceae selon différentes approches phylogénétique ou morphologique (**Boutaghane, 2013**)

	<b>Engle (1887-1915)</b>	<b>Cronquist (1988)</b>	<b>Thorne (1992)</b>	<b>APGIII (2009)</b>
<b>Règne</b>	Plantae	Plantae	Plantae	Plantae
<b>Embranchement</b>	Embryophyta	Magnoliophyta	Spermatophytae	Spermatophyta
<b>Sous embranchement</b>	Angiospermae		Angiospermae	Angiospermae
<b>Classe</b>	Dicotyledonae	Magnoliopsida	Magnoliidae	Eudicotyledonae
<b>Sous-classe</b>	Archichlamydeae	Rosidae	Rutanae	Rosidae
<b>Ordre</b>	Rosales	Fabales	Rutales	Eurosidiae I (= Fabidées)
<b>Sous-ordre</b>	Leguminosineae		Fabineae	Fabales
<b>Famille</b>	<b>Leguminosae</b>	<b>Fabaceae (=Papilionaceae)</b> Mimosaceae Caesalpiniaceae	<b>Fabaceae</b>	<b>Fabaceae (= Leguminosae)</b>
<b>Sous-famille</b>	Faboideae Mimosoideae Caesalpinoideae		Faboideae Mimosoideae	Faboideae Mimosoideae Caesalpinoideae

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et  
le genre Genista*

---

			Caesalpinoideae	
			Swartzioideae	

### I.1.2. Description botanique de la famille des Fabaceae

La description botanique des Fabaceae se caractérise par :

- a. Des racines pivotantes permettant une association fréquente des légumineuses aux graminées et portent des nodules formés à la suite d'une infestation par la bactérie (*Rhizobium*) ;
- b. Des feuilles simples ou composés, ordinairement alternes et stipulées disposées (figure-1 et 2) ;
- c. Le réceptacle (extrémité du pédoncule floral) est élargi en forme de cône, de plateau, de cupule ou d'urne ;
- d. La fleur présente une symétrie bilatérale (zygomorphie). Chez la plupart des Légumineuses. Cette zygomorphie est étendue à l'ensemble de la fleur (calice, corolle, androcée) suivant des modalités facilement reconnaissables, propres à la famille. (Dupont & Guignard, 2007 ; Aymonin et al., 1999).



**Figure-1** : *Arachis hypogaea* L.

(Petit, 2011)



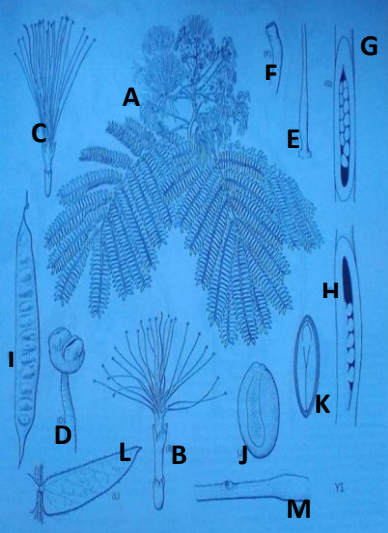
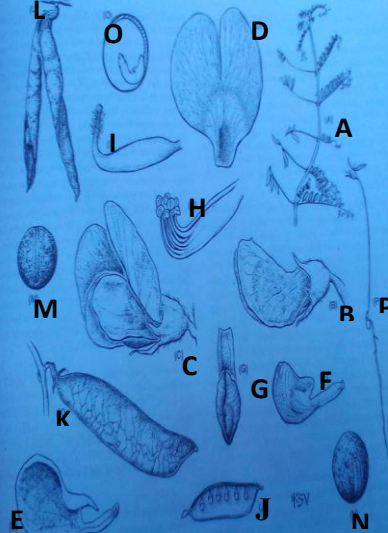
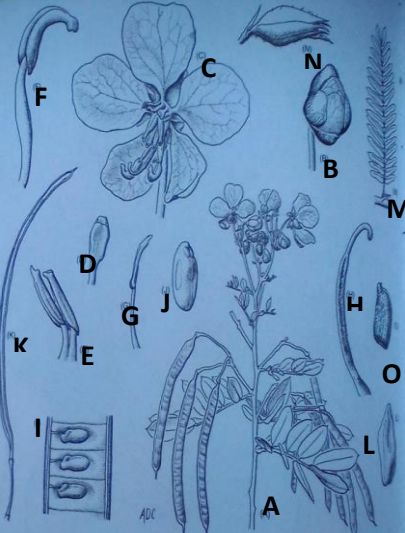
**Figure-2** : *Glycyrrhiza glabra*.

(Petit, 2011)

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et  
le genre Genista*

**Tableau-2** : Les trois sous-familles de Fabaceae (Judd et al., 2002).

La sous-famille Mimosoideae <i>Albizia julibrissin</i>	La sous-famille Faboideae, <i>Vicia ludoviciana</i>	La sous-famille Caesalpinioideae (A-J) <i>Senna bahamensis</i> (M-O) <i>Chamaecrista fasciculata</i>
		
<p><b>A</b> : branche fleurir, <b>B</b> : fleur centrale hermaphrodite d'une inflorescence individuelle, montrant le tube de la corolle allongé et le tube staminal exsert, <b>C</b> : fleur latérale d'une inflorescence, souvent fonctionnellement staminée, <b>D</b> : anthère, <b>E</b> : ovaire et partie inférieure du style, <b>F</b> : partie supérieure du style et stigmate, <b>G</b> : coupe longitudinale de l'ovaire</p>	<p><b>A</b> : sommet de la tige grimpante, avec fleurs et fruits, <b>B</b> : vue latérale du bouton floral, <b>C</b> : fleur, <b>D</b> : étendard, <b>E</b> : face interne d'une aile, <b>F</b> : face interne d'un pétale de la carène, <b>G</b> : carène vue de face, <b>H</b> : androcée à neuf étamines soudées et une + ou – libre, <b>I</b> : gynécée à un carpelle, <b>J</b> : jeune fruit, une valve enlevée, montrant les ovales, <b>K</b> : gousse mure,</p>	<p><b>A</b> : rameau fleuri avec fruits non murs, <b>B</b> : bouton floral, <b>C</b> : fleur, <b>D</b> : staminode dorsal, <b>E</b> : étamines latérales fonctionnelles, <b>F</b> : étamine ventral fonctionnelles, <b>G</b> : staminode ventral, <b>H</b> : gynécée, <b>I</b> : segment d'un fruit non mur montrant les graines, <b>J</b> : graine, <b>K-L</b> : <i>S.obtusifolia</i>, <b>K</b> : gousse, <b>L</b> : graine, <b>M</b> : feuille composée pennée avec ses stipules, <b>N</b> : bouton floral, <b>O</b> : graine.</p>

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et  
le genre Genista*

<p>vue de la partie antérieure de la fleur, montrant deux rangées d'ovules, <b>H</b> : coupe longitudinale de l'ovaire, vue latérale, <b>I</b> : fruit mur, <b>J</b> : graine montrant la ligne en U, <b>K</b> : graine en coupe longitudinale montrant l'embryon volumineux, <b>L</b> : foliole, <b>M</b> : base du pétiole.</p>	<p><b>L</b> : gousse ouverte, <b>M,N</b> : graines, noter le hile entourent à moitié la graine, <b>O</b> : coupe transversale de la graine, noter la région du hile (en hachure), l'embryon volumineux à axe recourbé, et le cotylédon, <b>P</b> : plantule.</p>	
---	--	--

### I.1.3. Répartition géographique de la famille des Fabaceae

Selon Ndayishimiye, 2011, c'est en Amérique centrale et en Amérique du Sud que se trouve le principal point chaud de la diversité des Fabaceae. D'autres hotspots de diversité se trouvent également en Asie et en Afrique. Les Fabaceae sont largement distribuées dans tous les biomes terrestres. Leur distribution dépend donc de la sous-famille. Les Faboideae sont largement distribuées et peuvent être trouvées presque partout sur terre. Les Caesalpinioideae se trouvent principalement dans les régions tropicales et subtropicales d'Amérique du Nord, d'Afrique et d'Asie. Les Mimosoideae dominent les régions tropicales et subtropicales ainsi que les régions sèches et semi-arides d'Afrique, d'Amérique et d'Australie (figure-3).



**Figure-3** : Carte de la répartition géographique des Fabaceae d'après Heywood, 1993.

## *Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre Genista*

---

### **I.1.4. Principaux métabolites secondaires de la famille des Fabaceae**

Bien qu'ils aient la capacité de fixer l'azote atmosphérique, ces plantes peuvent produire plus de métabolites secondaires contenant de l'azote que d'autres plantes non fixatrices d'azote (Wink & Witte, 1984). D'après les recherches bibliographiques sur ce domaine, la majorité des études phytochimiques menées sur un nombre important d'espèces de légumineuses attestent de la richesse et de la diversité structurale de ces dernières en métabolites secondaires qui présentent une importance industrielle et pharmacologique (Usman et al., 2022). Sobeh et al., 2016 ont identifié plus de quarante polyphénols à partir de l'espèce *Schotia brachypetala* avec une diversité structurale très intéressante. Les composés isolés sont principalement des flavonoïdes (glycosides, glycosides galloylés, isoflavones, dihydrochalcones, procyanidines, anthocyanes) associés à des traces de dérivés de flavonoïdes méthylés et acétylés, des dérivés d'acide hydroxybenzoïque et des tanins hydrolysables. De plus, Farag et al., 2001 ainsi que Bencherchar et al., 2017 ont aussi rapporté la richesse de certains membres de Fabaceae en composés phénoliques à savoir les coumarines, les tanins, les flavonoïdes, les isoflavonoides et en alcaloïdes. Cette famille de plantes possède également une abondante teneur en saponosides (Boutaghane, 2013).

### **I.1.5 Utilisation traditionnelle de la famille des Fabaceae**

Depuis de nombreuses années, la médecine traditionnelle utilise les membres de la famille des Fabacées pour traiter les inflammations, les rhumatismes, l'arthrite, les hémorroïdes, la bronchite, l'asthme, les infections des voies urinaires et les maladies du foie (Demir et al., 2019). Le tableau-3 résume les usages traditionnels de quelques espèces de légumineuses.

**Tableau-3** : Utilisation en médecine traditionnelle de quelques espèces de Fabaceae.

Espèce	Utilisation traditionnelle contre	Référence
<i>Tamarindus indica</i>	-L'inflammation -Les douleurs d'estomac -Les maux de gorge -Le rhumatisme -La cicatrisation des plaies	(Komakech et al., 2019)

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre Genista*

	-La diarrhée, fièvre, paludisme -Dysenterie, gonorrhée, maladies oculaires, et comme aphrodisiaque	
<i>Glycyrrhiza glabra L</i>	-Les troubles respiratoires -L'hyperdipsie -Problèmes sexuelles -La paralysie -Les ulcères d'estomac -Les maladies de la peau -Les maladies hémorragiques et jaunisse	<b>(El-Saber Batiha et al., 2020)</b>
<i>Sophora moorcroftiana</i>	-La détoxification -Le vomissement (effet antiémétique) -Les maladies infectieuses - La verminose	<b>(Krishna et al., 2012)</b>
<i>Erythrina variegata L</i>	-Douleur dentaire -Fièvre et troubles menstruels	<b>(Rahman &amp; Parvin, 2014)</b>
<i>Senna tora (L.) Roxb</i>	-Remède contre la teigne, les maladies de la peau et l'asthme.	
<i>Vigna mungo (L.) Hepper</i>	-Laxatif, aphrodisiaque, tonique, apéritif, diurétique, galactagogue, styptique, hémorroïdes, asthme, leucodermie, gale, gonorrhée, douleurs, épistaxis, paralysie, rhumatismes et affections du système nerveux, du foie et de la toux.	

### **I.1. 6. Propriétés pharmacologiques de la famille des Fabaceae**

Le tableau ci-dessous résume certaines propriétés pharmacologiques rapportées dans diverses espèces de légumineuses :

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et  
le genre Genista*

**Tableau-4** : Liste des propriétés pharmacologiques de certaines légumineuses.

Espèces	Propriétés pharmacologiques	Références
<i>Sophora flavescens</i>	-Antioxydante -Anti-inflammatoire -Antibactérienne -Anti-tumorale par modulation de l'apoptose	<b>(Krishna et al., 2012)</b>
<i>Cicerarietinum L</i>	-Antioxydante -Des effets bénéfiques sur les maladies cardiovasculaires -Le diabète de type 2 -Les maladies digestives -Certains cancers	<b>(Vadnere et al., 2012)</b>  <b>(Jukanti et al., 2012)</b>
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	-Effet cytotoxique sur les cellules cancéreuses du poumon humain (A549), du foie (HepG2) et du sein (MCF-7)	<b>(Demir et al., 2019)</b>
<i>Genista ferox</i>	-Antioxydante -Antiproliférative sur la ligne cellulaire d'adénocarcinome cervical (Hela)	<b>(Bencherchar et al., 2017)</b>
<i>Acacia catechu</i>	-Anti-inflammatoire -Hépatoprotectrice -Antipyrétique et antidiarrhéique -Hypoglycémiant	<b>(Ahmad et al., 2016)</b>
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	-Anti-inflammatoire -Antiulcéreuse -Anticancéreuse -Antidiabétique -Antirhumatisme	<b>(Ahmad et al., 2016)</b>

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et  
le genre Genista*

	-Antimicrobienne -Cytotoxique.	
<i>Desmodium gangeticum</i>	-Actions immunostimulantes -Anti leishmaniale -Hypocholestérolémique -Antioxydante par piégeage des radicaux libres.	<b>(Ahmad et al., 2016)</b>
<i>Acacia nilotica</i>	-Antihypertensive -Antispasmodique -Anti-inflammatoire -Antifongique	

### I.1.7. Toxicité de la famille des Fabaceae

Si de nombreuses espèces présentent des intérêts thérapeutiques certains, d'autres espèces sont dangereuses. A cet égard, il serait utile d'attirer l'attention sur l'existence d'un nombre non négligeable de Fabacées qui sont vénéreuses. Les substances toxiques s'accumulent le plus souvent au niveau du graine de plantes qui fait partie à la sous famille Faboideae (Papilionidae) qui comporte plus de 16000 espèces dangereuses pour l'homme et l'animal (**Marston et al., 1984**). La nature de cette toxicité est très variée. Il s'agit d'intoxications dues au contact, à l'ingestion ou l'inhalation de substances élaborées. L'empoisonnement peut être due à la présence de :

a) Protéines toxiques :

- L'abrine : contenue dans les graines de *Abrus precatorius L* (**Dickers et al., 2003**).
- La robine : contenue dans les graines, les racines et l'écorce de *Robinia pseudoacacia L* (**Reynaud, 2002**).

b) Acides aminés toxiques

- Les acides aminés sélénisés : présents chez certaines espèces d'*Astragalus spp* et d'*Oxytropis spp* (**Avoscan, 2007**).



## *Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre Genista*

---

- Le  $\beta$ -N-oxalyl-L- $\alpha$ ,  $\beta$ -diaminopropanoïque ( $\beta$ -ODAP) qui est présent dans la graine des *Lathyrus sp*
- c) Alcaloïdes toxiques
  - Les indolizidines : obtenus à partir de *Castanospermum spp.*, *Oxytropis spp.*, *Swainsona spp.*, *Astragalus spp*
  - La dihydro-oxazolopyrido-benzodiazépine : obtenue à partir d'*Isotropis forrestii*
- d) D'autres métabolites azotés toxiques
  - Les dérivés de la guanidine du galéga : obtenus des parties aériennes de *Galega officinalis L*
- e) D'autres métabolites secondaires toxiques
  - Les quinones toxiques : extraits de *Machaerium scleroxylon L.*, *Dalbergia latifolia L.* (**Bruneton, 1996**).

### **I.2. Présentation du genre *Genista***

Le genre *Genista*, également connu sous le nom de « genêt », tire son origine du mot latin gaulois "Gen" qui était utilisé par les Romains pour désigner cette plante. *Genista* a été écrit par LILLIE en 1753. Il appartient à la famille des Légumineuse (Fabales), sous famille des Papilionacées (Fabacées) (Dixon, 1999). On compte 700 genres de la famille des fabaceae, précisément 53 genres en Algérie avec 337 espèces (**Quézel & Santa, 1962**). *Genista* compte environ 150 espèces distribuées principalement dans la région méditerranéenne et en Asie occidentale (**Noccioli et al., 2011**). En Algérie en compte pour ce genre 23 espèces et sous espèces dont 11 endémique (**Quézel, P., & Santa, S. (1962)**).

Le genre *Genista* est riche en polyphénols et constitue un vaste réservoir de nouveaux métabolites secondaires bioactifs. Certaines espèces sont utilisés en décoctions et en infusions pour traiter le diabète, la goutte et les rhumatismes (**Sentkowska et al., 2016**). De plus, de nombreuses propriétés biologiques sont reportées telles que les activités : antiulcéreuse, spasmolytique, antioxydante, oestrogénique et cytotoxique contre différentes lignées cellulaires cancéreuses humaines (**Boutaghane et al., 2019**).

La biodiversité de la flore en Algérie se manifeste à travers diverses espèces de *Genista*, qui comprennent : *G. aspalathoides*, *G. candicans*, *G. cephalantha*, *G. cinerea*, *G. erioclada*, *G.*

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et  
le genre Genista*

---

*ferox*, *G. kabylica*, *G. microcephala*, *G. linifolia*, *G. numidica*, *G. pomeliana*, *G. pseudo-pilosa*, *G. purgans*, *G. saharae*, *G. quadriflora*, *G. salditana*, *G. spartioides*, *G. spinulosa*, *G. tricuspidata*, *G. vepres*, *G. ulicina* et *G. umbellata*. (Quezel & Santa, 1963).

### 1.2.1. Description botanique du genre *Genista*

*Genista* est un arbuste à calice à 5 segments. Les deux segments supérieurs sont libres ou soudés. Les trois segments inférieurs forment une lèvre à 3 dents profondes. Plus rarement le calice est campanulé à 5 dents subégales. La carène est oblongue, droite ou presque, biggibeuse latéralement. L'étendard est étroit, les 10 étamines sont monadelphes en tube non fondu, 5 longues et 5 courtes. Le stigmate est oblique. La gousse est déhiscente, variable. Les arbrisseaux sont épineux ou parfois aphyllés et junciformes (Quezel & Santa, 1963). Les feuilles sont composées de 1 à 3 paires de folioles stipulées ou non, graine non arillées (Quezel & Santa, 1962).



**Figure-4** : Genêt d'Allemagne, *Genista germanica* [1 ; 2].

### 1.2.2. Répartition géographique du genre *Genista*

Le genre *Genista* est constitué d'arbustes épineux et non épineux, dont la plupart forment des maquis sclérophylles ou des matorrals (Martins et al., 2005), extrêmement distribué dans les

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre Genista*

---

secteurs centre et ouest du bassin méditerranéen considéré comme l'un des points les plus chauds et les plus riches en biodiversité végétale au monde (Europe et en Afrique du Nord : Libye, Tunisie, Algérie, Maroc). En Algérie, il est localisé dans la région est et sud-est et au grand Sahara (Lograda, 1996).

### I.2.3. Principaux métabolites secondaires du genre *Genista*

*Genista* contient une grande variété de métabolite secondaire, en particulier les iso flavonoïdes qui se sont révélés être biologiquement actif. Les investigations phytochimiques ont permis d'isoler un grand nombre des composés avec une dominance des alcaloïdes (Van Rensen, 1994) et des flavonoïdes notamment les isoflavonoides (tableau-5) (Mekkiou et al., 2012). Les saponosides et les composés terpéniques ont aussi été isolés (Boutaghane, 2013).

**Tableau-5** : Flavonoïdes et iso flavonoïdes isolés de l'espèce *Genista morisii*.

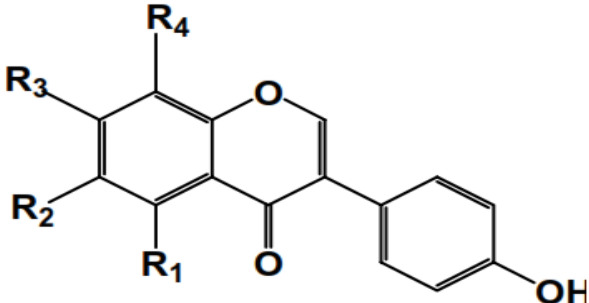


Genre	Composés phénoliques	Références
<i>Genista morisii</i>	Daidzéine	<b>(Giachi, 2002)</b>
	Génistéine	
	Isoprunétine	
	7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside génistéine	
	7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside isoprunétine	
	7,4'-di-O- $\beta$ -D- glucopyranoside génistéine	
	7,4'-di-O- $\beta$ -D- glucopyranoside isoprunétine	
	Lutéoline	
	7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside lutéoline	
	Orientine	
	Vitexine	
Eriodictyol		

Le tableau ci-dessous résume certains métabolites secondaires isolés du genre *Genista*.

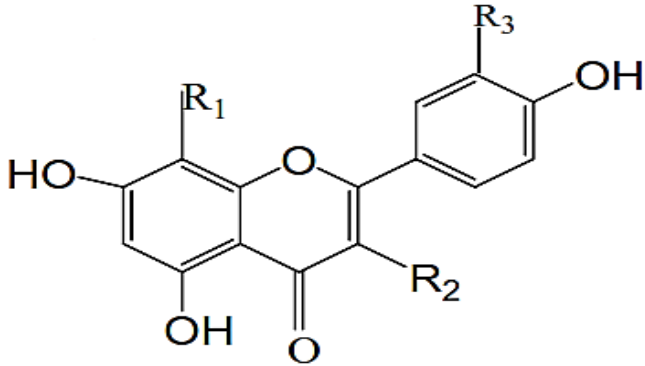

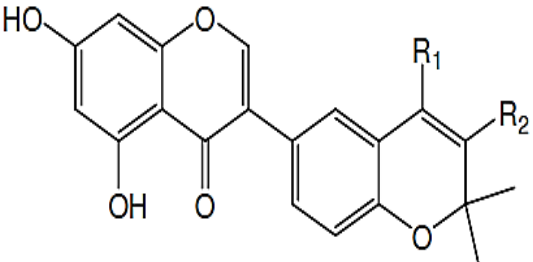
**Tableau-6** : Les métabolites secondaires isolés à partir des plantes de genre *Genista*.

---

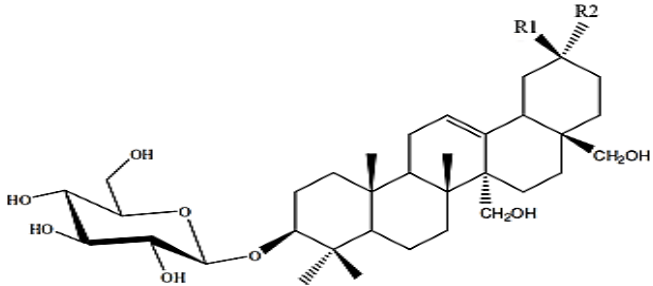
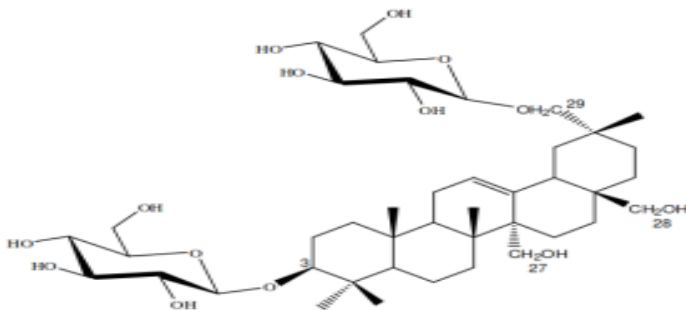
Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre *Genista*

Nom de l'espèce	Nom du composé isolé	Structure de base	R1	R2	R3	R4	Références
<b>Flavonoïdes et iso flavonoïdes</b>							
<i>G.ephedroides</i>	Génistéine		OH	H	OH	H	<b>(Pistelli et al., 1998)</b>
	Isoprunétine		OCH <sub>3</sub>	H	OH	H	
	Wightéone		OH		OH	H	
	Génistine		OH	H	O glc	H	
	Génisteone		OH		Oglc	H	
	8-C-glucoside génistéine		OH	H	OH	glc	

Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre *Genista*

	Apigénine		H	H	H			
	Ephedroidine			H	H			
	Isokaempféride		H	OCH <sub>3</sub>	OH			
<i>G.corcica</i>	Isoderrone		H	H			(Pistelli <i>et al.</i> , 2000)	
	Ficuisoflavone		H	OH				
	Dihydroisoderrondiol		OH	OH				

Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae et le genre *Genista*

Nom de l'espèce	Nom du composé isolé	Structure de base	R1	R2	Références
<b>Saponosides</b>					
<i>G. ulicina</i>	acide 3-O-β-D-glucopyranosyl-oléan-12-ène-3β,27,28,triol-29 carboxylique		CH <sub>2</sub> OH		<b>(Boutaghane, 2013)</b>
	3-O-β-D-glucopyranosyl-oléan-12-ène-3β,27,28,30-tétraol		COOH		
	acide 3-O-β-D-glucopyranosyl-oléan-12-ène-3β,28,29-triol-27-carboxylique	COOH			
	3-O-β-D-glucopyranosyl-oléan-12-ène-3β,27,28,29-tétraol	CH <sub>2</sub> OH			
	3-O-β-D-glucopyranosyl, 29-O-β-D-glucopyranosyl-oléan-12-ène-3β,27,28,29-tétraol				

#### **I.2.4. Utilisation en médecine traditionnelle du genre *Genista***

Certaines espèces du genre *Genista* sont utilisées dans la médecine populaire traditionnelle pour soigner les maladies. La plante *Genista tenera* est utilisée dans la médecine traditionnelle portugaise pour traiter le diabète (**Boutaghane, 2013**). Tandis que les plantes *G. anglica* et *G. germanica* sont conseillées comme diurétiques pour traiter la néphrolithiase et également lutter contre la goutte (**Adams, 2009 ; Guarrera, 2007**).

#### **I.2.5. Activités biologiques du genre *Genista***

De nombreuses études ont démontré que le genre *Genista* présente de nombreuses propriétés pharmacologiques. Une étude réalisée par **Harionov (1988)** a montré que les extraits de *G. tinctoria* et *G. sessilifolia* ne sont pas toxiques à des doses <200 mg/kg. De plus, aucune action oestrogénique n'a pu être mise en évidence pour une dose de 100mg/kg. L'extrait de *G. sessilifolia* a une forte action anabolique et anti-inflammatoire alors que celui de *G. tinctoria* ne montre aucune action.

**Rainova, 1988** a réalisé une étude sur le genre *Genista Rumelica*. L'investigation phytochimique a permis la séparation de plusieurs flavonoïdes qui ont été testé pour une éventuelle activité ulcéroprotective. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une activité ulcéroprotective avec une faible toxicité (durée de traitement < 3mois). L'extrait butanique de *G. Tenera* a démontré une activité anti-hyperglycémiant. Cependant l'extrait acétate d'éthyle a démontré une activité de piégeage des radicaux libre (48.7% - 139g/ml) ainsi qu'une inhibition de l'acétylcholinestérase (pas de toxicité aigüe) (**Rauter, 2009**). **Jesus et al., 2014** ont fortement recommandé le 8-  $\beta$ -D-glucopyranosylgenistein comme composé moléculaire prometteur pour l'étude des maladies amyloïdes associées à la maladie d'Alzheimer et au diabète. **Bencherch et al., 2017** ont démontré que l'espèce *Genista ferox Poirr* particulièrement les feuille et les tiges possèdent une activité anti proliférative sur les lignées cellulaires HeLa.

Enfin, une étude réalisée sur *Genista ferox Poirr* (feuilles et des fleurs) collectée de la wilaya d'Annaba indique que cette espèce présente une activité antioxydante mesurée par la méthode DPPH et un effet anti hémolytique important (**Bouden, 2020**). De plus, les extraits de *Genista saharae* (parties aériennes) se sont avérés actifs sur certaines bactéries pathogènes. L'extrait

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae  
et le genre Genista*

---

chloroformique présente une bonne activité antibactérienne avec une CMI (Concentration Minimale d'inhibition) de 20µg/mL, suivie par l'extrait n-butanol avec une CMI de 313µg/ml vis-à-vis *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*. Les extraits hydrométhanolique et acétate d'éthyle ont donné un faible potentiel antibactérien sur *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus* et *Enterobacter cloacae* avec une CMI de 10mg/ml (**Barek et al., 2020**).

### **I.2.6. Position systématique du genre *Genista* selon l'APGIII**

La position systématique du Genre *Genista* est représentée dans le tableau-7

**Tableau-7 : Position Systématique du Genre *Genista* selon Chase & Reveal., 2009.**

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Embranchement</b>	<i>Spermaphytes</i>
<b>Sous Embranchement</b>	<i>Angiosperme</i>
<b>Classe</b>	<i>Eudicotyledonae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Fabidées</i>
<b>Sous ordre</b>	<i>Fabales</i>
<b>Famille</b>	Fabaceae (Légumineuse)
<b>Sous famille</b>	<i>Papilionaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Genista</i>

---



*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae  
et le genre Genista*

---

**Références :**

**Adams, M., Berset, C., Kessler, M., & Hamburger, M. (2009).** Medicinal herbs for the treatment of rheumatic disorders-a survey of European herbals from the 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> century. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(3), 343-359.

**Ahmad, F., Anwar, F., & Hira, S. (2016).** Review on medicinal importance of Fabaceae family. *Pharmacologyonline*, 3, 151-157.

**Avoscan, L. (2007).** Etude de la résistance de *Cupriavidus metallidurans* CH34 aux oxyanions sélénite et séléniate : accumulation, localisation et transformation du sélénium (Doctoral dissertation, Université Joseph-Fourier-Grenoble I).

**Aymonin, G., Bernard-Nénaud, C., Boureau, E., Bourrelly, P., Favre-Duchartre, M., Feldmann, J., ... & Raynal, J. (1999).** Dictionnaire de la botanique, Encyclopaedia universalis. Albin Michel, Paris.

**Barek, S., Rahmoun, N. M., Aissaoui, M., El Haci, I. A., Bensouici, C., & Choukchou-Braham, E. N. (2020).** Phenolic contents, antioxidant, and antibacterial activities of the Algerian *Genista saharae* solvent extracts. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 26(1), 1-13.

**Bencherchar, I., Demirtas, I., Altun, M., Gul, F., Sarri, D., Benayache, F., ... & Mekkiou, R. (2017).** HPLC analysis, anti-oxidant activity of *Genista ferox* and its anti-proliferative effect in HeLa cell line. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 12(3), 260-267.

**Bouden, O. (2020).** Etude des activités biologiques d'une plante médicinale (Doctoral dissertation). Centre universitaire de Mila.

**Boutaghane, N., (2013).** Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae). Thèse de doctorat. Université Frères-Mentouri Constantine 1.

**Boutaghane, N., Abdul Magid, A., Abedini, A., Cafolla, A., Djeghim, H., Gangloff, S. C., ... & Kabouche, Z. (2019).** Chemical constituents of *Genista numidica* Spach aerial parts and

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae  
et le genre Genista*

---

their antimicrobial, antioxidant and antityrosinase activities. *Natural Product Research*, 33(12), 1734-1740.

**Bruneton, J. (1996).** Plantes toxiques : végétaux dangereux pour l'homme et les animaux/Jean Bruneton. Tec Doc, Paris.

**Chase, M. W., & Reveal, J. L. (2009).** A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 122-127.

**Demir, S., Turan, İ., Misir, S., & Aliyazicioğlu, Y. (2019).** Selective cytotoxic effect of *Dorycnium pentaphyllum* extract on human breast, liver, and lung cancer cells. *KSU TARIM VE DOĞA DERGİSİ KSU Journal of Agriculture and Nature*, 22(3).

**Dickers, K. J., Bradberry, S. M., Rice, P., Griffiths, G. D., & Vale, J. A. (2003).** Abrin poisoning. *Toxicological reviews*, 22, 137-142.

**Dixon, R. A., & Steele, C. L. (1999).** Flavonoids and isoflavonoids-a gold mine for metabolic engineering. *Trends in plant science*, 4(10), 394-400.

**Dupont, F., & Guignard, J. L. (2007).** Botanique : systématique moléculaire. Elsevier masson.

**El-Saber Batiha, G., Magdy Beshbishy, A., El-Mleeh, A., M. Abdel Daim, M., & Prasad Devkota, H. (2020).** Traditional uses, bioactive chemical constituents, and pharmacological and toxicological activities of *Glycyrrhiza glabra* L. (Fabaceae). *Biomolecules*, 10(3), 352.

**Farag, S. F., Ahmed, A. S., Terashima, K., Takaya, Y., & Niwa, M. (2001).** Isoflavonoid glycosides from *Dalbergia sissoo*. *Phytochemistry*, 57(8), 1263-1268.

**Guarrera, P. M., & Lucia, L. M. (2007).** Ethnobotanical remarks on central and southern Italy. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3(1), 1-11.

**Harionov, (1988),** Pharmacomogic effects on the reproductive system and anti-inflammatory action of the Total flavonoides mixtures contained in *G. tinctoria* and *G. sessilifolia*. *Farmatsiya* (Sofia Bulgaria) 38 (1), pp 47-51.

**Heywood, V. H. (1993).** Flowering plants of the world. BT Batsford Ltd.

**Jesus, A. R., Dias, C., Matos, A. M., de Almeida, R. F., Viana, A. S., Marcelo, F., ... & Rauter, A. P. (2014).** Exploiting the therapeutic potential of 8-β-d-glucopyranosylgenistein:

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae  
et le genre Genista*

---

synthesis, antidiabetic activity, and molecular interaction with islet amyloid polypeptide and amyloid  $\beta$ -peptide (1–42). *Journal of Medicinal Chemistry*, 57(22), 9463-9472.

**Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., & Stevens, P. (2002).** Botanique systématique : une perspective phylogénétique. De Boeck Supérieur.

**Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012).** Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108 (S1), S11-S26.

**Komakech, R., Kim, Y. G., Matsabisa, G. M., & Kang, Y. (2019).** Anti-inflammatory and analgesic potential of *Tamarindus indica* Linn (Fabaceae): a narrative review. *Integrative Medicine Research*, 8(3), 181-186.

**Krishna, P. M., Knv, R., & Banji, D. (2012).** A review on phytochemical, ethnomedical and pharmacological studies on genus *Sophora*, Fabaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22, 1145-1154.

**Lograda, T. (1996).** Variabilités caryologique et biochimique de quatre espèces endémiques du genre *Genista* L. Thèse de doctorat. Université de Sétif

**Marouf A. et Reynaud J., (2007).** La botanique de A à Z. Dunod, paris, 342 p.

**Marston, A., Msonthi, J. D., & Hostettmann, K. (1984).** On the reported molluscicidal activity from *Tephrosia vogelii* leaves. *Phytochemistry*, 23(8), 1824-1825.

**Martins, A., Wink, M., Tei, A., Brum-Bousquet, M., Tillequin, F., & Rauter, A. P. (2005).** A phytochemical study of the quinolizidine alkaloids from *Genista tenera* by gas chromatography–mass spectrometry. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 16(4), 264-266.

**Mekkiou, R., Seghiri, R., Boumaza, O., Sarri, D., Chebbah, K., Benayache, S., ... & Benayache, F. (2012).** Secondary metabolites from *Genista ferox*. *Chemistry of Natural Compounds*, 48, 710-711.

**Morel, S. (2011).** Etude phytochimique et évaluation biologique de *Derris ferruginea* Benth.(Fabaceae) (Doctoral dissertation, Université d'Angers).

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae  
et le genre Genista*

---

**Ndayishimiye, J. (2011).** Diversité, endémisme, géographie et conservation des Fabaceae de l'Afrique Centrale. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles.

**Noccioli, C., Meini, L., Loi, M. C., Potenza, D., & Pistelli, L. (2011).** A new alpinumisoflavone derivative from *Genista pichisermolliana*. *Phytochemistry Letters*, 4(3), 342-344.

**Petit, A. C. (2011).** Toxicité et utilisation de quelques Fabaceae alimentaires et médicinales (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).

**Pistelli, L., Bertoli, A., Giachi, I., & Manunta, A. (1998).** Flavonoids from *Genista ephedroides*. *Journal of Natural Products*, 61(11), 1404-1406.

**Pistelli, L., Giachi, I., Potenza, D., & Morelli, I. (2000).** A new isoflavone from *Genista corsica*. *Journal of natural products*, 63(4), 504-506.

**Quézel, P., & Santa, S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.

**Quezel, P., & Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8).

**Rahman, A. H. M. M., & Parvin, M. I. A. (2014).** Study of medicinal uses on Fabaceae family at Rajshahi, Bangladesh. *Research in Plant Sciences*, 2(1), 6-8.

**Rainova, L., Nakov, N., Bogdanova, S., Minkov, E., & Staneva-Stoytcheva, D. (1988).** Ulceroprotective activity of the flavonoids of *Genista rumelica* Vel. *Phytotherapy Research*, 2(3), 137-139.

**Rauter, A. P., Martins, A., Lopes, R., Ferreira, J., Serralheiro, L. M., Araújo, M. E., ... & Mota-Filipe, H. (2009).** Bioactivity studies and chemical profile of the antidiabetic plant *Genista tenera*. *Journal of Ethnopharmacology*, 122(2), 384-393.

**Reynaud, J. (2002).** La flore du pharmacien. Tec & Doc : Ed. Médicales Internationales.

**Sentkowska, A., Biesaga, M., Pyrzynska, K. (2016).** Application of Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography for the Quantification of Flavonoids in *Genista tinctoria* Extract. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Pp.1-9.

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae  
et le genre Genista*

---

**Sobeh, M., ElHawary, E., Peixoto, H., Labib, R. M., Handoussa, H., Swilam, N., ... & Ayoub, N. (2016).** Identification of phenolic secondary metabolites from *Schotia brachypetala* Sond. (Fabaceae) and demonstration of their antioxidant activities in *Caenorhabditis elegans*. *Peer J*, 4, e2404.

**Spichiger R. E., Savolainen V. V., Figeat M., Jeanmoned D. (2002).** Botanique systématique des plantes à fleur. Presses polytechniques et Universitaires romandes, CH - Lausanne.

**Stougaard, J. (2000).** Regulators and regulation of legume root nodule development. *Plant physiology*, 124(2), 531-540.

**Usman, M., Khan, W. R., Yousaf, N., Akram, S., Murtaza, G., Kudus, K. A., ... & Nazre, M. (2022).** Exploring the phytochemicals and anticancer potential of the members of Fabaceae family: A comprehensive review. *Molecules*, 27(12), 3863.

**Vadnere, G. P., Patil, A. V., Wagh, S. S., & Jain, S. K. (2012).** In vitro free radical scavenging and antioxidant activity of *Cicer arietinum* L (Fabaceae). *International Journal of Pharm Tech Research*, 4(1), 343-350.

**Van Rensen, I., Wray, V., Witte, L., Canto, P., Greinwald, R., Veen, G., ... & Czygan, F. C. (1994).** Ester alkaloids of *Genista cinerea* subspecies *cinerea*. *Phytochemistry*, 35(2), 421-424.

**Wink, M., & Witte, L. (1984).** Turnover and transport of quinolizidine alkaloids. Diurnal fluctuations of lupanine in the phloem sap, leaves and fruits of *Lupinus albus* L. *Planta*, 161(6), 519-524.

**Wojciechowski, M. F., Lavin, M., & Sanderson, M. J. (2004).** A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. *American journal of botany*, 91(11), 1846-1862.

[1] *Genista germanica* [consulté le 25/02/2023] disponible à partir de : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Gen%C3%AAt#/media/Fichier:Illustration\\_Genista\\_germanica0.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gen%C3%AAt#/media/Fichier:Illustration_Genista_germanica0.jpg)

---

*Chapitre 1 Aperçu bibliographique sur la famille des Fabaceae  
et le genre Genista*

---

[2] *Genista germanica* [consulté le 25/02/2023] disponible à partir de :  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Genista\\_germanica#/media/Fichier:Genista\\_germanica20080528.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Genista_germanica#/media/Fichier:Genista_germanica20080528.jpg)

---



# **Chapitre II**

## **Les métabolites secondaires**

---

## II. Les métabolites secondaires

La nature est le réservoir de nombreux ingrédients actifs qui sont la source de plusieurs médicaments que nous utilisons aujourd'hui. Les plantes sont capables de synthétiser de nombreux métabolites secondaires qui les aident à survivre et à se reproduire. Ces métabolites secondaires comprennent des phénols, des alcaloïdes, des stéroïdes, des glycosides, des tanins, des terpénoïdes et des phytoalexines. Ils présentent des activités biodynamiques applicables à la santé humaine et animale (Debnath et al., 2018).

### II.1. Les composés phénoliques

Les polyphénols, également connus sous le nom de composés phénoliques, sont des métabolites secondaires. Certains compléments alimentaires, surtout ceux à base de plantes sont fortement riches en ces molécules. Les polyphénols englobent une grande variété de molécules, qui sont divisées en environ dix classes chimiques. Toutes ces molécules présentent un élément structural fondamental commun qui les caractérisent, la présence d'au moins un noyau benzénique (figure-5) auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction éther, ester ou hétéroside (Bruneton, 1999 ; Šaponjac et al., 2016).

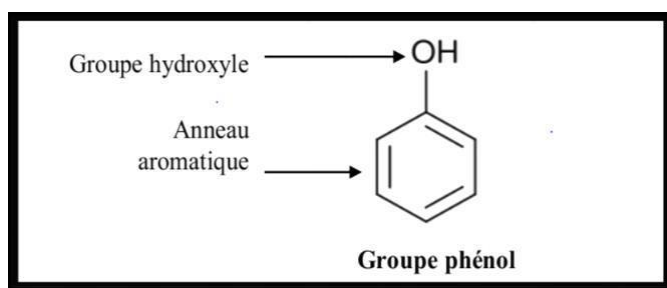


Figure-5 : Structure chimique du phénol.

Les polyphénols sont une vaste catégorie de plus de 9 000 composés naturels qui se répartissent en divers groupes. Les flavonoïdes représentent plus de la moitié des polyphénols et leur couleur est souvent associée à celle des fruits, des fleurs et des feuilles (El Gharras, 2009). Les tanins sont les produits de polymérisation des flavonoïdes. Les coumarines, les acides phénoliques, les lignanes et d'autres types de substances telles que les stilbénoloïdes, et les xanthones sont également présents en quantités considérables. Les composés phénoliques sont classés selon le nombre d'atomes de carbone présents dans le squelette de base. Ces structures



## Chapitre II Les métabolites secondaires

---

de base peuvent être substituées de différentes manières (glycosylées, estérifiées, acylées, etc.) **(Dacosta, 2003)**.

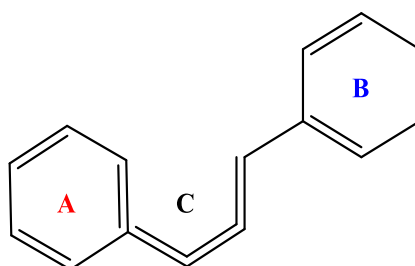
Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents dans toutes les plantes vasculaires. Ils sont produits bio-génétiquement par le biais de deux voies synthétiques principales : la voie de l'acide shikimique et la voie de l'acétate **(Lugasi et al., 2003)**. La voie de l'acide shikimique conduit ultérieurement aux acides cinnamiques et à leurs dérivés grâce à la transamination et à la désamination. Toutefois, la voie de l'acétate conduit aux poly-cétoesters ou poly acétates (malonate). La structure des composés phénoliques est très diverse et peut inclure un simple noyau aromatique de faible poids moléculaire ou une structure plus complexe comme les tanins qui ont un poids moléculaire très élevé **(Cheynier et al., 1997)**. Les polyphénols peuvent être classés en fonction du nombre et de l'agencement des atomes de carbone, de la nature de leur squelette carboné et de la longueur de la chaîne aliphatique liée au noyau benzénique. Ces composés peuvent se lier à des oses ou à des acides organiques **(Bruneton, 1999)**.

### II.1.1 Les Flavonoïdes

Le terme "flavonoïde" trouve son origine dans l'étymologie grecque du mot "*flavus*", signifiant "couleur jaune" **(Pengelly, 2021)**. Les flavonoïdes sont des pigments incolores ou colorés. Ils sont largement répandus dans le règne végétal avec plus de 4000 structures décrites et dont la liste s'allonge constamment avec le développement de nouvelles techniques analytiques. Certains d'entre eux ont des propriétés pharmacologiques diverses **(Marouf & Reynaud, 2007)**. Ces métabolites sont présents dans différentes espèces végétales, y compris le genre *Genista* qui contient plusieurs flavonoïdes avec des structures chimiques et des activités biologiques diverses **(Pengelly, 2021)**.

---

Le squelette de base des flavonoïdes est constitué de 15 atomes de carbone disposés en une structure caractéristique. Il se compose de deux cycles aromatiques phénoliques, appelés cycles A et B, reliés par un pont à trois atomes de carbone, formant ainsi une structure en C6-C3-C6. Le cycle A, également appelé noyau benzopyrane est composé de six atomes de carbone disposés en un cycle aromatique. Il est généralement fusionné à un autre cycle aromatique, le cycle B (le cycle A). Il peut varier en termes de substitution et de motifs d'anneau, ce qui donne lieu à différentes classes de flavonoïdes. Le pont à trois atomes de carbone, appelé cycle C, relie les cycles A et B. Il est généralement cyclisé, formant ainsi une structure en C6-C3-C6. La nature du cycle C peut varier, ce qui contribue à la diversité des flavonoïdes (**Bruneton, 1999**).



**Figure-6** : Squelette de base des flavonoïdes (**Bruneton, 1999**).

Les flavonoïdes peuvent être sous forme d'aglycones, également appelés génines, ou sous forme de glycosides. En fonction de la nature du cycle C, ils peuvent être regroupés en deux catégories distinctes : des flavonoïdes avec des anneaux C insaturés tels que les flavanones, les flavonols et les anthocyanes et des flavonoïdes avec des anneaux C saturés tels que les flavanes et les flavanones. (**Djoukeng, 2005**).

Chez les Angiospermes, la diversité structurale des flavonoïdes est maximale. Ces composés sont généralement localisés de manière spécifique dans différentes parties de la plante. Voici quelques exemples de leur localisation :

- Feuilles : Les flavonoïdes peuvent être présents dans l'épiderme des feuilles ou entre l'épiderme et le mésophylle. Ils jouent un rôle dans la protection contre les rayons UV, la régulation de la croissance des plantes et la défense contre les herbivores.
- Fleurs : Les cellules épidermiques des fleurs peuvent contenir une concentration élevée de flavonoïdes. Ces composés participent à la coloration des fleurs et à l'attraction des pollinisateurs.

- Fruits : Les flavonoïdes peuvent être localisés dans le tégument externe des fruits. Ils contribuent à la pigmentation des fruits et ont un rôle dans l'attraction des animaux pour la dissémination des graines (**Bruneton, 1999**).

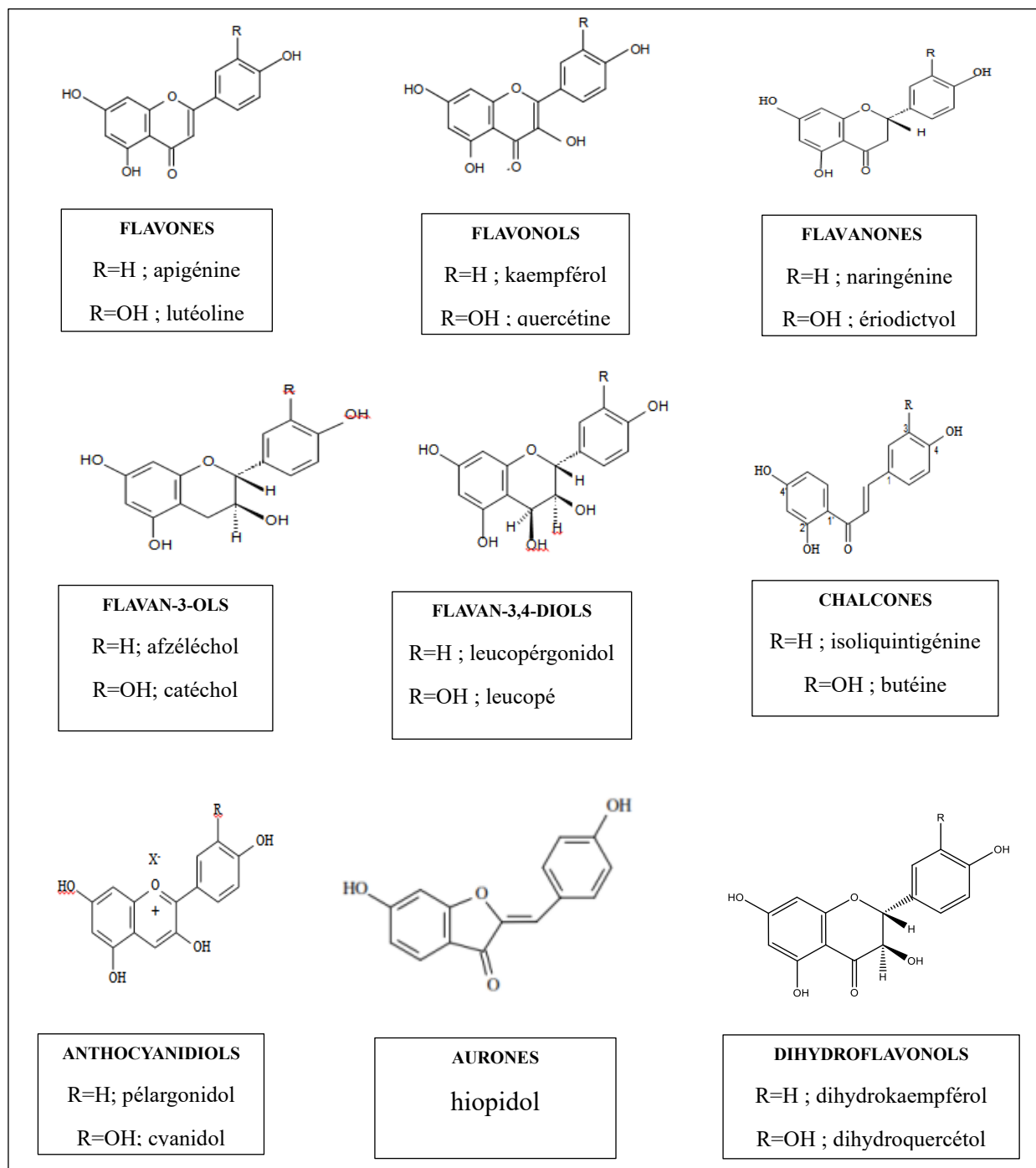
### II.1.1.1. Classification

Les flavonoïdes sont classés selon plusieurs critères tels que (Structure chimique, le nombre d'atomes de carbones et leurs substitutions, ...). La classification des flavonoïdes dans le genre *Genista* est caractérisée par une variation structurelle selon le niveau d'oxydation du noyau pyranique central, qui peut être ouvert et recyclés en un motif furanique (dihydrofuranone) (**Narayana et al., 2001**). Parmi les nombreuses classes de flavonoïdes présentes, on peut citer les principales : les anthocyanes, les flavanols, les flavones, les flavanones, les isoflavones, les dihydroflavonols, les isoflavanones, les chalcones, les auronnes. Le squelette de base de chacune de ces classes est représenté dans la figure-7.

Les flavonoïdes présentent généralement des groupes hydroxyles en positions 3, 5, 7, 3', 4' et/ou 5'. Ces groupes hydroxyles peuvent être soumis à des modifications telles que la méthylation, l'acétylation, la prénylation ou la sulfatation.

En résumé :

- Les *flavones* sont des 2-phénylchromones, incolores ;
- Les *flavonols* sont des 3-hydroxyflavones. Ce sont des pigments végétaux que l'on trouve souvent sous forme de glycosides ;
- Les *flavanones* sont des 2,3-dihydroflavones ;
- Les *chalcones* sont des isomères des flavanones avec ouverture du noyau pyranique entre les positions 1 et 2 ;
- Les *anthocyanidols* sont des dérivés réduits des flavonols avec formation d'un oxonium ;
- Les *flavanes* ou catéchines sont également des produits de réduction, au moins formellement, des flavonols.

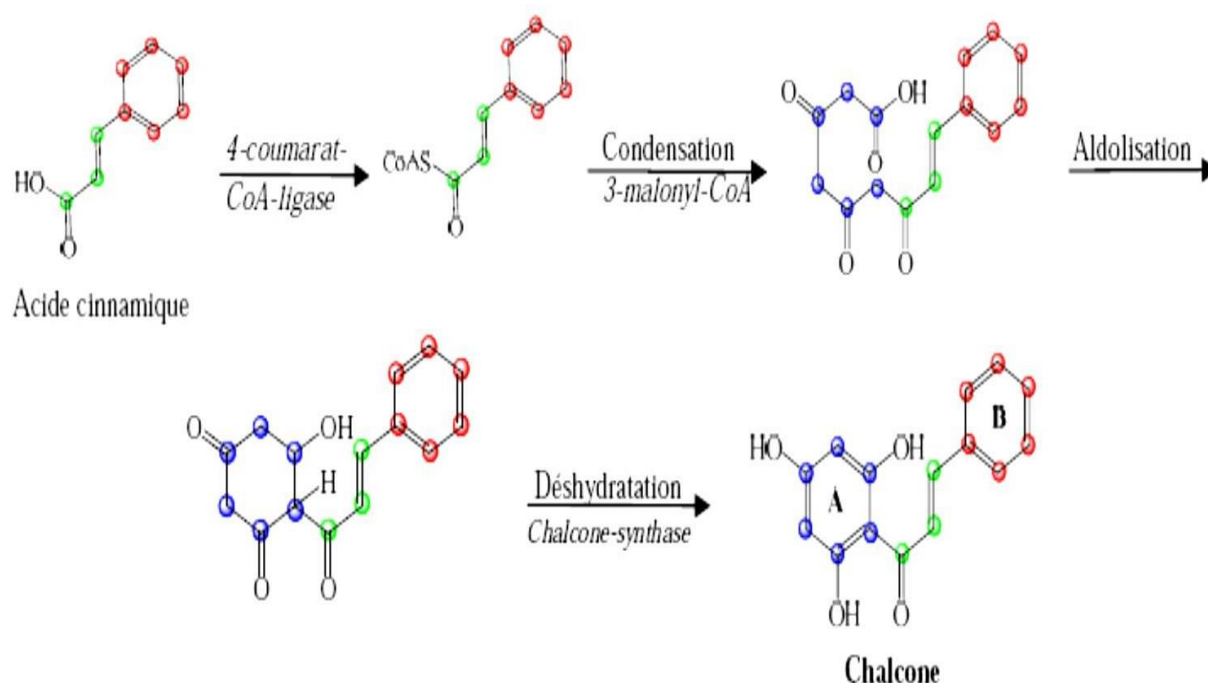


**Figure-7** : Différentes classes des flavonoïdes (Bruneton, 1999)

### II.1.1.2. Biosynthèse des flavonoïdes

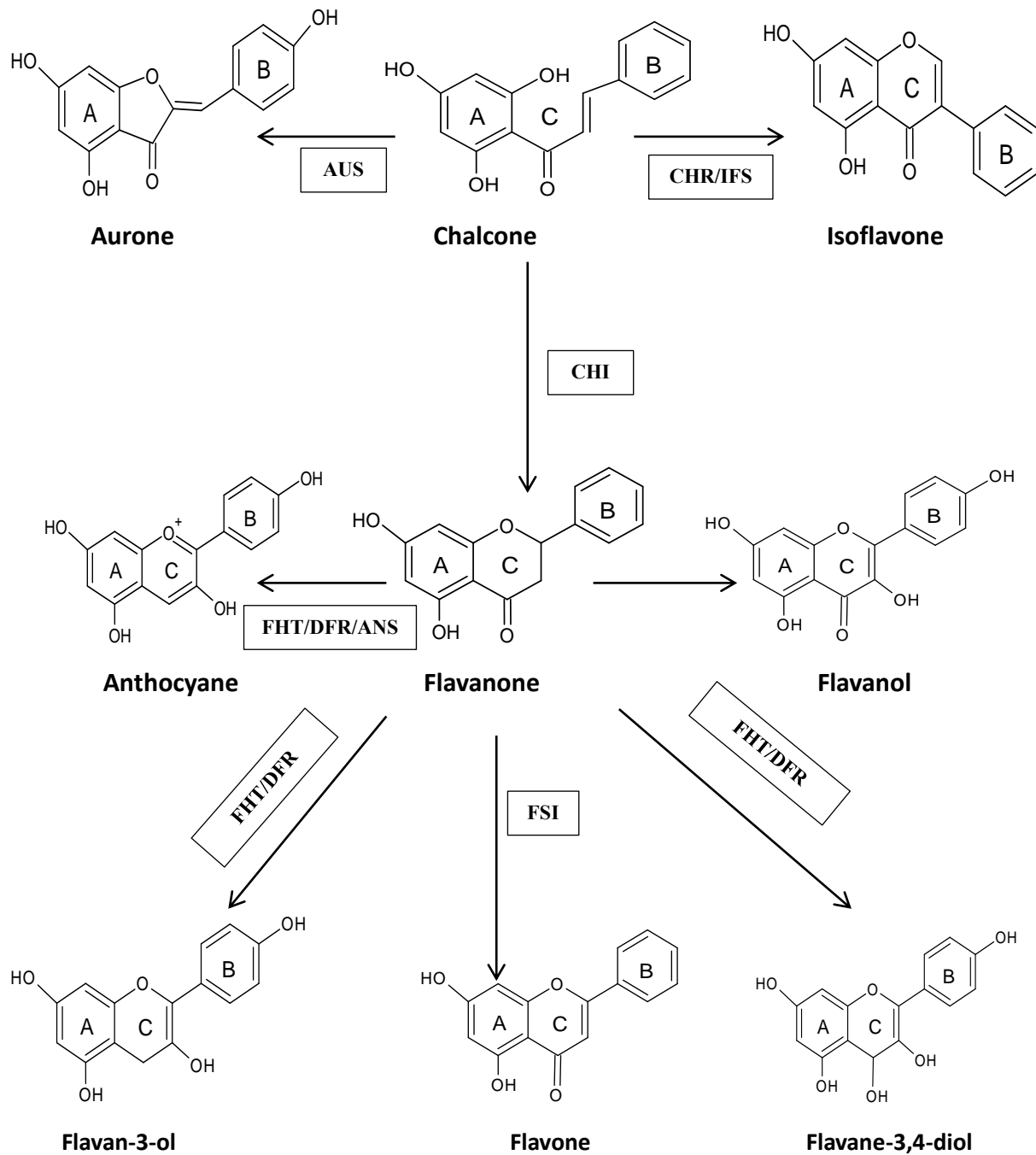
Les flavonoïdes sont des substances phénoliques qui se distinguent par leur structure C6-C3-C6 résultant de deux voies de synthèse différentes. Le cycle B et le pont carboné sont des fractions phénylpropanoïdes produites à partir de la phénylalanine dans la voie du shikimate. Le noyau A, en revanche, provient de la condensation de trois unités acétate via la voie du

malonate. La combinaison de ces deux fragments résulte de la condensation du phénylpropanoïde et du 4-coumaryl, qui est catalysée par la chalcone synthétase (**Crozier, 2003**) et qui nécessite trois malonyl-CoA, fournissant chacun deux atomes de carbone. Le produit final de cette réaction est la tétrahydroxy chalcone (figure 8). Les flavonoïdes de base peuvent être soumis à de nombreuses substitutions qui altèrent leur solubilité. Les groupes hydroxyles sont généralement présents en positions 4, 5 et 7. La plupart des flavonoïdes se présentent sous forme de glycosides, avec une grande variété de sucres différents selon l'espèce. L'hydroxylation et la glycosylation augmentent généralement la solubilité des composés, tandis que la méthylation renforce leur lipophilie (**Bruneton, 1999 ; Rahman, 2005**).



**Figure-8** : Biogénèse de la chalcone (**Bruneton, 1999 ; Rahman, 2005**).

Un schéma récapitulatif de biogénèse des différentes classes de flavonoïdes est représenté dans la figure-9.



<b>CHR</b> Chalcone-réductase	<b>CHI</b> Chalcone-isomérase	<b>ANS</b> Anthocyanidine-synthétase
<b>IFS</b> Isoflavone-synthétase	<b>FHT</b> Flavanone-3-hydroxylase	<b>FLS</b> Flavonol-synthétase
<b>AUS</b> Aurone-synthétase	<b>DFR</b> Dihydroflavonol-réductase	<b>FSI</b> Flavanone-synthétase

**Figure-9** : Schéma récapitulatif de biogénèse des différentes classes de flavonoïdes (Bruneton, 1999).

### **II.1.1.3. Distribution**

Dans la plupart des cas, les flavonoïdes sont présents sous forme de glycosides dans les vacuoles des fleurs, des feuilles, des tiges ou des racines. Les formes aglycones sont plutôt présentes sous forme de cires dans les feuilles, les écorces et les bourgeons floraux (**Iwashina, 2000**).

### **II.1.1.4. Intérêt et activités biologiques**

Les flavonoïdes ont été l'objet d'un intérêt soutenu de la part des chercheurs depuis de nombreuses années. Initialement, cet intérêt s'est porté sur leur importance dans la physiologie des plantes, notamment leur rôle dans la coloration et leur implication dans des processus tels que la croissance et la reproduction végétale. Par la suite, les chercheurs se sont intéressés aux activités biologiques des flavonoïdes, en évaluant principalement leur action *in vitro* sur des enzymes pures, des cellules en culture ou des tissus isolés (**Iwashina, 2000**). Ils sont aussi impliqués dans le transport d'électrons lors de la photosynthèse et ont un rôle de protection contre les effets néfastes des rayons ultraviolets en agissant comme antioxydant (**Havsteen, 2002**).

Les propriétés thérapeutiques des flavonoïdes sont largement pris en considération dans le domaine de la médecine où on leur attribue différentes activités très intéressantes telles que les activités : antioxydante, anti-inflammatoire, antivirale, antibactérienne, antiallergique et antitumorale (**Xu et al., 2007**).

#### **a) Activité antimicrobienne**

Certains flavonoïdes ont démontré une activité antimicrobienne en inhibant la croissance de certaines bactéries, virus et champignons. Les flavonoïdes sont connus pour leur capacité à être toxiques pour les microorganismes. Le mode d'action de cette toxicité peut être associé à l'inhibition des enzymes hydrolytiques telles que les protéases et les carbohydrases (**Cowan, 1999**).

#### **b) Activité antioxydante**

Les flavonoïdes peuvent prévenir les dommages oxydatifs par différents mécanismes d'action : soit en capturant les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes, soit en chélatant les métaux (fer et cuivre) qui jouent un rôle clé dans l'initiation des réactions radicalaires, soit en inhibant les enzymes responsables de la production de radicaux libres. Ils sont très importants dans le traitement du diabète, de la goutte, des inflammations, des hépatites, des

---

tumeurs, de l'hypertension, des thromboses, des allergies et des affections bactériennes et virales (anti-VIH). De plus, les flavonoïdes sont connus pour leurs propriétés neurosédatives, antispasmodiques, diurétiques, anti-estrogènes, anti-sénescence cérébrale et leurs effets bénéfiques sur l'altération de la mémoire et la confusion (**Belyagoubinée Benhammou, 2012**). De plus, les flavonoïdes ont la capacité d'inhiber l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (LDL), communément appelées "mauvais cholestérol". En prévenant l'oxydation des LDL, les flavonoïdes contribuent à la prévention de l'athérosclérose, une maladie caractérisée par l'accumulation de plaques de cholestérol dans les artères, et réduisent ainsi les risques de maladies cardiovasculaires (**Tu et al., 2007**).

### **c) Activité anti-inflammatoire**

Certains flavonoïdes ont démontré des propriétés anti-inflammatoires. Ils peuvent réduire la production de médiateurs inflammatoires, ce qui peut contribuer à atténuer l'inflammation et les douleurs associées. De plus, les flavonoïdes peuvent inhiber l'activité des enzymes qui cause des inflammations. Ils peuvent aussi réguler l'adhésion des monocytes pendant l'inflammation athérosclérotique en bloquant l'expression de médiateurs inflammatoires (**González-Gallego et al., 2007**).

### **d) Autres activités**

Les flavonoïdes sont capables de modifier le comportement de plusieurs systèmes cellulaires. Plusieurs études réalisées sur différentes lignées cellulaires ont démontré le potentiel antitumoral et anticancéreux des flavonoïdes (**Birt et al., 2001 ; Yang et al., 2001 ; Ramos, 2007**). De plus, les flavonoïdes ont des propriétés oestrogéniques (isoflavones), anti-hépatotoxiques, antispasmodiques, anti diarrhéiques, Ils sont également réputés pour leur effet sur le système gastro-intestinal en tant qu'agents antiulcéreux (**Di Carlo, 1999**). Les autres activités des flavonoïdes sont :

- ❖ Protection des plantes contre les radiations UV.
  - ❖ Interviennent dans la maturité des fruits.
  - ❖ Sont à l'origine des goûts amers et astringents afin de repousser les animaux herbivores (**Park & Cha, 2003 ; Subsamian et al., 2007 ; Yang et al., 2008**).
-



## II.2. Les isoflavonoïdes

Les isoflavonoïdes sont une classe spécifique classée en fonction de leur degré d'oxydation. Ces molécules sont caractérisées par leur structure à base de noyau de flavonoïdes avec un squelette de 15 atomes de carbone réarrangé selon un motif 1,2-diphénylpropanique comme la génistéine, la daidzéine, la formononétine et la biochanine A. Ces molécules sont souvent trouvées sous forme de glycosides, dans lesquels un ou plusieurs sucres sont attachés aux isoflavonoïdes (Bruneton, 1999 ; Iwashina, 2000)

### II.2.1. Classification

Il existe de nombreuses sous-classes d'isoflavonoïdes qui diffèrent les unes des autres par la position des substitutions sur les noyaux A et B et la nature du noyau C (figure-6). Les plus communs étant les isoflavones, alors que les isoflavanols et les coumaranochromones sont peu rencontrés (Bruneton, 1999 ; Iwashina, 2000).

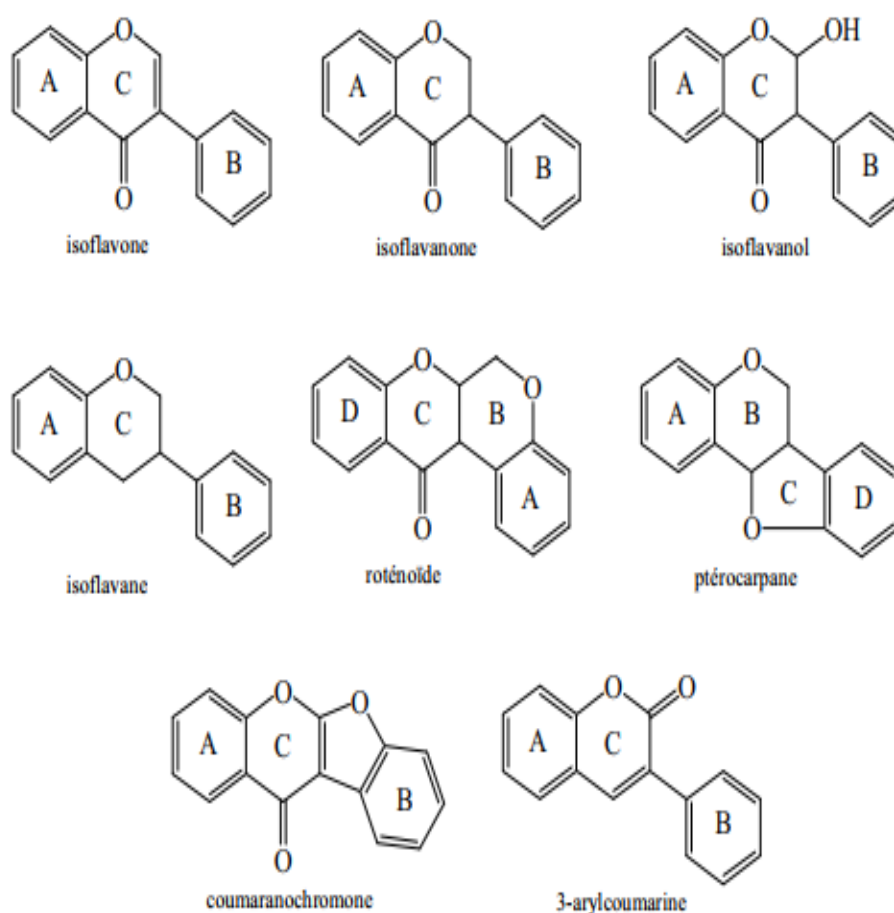


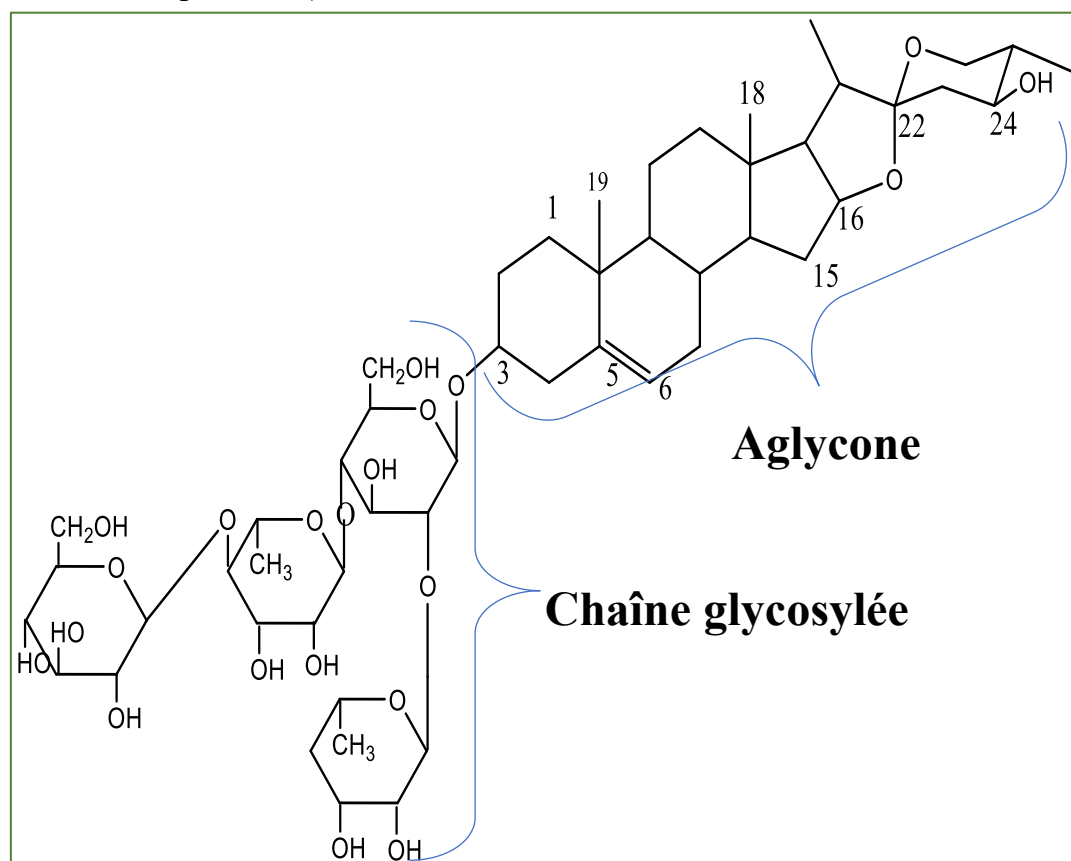
Figure-10 : Structures des différentes sous-classes d'isoflavonoïdes (Bruneton, 1999).

### II.2.3. Distribution

Les isoflavonoïdes, en particulier les aglycones, existent dans les racines, les rhizomes, le bois, l'écorce et les graines, parfois dans les feuilles et les fleurs (**Iwashina, 2000**).

### II.3. Les Saponines

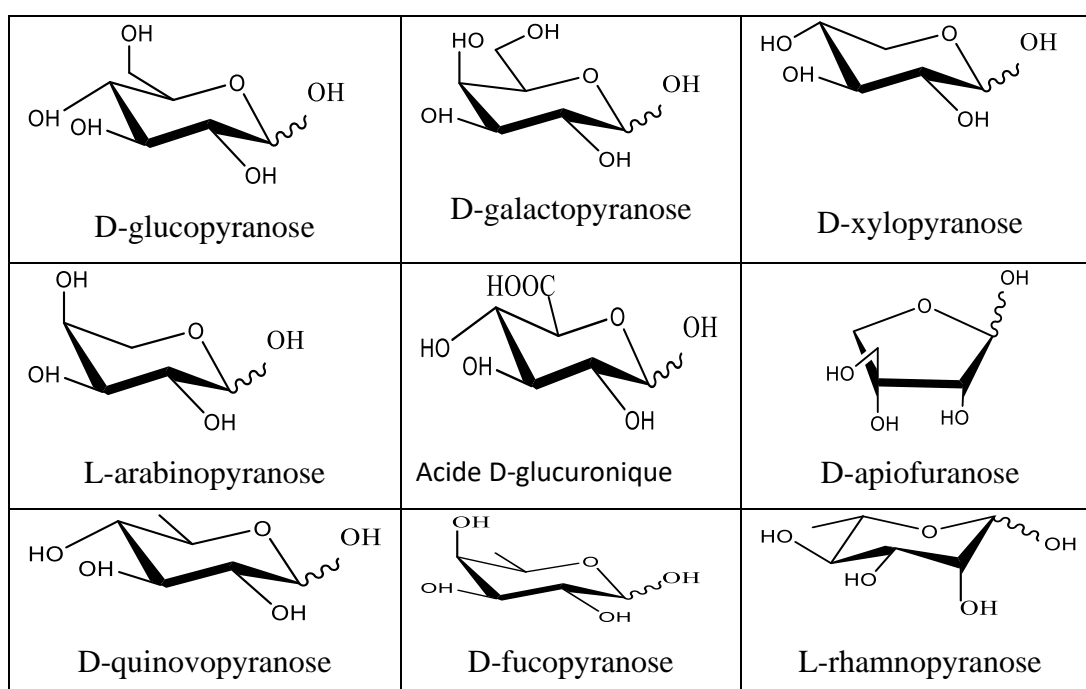
Les saponines (ou saponosides) sont des glycosides non volatils et tensioactifs naturels. Cette tensioactivité est due à leur caractère amphiphile dû à la combinaison d'une partie apolaire (sapogénine) qui peut être un triterpénoïde ou un stéroïde et d'une partie polaire (chaîne(s) glycosylée(s)) (Figure-11). Ces métabolites secondaires sont principalement produits par les plantes, mais aussi par les animaux marins inférieurs et certaines bactéries. Leur nom est tiré de leur capacité à former des mousses stables ressemblant à du savon lorsqu'ils sont agités avec de l'eau (lat. *sapo* = savon) (**Francis et al., 2002**). Ce qui explique la raison pour laquelle les plantes riches en saponosides comme la Saponaire (*Saponaria officinalis L.*) ou les noix de lavage (*Sapindus mukorossi Gaertn.*) ont été utilisées depuis l'Antiquité comme savon naturel (**Bruneton & Poupon, 2016**).



**Figure-11** : Structure d'une saponine stéroïde (**Chaieb, 2010**).

### II.3.1. Généralités

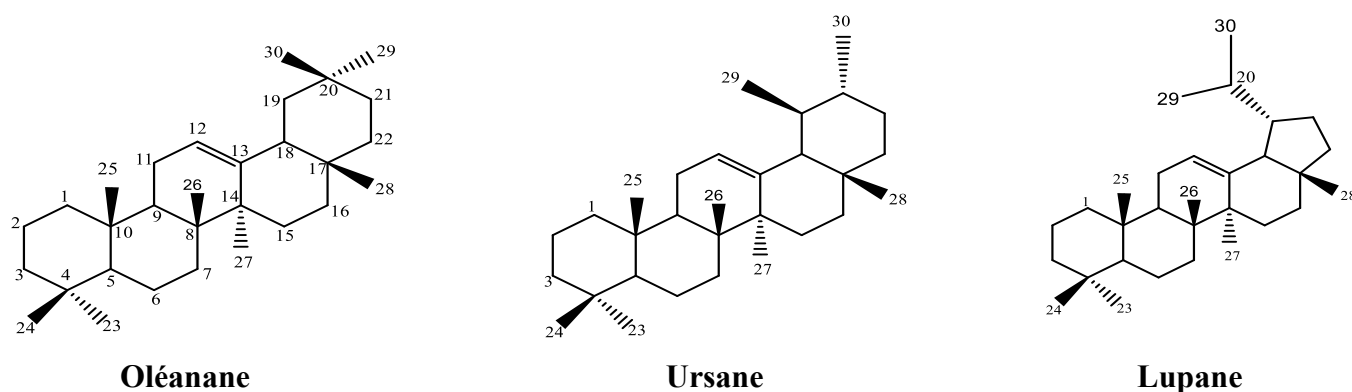
L'hydrolyse de la molécule de saponine produit deux parties. Une fraction non saccharidique appelée génine, sapogénine ou aglycone et une fraction saccharide qui constitue la partie hydrophile des saponines. Cette fraction peut contenir une variété de sucres pentoses (cycle furanose) ou hexoses (cycle pyranose) (El Aziz et al., 2019). Elle peut être constituée d'une ou de plusieurs chaînes osidiques (linéaires ou ramifiées) à des positions différentes sur l'aglycone (figure-12) (Bruneton, 2009).



**Figure-12** : les sucres les plus fréquemment rencontrés dans les saponines (Bruneton, 2009).

Selon le type de sapogénine présente, les saponines peuvent être divisées en trois grandes classes (El Aziz et al., 2019) :

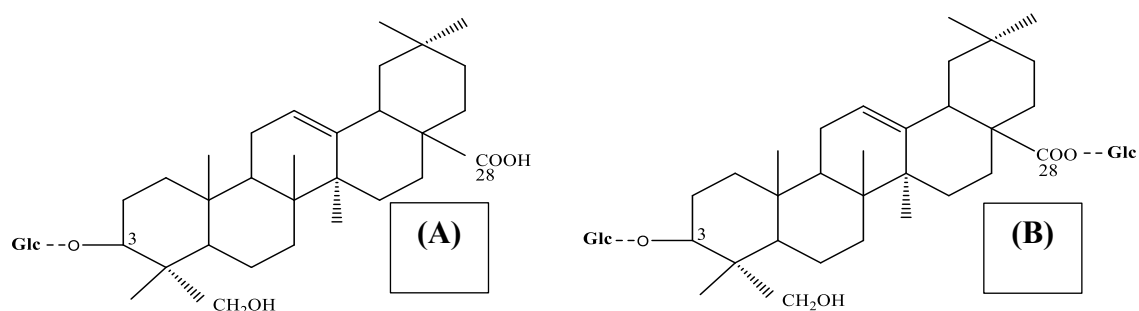
- Les glycosides triterpénoïdes : Ce type de saponines est le plus répandu dans le règne végétal et détecté dans de nombreuses légumineuses telles que le soja, le haricot, le pois, la luzerne, etc (Francis et al., 2002). Le terme triterpène désigne trois monoterpènes (10 atomes de carbone) de 30 atomes de carbone répartis en cinq ou moins fréquemment quatre cycles. L'oléane, l'ursane et le lupane (figure-13) sont les squelettes les plus communs (Bruneton, 2009).



**Figure-13** : Exemples de génines triterpéniques (Bruneton, 1999).

Selon le nombre de fractions de sucre attachées au noyau aglycone, la saponine triterpénoïde peut être classée en deux types (Bruneton, 1999 ; Güçlü-Üstündağ & Mazza, 2007 ; Madland, 2013) :

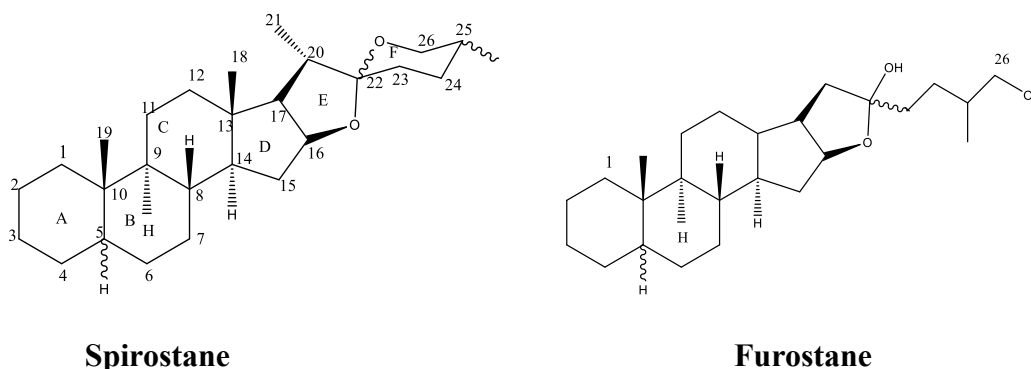
- a) Les glycosides triterpénoïdes monodesmosidiques qui ont une seule chaîne de sucre, généralement attachée en C-3 (Figure-14(A)).
- b) Les glycosides triterpénoïdes bidesmosidiques qui ont deux chaînes de sucre, souvent l'une attachée par une liaison éther en C-3 et l'autre attachée soit par une liaison ester en C-28, soit par une liaison éther en C-24. (Figure-14(B)) (El Aziz et al., 2019).



**Figure-14** : Structure de triterpénoïdes mono et bidesmosidiques (Bruneton, 1999 ; Madland, 2013).

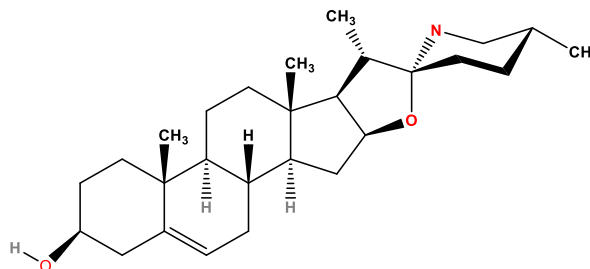
- Glycosides stéroïdes : Ce type d'aglycone est moins distribué dans la nature que les saponines triterpénoïdes. Ils possèdent 27 atomes de carbones répartis généralement

en six cycles qui comporte deux hétérocycles, l'un est un cycle furane et le second est un cycle pyrane (figure-15). Ces sapogénines résultent de la cyclisation de l'époxysqualène qui adopte la conformation chaise-bateau-chaise, pour donner un cation protostanyle (**Bruneton, 1999**).



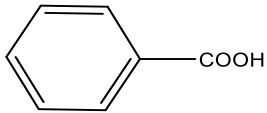
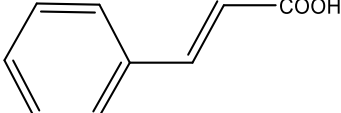
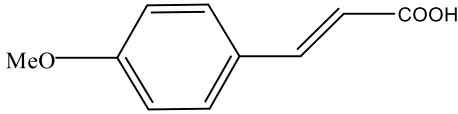
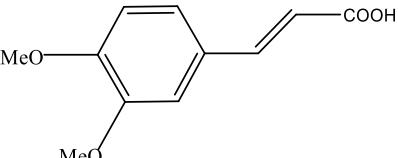
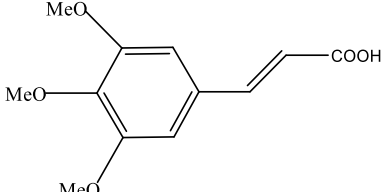
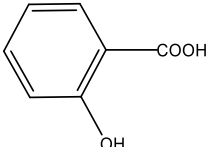
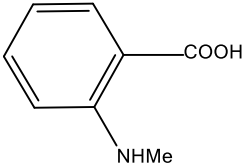
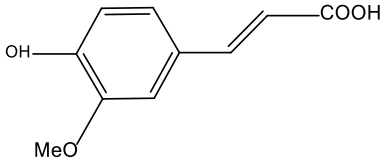
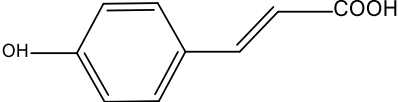
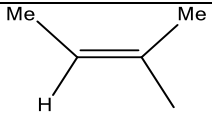
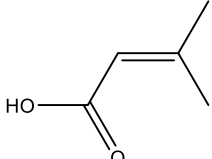
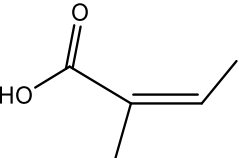
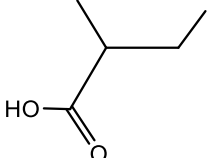
**Figure-15 :** Principaux squelettes de sapogénines stéroïdiques (**Bruneton, 1999**).

- Glycosides alcaloïdes qui ont une structure de type stéroïde, mais les glycosides alcaloïdes ont un cycle pipéridine (cycle à six chaînons contenant un atome N) au lieu d'un cycle pyranose (cycle à six chaînons contenant un atome O) dans les glycosides stéroïdes (figure-16) (**Abed El Aziz et al., 2017**).



**Figure-16 :** Squelette d'aglycone alcaloïdique (**Bruneton, 1999 ; Abed El Aziz et al., 2017**).

Les saponines peuvent être estérifiées par divers acides organiques (figure-17) au niveau de leurs aglycone ou au niveau des chaînes glycosylées (**Hostettmann & Marston, 1995 ; Dinda et al., 2010**).

		
Acide benzoïque	Acide cinnamique	Acide 4-méthoxycinnamique
		
Acide 3,4-méthoxycinnamique	Acide 3,4,5-méthoxycinnamique	Acide salicylique
		
Acide N-méthylantranilique	Acide férulique	Acide p-coumarique
	CH <sub>3</sub> COOH	HCOOH
Acide tiglique	Acide acétique	Acide formique
		
Acide 3,3-diméthylacrylique	Acide angélique	Acide 2-méthylbutyrique

**Figure-17** : Les principaux acides organiques rencontrés dans les saponines (Hostettmann, & Marston, 1995 ; Dinda et al., 2010).

### II.3.2. Propriétés biologiques

Les particularités structurales des saponosides leur confèrent de nombreuses propriétés pharmacologiques et physico-chimiques principalement dans les domaines de l'immunologie, la cancérologie et la microbiologie (Lacaille-Dubois & Wagner, 2000 ; Lacaille-Dubois,

2005 ; Lacaille-Dubois, 2013). Ils sont connus pour leurs activités anti-tumorales (Lacaille-Dubois, 2005 ; Sautour, 2007 ; Podolak, 2010), anti-inflammatoires (Adão et al., 2011) immunostimulantes (Lacaille-Dubois, 1999) et hémolytiques (Gaidi, 2002), pour n'en citer que quelques-unes.

#### a) **Activité immunitaire**

Les adjuvants à base de saponine ont la capacité unique de stimuler le système immunitaire à médiation cellulaire, ainsi que d'améliorer la production d'anticorps. Ils ont l'avantage que seule une faible dose est nécessaire pour l'activité adjuvante (Oda et al., 2000). Il existe plusieurs revues sur l'activité immunostimulante des saponines sur divers types cellulaires telles que celles rapportées par Kensil, 1996 ; Barr et al., 1998 et Sjölander et al., 1998.

#### b) **Activité cytotoxique**

Il a été démontré que la plupart des saponosides stéroïdiques sont cytotoxiques pour les cellules leucémiques de la lignée HL-60 (Mimaki et al., 1998). Les valeurs d'IC50 (Concentration d'inhibition 50) mentionnées dans la littérature varient entre environ 4 ng/ml à 20 µg/ml en fonction de la nature de la saponine et de la lignée cellulaire (Lacaille-Dubois & Wagner, 2000).

#### c) **Activité antifongique et antibactérienne**

Les saponosides possèdent des propriétés antifongiques capables d'inhiber la croissance de certaines souches fongiques comme *Microides interdigitalis* (Sindambiwe et al., 1998). Les propriétés antibactériennes des saponosides sont présentes mais en faibles degrés. Killeen et al., 1998 ont montré que les saponosides extraits du Yucca du Mojave présentent une légère activité bactériostatique contre de faibles concentrations de *Bacillus pasteurii*.

#### d) **Autres Activités**

D'autres activités ont été mises en évidence à savoir l'activité anti-nociceptive (Seo et al., 2008), anti-ulcéreuse (Estrada et al., 2000), insecticide (Cui et al., 2019) et antiappétentes dans le cadre d'un régime alimentaire par exemple (Gao et al., 2011).

### II.4. Les alcaloïdes

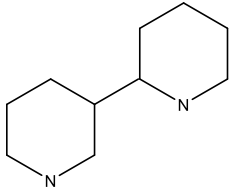
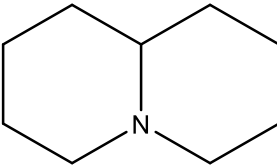
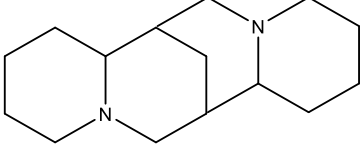
Les légumineuses sont très riches en alcaloïdes (Matsuura & Fett, 2017). Les alcaloïdes sont définis comme des substances basiques azotées avec un goût amer. Cette classe de

molécules à une distribution limitée parmi les organismes vivant et selon certains auteurs, elles n'existent que dans le règne végétal (**Bribi, 2018**). Ces métabolites sont stockés à des niveaux variables dans différents tissus de la plante (feuille, tige, racine, fleur, graine, fruit et organes de stockage) ou ils offrent une protection contre une grande variété de ravageurs, de prédateurs et d'herbivores. Ils jouent donc un rôle écologique important (**Bhambhani et al., 2021**). Ces métabolites sont également doués de plusieurs activités biologiques. Ils sont bénéfiques à condition d'être utilisés à faible dose (**Marouf & Reynaud, 2007**).

#### II.4.1. Classification

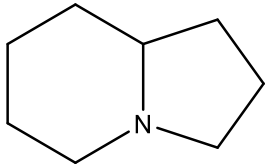
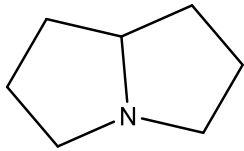
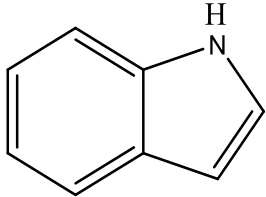
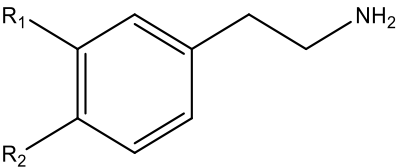
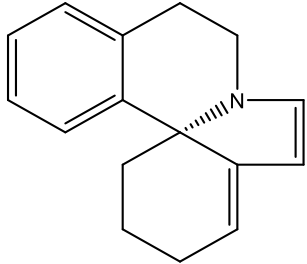
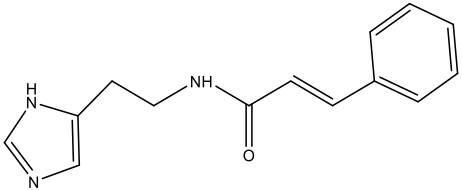
La classification la plus adaptée est celle de **Hegnauer, 1988**. Cette classification est basée sur l'origine biogénétique et permet de distinguer trois groupes selon leur précurseur biosynthétique : pseudo-alcaloïdes, protoalcaloïdes et alcaloïdes vrais. Ces derniers représentent la classe d'alcaloïde dominante chez les Fabaceae et se caractérisent par leur toxicité ainsi que leur large spectre d'activités biologiques. Leur précurseur est un acide aminé qui peut être : l'ornithine, la lysine, la phénylalanine, la tyrosine, le tryptophane, l'histidine ou l'acide anthranilique. La liste des noyaux de bases d'alcaloïdes vrais chez les Fabacées et leurs précurseurs est résumée dans le tableau suivant :

**Tableau-8** : Structures et précurseurs des principaux types d'alcaloïdes (**Meriane, 2019**).

Précurseurs	Types d'alcaloïdes	Structures
Alcaloïdes dérivés de la Lysine	Dipéridine (DIP)	
	Quinolizidine (QA) bicyclique	
	Quinolizidine (QA) tetracyclique	



## Chapitre II Les métabolites secondaires

	Indolizidine (Idz)	
Alcaloïdes dérivés de l'Ornithine	Pyrrolizidine (PA)	
Alcaloïdes dérivés du tryptophane	Alcaloïdes indoliques (Ind)	
Alcaloïde issue tyrosine et de la phenylalanine	Alcaloïdes Phényléthanolamines (PE)	
	Alcaloïdes isoquinoléiques d'Erythrina (Ery)	
Alcaloïdes dérivés de l'Histidine	Alcaloïdes Imidazoliques	

Selon **Tidjani, 2016**, il est possible d'identifier plusieurs classes d'alcaloïdes vrais :

- ✓ Les alcaloïdes pyrrolizidiniques : ces alcaloïdes ne présentent pas de réelles propriétés thérapeutiques, leur toxicité reste le point le plus essentiel à étudié (**Jean, 2009**).
- ✓ Les alcaloïdes tropaniques : Ces alcaloïdes présentent une activité pharmacologique spécifique, notamment des propriétés psychotropes. Ils offrent des perspectives pour le développement de médicaments destinés à des indications précises, notamment en

ophtalmologie, dans le traitement des pathologies neurodégénératives telles que la maladie de Parkinson, dans la gestion de la douleur, en gastroentérologie et en pneumologie. Ces domaines médicaux bénéficient des propriétés uniques de ces molécules, ouvrant ainsi de nouvelles voies de traitement (**Jakabová et al., 2012**).

- ✓ Les alcaloïdes isoquinoléique : constituent une classe significative de métabolites secondaires qui comprend environ 2500 structures distinctes (**Grycová et al., 2007**). Ils sont généralement synthétisés à partir des acides aminés phénylalanine et tyrosine (**Ahmed, 1998**).
- ✓ Les alcaloïdes quinolizidiniques et indolizidiniques. Ces composés sont dérivés de la L-lysine par le biais de la cadavérine (**Michael, 2001**).
- ✓ Les alcaloïdes pipéridiniques : La pipéridine est naturellement présente dans des plantes telles que le poivre noir (*Piper nigrum*) et le poivre long (*Piper longum*) (**Derosa et al., 2016**).
- ✓ Les alcaloïdes indoliques : qui représentent la classe la plus vaste et la plus diversifiée de métabolites secondaires azotés. Ils se caractérisent par la présence d'un groupe fonctionnel appelé indole. Leur précurseur biochimique est le tryptophane, un acide aminé essentiel (**De Luca et al., 2012**).
- ✓ Les alcaloïdes imidazoliques : proviennent de L-histidine, anatine, noranantine, cynométrine, isoanantine, isocynométrine, isocynodine, hydroxyanantine, cynolujine sont des exemples de ce groupe d'alcaloïdes (**Cui et al., 2003**).

#### II.4.2. Activités biologiques

- ❖ L'activité antioxydante : Les alcaloïdes sont de puissants agents antioxydants. Dans ce contexte on peut citer quelques exemples la caféine (**Herman & Herman, 2012**), la pipérine (**Butt et al., 2013**), les alcaloïdes isoquinoléines (**Noureddine et al., 2013**). Plusieurs autres molécules alcaloïdes présentent aussi cette activité.
- ❖ L'activité anti-inflammatoire : les alcaloïdes font partie de la liste des anti-inflammatoires tels que : la colchicine (**Dalbeth et al., 2014**), la berbérine (**Zou et al., 2017**), la noscapine bromés (**Zughaier et al., 2010**).
- ❖ L'activité anticancéreuse : Des études récentes ont démontré que les alcaloïdes de type isostéroïdes, présents principalement dans les plantes du genre *Veratrum* et *Fritillaria*,

constituent une catégorie prometteuse de composés bioactifs. Ces études ont révélé une activité anti tumorale significative associée à ce type d'alcaloïdes (**Shang et al., 2018**).

Les alcaloïdes présentent plusieurs autres activités telles que des effets dépresseurs (morphine), stimulants (caféine) ou sympathomimétique (éphédrine), parasymphomimétique (ésérine), anticholinergique (atropine). Ils sont aussi curarisants, anesthésiques locaux (cocaïne), antifibrillants (quinidine), antipaludiques (quinine) et amoebicides (émétine) (**Sahabi, 2009**).

---

**Références :**

**Abed El Aziz, M., Ashour, A., Madbouly, H., Melad, A. S., & El Kerikshi, K. (2017).** Investigations on green preparation of heavy metal saponin complexes. *Journal of Water and Environmental Nanotechnology*, 2(2), 103-111.

**Adão, C. R., da Silva, B. P., & Parente, J. P. (2011).** A new steroidal saponin from *Allium ampeloprasum* var. porrum with antiinflammatory and gastroprotective effects. *Phytochemistry Letters*, 4 (3), 306-310.

**Ahmed, S. (1998).** Isolation and Structural elucidation of chemical constituents from *Fumaria indica*, *Ferula oopoda* and *Withania somnifera* (Doctoral dissertation, University of Karachi Karachi).

**Barr, I. G., Sjölander, A., & Cox, J. C. (1998).** ISCOMs and other saponin based adjuvants. *Advanced drug delivery reviews*, 32(3), 247-271.

**Belyagoubi née Benhammou N., 2012.** Activité antioxydant de extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'ouest et du sud-ouest Algérien. Thèse de doctorat, université Aboubakr belkaid-Tlemcen, pp. 14-15

**Bhambhani, S., Kondhare, K. R., & Giri, A. P. (2021).** Diversity in chemical structures and biological properties of plant alkaloids. *Molecules*, 26(11), 3374.

**Birt DF, Hendrich S, Wang W. (2001)** Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids, 90(2-3):157-77.

**Bribi, N. (2018).** Pharmacological activity of alkaloids: a review. *Asian journal of botany*, 1(1), 1-6.

**Bruneton J, Poupon E.** Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales. Cachan, France : Tec & Doc Lavoisier ; 2016. 1487 p.

**Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. (3). Paris.

**Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 4e éd, revue et augmentée, Paris, Tec & Doc, Éditions médicales internationales, 1288p.

**Butt, M. S., Pasha, I., Sultan, M. T., Randhawa, M. A., Saeed, F., & Ahmed, W. (2013).** Black pepper and health claims: a comprehensive treatise. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(9), 875-886.

**Chaieb, I. (2010).** Saponins as insecticides: a review. *Tunisian journal of plant protection*, 5(1), 39-50.

**Cheyrier, V., Fulcrand, H., Sarni, P., & Moutounet, M. (1997).** Application des techniques analytiques à l'étude des composés phénoliques et de leurs réactions au cours de la vinification. *Analisis*, 3(25), M14-M21.

**Cowan, M. M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.

**Cui, B., Zheng, B. L., He, K., & Zheng, Q. Y. (2003).** Imidazole alkaloids from lepidium m eyenii. *Journal of natural products*, 66(8), 1101-1103.

**Cui, C., Yang, Y., Zhao, T., Zou, K., Peng, C., Cai, H., ... & Hou, R. (2019).** Insecticidal activity and insecticidal mechanism of total saponins from *Camellia oleifera*. *Molecules*, 24(24), 4518.

**Dacosta, Y. (2003).** *Les phytonutriments bioactifs : 669 références bibliographiques*. Ed. Yves Dacosta.

**Dalbeth, N., Lauterio, T. J., & Wolfe, H. R. (2014).** Mechanism of action of colchicine in the treatment of gout. *Clinical therapeutics*, 36(10), 1465-1479.

**De Luca, V., Salim, V., Levac, D., Atsumi, S. M., & Yu, F. (2012).** Discovery and functional analysis of monoterpenoid indole alkaloid pathways in plants. In *Methods in enzymology* (Vol. 515, pp. 207-229). Academic Press.

**Debnath, B., Singh, W. S., Das, M., Goswami, S., Singh, M. K., Maiti, D., & Manna, K. (2018).** Role of plant alkaloids on human health: A review of biological activities. *Materials today chemistry*, 9, 56-72.

**Derosa, G., Maffioli, P., & Sahebkar, A. (2016).** Piperine and its role in chronic diseases. *Anti-inflammatory nutraceuticals and chronic diseases*, 173-184.

**Di Carlo, G., Mascolo, N., Izzo, A. A., & Capasso, F. (1999).** Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life sciences*, 65(4), 337-353.

**Dinda, B., Debnath, S., Mohanta, B. C., & Harigaya, Y. (2010).** Naturally occurring triterpenoid saponins. *Chemistry & biodiversity*, 7(10), 2327-2580.

---

**Djoukeng, J. D. (2005).** Etude phytochimique et activités biologiques de quatre espèces camerounaises de la famille des Myrtaceae: *Eucalyptus saligna* Sm., *Callistemon viminalis* W., *Syzygium guineense* W. et *Syzygium aromaticum* M. et P (Doctoral dissertation, Université de Neuchâtel).

**El Aziz, M. M. A., Ashour, A. S., & Melad, A. G. (2019).** A review on saponins from medicinal plants: chemistry, isolation, and determination. *Journal of Nanomedicine Research*, 8(1), 282-288.

**El Gharras, H. (2009).** Polyphenols: food sources, properties and applications—a review. *International journal of food science & technology*, 44(12), 2512-2518.

**Estrada, A., Katselis, G. S., Laarveld, B., & Barl, B. (2000).** Isolation and evaluation of immunological adjuvant activities of saponins from *Polygala senega* L. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 23 (1), 27-43.

**Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H. P., & Becker, K. (2002).** The biological action of saponins in animal systems: a review. *British journal of Nutrition*, 88(6), 587-605.

**Gaidi, G., Correia, M., Chauffert, B., Beltramo, J. L., Wagner, H., & Lacaille-Dubois, M. A. (2002).** Saponins-mediated potentiation of cisplatin accumulation and cytotoxicity in human colon cancer cells. *Planta medica*, 68(01), 70-72.

**Gao, G., Lu, Z., Tao, S., Zhang, S., & Wang, F. (2011).** Triterpenoid saponins with antifeedant activities from stem bark of *Catunaregam spinosa* (Rubiaceae) against *Plutella xylostella* (Plutellidae). *Carbohydrate research*, 346(14), 2200-2205.

**Giachi, I., Manunta, A., Morelli, I., & Pistelli, L. (2002).** Flavonoids and isoflavonoids from *Genista morisii*. *Biochemical systematics and ecology*, 8(30), 801-803.

**González-Gallego, J., Sánchez-Campos, S., & Tunon, M. J. (2007).** Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids. *Nutrición hospitalaria*, 22(3), 287-293. préliminaire (Doctoral dissertation, Limoges).

**Grycová, L., Dostál, J., & Marek, R. (2007).** Quaternary protoberberine alkaloids. *Phytochemistry*, 68(2), 150-175.

**Güçlü-Üstündağ, Ö., & Mazza, G. (2007).** Saponins: properties, applications and processing. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(3), 231-258.

---

**Havsteen B. H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol, Therapeutics*, 96, 67-202

**Hegnauer, R. (1988).** Biochemistry, distribution and taxonomic relevance of higher plant alkaloids. *Phytochemistry*, 27(8), 2423-2427.

**Herman, A., & Herman, A. P. (2012).** Caffeine's mechanisms of action and its cosmetic use. *Skin pharmacology and physiology*, 26(1), 8-14.

**Hostettmann, K., & Marston, A. (1995).** Chemistry and pharmacology of natural products (Vol. 548, pp. 326-327). Cambridge: Cambridge University Press.

**Iwashina, T. (2000).** The structure and distribution of the flavonoids in plants. *Journal of Plant Research*, 113(3), 287.

**Jakabová, S., Vincze, L., Farkas, Á., Kilár, F., Boros, B., & Felinger, A. (2012).** Determination of tropane alkaloids atropine and scopolamine by liquid chromatography–mass spectrometry in plant organs of *Datura* species. *Journal of Chromatography A*, 1232, 295-301.

**Jean, B. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.). Lavoisier.

**Kensil, C. R. (1996).** Saponins as vaccine adjuvants. *Critical reviews in therapeutic drug carrier systems*, 13(1-2), 1-55.

**Killeen, G. F., Madigan, C. A., Connolly, C. R., Walsh, G. A., Clark, C., Hynes, M. J., ... & Power, R. F. (1998).** Antimicrobial saponins of *Yucca schidigera* and the implications of their in vitro properties for their in vivo impact. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(8), 3178-3186.

**Lacaille-Dubois, M. A. (1999).** Saponins as immunostimulants and immunoadjuvants in: Immunomodulatory agents from plants, H. Wagner, Basel, Boston, Berlin.

**Lacaille-Dubois, M. A. (2005).** Bioactive saponins with cancer related and immunomodulatory activity: recent developments. *Studies in natural products chemistry*, 32, 209-246.

**Lacaille-Dubois, M. A. (2013).** Newest results of the chemistry and pharmacology of triterpene and steroid saponins containing TCM-drugs in “Evidence and rational based research on Chinese drugs”. H. Wagner, G. Ulrich-Merzenich.

**Lacaille-Dubois, M. A., & Wagner, H. (2000).** Bioactive saponins from plants: an update. *Studies in natural products chemistry*, 21, 633-687.

---

**Lugasi, A. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta biologica szegediensis*, 47(1-4), 119-125.

**Madland, E. (2013).** *Extraction, isolation and structure elucidation of saponins from Herniaria incana* (Master's thesis, Instituttt for kjemi).

**Marouf A. et Reynaud J., (2007)** La botanique de A à Z. Dunod, paris, 342 p.

**Matsuura, H. N., & Fett, N. A. G. (2017).** Plant alkaloids: main features, toxicity, and mechanisms of action. *Plant toxins Gopalakrishnakone, P.; Carlini, CR and Igabue, BR (Ed.)*. 243-261p. doi 10.1007/978-94-007-6728-7-2-1.

**Meriane, D. (2019).** Etude biologique et phytochimique de Calobota saharae (Coss. & Dur.) Boatwr. & BE van Wyk (Doctoral dissertation).

**Michael, J. P. (2001).** Simple indolizidine and quinolizidine alkaloids. *The Alkaloids: Chemistry and Biology*, Academic Press, Volume 55, 91-258,

**Mimaki, Y., Kuroda, M., Kameyama, A., Yokosuka, A., & Sashida, Y. (1998).** Steroidal saponins from the rhizomes of *Hosta sieboldii* and their cytostatic activity on HL-60 cells. *Phytochemistry*, 48(8), 1361-1369.

**Narayana, K. R., Reddy, M. S., Chaluvadi, M. R., & Krishna, D. R. (2001).** Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*, 33(1), 2-16.

**Noureddine, B. R. I. B. I., Yacine, B. O. U. G. U. E. Z. Z. A., & Fadila, M. B. (2013).** Evaluation of erythrocytes toxicity and antioxidant activity of alkaloids of *Fumaria capreolata*. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 4(2), P770-P776.

**Oda, K., Matsuda, H., Murakami, T., Katayama, S., Ohgitani, T., & Yoshikawa, M. (2000).** Adjuvant and haemolytic activities of 47 saponins derived from medicinal and food plants.

**Park H. J., Cha H. C. (2003).** Flavonoids from leaves and exocarps of the grape Kyoho. *Korean Journal of biological society*. 7: 327-330.

**Pengelly, A. (2021).** *The constituents of medicinal plants*. Cab.

**Podolak, I., Galanty, A., & Sobolewska, D. (2010).** Saponins as cytotoxic agents: a review. *Phytochemistry Reviews*, 9, 425-474.

---



**Rahman A. U. (2005).** Studies in natural products chemistry: Bioactive natural products. Part K, Elsevier, USA.

**Ramos Sonia. (2007).** Effects of dietary flavonoids on apoptotic pathways related to cancer chemoprevention, nutritional biochemistry. 18 : 427–442.

**Sahabi, B. (2009).** Etudes Phytochimiques Et Potentialités Biologiques De Cinq Espèces D'indigofera (Fabaceae) Utilisées En Médecine Traditionnelle Au Burkina Faso (Doctoral dissertation, Thèse unique De Doctorat, Université de Ouagadougou).

**Šaponjac, V. T., Čanadanović-Brunet, J., Ćetković, G., & Djilas, S. (2016).** Detection of bioactive compounds in plants and food products. Emerging and traditional technologies for safe, healthy and quality food, 81-109.

**Sautour, M., Mitaine-Offer, A. C., & Lacaille-Dubois, M. A. (2007).** The Dioscorea genus: a review of bioactive steroid saponins. *Journal of natural medicines*, 61, 91-101.

**Seo, Y. J., Kwon, M. S., Choi, H. W., Jang, J. E., Lee, J. K., Sun, Y., ... & Suh, H. W. (2008).** Intracerebroventricular ginsenosides are antinociceptive in proinflammatory cytokine-induced pain behaviors of mice. *Archives of Pharmacal Research*, 31, 364-369.

**Shang, Y., Du, Q., Liu, S., Stadler, M., Wang, S., & Wang, D. (2018).** Antitumor activity of isosteroidal alkaloids from the plants in the genus *Veratrum* and *Fritillaria*. *Current Protein and Peptide Science*, 19(3), 302-310.

**Sindambiwe, J. B., Calomme, M., Geerts, S., Pieters, L., Vlietinck, A. J., & Vanden Berghe, D. A. (1998).** Evaluation of biological activities of triterpenoid saponins from *Maesa lanceolata*. *Journal of Natural products*, 61(5), 585-590.

**Sjölander, A., Cox, J. C., & Barr, I. G. (1998).** ISCOMs: an adjuvant with multiple functions. *Journal of Leukocyte Biology*, 64(6), 713-723.

**Subsamanian S., Stacey G., Yu O. (2007).** Distinct crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends in plant science*. (7).12 : 282-283.

**Tidjani, S (2016).** Etude phytochimique et évaluation biologique de l'espèce *senecio delphinifolius* Vahl (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).

**Tu Y.C, Lian T.W, Yen J.H, Chen Z.T, Wu M.J. (2007).** Antiatherogenic effects of kaempferol and rhamnocitrin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(24), 9969-9976

---

**Xu, Y. C., Leung, S. W. S., Yeung, D. K. Y., Hu, L. H., Chen, G. H., Che, C. M., & Man, R. Y. K. (2007).** Structure–activity relationships of flavonoids for vascular relaxation in porcine coronary artery. *Phytochemistry*, 68(8), 1179-1188.

**Yang B, Kotani A, Arai K, Kusu F. (2001).** Estimation of the antioxidant activities of flavonoids from their oxidation potentials. *Analytical Sciences*. 17(5):599-604.

**Yang R. Y., Lin S., Kuo G. (2008).** Content and distribution of flavonoids among 91 edibles plant species. *Asia of pacific journal of clinical nutrition*. 17 (S1): 275-279.

**Zou, K., Li, Z., Zhang, Y., Zhang, H. Y., Li, B., Zhu, W. L., ... & Li, Y. M. (2017).** Advances in the study of berberine and its derivatives: a focus on anti-inflammatory and anti-tumor effects in the digestive system. *Acta Pharmacologica Sinica*, 38(2), 157-167.

**Zughaier, S., Karna, P., Stephens, D., & Aneja, R. (2010).** Potent anti-inflammatory activity of novel microtubule-modulating brominated noscapine analogs. *PLoS one*, 5(2), e9165.

---



**Chapitre III**  
**Matériel et méthodes**

---

### III. 1. Aperçu et but du travail

Le nombre très restreint des études phytochimiques portant sur la plante étudiée a beaucoup retenu notre attention pour la sélection de cette espèce locale qui a été explorée en termes d'analyses phytochimiques.

Dans cette perspective, une recherche bibliographique à la fois botanique et phytochimique sur ce taxon et sa famille a été présentée au début de notre travail. Cela nous a permis de constater l'immense intérêt de l'espèce choisie ainsi que ses multiples utilisations traditionnelles. De plus, les connaissances acquises sur le potentiel thérapeutique du genre *Genista* nous ont motivés à soumettre cette plante à différents processus d'extraction et de purification, dans le but général de valoriser la diversité de la flore algérienne en matière de plantes médicinales endémiques, qui demeure encore très mystérieuse jusqu'à présent.

### III. 2. Matériel et méthodes

#### III. 2. 1. Matériel végétal

##### III. 2. 1. 1. Description de la zone de récolte

La plante sur laquelle nous avons mené notre travail a été récoltée de la région d'El Aouana, située à environ 20 km au sud-ouest de la wilaya de Jijel en Algérie (figure-18). Cette région constitue une unité géographique importante, qui se distingue par sa remarquable diversité floristique, résultant de la variété de ses écosystèmes et de ses chaînes montagneuses parsemées de gorges ainsi que de son climat méditerranéen [1]



Figure-18 : El Aouana wilaya de Jijel. [2 ; 3]

### III. 2. 1. 2. Récolte de la plante du genre *Genista*

La partie racinaire de l'espèce étudiée, qui est une espèce appartenant au genre *Genista* a été récoltée de manière très minutieuse en juillet 2022. Toutes les précautions ont été prises pour éviter d'endommager les éléments organiques et minéraux présents. Par la suite, ces racines sont placées dans un endroit sec, à température ambiante et à l'abri de la lumière, afin de les sécher. Le matériel végétal est ensuite broyé (figure-19).



**Figure-19** : Séchage et broyage de la partie racinaire.

### III. 2. 2. Matériel Chromatographique

#### III. 2. 2. 1. Chromatographie liquide sous vide (VLC)

Pour obtenir une séparation grossière de l'extrait brut (selon la polarité et le squelette des molécules à séparer), nous avons utilisé la VLC (Vacuum Liquid Chromatography) qui est une technique simple, rapide et qui consomme moins de solvants comparés aux autres méthodes chromatographiques classiques. Cette technique est donc moins coûteuse. De plus, sa rapidité permet d'éviter les phénomènes d'isomérisations observées souvent dans le cas de la chromatographie sur colonne. La phase stationnaire utilisée était de la silice greffée C<sub>18</sub> (Merk, Lichroprep RP-18 43-60  $\mu\text{m}$ ), conditionnée avec le solvant approprié dans un entonnoir cylindrique filtrant équipé d'un verre fritté n°3, au bas duquel est appliquée une pression pour accélérer le débit d'élution. La hauteur du gel dans l'entonnoir était de 4,5 cm. Une fois la silice conditionnée, un échantillon a été déposé à la surface de la phase stationnaire (figure-20). Ensuite, une élution par paliers a été réalisée en utilisant plusieurs fractions du système H<sub>2</sub>O-MeOH. Les systèmes solvants utilisés ont traversé la phase stationnaire à trois reprises pour

assurer une bonne élution des molécules et l'épuisement total du gel des molécules ayant une polarité comparable au système solvant utilisé.



**Figure-20** : Chromatographie liquide sous vide (VLC).

### III. 2. 2. 2. Chromatographie sur couche mince (CCM)

Les plaques de chromatographie sur couche mince permettent de contrôler la présence et la pureté des produits analysés. Les plaques utilisées sont des plaques prêtes à l'emploi à support en aluminium avec une phase normale de gel de silice 60 F254 (Merck 20 x 20 cm). Les CCM ont été développées dans des cuves en verre préalablement saturées avec un éluant approprié. Selon la polarité des molécules que l'on veut séparer, la phase mobile est composée d'un mélange binaire ou ternaire de solvants. L'observation des CCM se fait en lumière visible et sous UV (254 et 365 nm) dans une chambre noire, avant la révélation avec un révélateur à base de vanilline.

### III. 3. Etude d'une plante du genre *Genista*

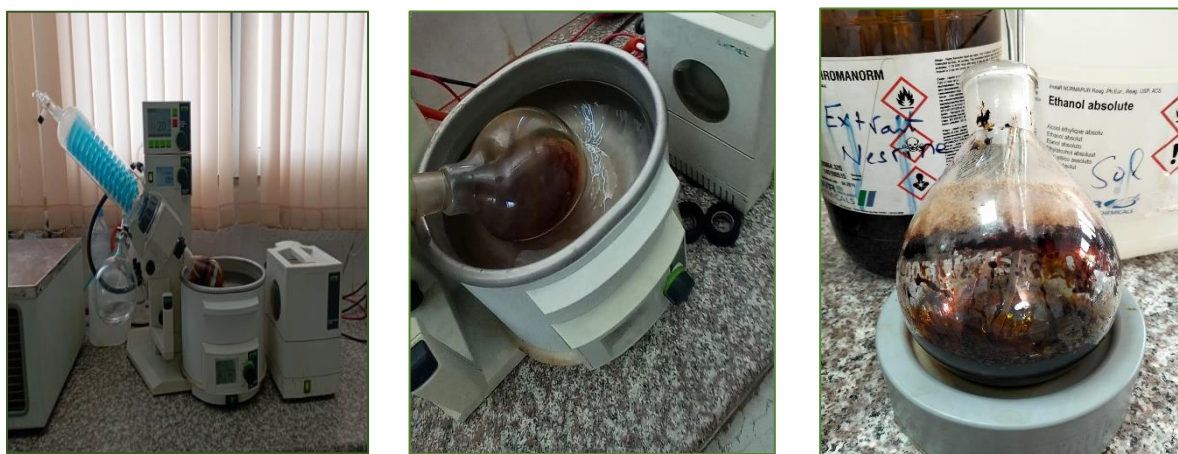
#### III. 3. 1. Extraction par macération à froid

Une masse de 700g de matériel végétal contenant des racines de l'espèce étudiée, préalablement séchée (dans un endroit sec, à température ambiante et à l'abri de la lumière) a été broyée et mise à macérer à température ambiante dans un mélange hydro alcoolique :

Ethanol/Eau 70 : 30 (v/v). Après filtration puis évaporation à une température n'excédant pas 45°C, 44,42 g d'extrait éthanolique ont été obtenus. Le protocole suivi figure dans les photos ci-dessous (Figure 21 et 22).



**Figure-21** : Macération et filtration des parties racinaires de la plante.



**Figure-22** : Evaporation des filtrats hydroalcooliques.

### III. 3. 2. Criblage phytochimique par CCM

Les extraits éthanoliques des racines de l'espèce étudiée ont été analysés par chromatographie sur couche mince (CCM) afin d'avoir une idée sur la richesse de la plante en métabolites secondaires. Le développement des plaques CCM a été effectué dans deux systèmes solvants  $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}$  80 :20 (v/v) et  $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}$  (70 :30 :0,5 (v)/(v)/(v)). L'observation se fait sous la lampe UV à 254 et 365 nm. Elle est suivie d'une révélation avec la vanilline (1 ml acide sulfurique, 100 ml de MeOH et 500 mg de vanilline).

### **III. 4. Criblage « screening » phytochimique par réactions colorées**

Le screening phytochimique a pour but de déterminer les différents groupes chimiques contenus dans la plante étudiée. Les tests utilisés sont des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence des substances chimiques. C'est dans ce cadre que nous avons réalisé différents tests. Ces tests sont basés sur des réactions de coloration, de turbidité ou de précipitations, en utilisant des techniques décrites dans la littérature scientifique.

#### **III. 4. 1. Mise en évidence des polyphénols**

La mise en évidence des polyphénols a été réalisée grâce à la réaction avec le chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ). A 2 ml de l'extrait éthanolique, nous avons ajouté une goutte d'une solution méthanolique de chlorure ferrique à 10%. L'observation d'une coloration noir-verte plus ou moins intense confirme la présence des polyphénols.

#### **III. 4. 2. Mise en évidence des flavonoïdes**

La détection des flavonoïdes dans l'extrait brut a été réalisée par la réaction de cyanidin. Cette méthode exploite le pouvoir réducteur des métaux en milieu acide pour spécifiquement réduire le noyau flavonoïdique, ce qui entraîne l'apparition d'une couleur caractéristique. Dans un tube à essai, une quantité de l'extrait (quelques millilitres) a été mélangée avec 1 ml d'HCl concentré, 1 ml d'eau distillée et 2 ml d'extrait brut plus un morceau de magnésium (Mg). La présence d'une coloration orangée (flavones), rose violacée (flavonones) ou rouge cerise (flavonols) dans la couche supérieure du mélange indique la présence d'un flavonoïde.

#### **III. 4. 3. Mise en évidence des tanins**

Pour confirmer la présence ou l'absence des tanins catéchiques nous avons utilisé le réactif de Stiasny (10 ml de formaldéhyde + 5 ml d'acide chlorhydrique concentré). La formation d'un précipité rouge après l'ajout de 5 ml de ce réactif à 10 ml d'extrait brut indique la présence des tanins catéchiques.

#### **III. 4. 4. Mise en évidence des alcaloïdes**

Le réactif de Dragendorff a été utilisé afin de détecter la présence d'alcaloïdes dans l'extrait éthanolique. Ce test repose sur la capacité des alcaloïdes à réagir avec des métaux lourds. Lorsque quelques gouttes du réactif de Dragendorff (0,80 g de nitrate basique de bismuth, 10 ml d'acide acétique glacial, 8 g d'iodure de potassium et 40 ml d'eau distillée) sont ajoutées à 2

---



ml de la solution d'extrait brut. L'apparition d'une couleur rouge-orangé indique la présence des alcaloïdes.

### III. 4. 5. Mise en évidence des saponosides

#### ❖ Indice Mousse (IM) :

La méthode la plus couramment utilisée pour confirmer la présence de saponines est la mesure de l'indice de mousse (IM). Un indice supérieur à 100 confirme la présence de saponines dans la plante. Pour cela une série de 6 tubes à essai est préparé. Des volumes croissants d'extrait allant de 1 à 6 ml sont ajoutés dans chaque tube. Ces volumes seront ensuite complétés jusqu'à 10 ml avec de l'eau distillée selon la méthode décrite dans le tableau-9. Après avoir agité vigoureusement chaque tube dans le sens de la longueur pendant une minute, une mousse persistante se forme en présence de saponines.

**Tableau-9 :** Gamme de dilutions décroissante de l'extrait éthanolique pour la mesure de l'indice de mousse.

Numéro de tube	1	2	3	4	5	6
Extrait	1	2	3	4	5	6
Eau distillé (ml)	9	8	7	6	5	4

La mesure de la hauteur de la mousse permet de calculer l'Indice de mousse (IM) :

$$IM = \text{inverse } C \times D$$

#### Avec :

**C :** Concentration initiale de l'extrait

**D :** Dilution dans le tube ou la mousse >1

### III. 5. Fractionnement et purification de l'extrait éthanolique

Une quantité de 7 g d'extrait brut sec des racines de *Genista* a été soumise à une chromatographie liquide sous vide (VLC) en utilisant comme phase stationnaire le gel de silice en phase inverse C<sub>18</sub> et un mélange d'éluant H<sub>2</sub>O-MeOH avec différents gradients (70/30, 60/40, 40/60, 20/80, 0/100) en tant que phase mobile. Des fractions de 200 ml (\*3) ont été recueillies pour chaque mélange et analysées par la suite avec une chromatographie sur couche mince

(CCM) (figure-23). Le suivi de la VLC a été effectué à l'aide d'une CCM avec deux systèmes solvants différents  $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}$  80 :20 (v/v) et  $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}$  (70 :30 :0,5 (v/v/v)). Les plaques de CCM ont été examinées sous lumière UV puis révélées avec de la vanilline, puis chauffées à 100 °C. Cette technique chromatographique est couramment utilisée pour le fractionnement d'extraits végétaux complexes, permettant d'obtenir rapidement des fractions chimiquement simplifiées.



**Figure-23** : Fractionnement d'extrait brut par VLC sur  $\text{C}_{18}$  et CCM sur gel de silice normale.

**Références :**

[1] **El Aouana, ou le petit paradis oublié.** [Consulté le 27 /05/2023]. Disponible à partir de : [www.medmem.eu/fr/notice/EPT00009](http://www.medmem.eu/fr/notice/EPT00009)

[2] El Aouana wilaya de Jijel [Consulté le 19 /05/2023]. Disponible à partir de : <https://images.app.goo.gl/x8emvdibD2AXMDtBA>

[3] El Aouana wilaya de Jijel[Consulté le 19 /05/2023]. Disponible à partir de : <https://images.app.goo.gl/2qT2ahjC7bZpKkQP8>

---



**Chapitre IV**  
**Résultats et discussion**

---

### IV.1. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction représente le pourcentage des principes actifs qui se trouvent dissous dans un solvant organique et/ou aqueux utilisé lors du processus d'extraction. Ce calcul se base sur le poids de l'extrait sec obtenu par rapport au poids initial de la matière végétale sèche réduite en poudre (Abe et al., 2010). Le rendement est exprimé en pourcentage massique par rapport à la quantité de matière sèche selon la formule :

$$R (\%) = [M1 / M0] \times 100$$

#### Avec :

**R %** : Rendement en pourcentage d'extraits exprimée en g /100g de matière sèche,

**M1** : poids sec de l'extrait brut exprimé en g,

**M0** : poids sec de la poudre végétale exprimée en g,

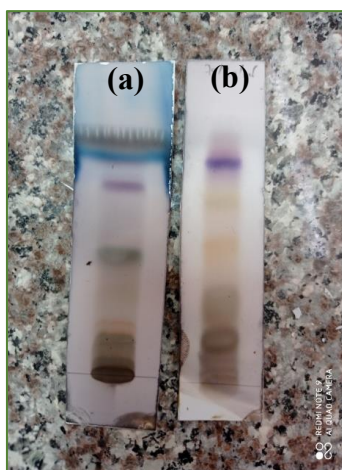
Le processus de macération nous a permis d'extraire à partir de 700g (M0) de partie racinaire de la plante du genre *Genista* une masse (M1) de 44,42 g de couleur marron foncé avec un rendement de 6,34%.

La valeur du rendement est influencée par plusieurs facteurs tels que la structure et le pH du sol, la salinité du lieu de récolte, la température, l'air, etc. De plus, elle peut être liée aux conditions expérimentales et à la nature du solvant utilisé. Les solvants ont la capacité de pénétrer profondément dans la matrice végétale. Ils entrent ainsi en contact avec une plus grande quantité de solutés et favorisent l'extraction. Cependant, la présence d'eau (30% dans notre cas) dans le solvant d'extraction perturbe les parois cellulaires en raison de sa plus grande polarité comparée aux alcools (Penchev et al., 2010).

### IV.2. Criblage phytochimique par CCM

Afin d'avoir une idée sur le nombre de produits à séparer, l'extrait éthanolique de la partie racinaire a été soumis à une analyse par chromatographie sur couche mince (CCM) (figure-24). Pour ce faire, des plaques CCM ont été développées en utilisant deux systèmes d'éluant. Les observations ont été réalisées sous une lampe UV à des longueurs d'onde de 254 et 365 nm, suivies d'une révélation avec le réactif vanilline

---



**Figure-24** : Les chromatogrammes de l'extrait éthanolique dans les deux systèmes d'éluant : 80/20 (a) et 70/30/0,5 (b).

Le profil chromatographique (figure-24) révèle que l'extrait éthanolique est principalement riche en flavonoïdes (représentés par des taches jaunes), en isoflavonoïdes (représentés par des taches orange) en saponines (représentées par une tache violette), et en d'autres composés qui apparaissent en vert sombre qui peuvent être des triterpènes

Pour préciser la nature des phytoconstituants révélés, des réactifs spécifiques ont été utilisés, générant des réactions colorées.

### IV.3. Criblage phytochimique par réactions colorées

L'analyse phytochimique réalisée a permis de constater la présence de quatre grands groupes chimiques (polyphénols, flavonoïdes, alcaloïdes et saponosides). Cependant, il semble que les tanins ne soient pas présents dans notre extrait. Les résultats du criblage phytochimique sont représentés dans le tableau-10.

**Tableau-10** : Résultats du criblage phytochimique

Groupe chimique	Résultats
Polyphénols	Présence
Flavonoïdes	Présence
Tanins	Absence
Alcaloïdes	Présence
Saponosides	Présence

### IV.3.1. Recherche des polyphénols

Après l'ajout de quelques gouttes d'une solution méthanolique de  $\text{FeCl}_3$  à 10% à 2 ml d'extrait éthanolique, une coloration noirâtre se forme (figure-25), ce qui témoigne de la présence de polyphénols dans la plante.



**Figure-25** : Caractérisation des polyphénols.

### IV.3.2. Recherche des flavonoïdes

La détection des flavonoïdes est rendue possible grâce à la réaction de Cyanidine (Figure-26). Selon ce test, la formation d'une couleur orange indique la présence de ces composés dans notre extrait, qui peuvent être de type flavone.



**Figure-26** : Caractérisation des flavonoïdes.

### IV.3.3. Recherche des tanins

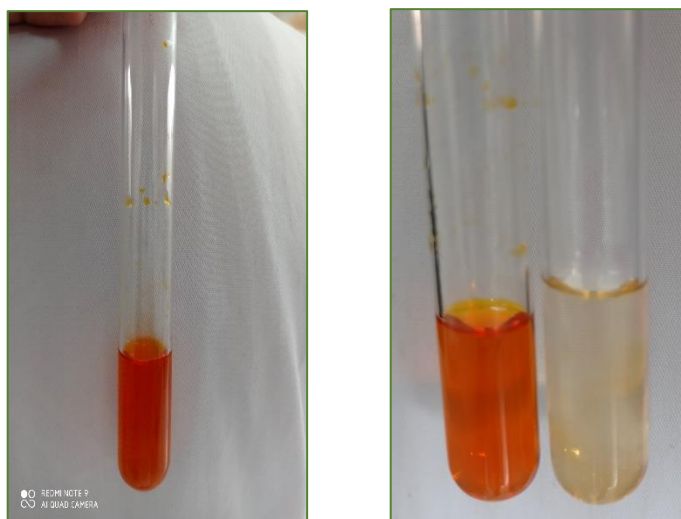
Le test spécifique pour la caractérisation des tanins n'a pas donné de résultat avec l'extrait éthanolique après l'utilisation du réactif spécifique (figure-27) ce qui indique l'absence de ces composés dans notre extrait.



**Figure-27** : Caractérisation des tanins.

### IV.3.4. Recherche des alcaloïdes

L'observation d'une coloration rouge-orangé après avoir utilisé le réactif de Dragendorff, suggère de la présence d'alcaloïdes dans l'extrait brut (figure-28).



**Figure-28** : Caractérisation des alcaloïdes.



### IV.3.5. Recherche des saponosides

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 29 qui indique clairement la présence de ces composés dans l'extrait étudié.



**Figure-29** : Caractérisation des saponosides.

$$IM = \text{l'inverse } C \times D$$

$$C : \text{Concentration initiale de l'extrait éthanolique} = \frac{1}{100}$$

$$D : \text{Dilution dans le tube N°1} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{100} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{1000}$$

$$IM = \text{l'inverse} \frac{1}{1000} = \frac{1000}{1} = 1000 > 100$$

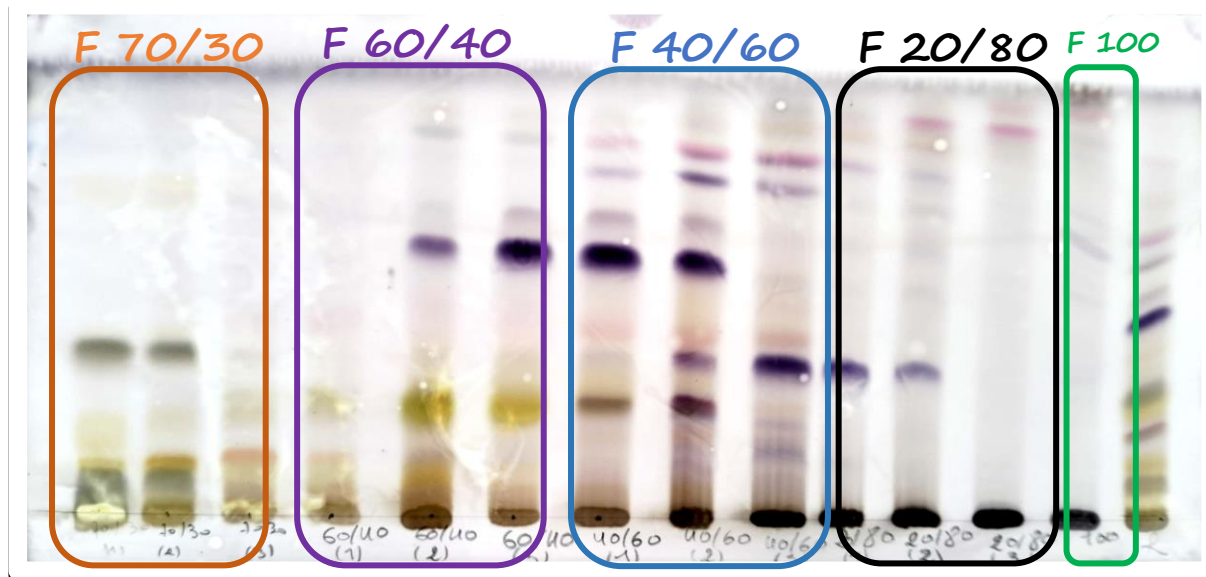
### IV.4. Fractionnement de l'extrait éthanolique

L'extrait éthanolique, des racines a subi un premier fractionnement par chromatographie liquide sous vide (VLC) sur gel de silice greffé en C<sub>18</sub> éluée avec un gradient du système H<sub>2</sub>O–MeOH. Par la suite, six fractions distinctes ont été collectées en regroupant les fractions similaires.

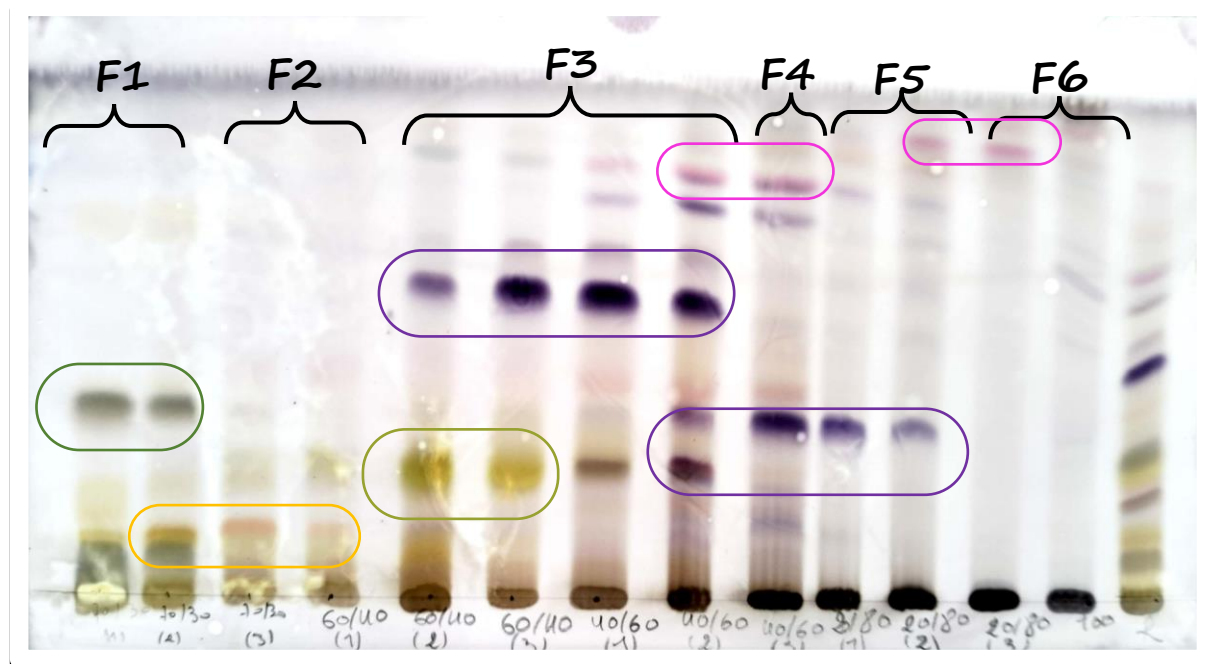
Le suivi par CCM révélée avec le réactif à base de vanilline nous a permis de confirmer la richesse de notre extrait en métabolites secondaires, notamment les isoflavonoïdes (avec des taches orange) dans la première et la deuxième fraction [F1 et F2], les flavonoïdes (taches

jaunes) dans la troisième fraction [F3], et les saponosides (taches violette) [F3-F5]. De plus, deux autres composés ont été observés, l'un de couleur rose présent dans les fractions [F3-F6], et l'autre de couleur vert sombre dans la première fraction [F1] (qui pourrait être un triterpène).

Les figure-30 et 31 ainsi que le tableau-11 représentent les résultats de ce fractionnement de l'extrait éthanolique qui ne peuvent qu'encourager l'investigation phytochimique sur cette espèce en vue d'isoler et de purifier les composés présents dans cet extrait.



**Figure-30** : Les résultats d'élution de l'extrait éthanolique par un gradient de solvant.



**Figure-31** : CCM récapitulative des fractions résultantes de la VLC de l'extrait éthanolique, par le système  $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}$  80 :20 (v/v).

**Tableau-11** : Les fractions de la VLC sur RP<sub>18</sub> de l'extrait éthanolique des parties racinaires de *Genista*.

Eluant : H <sub>2</sub> O–MeOH	Fractions collectées	Description
70/30 <sup>(1), (2)</sup>	F1	Mélange séparable
70/30 <sup>(3)</sup> 60/40 <sup>(1)</sup>	F2	Traces de produits
60/40 <sup>(2), (3)</sup> 40/60 <sup>(1), (2)</sup>	F3	Mélange complexe
40/60 <sup>(3)</sup>	F4	Mélange séparable
20/80 <sup>(1), (2)</sup>	F5	Traces de produits
20/80 <sup>(3)</sup> 0/100	F6	Traces de produits

Nos résultats ont permis de mettre en évidence la richesse en métabolites secondaire de l'extrait éthanolique de la partie racinaire d'une espèce du genre *Genista* (Fabaceae). Ces résultats sont en accord avec de nombreux travaux réalisés sur d'autres espèces du même genre. **Lrhorfi et al., 2016**, ont démontré que les extraits méthanoliques de l'espèce *Genista quadriflora* (G.Q.) étaient remarquables par leur richesse en flavonoïdes, alcaloïdes et en saponines. **Aourahoun et al., 2019** ont aussi révélé des niveaux particulièrement élevés de phénols totaux et de flavonoïdes totaux dans les extraits des parties aériennes (feuilles et gousses) de *Genista ferox*, De plus, l'extrait n-BuOH des parties aériennes de *Genista ulicina*, étudié par **Boutaghane et al., 2013**, a permis la séparation et l'identification de six saponines triterpéniques reportées pour la première fois et huit autres saponines triterpéniques connues ainsi que six flavonoïdes. L'étude phytochimique des phases polaires et semi-polaires menée sur *Genista tricuspidata* a permis l'isolement de trois isoflavones, quatre flavonoïdes, une flavane ainsi que deux triterpènes (**Boumaza, 2017**).

**Références :**

- Abe, E., Delye, S. G., & Alvarez, J. C. (2010).** Extraction liquide-liquide : théorie, applications, difficultés. In *Annales de Toxicologie Analytique*, 22 (2), 51-59. EDP Sciences.
- Aourahoun, K. A. K., Fazouane, F., Benayache, S., Bettache, Z. H., Benayad, T., & Denni, N. (2019).** Antioxidant and anti-inflammatory activity of phenolic extracts of *Genista ferox* (Fabaceae). *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 32(6).
- Boumaza, O. (2017).** Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de *Genista tricuspidata* (Fabaceae), et *Haloxylon scoparium* (Chenopodiaceae). Thèse do doctorat. Université frères Mentouri Constantine 1.
- Boutaghane, N., Voutquenne-Nazabadioko, L., Harakat, D., Simon, A., & Kabouche, Z. (2013).** Triterpene saponins of *Genista ulicina* Spach. *Phytochemistry*, 93, 176-181.
- Lrhorfi, L. A., Dahmani, F. Z., Elyahyoui, O., Berrani, A., Samama, A., Kerrouri, S., & Bengueddour, R. (2016).** The secondary metabolites composition of extracts *Genista quadriflora* of Morocco. *European Scientific Journal* 12, 1857-81.
- Penchev, P., Angelov, G., & Condoret, J. S. (2010).** Extraction des agents antioxydants (acide rosmarinique) à partir de la mélisse (*Melissa officinalis* L.). *Revue de génie industriel*, 5, 115-123.
-

# **Conclusion générale**

# Conclusion générale

Les plantes médicinales par leur grande diversité restent une source précieuse de composés naturels qui possèdent des propriétés thérapeutiques bien établies. Elles constituent un véritable réservoir environnemental. Les composés actifs, extraits des plantes, offrent un grand nombre de possibilités pour le traitement de diverses pathologies, tout en maintenant la santé humaine.

Le présent travail avait pour objet la valorisation et l'exploitation de la flore du nord Algérien par l'étude phytochimique d'une plante médicinale Algérienne *Genista* appartenant à la famille des Fabaceae.

Les études phytochimiques réalisées sur les plantes médicinales de la famille Fabaceae révèlent que cette famille en général et le Genre *Genista* en particulier sont extrêmement riches en substances bioactives, bénéfiques pour divers domaines de la médecine traditionnelle et de la pharmacologie.

L'investigation phytochimique réalisée sur l'extrait éthanolique des parties racinaires de *Genista* ont conduit à la détection de la présence de nombreuses classes de métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes, et les saponines. Pour cela nous avons utilisé une combinaison de deux méthodes chromatographiques dans le but de séparer et purifier les composants chimiques de l'extrait brut. Les méthodes utilisées sont :

- La chromatographie liquide sous vide en phase inverse C18 (VLC).
- La chromatographie sur plaques analytiques de silice normale (CCM).

Nous avons également réalisé un screening phytochimique pour confirmer la présence ou l'absence de certains composés, en observant l'apparition de colorations caractéristiques, à partir de l'extrait qui contient un grand nombre de composés différents. Il est donc très probable qu'il contienne des composés bioactifs tels que les flavonoïdes et les saponines une fois purifiés.

Enfin, il est évident à la lumière de tous les résultats obtenus que cela ouvre de nouvelles perspectives dans le domaine de la recherche sur les composés naturels actifs.

## Résumé

Ce travail a été consacré à l'étude phytochimique d'une espèce du genre *Genista* appartenant à la famille des Fabaceae, qui se caractérise par sa richesse en substances bioactives et son utilisation en médecine traditionnelle. Ce Genre est principalement présent dans la région nord-africaine. En Algérie, il est localisé dans la région est et sud-est et au grand Sahara. L'investigation phytochimique a été réalisée en utilisant la chromatographie liquide sous vide en phase inverse C18 (VLC) et la chromatographie sur couche mince (CCM). De plus, un screening phytochimique a été réalisé sur l'extrait éthanolique afin d'identifier et de détecter la présence de différents composés chimiques.

L'étude phytochimique a révélé la présence de différents métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes, les saponines, qui confèrent à cette plante une diversité d'activités biologiques. Les résultats obtenus ont confirmé la richesse de *Genista* en composés biologiquement actifs, présentant un intérêt important dans divers domaines médicaux et biologiques.

**Mots clés :** *Genista*, Fabaceae, investigation phytochimique, VLC, CCM, flavonoïdes, alcaloïdes, saponines.

## Abstract

This work was dedicated to the phytochemical study of a species belonging to the *Genista* genus, which is part of the Fabaceae family. It is characterized by its richness in bioactive substances and its use in traditional medicine. This genus is mainly found in the North African region. In Algeria, it is located in the eastern and southeastern regions as well as the large Sahara. The phytochemical investigation was conducted using vacuum liquid chromatography on a C18 reverse phase (VLC) and thin-layer chromatography (CCM). Additionally, a phytochemical screening was performed on the ethanolic extract to identify and detect the presence of different chemical compounds.

The phytochemical study revealed the presence of various secondary metabolites such as flavonoids, alkaloids, and saponins, which confer a diversity of biological activities to this plant. The obtained results confirmed the richness of *Genista* in biologically active compounds, demonstrating significant interest in various medicinal and biological domains.

**Keywords :** *Genista*, Fabaceae, phytochemical investigation, VLC, CCM, flavonoids, alkaloids, saponins.



## ملخص

هذا العمل تم تكريسه لدراسة الكيمياء النباتية لنوع من جنس الجينيستا التابع لعائلة الفباسي، والذي يتميز بغناه بالمركبات الحيوية النشطة واستخدامه في الطب التقليدي. هذا الجنس موجود بشكل رئيسي في منطقة شمال أفريقيا. في الجزائر، توجد في المناطق الشرقية والجنوبية الشرقية والصحراء الكبرى. تمت الدراسة الكيميائية النباتية باستخدام كروماتوغرافيا السائلة الكاشف تحت الفراغ للمرحلة العكسية (VLC) C18 وكروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة. (CCM) بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء فحص كيميائي نباتي على المستخلص الإيثانولي لتحديد واكتشاف وجود مركبات كيميائية مختلفة.

كشفت الدراسة الكيميائية النباتية وجود مجموعة متنوعة من المركبات الثانوية مثل الفلافونويدات والقلويدات والصابونينات، التي تضيف على هذه النبتة تنوعاً في الأنشطة البيولوجية. أكدت النتائج المتحصل عليها غنى جينيستا بالمركبات النشطة بيولوجياً، مما يمثل اهتماماً كبيراً في مجالات الطب والبيولوجيا المختلفة.

**الكلمات المفتاحية:** جنستا، الفباسي، التحقيق الكيميائي النباتي، VLC، CCM، الفلافونويدات، القلويدات، السابونينات،

Année universitaire : 2022-2023

Présenté par :

HAMIDA Assia

BOULKROUN Khaoula

## Investigation phytochimique d'une plante médicinale Algérienne du Genre *Genista* (Fabaceae)

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie appliqué.

### Résumé

Ce travail a été consacré à l'étude phytochimique d'une espèce du genre *Genista* appartenant à la famille des Fabaceae, qui se caractérise par sa richesse en substances bioactives et son utilisation en médecine traditionnelle. Ce Genre est principalement présent dans la région nord-africaine. En Algérie, il est localisé dans la région est et sud-est et au grand Sahara. L'investigation phytochimique a été réalisée en utilisant la chromatographie liquide sous vide en phase inverse C18 (VLC) et la chromatographie sur couche mince (CCM). De plus, un screening phytochimique a été réalisé sur l'extrait éthanolique afin d'identifier et de détecter la présence de différents composés chimiques.

L'étude phytochimique a révélé la présence de différents métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes, les saponines, qui confèrent à cette plante une diversité d'activités biologiques. Les résultats obtenus ont confirmé la richesse de *Genista* en composés biologiquement actifs, présentant un intérêt important dans divers domaines médicaux et biologiques.

**Mots clés :** *Genista*, Fabaceae, investigation phytochimique, VLC, CCM, flavonoïdes, alcaloïdes, saponines.

#### Laboratoires de recherche :

Laboratoire d'Obtention des Substances Thérapeutiques. Département de Chimie. (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Encadreur :** SEGUENI Narimane (MCA – Université Salah Boubnider Constantine 3).

**Président :** SEMRA Ilhem (MAA- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Examineur :** BOUTAGHANE Naima (Pr - Université Frères Mentouri, Constantine 1).