REPUPLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRES
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SETIF 1 FARHAT ABBAS



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE CHIMIE



Faculté des Sciences

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master chimie

Spécialité : Chimie Pharmaceutique

THÈME

Principe de l'identification structurale des flavonoïdes par la résonance magnétique nucléaire

Présenté par :

ZAIBET RAHMA

AIT CHABANE AMEL

Date de soutenance : 28/06/2026

Jury de soutenance :

Président :	**Dr. MADANI Abdelghani**	**Université setif 1 Farhat ABBAS**
Encadreur :	**Dr. KACEM Nassira**	**Université setif 1 Farhat ABBAS**
Examinateur :	**Dr. YAHIAOUI Messaoud**	**Université setif 1 Farhat ABBAS**

2025/2026

Tables de matières

Les titers	pages
REMERCIEMENTS	
DÉDICACES	
DÉDICACES	
TABLES DE MATIÈRES	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES ABRÉVIATIONS	
AVANT-PROPOS	**1**
CHAPITRE 01: LES MÉTABOLITES SECONDAIRES	**2**
Introduction	**3**
I.1. Les terpènes	**3**
I.1.1. Définition	**3**
I.1.2. Les grandes classes des terpènes	**3**
I.1.3. Les activités thérapeutiques des terpènes	**7**
I.2. Les coumarines	**9**
I.2.1. Définition	**9**
I.2.2. Les grandes classes des coumarines	**10**
I.2.3. Les Activités thérapeutiques des coumarines	**12**
I.3. Les alcaloïdes	**13**
I.3.1. Définition	**13**
I.3.2. Les grandes classes des alcaloïdes	**13**
I.3.3. Les activités thérapeutiques des alcaloïdes	**16**
I.4. Les flavonoïdes	**18**
I.4.1. Définition	**18**
I.4.2. Structure des flavonoïdes	**18**
I.4.3. Classification	**18**
I.4.4. Les aglycones	**20**
I.4.5. Les hétérosides	**20**
I.4.5.1. Les *O*-hétérosides	**20**
I.4.5.2. Les *C*-hétérosides	**21**
I.4.6. La Biosynthèse des flavonoïdes	**21**
I.4.7. Le rôle des flavonoïdes dans les plantes	**24**
I.4.8. Les activités thérapeutiques des flavonoïdes	**24**
CHAPITRE 02 : EXTRACTION ET IDENTIFICATION DES FLAVONOÏDES	**27**
Introduction	**28**
II.1. Extraction des flavonoïdes	**28**
II.2. Séparation des flavonoïdes	**28**
II.2.1. Principe de la chromatographie	**29**
II.2.2 Chromatographie sur couche mince (CCM)	**30**
II.2.3. La chromatographie sur colonne ouverte (CC)	**30**

II.3. Identification des flavonoïdes	**31**
II.3.1. Méthodes chromatographiques	**31**
II.3.2. Rappels sur quelques méthodes spectroscopiques	**33**
II.3.2.1 Spectroscopique Ultraviolette – Visible	**33**
II.3.2.2. Spectrométrie de masse (SM)	**34**
II.3.2.2.1 La spectroscopie de masse en impact électronique	**34**
II.3.2.2.2 La spectroscopie de masse en *electrospray*	**35**
II.4. Principes de la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire	**36**
II.4.1. Généralités	**36**
II.4.2. Les noyaux qui peuvent être étudiés par RMN	**37**
II.4.3. Interaction spin nucléaire-champ magnétique pour un noyau	**38**
II.4.4. Fréquence de Larmor	**39**
II.4.5. Loi de répartition des particules	**40**
II.4.6. Phénomène de résonance magnétique	**41**
II.4.7. Détection de signal	**41**
II.4.8. Transformée de Fourier	**42**
II.4.9. Constitution d'un spectromètre RMN	**42**
II.4.10. La RMN du proton ^{1}H	**43**
II.4.10.1. Déplacement chimique	**43**
II.4.10.1.1. Blindage des noyaux d'hydrogène	**44**
II.4.10.2. Noyaux blindés ou déblindés	**45**
II.4.10.3. Facteurs affectant les déplacements chimiques	**45**
II.4.10.4. Couplage spin-spin	**47**
II.4.10.5. Intégration des signaux	**48**
II.4.10.6. Découplage de spin	**49**
II.4.11. La RMN du carbone 13 (^{13}C)	**49**
II.4.11.1. Spectre RMN ^{13}C totalement découplé	**50**
II.4.11.2. Spectre RMN ^{13}C off résonance	**51**
II.5. RMN des flavonoïdes	**52**
II.5.1. Les différents déplacements des protons des flavonoïdes en RMN-^{1}H	**52**
II.5.1.1. Protons aromatiques	**52**
II.5.1.2. Autres protons	**53**
II.5.2. La résonance magnétique nucléaire du carbone (^{13}C-RMN)	**54**
II.5.2.1. Identification de la liaison *O*-glycosidique des flavonoïdes	**54**
II.5.2.2. Identification de la liaison *C*-glycosidique des flavonoïdes	**55**
II.5.2.3. Identification des aglycones	**55**
II.6. Méthode chimique	**56**
CHAPITRE 3 : Identification structurale de F-S1 isolé du *Genista quadriflora* Munby	**57**
III.1. Etude Botanique	**58**
III.1.1. Description	**58**
III.1.2. Place dans la systématique	**58**

III.1.3. Répartition géographique	**59**
III.2. Etude Chimique	**59**
III.2.1. Travaux antérieurs	**59**
III.2.2. Matériel végétal	**60**
III.2.3. Protocole d'extraction	**60**
III.2.4. Protocole d'extraction des flavonoïdes	**62**
III.3. Etude d'un composé flavonique F-S1 isolé dans le *Genista quadriflora*	**62**
III.3.1. Etude du spectre de masse en *electrosparay* mode négatif de F-S1	**62**
III.3.2. Etude des spectres RMN	**63**
III.3.2.1. Etude du spectre RMN ^{13}C	**63**
III.3.2.2. Etude du spectre RMN ^{1}H du composé F-S1	**64**
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	**69**
BIBLIOGRAPHIE	**70**
RESUME	**82**
ABSTRACT	**83**
الملخص	**83**

Résumé

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'espèce endémique de la flore algérienne, ***Genista quadriflora* Munby** qui appartient à la famille des *Fabaceae* (genre *Genista).*

Une autre partie de ce travail a été dédiée aux flavonoïdes du point de vue de leur structure, classification, biosynthèse, propriétés biologiques et pharmacologiques, ainsi qu'aux principales méthodes d'extraction, de séparation et d'identification structurale utilisées dans leur analyse phytochimique.

Par ailleurs, un composé flavonique a été étudié : le composé **F-S1** isolé de l'espèce ***Genista quadriflora***, à travers l'analyse de son spectre de masse en *electrospray* en mode négatif (ESI-MS) ainsi que ses spectres RMN ^{1}H et RMN ^{13}C. L'interprétation des données spectroscopiques a permis de mettre en évidence l'apport des techniques de spectrométrie de masse et de RMN dans l'identification structurale des composés flavonoïdiques.

Mots clés : *Fabaceae*, *Genista quadriflora* Munby, flavonoïdes, ESI-MS, RMN ^{1}H, RMN ^{13}C.

Abstract

In this work, we were interested in the study of the endemic species of the Algerian flora, ***Genista quadriflora* Munby**, which belongs to the Fabaceae family (*Genista genus*).

Another part of this work was devoted to flavonoids from the point of view of their structure, classification, biosynthesis, biological and pharmacological properties, as well as the main methods of extraction, separation and structural identification used in their phytochemical analysis.

Furthermore, a flavonic compound was studied: compound F-S1 isolated from the species ***Genista quadriflora,*** through the analysis of its electrospray mass spectrum in negative mode (ESI-MS) as well as its ^{1}H NMR and ^{13}C NMR spectra. The interpretation of spectroscopic data made it possible to highlight the contribution of mass spectrometry and NMR techniques in the structural identification of flavonoid compounds.

Keywords: *Fabaceae*, *Genista quadriflora* Munby, flavonoids, ESI-MS, ^{1}H NMR, ^{13}C NMR.

الملخص

في هذا العمل، اهتممنا بدراسة النوع المتوطن من الفلورا الجزائرية ***Genista quadriflora* Munby** الذي ينتمي إلى عائلة *Fabaceae* جنس (*Genista*)

تم تخصيص جزء آخر من هذا العمل للفلافونويدات من حيث بنيتها، تصنيفها، التخليق الحيوي، الخصائص البيولوجية والدوائية، وكذلك أهم طرق الاستخلاص، الفصل والتحديد البنيوي المستخدمة في تحليلها الفيتوكيميائي.

علاوة على ذلك، تمت دراسة مركب فلافوني: المركب F-S1 المعزول من نوع ***Genista quadriflora***، من خلال تحليل طيفه الكتلي بالرش الإلكتروني في النمط السالب (ESI-MS) وكذلك أطياف ^{1}H RMN و ^{13}C. RMN وقد سمح تفسير البيانات الطيفية بإبراز مساهمة تقنيات مطيافية الكتلة والرنين المغناطيسي النووي في التحديد البنيوي للمركبات الفلافونويدية.

الكلمات المفتاحية: *Fabaceae*، *Genista quadriflora* Munby، الفلافونويدات، ESI-MS، ^{1}H RMN، ^{13}C. RMN