

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 غرداية
Université de Ghardaïa



Facultés des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre
Département de Biologie
Spécialité : Écologie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème

Initiation à l'étude d'une vertu cosmétique et industrielle de *Pergularia tomentosa* L.

Réalisé par

MEDDAH khadidja

GHOCHI Nadjoua

Membres du jury

| | | | |
|----------------------|-----|------------------------|--------------|
| Mr Saleh BENKHERARA | MCA | Université de Ghardaïa | Président |
| Mme Ahlem DAFRI | MCB | Université de Ghardaïa | Encadrante |
| Mme Ouarda BELABASSI | MAA | Université de Ghardaïa | Examinatrice |

Année universitaire : 2021/2022

Dédicace

*C'est avec profonde gratitude, amour, respect, reconnaissance et sincères mots,
que je dédie ce mémoire*

*À ma source de tendresse, ma chère mère qui a éclairé mon chemin et qui m'a
encouragée et accompagnée au long de ma carrière universitaire par ses
prières sincères,*

Les mots ne suffiraient pas face à ses efforts avec moi

*À mon très cher père, la lumière de ma vie, pour sa confiance, ses
encouragements et son soutien dans toute ma carrière d'étude dès le premier
pas jusqu'à ce jour-là*

Que dieu vous bénisse, vous protège et vous garde le plus longtemps avec nous

*À mes sœurs : Amina et sa fille Malek, Amira, Ahlam et mon frère Abdelhakim
Que dieu vous garde et vous accorde le bonheur et la chance*

*À mes meilleures amies ; Ouled Laid Khaoula et Haili Salma pour leur soutien
moral*

À mes amis ; Guettai Safaa, Rahmouni Yousra, Karboub Hana

& Bakhouche Zakaria, pour leur collaboration et leur aide

À ma binôme Ghochi Nadjoua et à tous ceux qui me connaissent

Meddah Khadidja 

Dédicace

*C'est grâce à l'aide d'Allah que nous avons achevé ce travail que je dédie pour
ma part*

*Aux deux âmes les plus chères au monde, mon père et ma mère qui ont toujours
été là pour moi, et qui m'ont comblée de leurs sacrifices, amour, tendresse et
soutien. Que dieu les protège*

*À toute ma famille Ghochi surtout mes chers frère et sœurs : Leila, Oumima,
Rihab, Rahaf, Hiba & Abd Rahim. Que vos chemins soient pleins de succès*

À tous mes amis

À ma chère binôme Meddah Khadidja et toute sa famille

Ghochi Nadjoua 

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Allah tout puissant de nous avoir donné la force et la patience pour pouvoir accomplir ce travail.

Nous désirons exprimer notre profonde et vive reconnaissance à nos familles respectives pour leur soutien moral et leurs encouragements et pour leurs sacrifices lors de la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements vont également à Dr Dafri Ahlem pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire et pour ses encouragements et ses conseils. Elle était la meilleure sœur et amie, tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect et la reconnaissance que nous lui portons. Un grand merci du fond de nos cœurs.

Nos vifs remerciements vont également à monsieur le président du jury, Dr Benkherara Salah, et à madame l'examinatrice, Mme Belabessi Ouarda, d'avoir accepté de donner de leur temps et de leur savoir pour examiner ce travail.

Nous remercions tous nos enseignants qui ont contribué, tous nos amis et nos collègues, ainsi que tous ceux et celles qui nous ont apporté aide et soutien, de près ou de loin tout au long de nos études.

Résumé

Le présent travail s'intéresse à l'effet dépilatoire, méconnu par la communauté scientifique, de la plante *Pergularia tomentosa* L. Le travail s'articule autour de plusieurs expérimentations, depuis des tests préliminaires, et jusqu'aux tests des fractions séparées des extraits de la plante par chromatographie sur colonne. Les résultats du travail montrent que les tiges sont la partie la plus efficace, et que la macération est la méthode d'extraction la plus efficace. Le composé responsable de cet effet dépilatoire semble être présent dans une fraction de couleur jaune claire, séparée de l'extrait des tiges. Le travail est donc le premier à explorer cette piste des bienfaits de la plante très largement étudiée pour ses pouvoirs antibiotiques et antioxydants.

Mots clés: Effet dépilatoire, *Pergularia tomentosa*, extraits naturels, extraits végétaux.

Abstract

This work focuses on the depilatory effect, unknown by the scientific community, of the plant *Pergularia tomentos* L. The work revolves around several experiments, from preliminary tests, to the tests of the fractions separated from the extracts of the plant using the column chromatography method. The results of the work show that the stems are the most effective part, and that maceration is the most effective extraction method. The compound responsible for this depilatory effect seems to be present in a light yellow colored fraction separated from the stem extract. The work is therefore the first to explore this track of the benefits of the plant, which has been widely studied for its antibiotic and antioxidant power.

Key words: Depilatory effect, *Pergularia tomentosa*, natural extracts, plant extracts.

ملخص

يركز العمل الحالي على خاصية إزالة الشعر، غير المعروفة في الوسط العلمي، عن نبات *Pergularia tomentosa* L. يدور العمل حول عدة تجارب، بدأ بالاختبارات الأولية، إلى اختبارات الأجزاء المفصولة من مستخلصات النبات بواسطة الكروماتوجرافيا العمودية. تظهر نتائج العمل أن سيقان النبتة هي الجزء الأكثر فاعلية، وأن النقع هو أكثر طرق الاستخراج فعالية أيضاً. يبدو أن المركب المسؤول عن هذه الخاصية موجود أكثر في جزء أصفر فاتح اللون مفصول عن مستخلص الساق. وبالتالي فإن هذا العمل هو الأول من نوعه، وأول من يسلط الضوء على هذه الخاصية لدى هذا النبات الذي تمت دراسته على نطاق واسع لكن لأغراض أخرى كخاصية المضادات الحيوية ومضادات الأكسدة.

كلمات مفتاحية: مزيل الشعر، *Pergularia tomentosa*، مستخلصات طبيعية، مستخلصات نباتية.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| <i>Dédicace</i> | III |
| <i>Dédicace</i> | IV |
| Remerciements | V |
| Résumé | VII |
| Abstract | VII |
| ملخص | VII |
| Table des matières | VIII |
| Index des figures | XI |
| Index des tableaux | XII |
| Introduction | 3 |
| Chapitre I : Revue bibliographique | 7 |
| I. <i>Pergularia tomentosa</i> L. | 7 |
| 1. Généralités..... | 7 |
| 2. Description botanique..... | 8 |
| 3. Position taxonomique | 9 |
| 4. Répartition géographique | 9 |
| 5. Composition biochimique | 9 |
| 5.1. Métabolites primaires | 10 |
| 5.2. Métabolites secondaires..... | 10 |
| 5.3. Composition minérale..... | 10 |
| 6. Intérêts de <i>Pergularia tomentosa</i> | 11 |
| 6.1. Usage traditionnel et intérêt socio-culturel..... | 11 |
| 6.2. Intérêt médicamenteux et pharmacologique | 12 |
| 6.2.1. Activité pharmacologique | 12 |
| 6.2.2. Activité Antioxydante | 12 |
| 6.2.3. Activité cardiotonique..... | 13 |
| 6.2.4. Activité molluscicide..... | 13 |
| 6.3. Intérêt industriel..... | 13 |
| 7. Travaux réalisés sur la plante | 14 |
| II Peaux humaine et animale | 16 |
| 1. La peau humaine | 16 |
| 1.1. Présentation | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 1.2. Anatomie | 16 |
| 1.2.1. L'hypoderme | 16 |
| 1.2.2. Le derme | 17 |
| 1.2.3. L'épiderme | 17 |
| 1.2.4. Les poils | 18 |
| 1.3. Épilation..... | 19 |
| 1.3.1. Procédés manuels, mécaniques et électriques..... | 19 |
| a. Épilation à la cire | 19 |
| b. Épilation à la pince | 19 |
| c. Épilation électrique | 20 |
| 1.3.2. Procédés chimiques : Les crèmes dépilatoires | 20 |
| 2. Les peaux animales | 20 |
| 2.1. Types de peaux chez les animaux..... | 21 |
| 2.2. Peausseries..... | 21 |
| Chapitre II : Étude Expérimentale | 25 |
| 1. Présentation de la région d'échantillonnage..... | 25 |
| 2. Échantillonnage du matériel biologique..... | 26 |
| 2.1. La plante | 26 |
| 2.2. La peau de caprin..... | 26 |
| 3. Étude générale et comparative de l'effet dépilatoire des parties de la plante | 27 |
| 4. Étude comparative de l'effet dépilatoire des différents extraits classiques de la plante | 28 |
| 4.1. Macération | 28 |
| 4.2. Infusion | 29 |
| 4.3. Décoction..... | 29 |
| 4.4. Broyage..... | 29 |
| 5. Étude comparative des extraits produits par des méthodes d'extraction modernes | 30 |
| 5.1. Préparation des extraits..... | 30 |
| 5.1.1. Hydrodistillation | 30 |
| 5.1.2. Macération à l'éthanol | 31 |
| 5.2. Recherche et séparation des constituants des extraits | 32 |
| 5.2.1. Le criblage phytochimique | 32 |
| 5.2.2. La chromatographie sur couche mince | 33 |
| 5.2.3. La chromatographie sur colonne..... | 34 |
| 5.3. Étude de l'effet dépilatoire des fractions des extraits..... | 36 |

| | |
|---|-----------|
| Chapitre III : Résultats et discussion | 39 |
| 1. Étude générale et comparative de l'effet dépilatoire des parties de la plante | 39 |
| 2. Étude comparative de l'effet dépilatoire des différents extraits classiques de la plante | 40 |
| 3. Étude comparative des extraits produits par méthodes d'extraction modernes | 41 |
| 3.1. Les extraits préparés | 41 |
| 3.2. Les constituants des extraits | 41 |
| 3.2.1. Résultat du criblage phytochimique..... | 41 |
| 3.2.2. Résultats de la chromatographie sur couche mince | 43 |
| 3.2.3. Résultats de la chromatographie sur colonne..... | 43 |
| 3.3. Effet dépilatoire des fractions séparées des extraits | 46 |
| Conclusion et perspectives..... | 51 |
| Références bibliographiques | 52 |

Index des figures

| | |
|---|----|
| Fig. 1 Aspect général de <i>Pergularia tomentosa</i> L. | 7 |
| Fig. 2 Les parties botaniques de <i>Pergularia tomentosa</i> | 9 |
| Fig. 3 Aire de répartition de <i>P. tomentosa</i> | 9 |
| Fig. 4 Les trois couches de la peau (Plan de coupe) | 16 |
| Fig. 5 Composition de l'hypoderme..... | 17 |
| Fig. 6 Composition du derme | 17 |
| Fig. 7 Coupe transversale de l'épiderme | 18 |
| Fig. 8 Insertion des poils dans le derme | 18 |
| Fig. 9 Anatomie du poil..... | 19 |
| Fig. 10 Classification des vertébrés selon les caractéristiques de leur peau | 20 |
| Fig. 11 Différents types de peausseries | 22 |
| Fig. 12 Situation géographique de la zone d'échantillonnage (Zelfana)..... | 25 |
| Fig. 13 Échantillon de peau de caprin prêt à l'expérimentation..... | 26 |
| Fig. 14 Étapes de l'étude de l'effet dépilatoire des parties botaniques de la plante..... | 27 |
| Fig. 15 Étapes de l'étude comparative de l'effet des extraits classiques de la plante | 29 |
| Fig. 16 Extraction par hydrodistillation | 31 |
| Fig. 17 Extraction par macération à l'éthanol | 32 |
| Fig. 18 Chromatographie sur couche mince (CCM) | 34 |
| Fig. 19 La chromatographie sur colonne..... | 35 |
| Fig. 20 Étude de l'effet dépilatoire des fractions des extraits | 36 |
| Fig. 21 Représentation graphique de l'effet dépilatoire des parties de la plante..... | 39 |
| Fig. 22 Représentation graphique de l'effet dépilatoire des extraits classiques de la plante ... | 40 |
| Fig. 23 Représentation graphique du rendement des extractions de la plante | 41 |
| Fig. 24 Résultats de la CCM | 43 |
| Fig. 25 Résultats de la chromatographie sur colonne : Les fractions de l'extrait des tiges | 44 |
| Fig. 26 Résultats de la chromatographie sur colonne : Les fractions de l'extrait des feuilles . | 45 |
| Fig. 27 Comparaison des résultats de l'effet dépilatoire des fractions des extraits des tiges et des feuilles sur les peaux | 46 |
| Fig. 28 Représentation graphique des résultats de l'effet dépilatoire des fractions de l'extrait des tiges sur les peaux de caprin | 47 |
| Fig. 29 Représentation graphique des résultats de l'effet dépilatoire des fractions de l'extrait des feuilles sur les peaux de caprin | 47 |

Index des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Classification de <i>Pergularia tomentosa</i> L..... | 9 |
| Tableau 2. Composition en métabolites primaires des différentes parties de <i>P. tomentosa</i> | 10 |
| Tableau 3. Composition en métabolites secondaires des différents organes de <i>P. tomentosa</i> . | 10 |
| Tableau 4. Composition minérale de <i>Pergularia tomentosa</i> | 11 |
| Tableau 5. Travaux antérieurs sur <i>Pergularia tomentosa</i> | 14 |
| Tableau 6. Les types de peaux animales | 21 |
| Tableau 7. Échantillonnage du matériel végétal | 26 |
| Tableau 8. Méthodes du criblage phytochimique utilisées | 33 |
| Tableau 9. Phases mobiles et références utilisées dans la CCM..... | 33 |
| Tableau 10. Effet dépilatoire des parties de la plante..... | 39 |
| Tableau 11. Effet dépilatoire des différents extraits classiques | 40 |
| Tableau 12. Résultats du criblage phytochimique des extraits de la plante | 42 |

Liste des abréviations

| | |
|------------|----------------------------------|
| °C | Degré Celsius |
| CCM | Chromatographie sur couche mince |
| g | Gramme |
| HD | Hydro distillation |
| L | Litre |
| ml | Milli litre |
| nm | Nanomètre |
| P | Poids |
| PBE | Poids brut de l'extrait |
| PMV | Poids de la matière végétale |
| PSE | Poids sec de l'extrait |
| R | Rendement |
| Rf | Rapport frontal |
| UV | Rayonnement ultraviolet |
| V | Volume |

Introduction

Introduction

L'intérêt pour les produits naturels et bio et les procédés de fabrication écolo grandissent de jour en jour. Ceci tant à s'appliquer dans les différents domaines ; à savoir ceux industriel et cosmétique entre autres.

Le présent travail, rentrant dans ce cadre justement, s'intéresse à un intérêt cosmétique et industriel potentiel de la plante *Pergularia tomentosa* L., appartenant à la famille Asclepidaceae et largement distribuée dans la région de Ghardaïa.

L'étude a donc pour but principal de répondre à la problématique suivante : *Pergularia tomentosa* a-t-elle réellement un effet dépilatoire ? Si oui, comment mieux l'utiliser à ses fins et d'où provient au juste cet effet ?

Afin de répondre à la problématique posée, nous nous sommes fixées comme objectifs les suivants :

- ✚ Vérifier l'efficacité des extraits de la plante en tant qu'épilatoire naturel, et essayer d'éclaircir au mieux possible la partie de la plante responsable de cet effet, si confirmé.
- ✚ Essayer de mettre en évidence la nature biologique (microorganisme) ou biochimique (métabolite ou composé végétal...) de l'agent responsable de cet effet.
- ✚ Déterminer l'extrait le plus efficace parmi ceux issus des quatre méthodes d'extractions classiques les plus utilisées, à savoir (macération, décoction, infusion et broyage).
- ✚ Étudier les constituants de la plante et séparer les différentes fractions contenues dans ces extraits.
- ✚ Déterminer la/les fraction(s) les plus efficaces comme dépilatoire naturel.

En somme, le manuscrit présente le travail en trois principales parties (précédées par une introduction et succédées par la conclusion et perspective) :

- ✓ La première partie présente l'état de l'art sur la plante *Pergularia tomentosa* L. d'une part, ainsi que des généralités sur les peaux humaines et animales et l'enlèvement des poils d'autre part.
- ✓ La deuxième partie décrit la méthodologie suivie afin d'atteindre nos objectifs.
- ✓ La dernière partie expose et discute les résultats.

Chapitre I

Revue Bibliographique

Chapitre I : Revue bibliographique

I. *Pergularia tomentosa* L.

1. Généralités

Pergularia tomentosa L. est l'un des représentants de la famille Asclepiadaceae, parmi quelques 3700 espèces regroupées dans environ 355 genres, et distribuées principalement dans les régions tropicales et subtropicales, en plus de nombreux représentants herbacés dans les zones tempérées (Good, 1951).

C'est un arbrisseau vivace pouvant aller jusqu'à plus d'un mètre de haut. Ses jeunes rameaux volubiles s'enroulent autour des plus anciens, d'où le nom « *Pergularia* » provenant du latin « Pergula » qui signifie «vigne», attribué à cette plante à cause de sa capacité à s'accrocher qui lui donne un aspect général touffu (Fig. 1 [Site web 1]) (Ozenda, 1991 ; Tlili, 2015).



Fig. 1 Aspect général de *Pergularia tomentosa* L.

Le mot « *tomentosa* » veut dire poilu ; La plante est complètement recouverte de petits poils, notamment au niveau des feuilles, ce qui lui procure une couleur vert-grisâtre (Ozenda, 1991 ; Tlili, 2015).

En plus de cette appellation (*Pergularia tomentosa*) largement utilisée, l'espèce est également connue sous la binomination synonyme : *Daemia cordata*.

En Français, la plante est communément appelée « Pergulaire » (Al-said *et al.*, 1989). En arabe et autres dialectes, les noms diffèrent selon les régions. Parmi les nombreuses appellations nous citons les variantes suivantes :

En Algérie : *ghoulga, kalga, tellakh, sellaha...* (Al-said *et al.*, 1989 ; Boulos ,1995).

En Mauritanie: *umu éjlud* (AL-mekhlafi1 *et al.*, 2017).

En Tunisie: *Bou hliba* (Lahmar *et al.*, 2017).

Au Maroc: *el-halga, sollahâ* (Bellakhdar, 1978).

En Arabe formel: *el-ghoulga, demya, leben el hamir* (Al-said *et al.*, 1989).

2. Description botanique

Tel que venant d'être mentionné, *Pergularia tomentosa* est une plante herbacée ou semi-ligneuse ; arbrisseau vivace pouvant atteindre, voire même dépasser, un mètre de haut. Les jeunes rameaux volubiles s'enroulent fréquemment autour des plus anciens, lui donnant un aspect touffu. D'un point de vue botanique, la plante est dotée de ce qui suit (Ozenda, 1991 ; Amani et Barmo, 2010 ; Hosseini *et al.*, 2017) :

- **Tige** de section arrondie, couverte de courts poils verdâtres, grimpante ou volubile, tomenteuse à l'état jeune.
- **Feuilles** vert amande, mesurant entre 0,5 et 1,5 cm de long. Opposées, ovales ou arrondies, cordiformes à la base, caractérisée par l'absence des stipules et pétioles.
- **Fleurs** printanières, pentamères, bisexuées, régulières, souvent blanc pourpre et odoriférantes. Sépales et pétales plus ou moins soudés à la base. Corolle blanche ou pourpre, rotacée ou campanulacée, tubulaire, de 8 mm de long, doublée d'une paracorolle à 5 pièces, en général d'origine staminale. Etamines au nombre de 5, à anthères sessiles, en général adhérentes au stigmate, souvent déhiscentes, en pollinies.
- **Inflorescence** en grappes abondantes au bout de longs pédoncules.
- **Fruits** composés de deux follicules dotés de petites pointes (Fig. 2 [Sites web 2; 3; 4]).
- **Graines** ovoïdes, aplaties, de 6 (7-9) mm environ, aux bords pales et aux poils courts denses formant une touffe de 3 cm de long à l'extrémité.



Fig. 2 Les parties botaniques de *Pergularia tomentosa*

[De gauche à droite : Tige et Feuilles, Fleurs et Inflorescence, Fruits]

3. Position taxonomique

La classification de *Pergularia tomentosa* est simplifiée dans le tableau suivant (Amani et Barmo, 2010) :

Tableau 1. Classification de *Pergularia tomentosa* L.

| Taxonomie | Description |
|---------------|--------------------------------|
| Règne | Végétal |
| Embranchement | Spermatophytes |
| Classe | Dicotylédones |
| Sous classe | Rosidae |
| Ordre | Gentianales |
| Famille | Asclépiadacées |
| Genres | <i>Pergularia</i> |
| Espèce | <i>Pergularia tomentosa</i> L. |

4. Répartition géographique

La pergulaire est largement distribuée en Afrique (Soudan, Égypte, Éthiopie, Algérie, Niger et Kenya) et en Asie (Jordanie, Iran, Oman, Pakistan, Afghanistan, Arabie Saoudite) (Hosseini *et al.*, 2017) (Fig. 3).

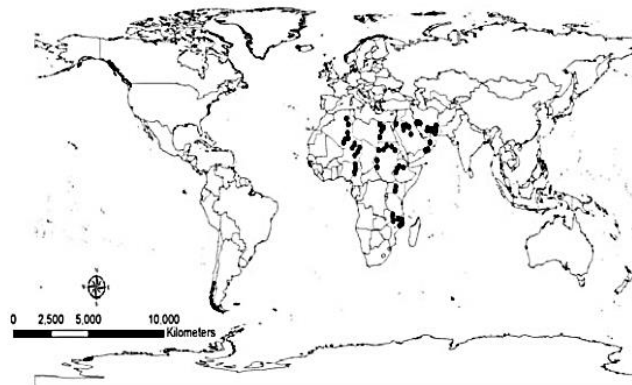


Fig. 3 Aire de répartition de *P. tomentosa*

5. Composition biochimique

Des études phytochimiques de *Pergularia tomentosa* mettent en évidence la présence de métabolites primaires et secondaires, en plus d'autres constituants.

5.1. Métabolites primaires

Ces métabolites sont directement impliqués dans les processus indispensables au développement normal et à la reproduction de la cellule de l'organisme. Il s'agit des glucides, lipides et protéines (Tableau 2) (Rebouh *et al.*, 2016).

Tableau 2. Composition en métabolites primaires des différentes parties de *P. tomentosa*

| Organe végétal | Protéine % | Lipides (%) | Glucides (%) |
|----------------|-------------|-------------|--------------|
| Feuilles | 6.39 ± 0.17 | 6.83 ± 0.76 | 53.27 ± 1.75 |
| Tiges | 4.74 ± 0.14 | 2.17 ± 0.76 | 56.92 ± 1.27 |
| Racines | 3.35 ± 0.48 | 2.76 ± 0.29 | 61.31 ± 2.84 |

5.2. Métabolites secondaires

En termes de métabolites secondaires, la plante est connue par son contenu en molécules biologiquement actives telles que les polyphénols ; flavonoïdes, tanins, glycosides cardiaques, glycosides cyanogènes, saponines... (Tableau 3) (Hassan *et al.*, 2007).

Tableau 3. Composition en métabolites secondaires des différents organes de *P. tomentosa*

| Organe végétal | Métabolites secondaires |
|----------------|--|
| Feuilles | Alcaloïdes, glycosides cardiaques et glycosides cyanogènes |
| Tiges | Saponines, flavonoïdes, tanins et glycosides cyanogènes |
| Racines | Glycosides cardiaques, saponines et tanins |

5.3. Composition minérale

La composition minérale de la plante montre une grande quantité de phosphore et de potassium dans les racines et les tiges. Des teneurs importantes en sodium, magnésium et calcium sont relevées dans les extraits des feuilles. Le magnésium est un micronutriment antioxydant et sa présence peut stimuler le système immunitaire, et prévenir les troubles métaboliques pouvant subvenir de sa carence. Cependant, il convient de noter que le calcium en conjonction avec magnésium, chlore et protéines sont impliqués dans la formation de l'os (Tableau 4) (Mansour *et al.*, 1988 ; Hassan *et al.*, 2007).

Tableau 4. Composition minérale de *Pergularia tomentosa*

| Organe végétal | Phosphore (ppm) | Potassium (ppm) | Sodium (ppm) | Magnésium (%) | Calcium (%) |
|----------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| Feuilles | 1,85 ± 0,05 | 2,97 ± 0,210 | 4,13 ± 0,31 | 0,32 ± 0,06 | 0,25 ± 0,010 |
| Racines | 7,07 ± 0,06 | 215,0 ± 10,00 | 2,03 ± 0,15 | 0,15 ± 0,030 | 0,16 ± 0,01 |
| Tiges | 8,13 ± 0,06 | 167,30 ± 5,03 | 2,33 ± 0,15 | 0,25 ± 0,008 | 0,08 ± 0,003 |
| Fruits | / | 384.8 | 56.2 | 77.29 ppm | ppm |

6. Intérêts de *Pergularia tomentosa*

6.1. Usage traditionnel et intérêt socio-culturel

Parmi les usages les plus connus de *Pergularia tomentosa*, l'usage en médecine parallèle où les parties favorites sont le latex, les feuilles et les racines, généralement cueillis au printemps, préparés comme infusion, décoction ou réduits en poudre, mélangés avec d'autres plantes, et pris par voie orale ou utilisés à l'extérieur (Al-mekhlafi *et al.*, 2017).

Pergularia tomentosa est employée dans les remèdes traditionnels en tant qu'antirhumatismal, laxatif, abortif et traitement de certaines maladies dermatologiques, asthme et bronchite. Elle est également utilisée pour le traitement des frissons, helminthiases, allergies et constipations.

En effet, en Algérie les feuilles et les fleurs sont utilisées comme traitement des angines, teigne, dermatose... (Ould el hadj *et al.*, 2003) et comme hypoglycémiant (Kemassi *et al.*, 2014).

Les feuilles de la plante sont appliquées sur les morsures de serpent et de scorpion au Maroc, et contre les tumeurs, les verrues et les maladies dermatologiques au Yémen (Lahmar *et al.*, 2017). En Egypte, la plante a été utilisée comme cataplasme, laxatif, antihelminthique, et abortif et paraît-il même comme dépilatoire, avec précaution, vue le latex des tiges et des feuilles qui irrite la peau et les yeux et peut causer des inflammations (Lahmar *et al.*, 2017).

Au Sahara central, une décoction de pâte de racine avec la viande de chèvre se prend pour traiter la bronchite et la tuberculose. Un morceau de la racine fraîche s'applique dans le rectum pour traiter les hémorroïdes. En Côte d'Ivoire, la plante broyée, parfois avec l'ajout de pigments, se boit ou se donne en lavement contre la dysenterie et comme vermifuge. Le jus de feuille, appliqué en collyre, ou la pâte de l'écorce de racine réduite en poudre et introduite dans le nez (au Niger) sont considérés comme un remède excellent contre les maux de tête. La

racine fait partie d'un médicament contre la fatigue généralisée. Au Niger et dans le Nord du Nigeria, l'infection par le ver de Guinée se traite par l'application de quelques gouttes du latex sur des incisions sur la coque (Abiola *et al.*, 1993).

6.2. Intérêt médicinal et pharmacologique

L'intérêt médicinal et pharmacologique de la pergulaire repose notamment sur ses différentes activités parmi lesquelles nous citons sans exhaustivité les suivantes :

6.2.1. Activité pharmacologique

Pergularia tomentosa est riche en enzymes comme les polyphénols oxydases, la tyrosinase, la lipase, la liopxygénase et la L-asparginase. Elle présente de ce fait plusieurs activités dont l'activité antifongique contre *Fusarium oxysporum* (Lahmar *et al.*, 2018) et bien d'autres champignons pathogènes et mycopathologies (candidose...), ainsi que des activités antibiotiques contre une large gamme de microbes et de maladies infectieuses d'origine bactérienne, tels les staphylocoques, streptocoques, E. coli, chlamydia, diphtérie, salmonelle, choléra, pneumocoque, dysenterie...etc. (Chebili, 2012).

6.2.2. Activité Antioxydante

Les extraits méthanoliques et aqueux, contenant de nombreux flavonoïdes, exercent une activité antioxydante sur les radicaux DPPH, les radicaux peroxydes, les radicaux hydroxyles et le peroxyde d'hydrogène. La méthode de piégeage des radicaux DPPH a été utilisée pour détecter l'activité oxydante des racines, tiges, feuilles et extraits de fruits de la plante.

D'après Al-mekhlafi et masoud (2017), l'activité antioxydante la plus puissante a été détectée dans les extraits des feuilles et des fruits. L'extrait aqueux de la racine a également démontré des activités cytotoxiques prometteuses sur certaines lignées de cellules tumorales humaines sélectionnées comme le carcinome du col de l'utérus (lignée cellulaire Hela) et les lignées cellulaires du foie et du cerveau (Hinfawy *et al.*, 2014). Malgré les résultats importants des extraits racinaires, ces derniers auteurs ont encouragé l'utilisation des autres parties à effet antioxydant, afin de préserver l'espèce, car, comme ils l'ont bien souligné, l'utilisation des racines est risquée pour sa perpétuité.

6.2.3. Activité cardiotonique

D'après l'étude réalisée par Hifnawy et collaborateurs en 2014, la pergulaire possède une activité cardiotonique dépendante de la dose des extraits, des fractions et des isolats. Selon ces auteurs, l'activité cardiotonique la plus élevée a été produite par le principal cardénolide (calactine, pergularatoside et ghalakinoside) issu de la plante, et l'extrait le plus cardioactif était celui des racines, suivi respectivement des parties aériennes dont les feuilles.

La force de contraction myocardique et la fréquence cardiaque ont été prouvées affectées par les doses très élevées des extraits aqueux de la plante. Des changements dans la pression artérielle moyenne ont également été notés par ces mêmes auteurs (Hinfawy *et al.*, 2014). Ces modifications se sont révélées réversibles sauf à la dose létale de la calactine testée *in vivo* sur des lapins.

6.2.4. Activité molluscicide

L'activité molluscicide de deux cardénolides extraits à partir de *Pergularia tomentosa*, a été évaluée par rapport à l'escargot terrestre *Monacha obstructa* (Férussac). La valeur de la dose létale (DL50) après 24 h de traitement était de 60,9 µg/escargot, ce qui favorise l'utilisation potentielle de cette plante, contenant des cardénolides, comme molluscicide (Hussein *et al.*, 1999).

6.3. Intérêt industriel

L'utilisation traditionnelle de la plante dans l'enlèvement de la laine ou des poils des peaux de certains animaux a rarement été rapportée (Hosseini *et al.*, 2017). Les peaux peuvent aussi être trempées dans une décoction de la plante ou dans un bain de cendres de bois ; dans lequel la plante fermente pendant quelques jours afin d'améliorer l'absorption des tanins. Au Soudan oriental, les bergers frottent le latex contre la mamelle des vaches pour augmenter la production laitière (Abiola *et al.*, 1993).

Au Nord du Nigeria, les monts du Hoggar (Sud Algérien) et en Egypte, la plante est réduite en pâte ou sa décoction est frottée sur les peaux à préparer pour usage ménager ou industriel. La pâte est laissée pendant une nuit après laquelle les poils peuvent être ôtés. Le latex est également utilisé de la même façon. Par la même, au Maroc et dans d'autres pays, le latex s'utilise comme dépilatoire cosmétique (Abiola *et al.*, 1993 ; Lahmar *et al.*, 2017).

Exploité d'une façon empirique dans quelques pays seulement, l'intérêt cosmétique de la plante reste peu connu à l'échelle internationale, aussi bien comme recette de grand-mère que par la communauté scientifique.

7. Travaux réalisés sur la plante

Tableau 5. Travaux antérieurs sur *Pergularia tomentosa*

| Thème du travail | But | Réf |
|---|--|------------------------------|
| Colonisation des aires de pâturage par les espèces envahissantes : cas de <i>Pergularia tomentosa</i> L. dans la Commune rurale d'Azagor au Niger | Évaluer le degré de dégradation des aires de pâturage et campements par <i>Pergularia tomentosa</i> | Djibo <i>et al.</i> , 2021 |
| Evaluation de l'activité anti-inflammatoire <i>in vivo</i> des plantes médicinales (<i>Ruta tuberculata</i> Forssk. et <i>Pergularia tomentosa</i> L.) | Évaluer l'effet anti-inflammatoire des extraits aqueux et méthanoliques (décoction et macération) de la partie aérienne | Hazhazi <i>et al.</i> , 2020 |
| Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de feuilles de <i>Pergularia tomentosa</i> L. issue d'el oued (Algérie) | Étude des activités des extraits des feuilles de <i>Pergularia tomentosa</i> | Tlili <i>et al.</i> , 2020 |
| Contribution à l'étude phytochimique des racines de <i>Pergularia tomentosa</i> L. dans la région d'El-Oued | Évaluer l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'extrait préparé à partir des racines de <i>P. tomentosa</i> | Belloum et Nani, 2020 |
| Contribution à l'étude phytochimique des feuilles de <i>Pergularia tomentosa</i> L. dans la région d'El-Oued | Détermination de la teneur en composés phénoliques des feuilles et évaluation de leurs activités antioxydante et antimicrobienne | Abbassi et Touil, 2019 |
| Contribution à la caractérisation biologique des alcaloïdes de la partie aérienne de <i>P. tomentosa</i> | Étude de la richesse qualitative et quantitative de la plante en composés alcaloïdes | Bessei <i>et al.</i> , 2019 |

| | | |
|---|---|------------------------------|
| Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien) | Classification de <i>Pergularia tomentosa</i> à la liste des plantes spontanées à caractère médicinal hypoglycémiant dans la région de Ghardaïa | Kemassi <i>et al.</i> , 2014 |
| Contribution à l'étude du pouvoir antimicrobien des extraits de feuilles de <i>Pergularia tomentosa</i> L. de la région d'Adrar | Recherche de nouveaux agents antimicrobiens naturels, extrait à partir de la plante <i>P. tomentosa</i> | Bouhmam, 2013 |

II Peaux humaine et animale

1. La peau humaine

1.1. Présentation

La peau représente une surface totale de 1,6 à 2 m², et une épaisseur comprise entre 1,5 et 4 mm (hors structures sous-cutanées ou tissu adipeux sous-cutané) (Abraham, 2006). Elle est principalement constituée de l'hypoderme, le derme et l'épiderme (Fig. 4).

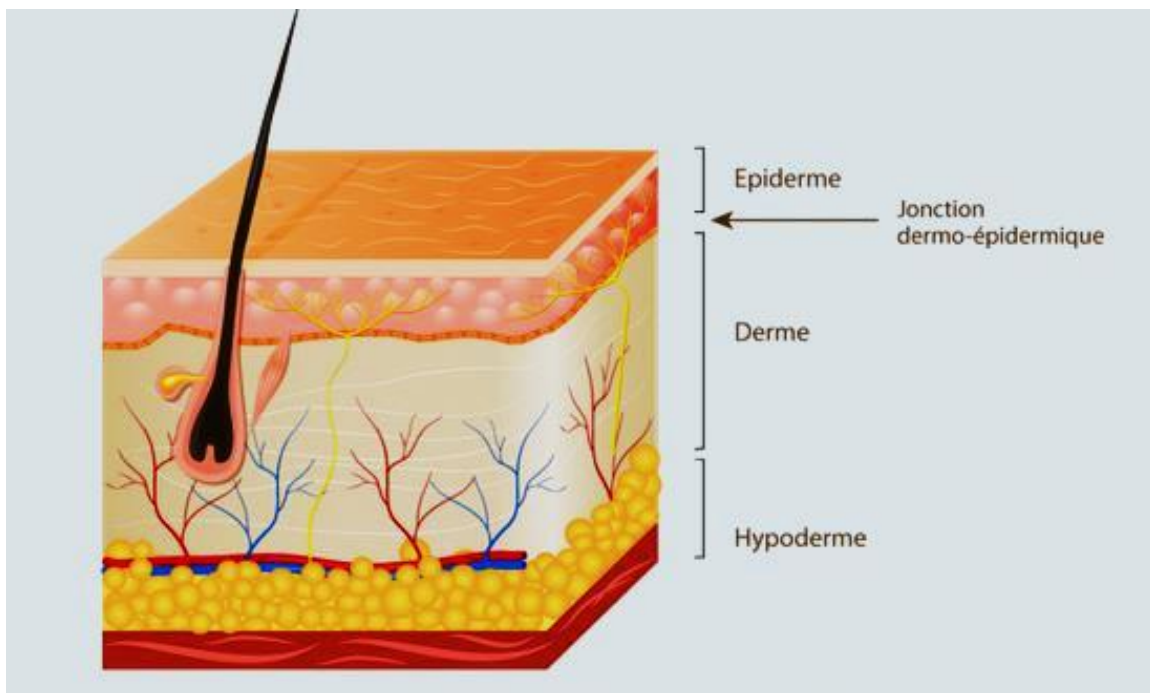


Fig. 4 Les trois couches de la peau (Plan de coupe)

[Site web 5]

1.2. Anatomie

1.2.1. L'hypoderme

L'hypoderme est un tissu graisseux vascularisé composé de lobules adipeux contenant des adipocytes. Il sert de protection thermique et mécanique, de réserve énergétique et de protection contre les chocs (Coudane, 2009). La peau est amarrée aux tissus sous-jacents, os et muscles, par l'hypoderme (Thomyris, 2018). Il est à la fois la couche la plus épaisse et la plus profonde de la peau (Fig. 5) (Gouin, 2017).

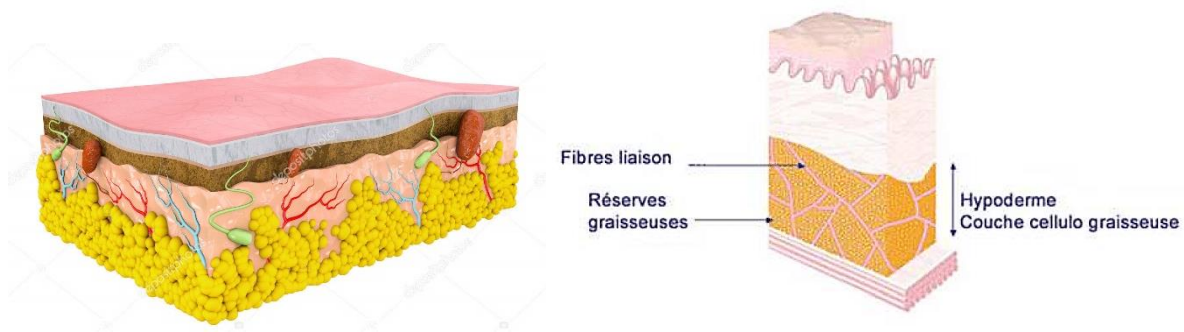


Fig. 5 Composition de l'hypoderme

[Site web 6 ; 7]

1.2.2. Le derme

Le derme se compose de fibroblastes, de fibres et de la substance fondamentale. Il apporte une résistance et élasticité à la peau. Il contient également les cellules mobiles du système inflammatoire et du système immunitaire de la peau. Il est formé de la couche papillaire (en contact avec l'épiderme) et de la couche réticulaire (Fig. 6) (Abraham, 2006).

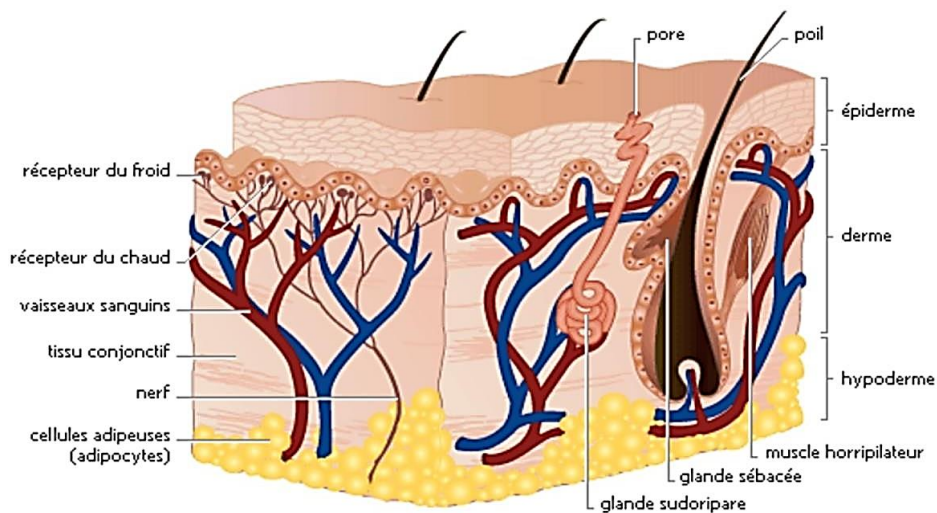


Fig. 6 Composition du derme

[Site web 8]

1.2.3. L'épiderme

L'épiderme contient les kératinocytes sécrétant la kératine, les mélanocytes produisant la mélanine, les cellules de Langerhans (cellules dendritiques du système immunitaire), les cellules de Merkel responsables de l'excitation et de la perception cutanée (Fig. 7) (Abraham, 2006).

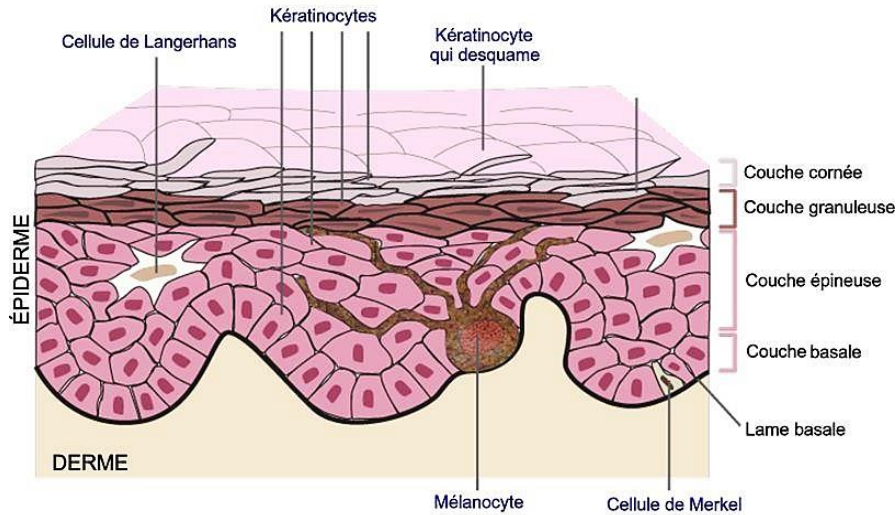


Fig. 7 Coupe transversale de l'épiderme

[Site web 9]

1.2.4. Les poils

Une chevelure normale comporte 100 000 à 150 000 follicules pileux, soit 200 à 300 cheveux par cm². Leur diamètre moyen est compris entre 50 et 100 microns. La surface d'une chevelure d'une longueur moyenne de 20 cm est estimée à 10 à 15 m² (Dubois, 2007).

✚ Rôle et structure des poils

Le diamètre et la structure des cheveux varient fortement d'un individu à l'autre et sont en grande partie préprogrammés génétiquement. Les caractéristiques les plus importantes du cheveu sont la position du bulbe dans le follicule pileux (Fig. 8 & 9), la forme du follicule pileux lui-même, la taille et le nombre de tours de la tige pileuse (Bouhanna, 2007).

L'analyse élémentaire montre que le cheveu est constitué de : 50% de carbone, 20% d'oxygène, 6% d'hydrogène, 16% d'azote, 6% de soufre, ainsi que de sels minéraux (sodium, calcium, phosphore, manganèse, magnésium, cuivre) (Bouhanna, 2007).

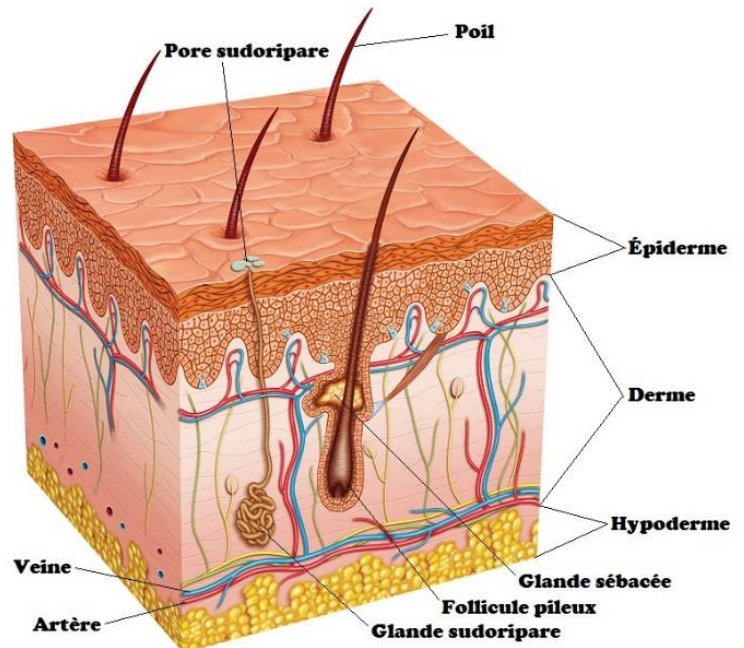


Fig. 8 Insertion des poils dans le derme

[Site web 10]

1.3. Épilation

L'enlèvement des poils plus connu sous le nom épilation (épilage et épilement sont également corrects), est la suppression des poils ou des cheveux, opérée par divers procédés manuels, mécaniques, électriques ou chimiques, généralement par souci d'esthétique, de confort, d'hygiène ou de décence [Site web 12].

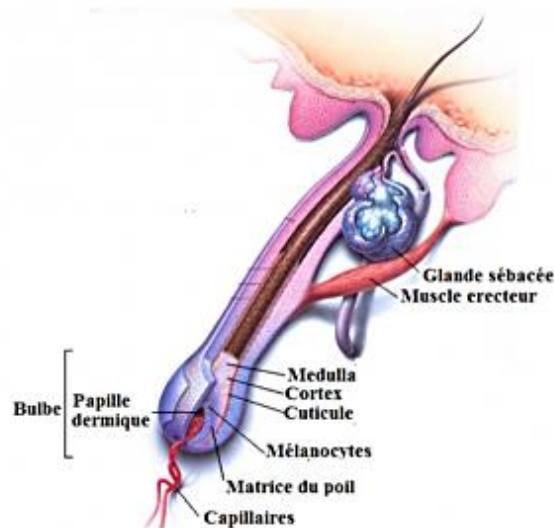


Fig. 9 Anatomie du poil

[Site web 11]

1.3.1. Procédés manuels, mécaniques et électriques

a. Épilation à la cire

Cette méthode permet de retirer les cheveux de l'ampoule. Les résultats durent généralement deux ou trois semaines, donc mieux que les autres méthodes temporaires, mais pour le répéter, il faut attendre une nouvelle croissance jusqu'à ce que les poils soient assez longs pour être enlevés. Après ce type d'épilation, les poils repoussent moins épais. L'épilation à la cire chaude est une méthode d'élargissement de l'ouverture du follicule pileux et de promotion de l'épilation. Il faut faire attention à la température de la cire, car elle peut être trop chaude et brûler ou irriter la peau. En revanche, l'épilation à la cire froide ne provoquera pas de brûlures. C'est une méthode simple, rapide et économique. Son principal inconvénient est qu'elle n'élimine pas les poils fins, qui nécessitent une croissance capillaire suffisante pour être éliminés (Marcia *et al.*, 2001).

b. Épilation à la pince

La pince à épiler est outil simple et peu coûteux. Très utilisée sur le visage, cette méthode d'épilation reste efficace pour certaines personnes, mais peut irriter la peau. Elle consiste à enlever la tige pileuse, y compris le bulbe, avec la pince à épiler. L'inconvénient est qu'elle ne puisse éliminer efficacement que les poils terminaux, ce qui en fait une technique fastidieuse et un peu confortable. Parfois, cela peut être très douloureux, en particulier sur les zones sensibles comme la lèvre supérieure. Enfin, les cheveux se régénèrent rapidement (Marcia *et al.*, 2001).

c. Épilation électrique

Les épilateurs électriques fonctionnent en arrachant les poils des racines et en les enlevant à l'aide d'une pince à épiler qui saisit les poils. Contrairement aux autres techniques, elles sont pratiques et économiques et éliminent les poils les plus courts. Par conséquent, cette méthode peut compléter d'autres méthodes de rasage, mais est tout de même un peu douloureuse (Marcia *et al.*, 2001).

1.3.2. Procédés chimiques : Les crèmes dépilatoires

Les crèmes dépilatoires dissolvent chimiquement les protéines (kératine) qui composent la tige pileuse, éliminant ainsi efficacement les poils visibles. Leur principal avantage par rapport au rasage est le fait qu'elles soient indolores, avec une régénération plus lente. Elles assurent une peau épilée jusqu'à deux semaines et les poils qui repoussent ne sont pas aussi rugueux qu'après le rasage. La crème dépilatoire doit être laissée sur la peau pendant environ 3 à 15 minutes, selon l'agent dépilatoire et le type de poils (Marcia *et al.*, 2001).

2. Les peaux animales

La peau des animaux est l'une des principales caractéristiques permettant de classer, notamment les vertébrés d'entre eux, en plusieurs groupes (Fig. 10).

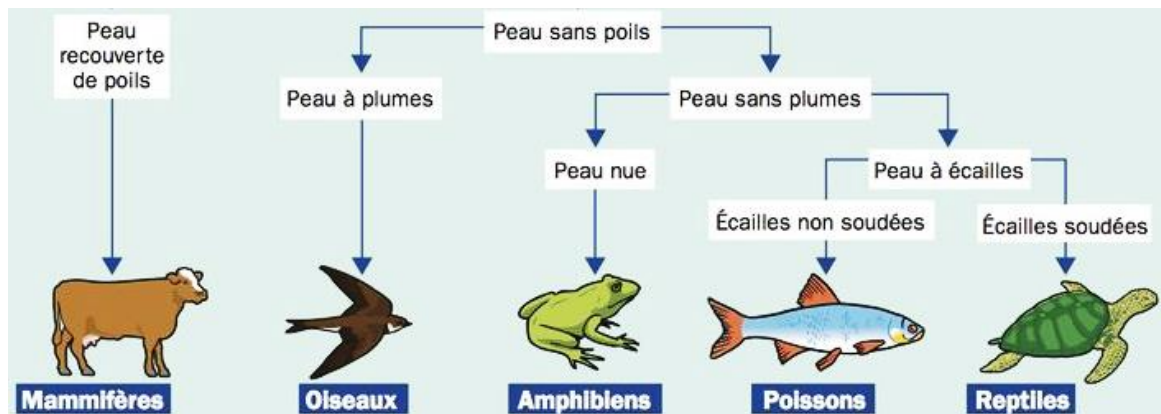


Fig. 10 Classification des vertébrés selon les caractéristiques de leur peau

[Site web 13]

Ces peaux animales présentent pour la plupart des irrégularités de composition et de forme qui subsistent souvent dans le cuir qui en est issu. Dans les peaux des mammifères tels les bovins, ovins et caprins, on peut considérer trois régions assez bien délimitées :

- ✚ **Le croupon** : partie de la peau qui recouvre le dos de l'animal jusqu'à hauteur des membres antérieures. Elle est caractérisée par son homogénéité en épaisseur. C'est la meilleure partie du cuir fini.
- ✚ **Le collet** : partie qui recouvre le coup de l'animal. La peau est d'épaisseur irrégulière, de structure plus lâche que celle du croupon et la surface est ridée.
- ✚ **Les flancs** : partie de la peau qui recouvre le ventre de l'animal, de structure plus lâche et plus creuse que le reste de la peau (Abdenouri *et al.*, 2008).

2.1. Types de peaux chez les animaux

Dans la nature il existe cinq différents types de peaux d'animaux qui peuvent être utilisées en tannerie pour la production du cuir (Tableau 6 ci-dessous) (Inzouddine, 2007).

Tableau 6. Les types de peaux animales

| Animal | Type de peau | Usage |
|-------------------|--|--|
| Mammifères | <ul style="list-style-type: none"> ✧ Peaux épaisses : ours, éléphant, baleine, cachalot ✧ Peaux fines : tigre, vache, lapin, cerf, mouton... | Pour ameublement, tapisserie, vêtements et gants. |
| Reptiles | <ul style="list-style-type: none"> ✧ Peaux épaisses : crocodile, alligator... ✧ Peaux fines : serpent, lézard, caméléon... | Fabrication des ceintures, chaussures et maroquinerie. |
| Poissons | <ul style="list-style-type: none"> ✧ Peau très lourde : espadons, requins blancs ✧ Peau fine : turbot, anguille, saumon | Fabrication des chaussures, sacs et ceintures. |
| Oiseaux | <ul style="list-style-type: none"> ✧ Peaux très fines : paons, canard, pintade... | Fabrication des sacs, taxidermie, maroquinerie. |

2.2. Peausseries

La peau présente deux faces : une externe, souvent couverte, appelée « coté poils » ou « coté laine »... selon l'animal ; et une face interne, appelée « coté chair » reliée à la viande ou chair de l'animal. On y trouve des résidus de chair, graisse, et des vaisseaux sanguins qui irriguaient les cellules de la peau.

L'enlèvement des poils d'animaux est une des principales étapes du processus du tannage de certaines peaux animales. Il consiste en l'élimination des poils et de la couche adipeuse sous cutanée (matières grasses) avec des sels et de la chaux (Drissa, 2008 ; Cassano *et al.*, 2001).

En résultat à cela, en plus de plusieurs autres procédés de tannage et de préparation des cuires et peausseries, plusieurs matières premières pour diverses industries sont produites (Fig. 11).



Fig. 11 Différents types de peausseries

[Site web 14]

Chapitre II

Étude Expérimentale

Chapitre II : Étude Expérimentale

1. Présentation de la région d'échantillonnage

La région de Ghardaïa est située au sud de l'Algérie (Fig. 12). Elle couvre une superficie de 84.660 km² et est délimitée par Laghouat au nord, Djelfa au nord-est, Ouargla à l'est, Tamanrasset au sud, El - Bayadh à l'ouest et Adrar au sud-ouest (Kebili *et al.*, 2019).

La région de Zelfana, d'où les échantillons ont été prélevés, est située à environ 65 km au nord-est de la province de Ghardaïa, et s'étend sur une superficie de 194.623 km² en bordure orientale de la chebka du M'ZAB. Administrativement, elle est délimitée par la commune de Guerara au nord, Metlili au sud, Ouargla à l'est et El-ateuf à l'ouest (Kouzmin, 2003).

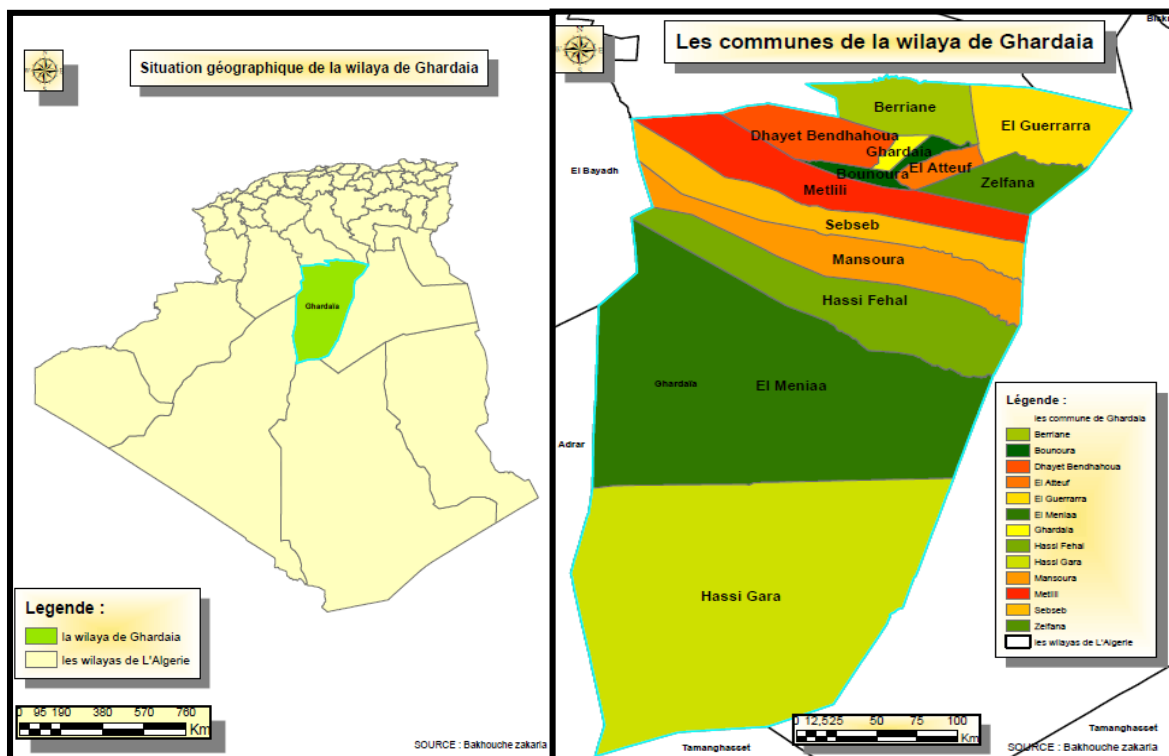


Fig. 12 Situation géographique de la zone d'échantillonnage (Zelfana)

2. Échantillonnage du matériel biologique

2.1. La plante

Tel qu'évoqué dans les précédentes parties du manuscrit, le travail s'articule autour de la pergulaire ou *Pergularia tomentosa*, une plante spontanée, largement distribuée dans la zone d'échantillonnage décrite ci-haut, et où elle est connue sous le nom Kalga ou Ghalga par les habitants. Les informations relatives au matériel végétal étudié ainsi qu'à son échantillonnage sont fournis dans le tableau ci-après.

Tableau 7. Échantillonnage du matériel végétal

| Espèce | Nom commun | Lieu de récolte | Parties récoltées | Méthode d'échantillonnage | Saison de récolte |
|--------------------------------|------------|--------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| <i>Pergularia tomentosa</i> L. | Ghalga | Zelfana (Ghardaïa) | Tiges et Feuilles | Aléatoire | Printemps 2022 |

Dès sa récolte, le matériel végétal fait l'objet d'une désinfection extrême dans un mélange constitué d'un litre d'eau de javel additionné à 9 litres d'eau, où on trempe le matériel végétal pendant 10 min. Cette étape de nettoyage de la plante, est la même pour tous les échantillons utilisés dans les différentes expérimentations réalisées.

2.2. La peau de caprin

La peau de caprin ou peau de chèvre sur laquelle les tests ont été réalisés, nous a été procurée par des éleveurs dans la région de Zelfana (Ghardaïa). Récupérée fraîche, elle a d'abord été traitée avec du sel et placée à l'air libre, loin du soleil, le temps de sécher avant d'être coupée en petits morceaux, de forme carrée (Fig. 13) et de tailles plus ou moins égales (sauf ceux du dernier test bien plus petits), utilisés dans les différentes expérimentations.



Fig. 13 Échantillon de peau de caprin prêt à l'expérimentation

3. Étude générale et comparative de l'effet dépilatoire des parties de la plante

Cette étude est basée sur le test de l'effet des tiges, feuilles et tiges et feuilles (stériles et non stériles), sur la peau animale. Le but en est de vérifier l'efficacité de la plante en général comme dépilatoire naturel, et de mettre en évidence la partie botanique particulièrement responsable de cet effet, si confirmé.

La comparaison entre les broyats stériles et non stériles de ces organes végétaux, permettrait de vérifier l'origine, biologique (microorganismes) ou biochimique (métabolite, composé...), de l'élément responsable de l'effet étudié (Fig. 14).

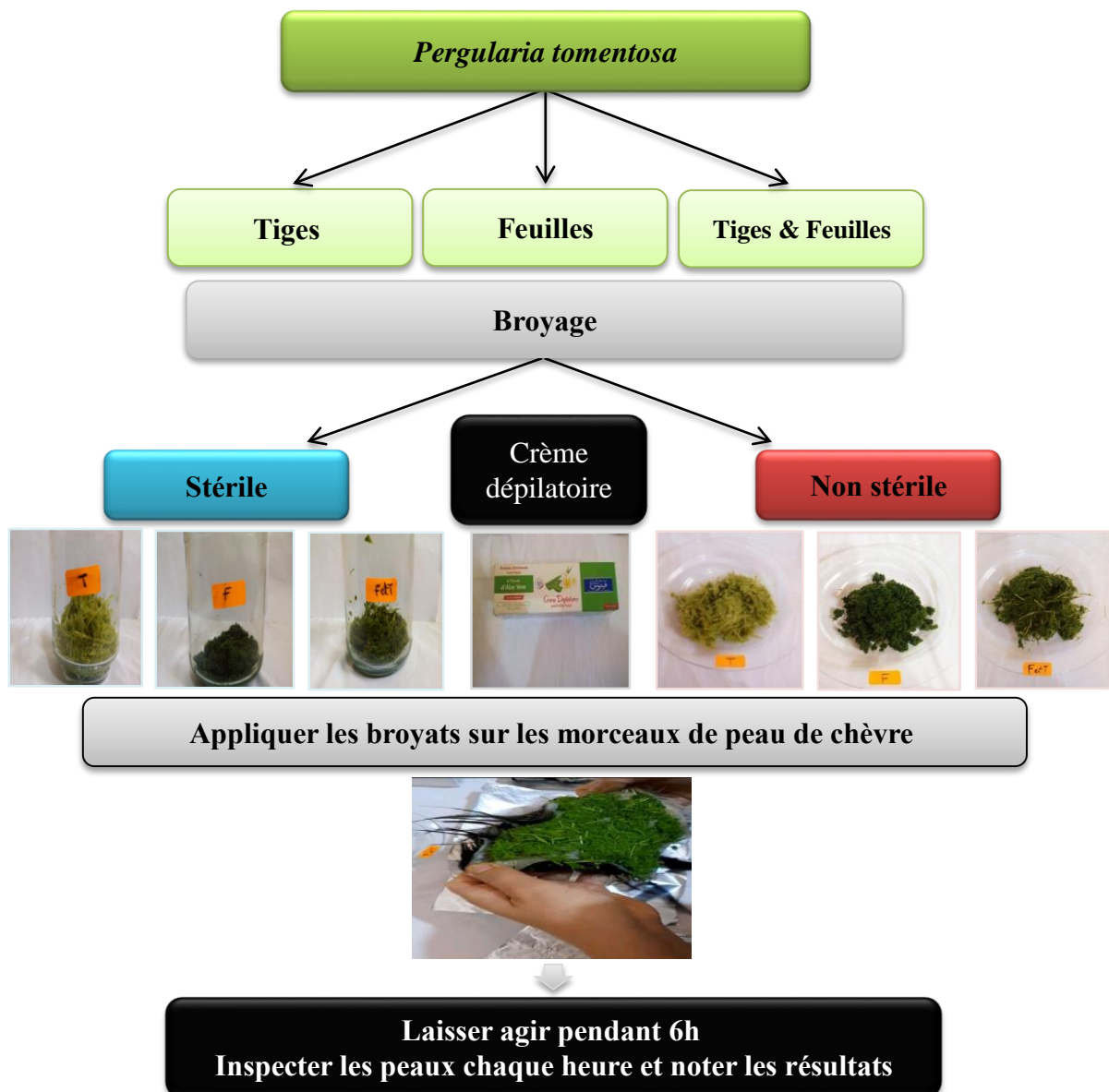


Fig. 14 Étapes de l'étude de l'effet dépilatoire des parties botaniques de la plante

Dans cette première étude, trois types d'achnatillons ont donc été prélevés du matériel végétal préalablement préparé. Il s'agit des tiges, feuilles et tiges et feuilles. Pour chacun de ces échantillons, un broyage classique (manuel) a été effectué. La moitié de chaque broyat a été stérilisée (à l'autoclave, à 120 °C pendant 10 min.), tant dis que l'autre moitié a été utilisée telle quelle.

Ce premier test proprement dit, a porté sur l'application des précédents broyats stérils et non stérils, sur les morceaux de peau de chèvre dores-et-déjà préparés. Un morceau supplémentaire de peau a été étalé de crème dépilatoire commerciale pour comparer l'effet des broyats au produit cosmétique commercialisé.

Le temps total consacré à l'expérimentation était de 6 h. Temps ordinairement suffisant pour commencer l'épilation des peaux dans les usage ménagers. Pendant ce temps, les peaux sont inspectées toutes les 60 minutes, en notant minutieusement les résultats obtenus pour chaque échantillon.

4. Étude comparative de l'effet dépilatoire des différents extraits classiques de la plante

Dans cette deuxième série d'expérimentation, nous avons utilisé une seule partie de la plante, choisie en fonction des résultats de la première étude, en variant cette fois-ci les méthodes d'extraction classiques (macération, infusion; décoction et broyage) contre seulement le broyage à l'étape précédente.

Le but de cette expérimentation est de déterminer la méthode d'extraction la plus efficace parmi celles testées, afin d'avoir une meilleure idée des conditions favorables à l'extraction du composé responsable de l'effet dépilatoire étudié, et pour mieux nous orienter dans la tentative de son identification, ainsi que dans les prochaines étapes du travail.

Les méthodes d'extraction classique testées sont les suivantes:

4.1. Macération

A cette étape du travail, la macération a été réalisée dans de l'eau distillée avec également les mêmes proportions que les deux précédentes étapes (p/v : 1/100). Le matériel végétal a été macéré pendant 24 heures à température ambiante et à l'obscurité, avant d'être filtré et prêt à l'usage (Telli, 2017).

4.2. Infusion

L'infusion a été réalisée avec les mêmes proportions précédentes du matériel végétal et d'eau distillée (p/v : 1/100). Le mélange est porté à ébullition (100 °C), pendant 5 min, puis filtré (Telli, 2017).

4.3. Décoction

La décoction a été réalisée à raison d'un rapport poids/volume (matériel végétal/eau distillée) égal à p/v : 1/100. Le mélange est porté à ébullition pendant 5 min, mis au repos pendant 5 autres minutes, puis filtré en utilisant du papier Wattman n°1 (Telli, 2017).

4.4. Broyage

Le broyage a été effectué, comme dans le premier test, manuellement, à l'aide d'un mortier, conformément à la méthode classique suivie autrefois dans l'épilage ménager des peaux d'animaux domestiques.

Les extraits ainsi préparés, ont été subdivisés, chacun en deux moitiés, l'une stérilisée et l'autre utilisée telle quelle sur les morceaux de peau en suivant quasiment les mêmes étapes de l'expérimentation précédente (Fig. 15).



Fig. 15 Étapes de l'étude comparative de l'effet des extraits classiques de la plante

5. Étude comparative des extraits produits par des méthodes d'extraction modernes

Après étude des extraits classiques, le travail s'est orienter vers les extraits issus des méthodes d'extraction moderne. Dans cette étape du travail, les tiges et les feuilles ont toutes les deux été utilisées, malgré le premier résultat qui montre que l'une des deux est bien plus efficace que l'autre. Ceci a été fait pour vérifier l'une et l'autre des deux hypothèses suivantes :

➤ Première hypothèse :

L'agent responsable de l'effet dépilatoire est présent pareillement dans les deux parties de la plante, mais les méthodes d'extraction classiques semblent insuffisantes pour l'extraire de la partie qui s'était montrée moins efficace dans les étapes précédentes. Dans ce cas, les méthodes d'extractions moderne devraient donner un résultat différent du premier à travers l'étude comparative des nouveaux extraits.

➤ Deuxième hypothèse :

L'agent responsable de l'effet dépilatoire est effectivement présent en plus grande quantités dans la partie de la plante qui s'était avérée plus efficace dans les premiers tests. Dans ce cas, les résultats de cette expérimentation rejoindront ceux des études comparatives précédentes.

Avant cette étape ultime de vérification des extraits technologiquement produits, ces derniers ont d'abord été étudiés en vue de connaître, ne serait-ce que globalement, leur composition et de vérifier lequel des constituants de ces extraits est le plus suspect d'être impliqué dans l'épilage des peaux de caprins testées.

5.1. Préparation des extraits

5.1.1. Hydrodistillation

L'hydrodistillation est une méthode moderne permettant d'extraire les huiles essentielles contenues le plus souvent dans les feuilles des plantes. Cependant, sachant que celles-ci ne sont pas exclusives des feuilles, et que la pergulaire contient un liquide très curieux au niveau de ces tiges, cette méthode a été effectuée sur les deux parties (tiges et feuilles) en suivant le même protocole.

100 g de tiges ou de feuilles de *Pergularia tomentosa* ont été placés dans un ballon de 2 litres contenant 1L d'eau distillée. L'hydrodistillation a été effectuée à une température d'environ 100°C pendant 3 heures (Fig.16). Les huiles essentielles sont normalement séparées et

recupérées à la fin de l'extraction. Leur présence n'est cependant pas certaine et leur quantité est souvent infimes même chez des plantes réputées aromatiques par excellence.

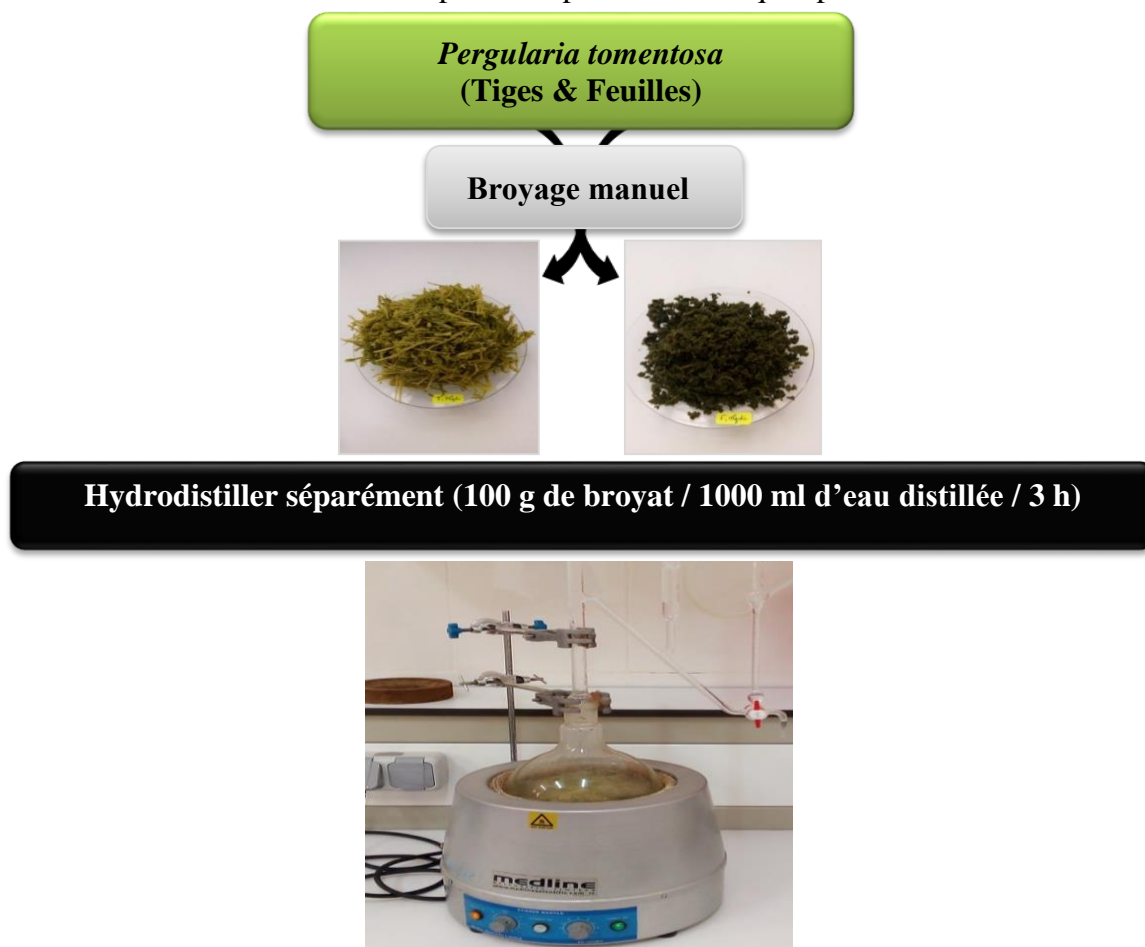


Fig. 16 Extraction par hydrodistillation

5.1.2. Macération à l'éthanol

La macération à l'éthanol a requis une préparation différente des tiges et feuilles de la plante. Celles-ci, ont d'abord été séchées, puis broyées séparément à l'aide d'un broyeur électrique. Les deux poudres ainsi produites ont été mises à macérer en ajoutant 25 g de poudre de tiges ou de feuilles, à 250 ml d'éthanol. La macération a été effectuée à température ambiante, pendant 72 heures (Fig. 17).

Après ce temps, le produit obtenu est filtré sous vide, puis évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif (rota vapeur) jusqu'à obtention d'un résidu éthanolique sec de la plante ; Lequel est utilisé dans la détermination du rendement de l'extraction effectuée, selon la formule suivante (Belalem *et al.*, 2019):

$$R \% = (PEB/PMV) \times 100$$

Avec : **R** : Rendement

PEB : Poids de l'extrait brut obtenu après macération (g)
(également abrégé PSE pour poids sec de l'extrait)

PMV : Poids de la matière végétale macérée (g)

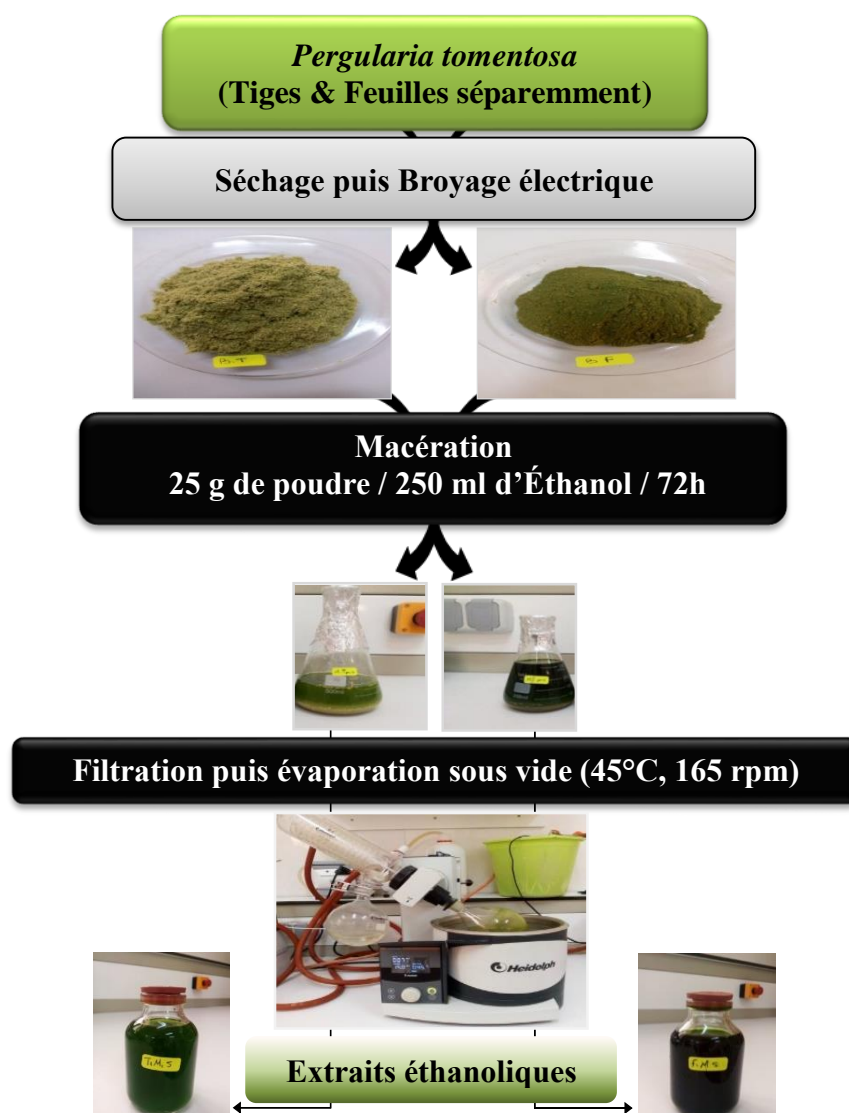


Fig. 17 Extraction par macération à l'éthanol

5.2. Recherche et séparation des constituants des extraits

Dans une tentative de resencement des constituants des extraits de la plante, plusieurs tests ont été réalisés, à savoir

5.2.1. Le criblage phytochimique

Dans le but de mettre en évidence la présence ou absence de certains métabolites primaires ou secondaires dans la plante étudiée, un criblage phytochimique des extraits de la plante a été réalisé. Plus d'une dizaine de métabolites ont été recherchés par ce criblage phytochimique au protocoles longs. Les métabolites ainsi que les références des méthodes utilisées sont synthétisés dans le tableau ci-après (le détail n'étant pas donné afin d'éviter le surplus d'informations dans le manuscrit) :

Tableau 8. Méthodes du criblage phytochimique utilisées

| Métabolites recherchés | Méthodes utilisées |
|-------------------------------|---------------------------|
| Flavonoïdes | Harbone (1976) |
| Stéroïdes | Berregioua (2016) |
| Tanins Hydrolysable | Cherif (2020) |
| Tanins Catéchiques | Cherif (2020) |
| Glycosides | Cherif (2020) |
| Saponines | Yadav et Agarwala (2011) |
| Alcaloïdes | Cherif (2020) |
| Terpenoïdes | Mamadou (2012) |
| Sucres réducteurs | Yadav et Agarwala (2011) |
| Protéines | Yadav et Agarwala (2011) |
| Quinones libres | Oloyede (2005) |
| Cardénolides | Bruneton (1999) |

5.2.2. La chromatographie sur couche mince

La chromatographie sur couche mince ou CCM a été faite dans le but de vérifier la présence de certains composés dans les extraits de la plante. Elle a été réalisée sur des plaques de silice Kieselgel (Silicagel) 60 F254, prêtes à l'emploi avec support en aluminium (Merck) comme phase stationnaire.

Les phases mobiles quant à elles, ont varié selon les phytoconstituants visés par la séparation ainsi que par les références utilisées. Les compositions de ces systèmes de solvants (Wagner et Bladt, 1996) ainsi que les références correspondantes sont résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 9. Phases mobiles et références utilisées dans la CCM

| Phyto-constituants | Systèmes d'éluion | Références |
|---------------------------|--|-------------------|
| Flavonoïdes | AcOEt-HCOOH-AcOH-H ₂ O(40ml:4.4ml:4.4ml:10.4ml) | Acide caféique |
| Alcaloïdes | CHCl ₃ -MeOH-H ₂ O (40ml:25ml:5ml) | Acide caféique |
| Tannins | H ₂ O-C ₂ H ₆ O (10.5ml:49.5ml) | Acide gallique |
| Sucres réducteurs | C ₄ H ₁₀ O-C ₂ H ₄ O ₂ -H ₂ O (30ml:15ml:15ml) | Glucose-Fructose |

Après le dépôt des extraits éthanolique des tiges et des feuilles et des références choisies sur les lignes de dépôt, les plaques sont placées dans des bechers contenant la phase mobile correspondante.

Le développement commence immédiatement. Les plaques sont retirées à la fin de la séparation, séchées à l'aide d'un sèche-cheveux puis observées sous lampe UV entre 254 et 366 nm (Fig. 18).

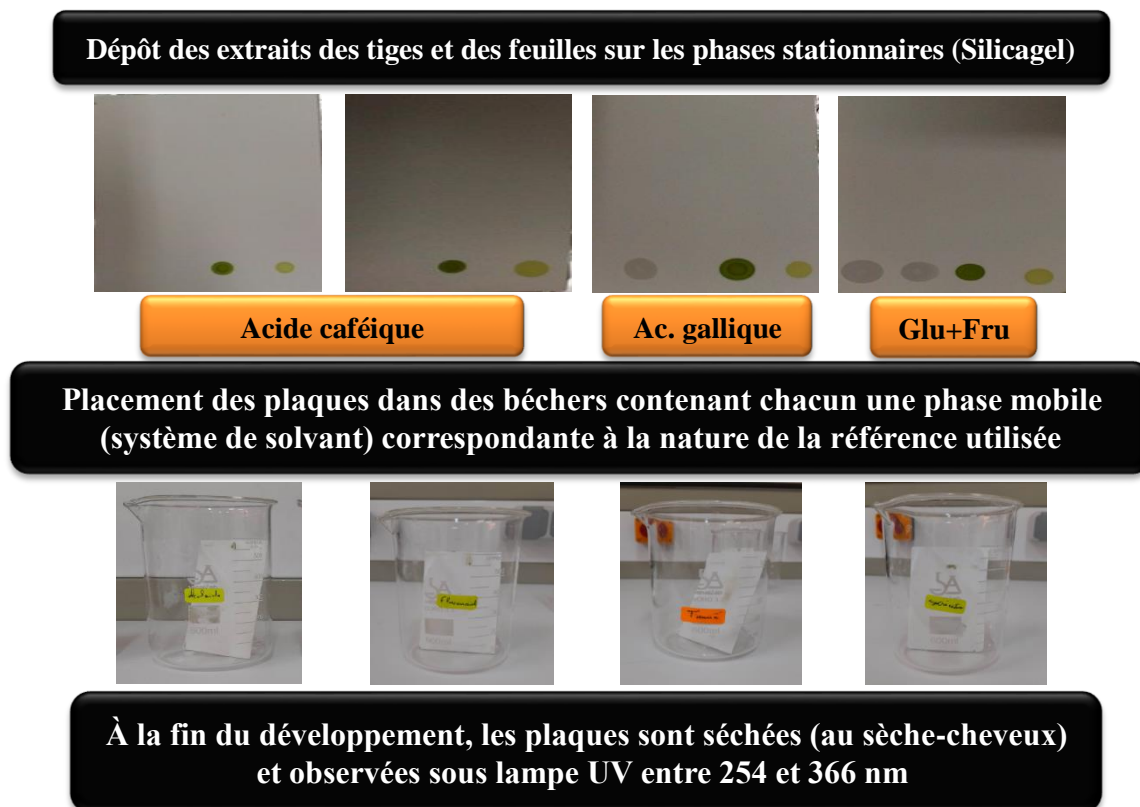


Fig. 18 Chromatographie sur couche mince (CCM)

Une fois la séparation terminée, les rapports frontaux (Rf) des spots sont déterminés selon la formule suivante (Audigie *et al.*, 1995) :

$$R_f = \frac{\text{La distance parcourue par la substance}}{\text{La distance parcourue par le solvant}}$$

5.2.3. La chromatographie sur colonne

La chromatographie sur colonne est une méthode de séparation des composants d'un mélange par migration dans un dispositif comportant deux phases, dans notre protocole, les suivantes :

- Une phase stationnaire à savoir une colonne de gel de silice, préparée dans le cas de notre séparation avec 50 g de gel de silice et 20 ml de chloroforme mélangés dans un bêcher et transvasés dans une colonne en verre d'une hauteur de 20 cm.

- Une phase mobile représentant le solvant d'éluion utilisé, en locurence le mélange des deux solvants : « Chloroforme/Éthanol », ajoutés à des concentrations respectives descendantes/assendantes graduellement (100:0, 90:10, 80 :20, 70 :30, ... 0 :100).

Dans cette méthode chromatographique nous utilisons les extraits éthanoliques préparés par macération, dans le but d'en séparer les constituants dans des fractions de couleurs différentes.

Le protocole commence par la préparation de la phase stationnaire tel qu'expliqué ci-avant, sur laquelle sont ajoutés quelques millilitres d'extraits, puis le premier mélange (premières concentrations) d'éluant. Les fractions issues de cette séparation sont récupérées dans des tubes en verre.

Le passage à la concentration suivante du mélange d'éluant, se fait à la stagnation de la séparation (même couleur depuis un moment, aucune séparation remarquable). Et le changement du tube quant à lui, se fait avec le changment de la couleur de la fraction. L'opération poursuit ainsi jusqu'à la fin de la séparation (Fig. 19).

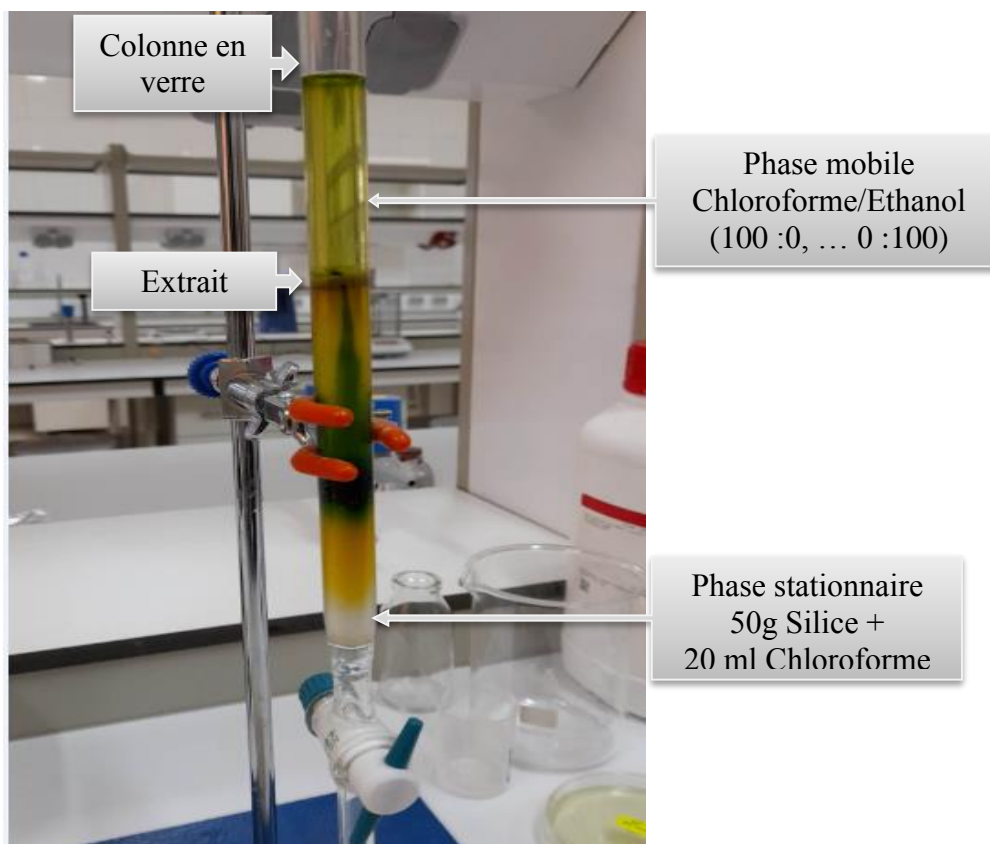


Fig. 19 La chromatographie sur colonne

5.3. Étude de l'effet dépilatoire des fractions des extraits

Afin de mieux cerner la fraction à effet dépilatoire et confirmer son origine, celles-ci ont toutes été appliquées sur la peau de caprin. En effet, de petits morceaux de peau ont été placés chacun dans une boîte de petri avec quelques millilitres de l'une des fractions issues de l'extrait de la tige ou de la feuille. Les boîtes de petri ont préalablement été annotées avec le même code de la fraction appliquée sur le morceau de peau contenu dans la boîte en question.

L'expérimentation a duré 3 heures, avec inspection des peaux toutes les 60 minutes en notant les résultats obtenus à chaque fois comme dans toutes les expérimentations précédentes (Fig. 20).

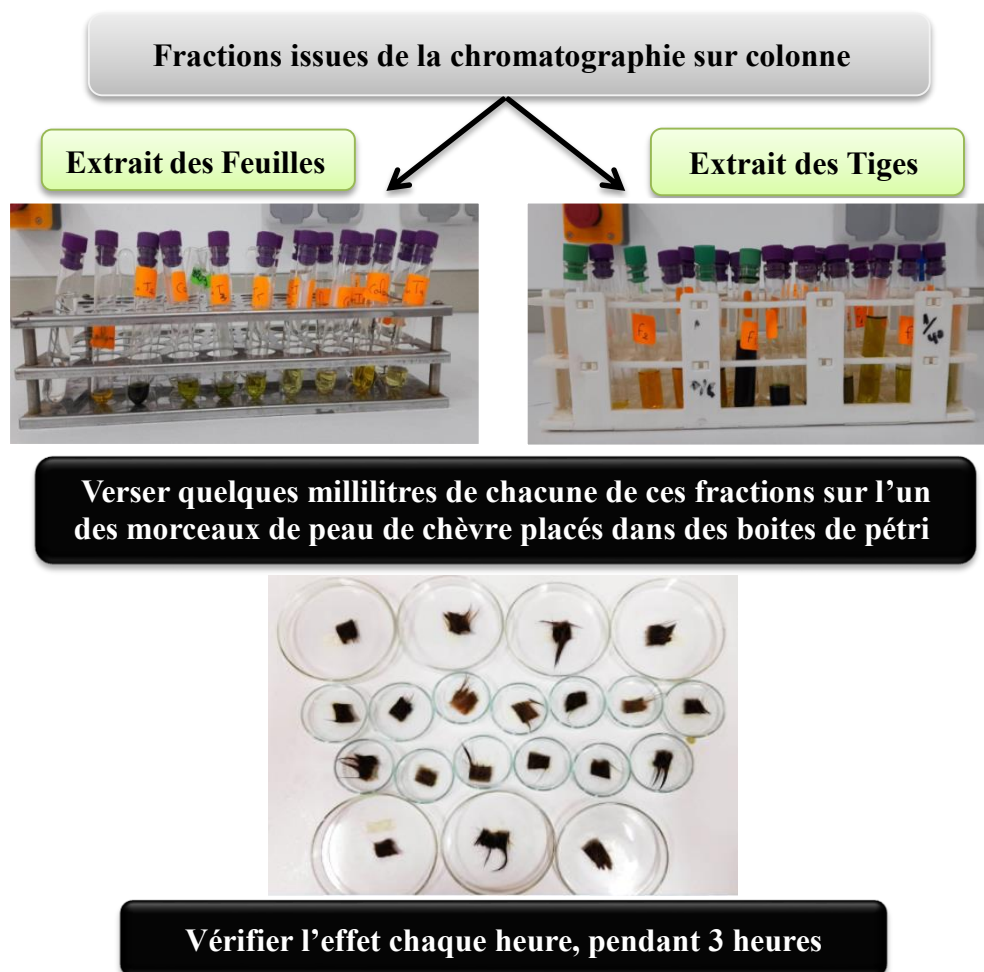


Fig. 20 Étude de l'effet dépilatoire des fractions des extraits

Chapitre III

Résultats et Discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Étude générale et comparative de l'effet dépilatoire des parties de la plante

La première expérimentation menée dans le but de vérifier l'effet dépilatoire des différentes parties de *Pergularia tomentosa* a bel et bien confirmé l'efficacité de la plante dans l'enlèvement des poils des peaux de caprin sur lesquelles les broyats des tiges, feuilles, et tiges et feuilles ont été appliqués (Tableau 10).

Tableau 10. Effet dépilatoire des parties de la plante

| Partie de la plante | Temps | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-----|----|----|----|----|-------------|
| | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h | |
| Tiges | + | +++ | / | / | / | / | Stérile |
| | + | +++ | / | / | / | / | Non stérile |
| Feuilles | - | - | - | - | - | + | Stérile |
| | - | - | - | - | - | + | Non stérile |
| Tiges & Feuilles | - | - | + | ++ | / | / | Stérile |
| | - | - | + | ++ | / | / | Non stérile |

[-] : Pas efficace, [+] : Peu efficace, [++] : Moyennement efficace, [+++] : Très efficace, [/] Épilage complet et/ou expérimentation arrêtée pour préserver la peau du déchirement.

NB. Ces symboles gardent les mêmes significations dans les tableaux des résultats semblables.

En plus de ce résultat confirmatif plutôt général, cette même expérimentation montre clairement la différence d'efficacité entre les parties de la plante. En effet, les tiges se sont avérées plus efficaces que les feuilles, et même plus efficaces que les tiges et feuilles réunies. Ces résultats informent que l'effet dépilatoire recherché par le présent travail provient d'un élément présent dans les tiges plus que les feuilles (Fig. 21), ceci d'une part. D'autre part, le fait que l'efficacité diminue en mélangeant les feuilles aux tiges, peut s'expliquer de deux manières possibles, qui restent toutes deux à confirmer : soit l'effet de l'agent dépilatoire est diminué par un composé contenu dans les feuilles, soit dans le mélange Tiges-Feuilles la teneur en cet agent est inférieure à celle nécessaire pour un bon épilage. Mathématiquement parlant, cette teneur serait réduite à moitié dans le mélange Tiges-Feuilles par rapport au broyat des tiges seules.

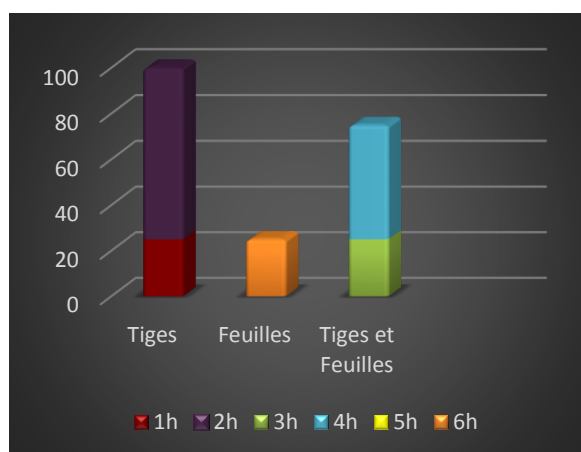


Fig. 21 Représentation graphique de l'effet dépilatoire des parties de la plante

Les résultats identiques partout entre les échantillons stériles et non stériles, écartent toute possibilité que l'agent dépilatoire étudié soit d'origine biologique (Microbienne). Ils désapprouveraient même que cet agent soit affecté par quelconque microorganisme sur la plante ou à l'extérieur.

2. Étude comparative de l'effet dépilatoire des différents extraits classiques de la plante

Les résultats de la deuxième expérimentation portant sur l'étude comparative de l'effet dépilatoire des différents extraits classiques de la plante ont montré des différences d'efficacité non négligeables, résumées dans le tableau 11 et la figure 22 ci-après.

Tableau 11. Effet dépilatoire des différents extraits classiques

| Méthode d'extraction | Temps | | | | | | |
|----------------------|-------|-----|-----|----|----|----|-------------|
| | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h | |
| Macération | +++ | / | / | / | / | / | Stérile |
| | +++ | / | / | / | / | / | Non stérile |
| Infusion | + | +++ | / | / | / | / | Stérile |
| | + | +++ | / | / | / | / | Non stérile |
| Décoction | + | ++ | +++ | / | / | / | Stérile |
| | + | ++ | +++ | / | / | / | Non stérile |
| Broyage | +++ | / | / | / | / | / | Stérile |
| | +++ | / | / | / | / | / | Non stérile |

Ces résultats montrent que les extraits issus des méthodes d'extraction à froid, à savoir la macération et le broyage, sont plus efficaces que ceux issus des méthodes d'extraction impliquant l'utilisation de la chaleur à une phase ou à une autre de l'extraction (Infusion, Décoction).

Le résultat meilleur de l'infusion comparativement à la décoction à la deuxième heure, confirme l'impact négatif de la température sur l'agent dépilatoire. En effet, dans le cas de l'infusion ou le matériel végétal est juste placé dans de l'eau chaude, l'effet était plus important que dans la décoction où le matériel végétal lui-même était porté à ébullition. Ceci montre une nette corrélation négative entre le traitement thermique de la plante et l'efficacité (la rapidité surtout) de son effet dépilatoire.

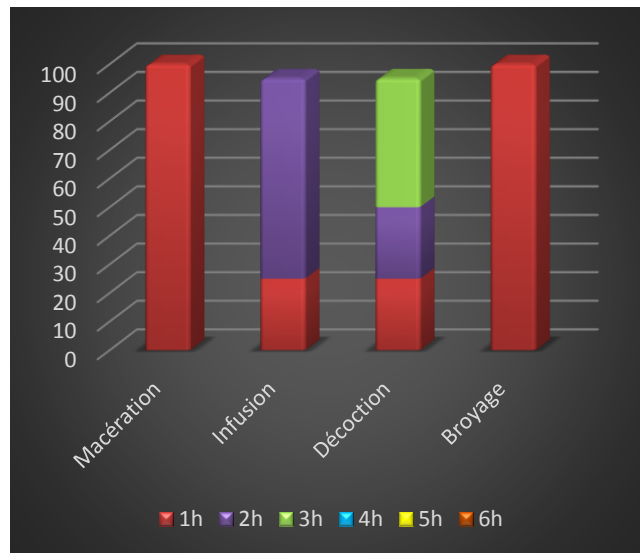


Fig. 22 Représentation graphique de l'effet dépilatoire des extraits classiques de la plante

3. Étude comparative des extraits produits par méthodes d'extraction modernes

Cette partie du travail dédiée aux extraits issues des méthodes d'extraction modernes, nous a fourni des résultats sur les extraits et les rendements de la plante, sur les constituants de ces extraits, ainsi que sur l'effet dépilatoire de chacune des fractions qui en ont été séparées.

3.1. Les extraits préparés

La préparation des extraits ayant suivie deux méthodes chacune visant un type de produit, a donné des résultats considérablement divergents selon la méthode d'extraction, mais plus semblables selon les parties de la plantes extraites.

En effet, l'hydrodistillation de la plante, n'a donné de résultat ni pour les tiges, ni pour les feuilles (Fig. 23). Aucune huile essentielle n'a pu être extraite d'aucune des deux parties de la plante.

Au contraire, l'extraction éthanolique a donné pour les deux parties de la plantes, un rendement non négligeable.

En plus de la différence dans le rendement, les extraits éthanoliques des tiges et des feuilles diffèrent par leur couleur ; celui des feuilles étant d'un vert plus foncé, probablement en raison de la chlorophylle.

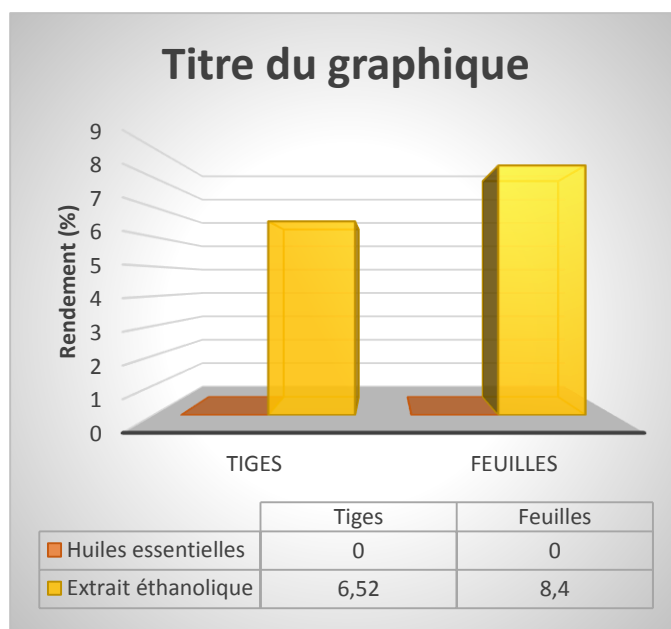


Fig. 23 Représentation graphique du rendement des extractions de la plante

3.2. Les constituants des extraits

3.2.1. Résultat du criblage phytochimique

Le criblage phytochimique des extraits des tiges de la plante, a révélé des différences de présence/absence de quelques composés, en fonction de la méthode d'extraction utilisée (Tableau 12 ([+] : Présence , [-] : Absence)).

Tableau 12. Résultats du criblage phytochimique des extraits de la plante

| Méthodes d'extraction Composés recherchés | Macération | Infusion | Décoction |
|--|------------|----------|-----------|
| Flavonoïdes | - | + | ++ |
| Stéroïdes | - | - | - |
| Tanins ydrolysable | - | - | - |
| Tanins catéchiques | - | - | - |
| Glycosides | - | + | ++ |
| Saponines | + | - | - |
| Alcaloïdes | + | - | - |
| Terpenoïdes | - | - | - |
| Sucres réducteurs | - | - | - |
| Protéines | - | - | - |
| Quinones libres | - | ++ | ++ |
| Cardénolides | - | - | - |

Il ressort de ces résultats que les composés mis en évidence dans les extraits, dépendent non seulement du matériel végétal extrait, mais aussi de la méthode d'extraction utilisée. Certains composés seraient mieux extraits que d'autres en fonction des conditions de l'extraction.

En effet, la décoction et l'infusion des tiges de *Pergularia tomentosa* ont révélé la présence de trois métabolites (Flavonoïdes, Glycosides, Quinones libres) avec des concentrations élevées de flavonoïdes et glycosides dans les extraits issus de la décoction à comparer avec ceux issus de l'infusion.

La macération quant à elle, n'a ressorti que deux métabolites ; les saponines et les alcaloïdes. Ces résultats rejoignent ceux de Abid et Touahria (2018) qui ont, eux aussi, mis en évidence la présence de flavonoïdes, glycosides, quinones libres et alcaloïdes dans les tiges de *Pergularia tomentosa*.

Les deux métabolites les plus susceptibles d'avoir un lien positif avec l'effet dépilatoire des tiges de la pergulaire sont donc les saponines et les alcaloïdes présents dans les macérats. Ces métabolites sont vraisemblablement, soient directement responsables de cet effet, soit en relation avec l'élément (composé chimique ou autre) responsable de cet effet. Dans tous les cas, les falvonoïdes, glycosides et quinones libres présents en plus grandes teneurs dans les extraits issus de l'infusion et de la décoction, semblent n'avoir aucun rôle dans l'effet dépilatoire de la plante, sinon celui d'inhiber l'agent qui en est responsable, vu la corrélation négative entre les teneurs en ces composés dans les extraits, et l'efficacité de ces derniers dans l'épilage des peaux sur lesquelles ils ont été appliqués.

3.2.2. Résultats de la chromatographie sur couche mince

La chromatographie sur couche mince n'a pas clairement abouti au but principal de sa réalisation, étant la vérification de la présence des constituants (flavonoïdes, alcaloïdes, tannins et sucres) correspondants aux références utilisées (soient : acide caféique, acide gallique, acide gallic et glucose & fructose respectivement). Toutefois, elle a servi à orienter le choix du système de solvant de la chromatographie sur colonne, et ce de par ses résultats qui montrent une meilleure séparation dans le mélange éthanol-Eau choisi pour la mise en évidence des tannins en utilisant comme référence l'acide gallique (★Fig. 24).

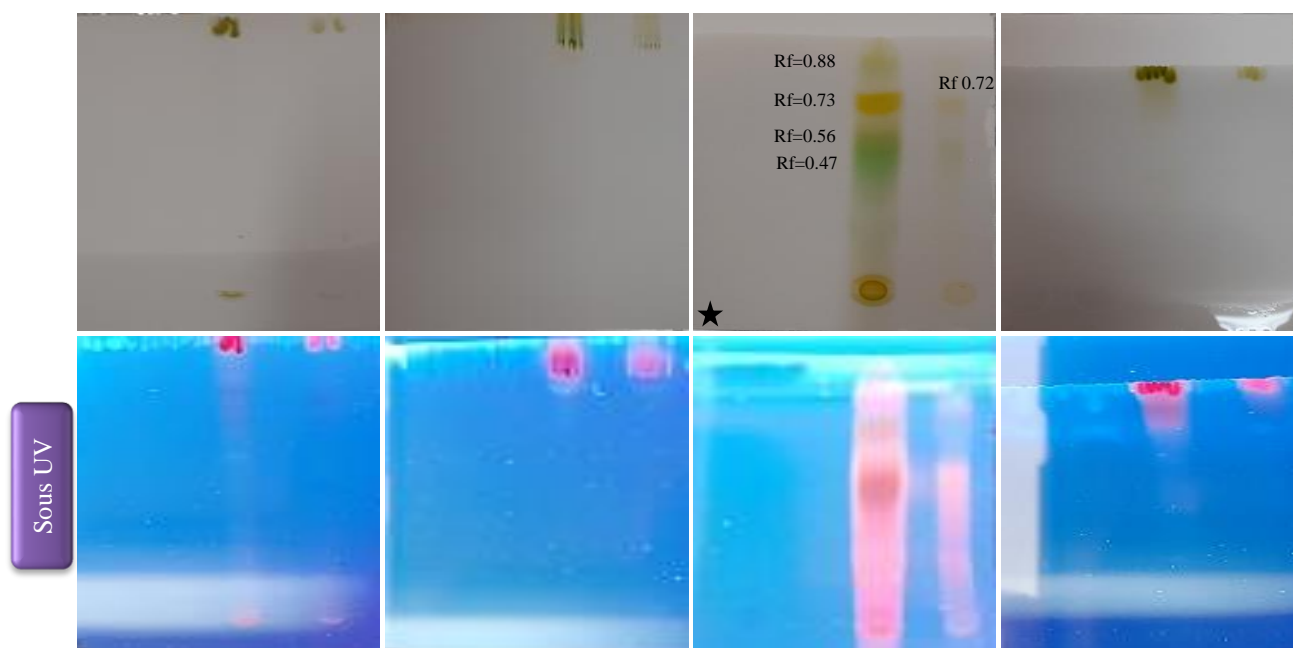


Fig. 24 Résultats de la CCM

3.2.3. Résultats de la chromatographie sur colonne

La chromatographie sur colonne a permis de séparer plusieurs fractions des extraits éthanoliques des deux parties de la plante (Tiges et Feuilles). Au total, l'extrait des tiges a donné une douzaine de fractions (Fig. 25), tandis que celui des feuilles en a donné un peu plus (environ une quinzène, hormis les fractions quasi identiques (Fig. 26)).

Parmi ces fractions, celles chlorophylliennes très abondantes dans l'extrait des feuilles, sont facilement reconnaissables grâce à leur couleur verte caractéristique. Ces fractions sont souvent les premières isolées (à l'égard de tous les pigments).

La nature des autres fractions, n'est que soupçonnée. Leur identification requiert d'autres tests encore plus sophistiqués.

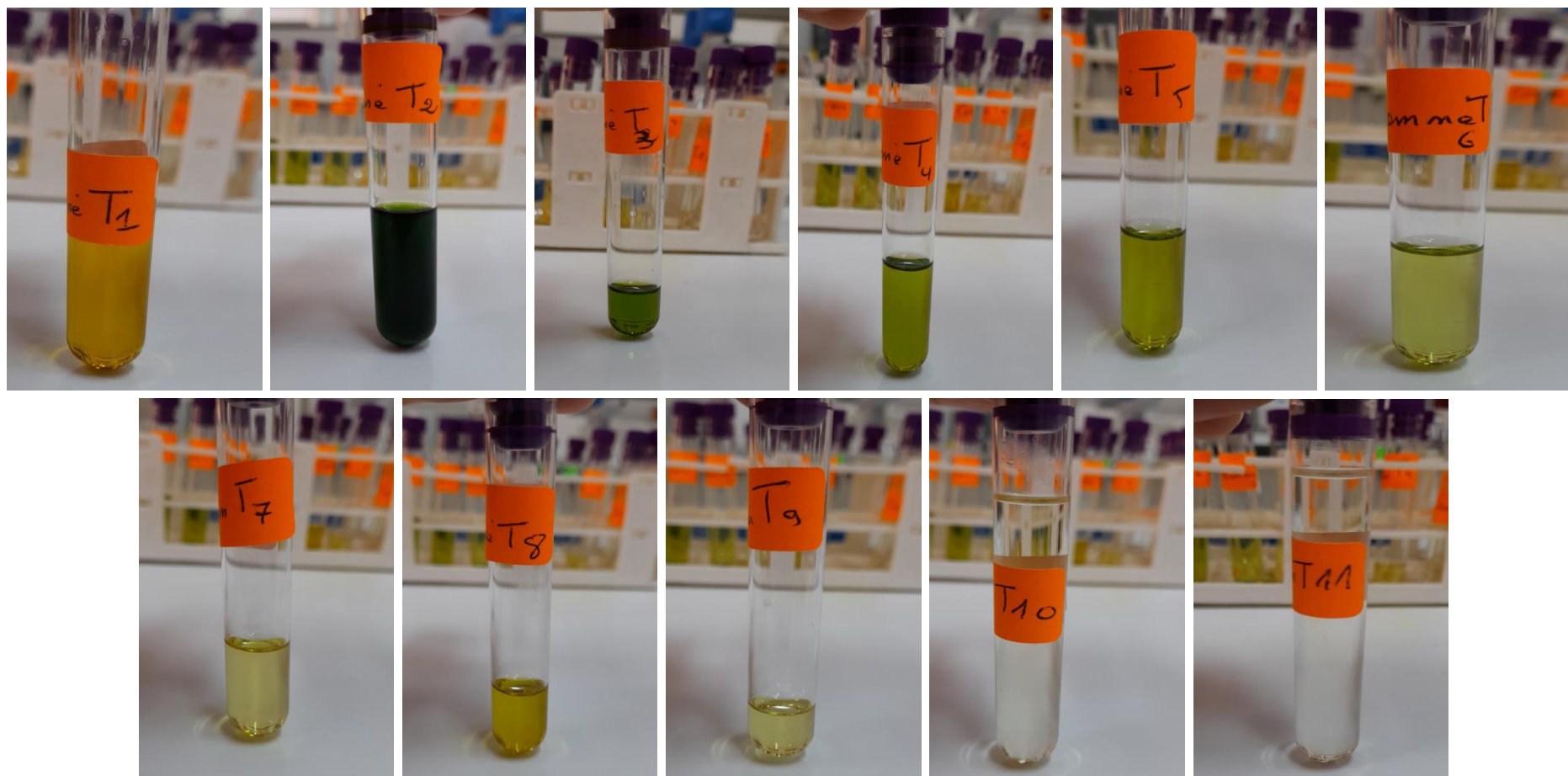


Fig. 25 Résultats de la chromatographie sur colonne : Les fractions de l'extrait des tiges

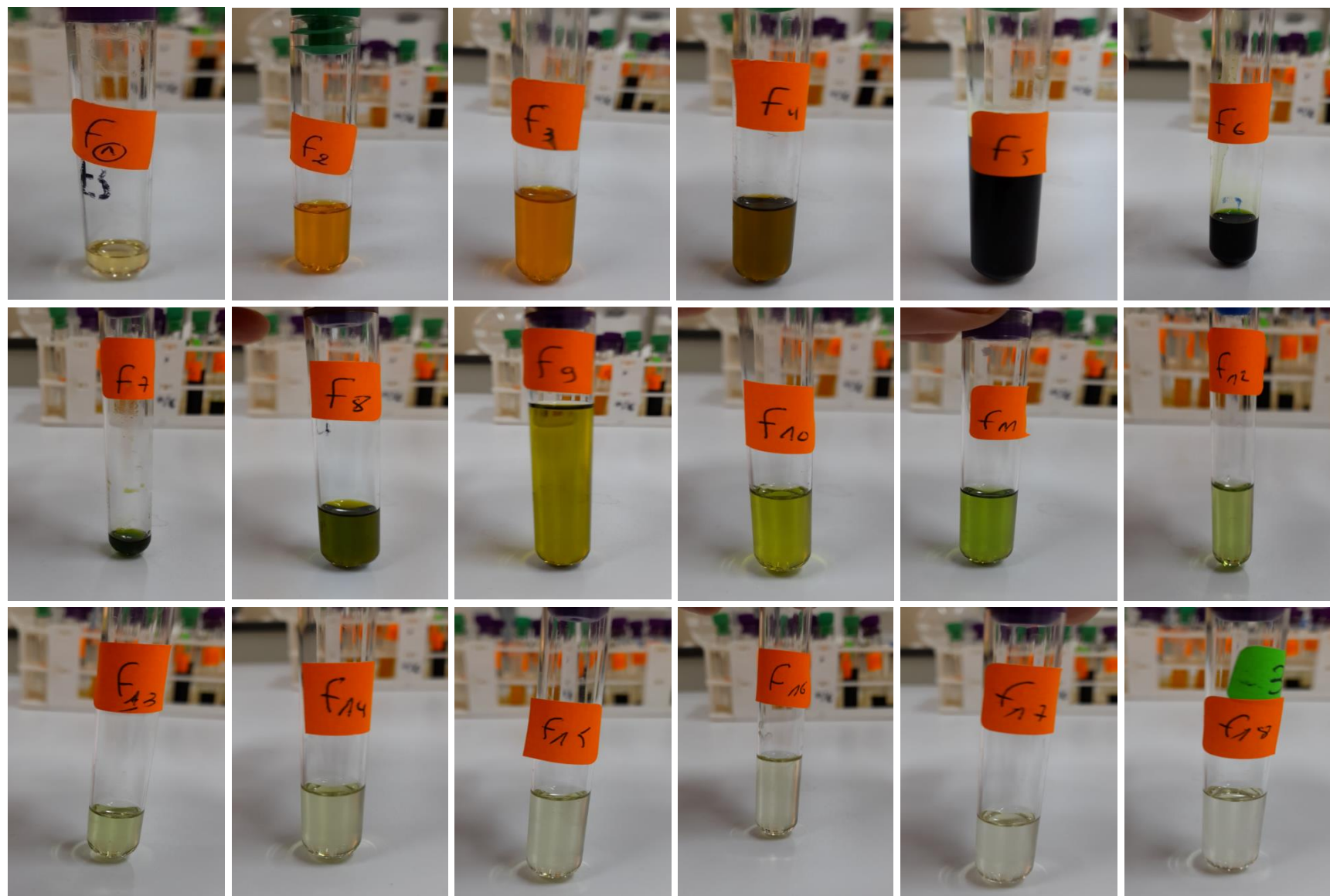


Fig. 26 Résultats de la chromatographie sur colonne : Les fractions de l'extrait des feuilles

3.3. Effet dépilatoire des fractions séparées des extraits

L'application des fractions issues de la chromatographie sur colonne des extraits des tiges et des feuilles sur les peaux de chèvre a appuyé les résultats précédents. En effet, le meilleur effet dépilatoire a été observé au niveau des fractions de l'extrait des tiges (Fig. 27).

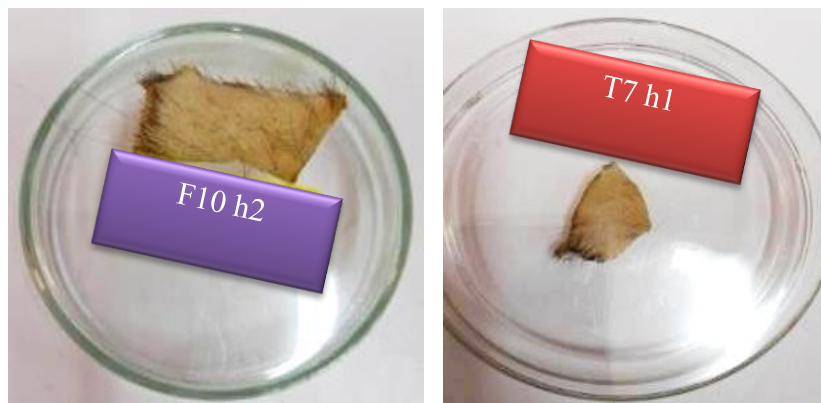


Fig. 27 Comparaison des résultats de l'effet dépilatoire des fractions des extraits des tiges et des feuilles sur les peaux

Parmi les fractions issues de l'extrait des tiges, celle qui a donné le meilleur épilage est la fraction 7 ou T7, de couleur jaune claire (se référer à la Fig. 27). Cette fraction a permis l'épilage complet de la peau de caprin sur laquelle elle a été appliquée, dès la première heure. Après la T7, vient la T9 avec un effet notable dès la première heure également. Hormis ces deux fractions, toutes les autres (à l'exception de la T2 et T3 carrément sans effet) ont eu un effet relativement faible, et ce à la deuxième heure pour la T5 et T6, et à partir de la troisième heure pour les T1, T4 et T8 (Fig. 28).

Les fractions de l'extrait des feuilles quant à elles, ne semblent en général avoir qu'un faible effet, avec trois fractions (F8, F9 et F10) actives dès la deuxième heure, et F1, F2 et F11 actives à partir de la troisième heure. Les autres fractions [F3-F7] sont carrément sans effet même après la troisième heure.

Ce qui vient confirmé l'effet dépilatoire du type de fractions de couleur jaune claire, du genre T7 particulièrement, est le fait que la fraction T9, également issue de l'extrait des tiges, après la T8, est la deuxième fraction la plus efficace, et sa couleur et son aspect rappellent très bien ceux de la T7. Si nous jugeons de la couleur, il semblerait qu'aucune fraction de l'extrait des feuilles ne soient conforme à ces deux fractions (T7 et T9) des tiges à effet dépilatoire très notable.

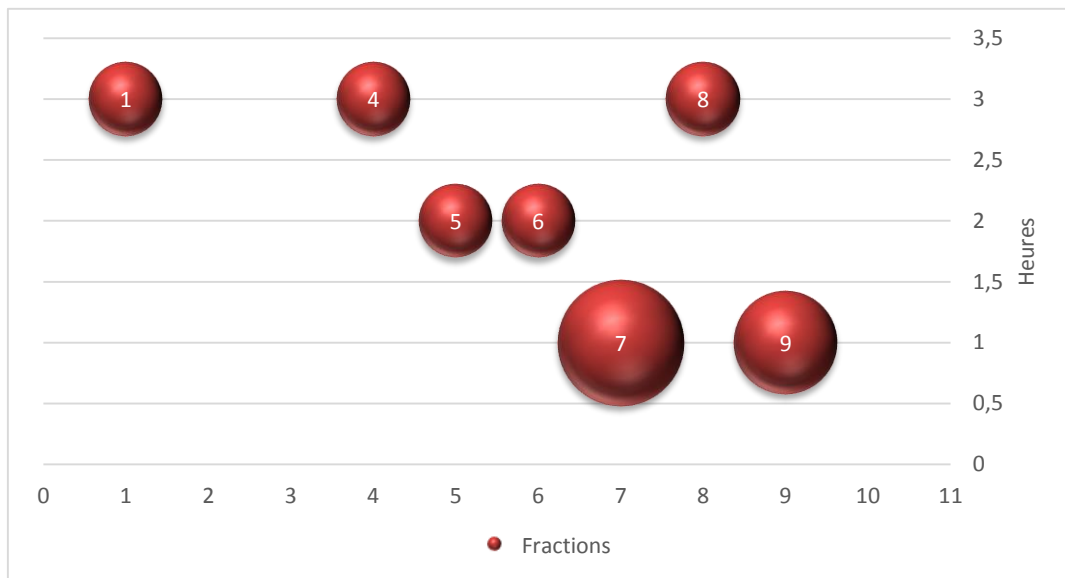


Fig. 28 Représentation graphique des résultats de l'effet dépilatoire des fractions de l'extrait des tiges sur les peaux de caprin

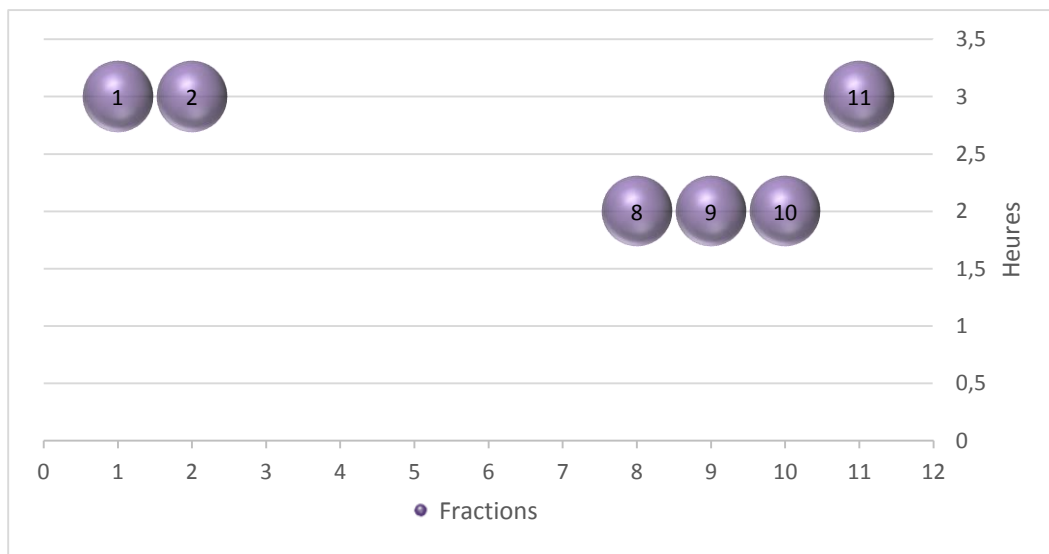


Fig. 29 Représentation graphique des résultats de l'effet dépilatoire des fractions de l'extrait des feuilles sur les peaux de caprin

Conclusion et Perspectives

Conclusion et perspectives

En considérant les résultats des différentes expérimentations réalisées dans ce travail, l'effet dépilatoire de *Pergularia tomentosa* L. est désormais confirmé.

Les parties botaniques les plus efficaces à cet égard sont les tiges, et les moyens d'extraction qui donnent le meilleur résultat sont les méthodes à froid, notamment la macération.

Parmi plus d'une dizaine de fractions séparées des extraits des tiges et des feuilles, il existe une fraction qui semble avoir le meilleur effet dépilatoire, comparativement à toutes les autres, et ce aussi bien du point de vue rapidité qu'efficacité. Cette fraction, ici nommée T7, est, conformément à son appellation, la septième fractions séparée par chromatographie sur colone de l'extrait éthanolique des tiges. Elle est caractérisée par une couleur jaune très claire, et une quantité relativement moyenne. Ce même aspect caractérise la deuxième fraction la plus efficace, qui est la T9 également séparée de l'extrait des tiges. Ceci, nous mène donc à conclure, que ces fractions sont bel et bien celles contenant le composé à l'origine du pelage des peaux de caprins sur lesquelles les extraits de la plantes ont été appliqués.

Jusque là, la possibilité d'usage des extraits (broyat ou macérat) de la plante dans le tannage en vue de la préparation des peausseries pour les différentes fabrications et usages ménagers et industriels, peut être confirmée. Cependant, de plus amples tests sur le temps d'usage, les modes d'emploi et la qualité des peausseries produites sont à envisager.

Outre l'intérêt industriel, l'usage cosmétique de la plante met en première perspective, l'identification de la fraction responsable de l'effet étudié. Des analyses quantitatives et qualitatives du composé identifié, dans les différents extraits de la plantes, seraient un plus pour les recherches appliquées à venir.

Après isolement et caractérisation du composé, des tests de toxicités avec essais sur des animaux de laboratoire devraient être envisagés, avant de passer éventuellement à des tests cliniques, dans la mesure du possible, afin de vérifier non pas l'effet dépilatoire, mais surtout l'absence d'effets indésirables sur la peau.

Le succès de ces étapes, sera donc la clé du portail de la mise en pratique du suc de notre travail dans le domaine cosmétique.

Références bibliographiques

Bibliographie

- Abbassi, L. & Touil, H. (2019) Contribution à l'étude phytochimique de feuilles de *Pergularia tomentosa* L. dans la région d'El-Oued. Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued, 96p.
- Abdenouri, N., Kechaou, N., Motassadeq, A., Amazdaou, H. & Jaouad, A. (2008) Le séchage du cuir au cours des opérations de tannage. *Revue des énergies renouvelables*, 7-16.
- Abid, A. & Touahria, T. (2018) Etude phytochimique et activité biologique d'une plante médicinale appartenant à la famille des Asclepiadeceae dans la région du sud d'Al-gérie. Mémoire de Master chimie. Université Kasdi Merbah-Ouargla, pp : 31-32.
- Abiola, F., Algninouwa, T., Elbahri, L., Ali, M., Kaboret, M. & Fayomi, B. (1993) Etude expérimentale de l'intoxication des caprins par *Pergularia tomentosa* L. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 46 (4) : 591-595
- Abraham, L. (2006) Kierszenbaum. Histologie et biologie cellulaire, une introduction à l'anatomie pathologique. Editions de boeck supérieur, pages 299-306, pages 309- 315
- AL-mekhlafi1, N. & Masoud, A. (2017) Phytochemical and pharmacological activities of *Pergularia tomentosa* L. - a review *Indo American journal of pharmaceutical sciences*, 4 (11), pp 4558-4565.
- AL-said, M., Abu-Jayyab, A. & Hifnawy, M. (1989) Biochemical studies on ghalakinoside, a possible antitumor agent from *Pergularia tomentosa* L. *Journal of ethno-pharmacology*, vol. 27 (1/2), pp. 235-240.
- Amani, A. & Barmo, S. (2010) Contribution à l'état des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger, Programme des Nations Unies pour le Développement, Rapport de consultation, 40 p.
- Audigie, C., Dupont, G. & Zonszain, F. (1995) Principe des méthodes d'analyse biochimique. 2ème Edition. Ed. biosciences et technique, Paris, 44-56p.
- Belalem, M.A., Labeled, B., Darraji, H., Bouhrira, A., Reggani, A., Kebbab, RM. & Boutamine, SR. (2019) Study of the antioxidant activity of flavonoic extract of a medicinal plant (*calotropisprocera*) of ahaggartamanrasset. *j. fundam. appl. sci*, 11(1), 315-324.
- Bellakhdar, J. (1978) Médecine traditionnelle et toxicologie ouest-saharienne, contribution à l'étude de la pharmacopée marocaine. Edition techniques nordafricaines: Rabat. Thèse de doctorat Université De Universtté Emeiz, 637p.

- Belloum, N. & Nani, N. (2020) Contribution à l'étude phytochimique de racine de *Pergularia tomentosa* L. dans la région d'ElOued. Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued, 70p.
- Berregioua, A. (2016) Investigation phytochimique des extraits bioactifs de deux Brassicaceae médicinales du sud Algérien: *Moricandia arvensis* et *Zilla macroptera* (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid), 122-123p.
- Bessei, A. & Boughezala, H.A. (2019) Contribution à la caractérisation biologique des alcaloïdes de la partie aérienne de *Pergularia tomentosa* L. Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued, 70p.
- Bouhanna, P. (2007) Soigner et entretenir ses cheveux : les nouveaux traitements du cheveu. Alpen Editions sam, p12.
- Bouhman, A. (2013) Contribution à l'étude du pouvoir antimicrobiens extraits de feuilles de *Pergularia tomentosa* L. de la région d'Adrar. Mémoire de Master. Université de Tlemcen, 69p.
- Boulos, L. (1995) Flora of Egypt checklist. Al Iladara Publishing, Cairo, Egypt. Open Journal Of Ecology, Vol.5 No.9.
- Bruneton, J. (1999) Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème Edition : Tec& Doc Lavoisier. Paris, 1120p.
- Cassano, A., Molinari, R., Romano, M., & Drioli, E. (2001) Treatment of aqueous effluents of the leather industry by membrane processes: A review. Journal of Membrane Science, 181: pp 111-126.
- Chebili, S. (2012) Extraction et caractérisation des alcaloïdes quinolizidiniques de *Cytisus triflorus* L'Herit et l'étude de leurs activités antimicrobienne et antioxydante (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara), p23.22.
- Cherif, R. (2020) Etude comparative des activités biologiques des extraits de deux plantes spontanées récoltées au Sahara Algérien (Doctoral dissertation, Université de Ghardaia), p33-3.
- Coudane, F. (2009) Fonction et régulation des peptidyl-arginine désiminases dans l'épiderme et au cours de la cicatrisation cutanée. Thèse de doctorat en médecine, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Toulouse, 299p.
- Djibo, I., Sissoko, D., Boukari, S. & Coulibaly, Y. (2021) Colonisation des aires de pâturage par les espèces envahissantes : cas de *Pergularia tomentosa* L. dans la Commune rurale d'Azagor au Niger. Afrique Science, 18(5), 118-130.

- Drissa Samaké. (2008) Traitement des eaux usées de tanneries à l'aide de matériaux à base d'argile (Doctoral dissertation, Université Joseph-Fourier-Grenoble I), p168
- Dubois, J. (2007) La peau : de la santé à la beauté. Notions de dermatologie et de dermocosmétologie. Editions Privat. Toulouse, p127.
- Good, R. (1951) Atlas of the Asclepiadaceae. University college, Hull, Pages 198-209.
- Gouin, O. (2017) Étude du rôle de PAR-2 dans l'inflammation neurogene cutanée. Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Bretagne (Loire), 209p.
- Harborne, J. B. (1976) Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press, New York, London, 246p.
- Hassan, S.W., Umar, R.A., Ladan, M.J., Nyemike, P., Wasagu, R.S.U., Lawal, M. & Ebbo, A.A. (2007) Nutritive Value, Phytochemical and Antifungal Properties of *Pergularia tomentosa* L. (Asolepiadaceae) international journal of pharmacology, 3(4), pp 334-340.
- Hazhazi, N. & Lebdou, I. (2020) Evaluation de l'activité anti-inflammatoire in vivo des plantes médicinales (*Ruta tuberculata* forssk. et *pergularia tomentosa* L. (Memoire De Master Université Mohamed Khider De Biskra), P 64.
- Hifnawy, MS., El-Shanawany, M.A., Khalifa, M.M., Youssef, A.K. & Desoukey, S.Y. (2014) Cardiogenic activity of *pergularia tomentosa* L. different extracts, fractions & isolated compounds. J Pharm Biol Sci, 9, 54-60.
- Hosseini Kahnouj, S.H., Ayyari, M., Azarnivand, H., Piacente, S. & Chahouki, Z. (2017) *Pergularia tomentosa* L. from traditional uses to ecology and phytochemistry. Journal of Medicinal Plants, 16(63), 108-118.
- Hussein, H.I., Al-Rajhy, D., El-Shahawi, F. I. & Hashem, S. M. (1999) Molluscicidal activity of *Pergularia tomentosa* L. methomyl and methiocarb, against land snails. International Journal of Pest Management, 45(3), 211-213.
- Inzouddine, A. (2007) Le tannage et les tannins .Thèse doctorat, Université d'Antananarivo, p98.
- Kebili, M., Bouselsal, B. & Gouaidia, L. (2019) (1) et (3). Ressources minérales et hydriques dans l'est Algérien. Université de larbi Tébéssi. Tébéssa. Algérie. (2). Laboratoire Des Réservoirs Souterrains Pétroliers Gaziers Et Aquifères. Université De Kasdimerbah. Ouargla. Algérie], p1-312.
- Kemassi, A., Darem, S., Cherif, R., Boual, Z., Sadine, S.E., Aggoune, M.S. & Ould El Hadj, M. D. (2014) Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien). J Adv Res Sci Technol, 1(1), 1-5.

- Kouzmine, Y. (2003) L'espace saharien algérien. Dynamique démographique et migratoire. Maitrise de Géographie, Univ. Franche-Comté, France, 202p.
- Lahmar, I., Belghith, H., Ben Abdallah, F. & Belghith, K. (2017) Nutritional composition and phytochemical, antioxidative, and antifungal activities of *Pergularia tomentosa* L. BioMed research international, p9
- Lahmar, I., Radeva, G., Marinkova, D., Velitchkova, M., Belghith, H., Yotova, L. & Belghith, K. (2018) Immobilization and topochemical mechanism of a new β -amylase extracted from *Pergularia tomentosa*. Process Biochemistry, 64, 143-151.
- Mamadou, B. (2012) Étude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* smith une plante médicinale a f ricane récoltée au Mali. Thèse de doctorat, Mali, 92p.
- Mansour, S.A., Abdul Hameed, U., Kader, T. & Mohamed, S.H. (1988) Int. J. Crude Drug Res, 26 (1), p 9-16.
- Marcia, J.E. (2001) Acommentary on Seth Schwartz's, review of identity theory and research. Identity: An International Journal of Theory and Research, 1(1), 59-65.
- Oloyede, O.I. (2005) Chemical profile of unripe pulp of *Carica Papaya*. Pakistan Journal Of Nutrition, 4(6), 379-381.
- Ould El Hadj, M., Hadj-Mahammed, M. & Zabeirou, H. (2003) Place des plantes spontanées dans La médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara Septentrional Est). Courrier du savoir, 3, Pp 47-51.
- Ozenda, P. (1991) Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, Paris, 662 p.
- Rebouh, M. & Belkhirat, S. (2016) Evaluation de l'activité antibactérienne et le pouvoir cicatrisant d'une Asclepiadaceae. Mémoire de Master en Biologie. Université M'ha-med Bougara. Boumerdes, pp : 43-60.
- Telli, A. (2017) Activités anti-oxydante, antimicrobienne et antidiabétique de deux espèces spontanées utilisées dans le traitement du diabète dans la région de Ouargla : *Amodaucus leucotrichus* et *Anvillea radiata* .Thèse de doctorat. Ouargla, 47-48p.
- Thomyris, A.F. (2018) Dermatologie et cosmétologie des peaux noires et métissées : conseils en officine et analyses d'enquêtes. Thèse de doctorat en pharmacie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université de Poitiers, 136p.
- Tlili, M.L. (2015) Contribution à la caractérisation physico-chimique et biologique des extraits de *Pergularia tomentosa* L. issue de quatre sites sahariens différents (Sahara septentrional). Mémoire de magister en biologie. Université Kasdi Merbah. Ouargla, 98p.

Tlili, M. L., Hammoudi, R., Dehak, K. & Mahfoud, H. M. (2020) Etude de l'activité antioxydante et antimicrobiennedes extraits de feuilles de *pergularia tomentosa* L., issue d'el Oued (Algerie). Revue des bio ressources, 10(2), 11-11.

Wagner, H. & Bladt, S. (1996) Plant drug analysis. A thin layer chromatography atlas, Second edition Spinger-Verlag, Berlin, p 1-384.

Yadav, R.N.S. & Agarwala, M. (2011) Phytochemical analysis of some medicinal plants. Journal of phytology, 3(12):10-14p.

Webographie

1. https://www.jircas.go.jp/project/africa_dojo/FakaraPlants/Contents/Species_pages/Perguto m.html
2. <https://www.projectnoah.org/spottings/2033056002>
3. <https://www.floramaroccana.fr/pergularia-tomentosa.html>
4. <https://eol.org/pages/2900389>
5. <https://flamigel.fr/anatomie-de-la-peau/>
6. <https://fr.depositphotos.com/stock-photos/hypoderme.html>
7. https://www.researchgate.net/publication/342622254_Caracterisation_et_modelisation_du_comportement_mecanique_in_vivo_de_la_peau/figures?lo=1
8. <http://epi-cure.be/accueil/microdossiers/peau/>
9. <http://docteur-casacci.com/la-dermatologie/>
10. <https://blog-herbeo.fr/plantes-cicatrisation-1/>
11. <https://lastationbeaute.com/topic/lanatomie-du-poil/>
12. <https://www.encyclopedie.fr/definition/%C3%A9pilation>
13. https://lafabriquedessavoirs.fr/sites/default/files/upload/dossier_pedagogique_wildlife.pdf
14. <https://www.teacherspayteachers.com/Product/Animal-Skin-Textures-Digital-Paper-Pack-16-Different-Papers-12inx12in-2593485>