

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida -1-

Faculté des Sciences Agronomiques Vétérinaires et Biologiques

Département de Biologie



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des populations et des organismes

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Biodiversité et Développement Durable

**Contribution à la valorisation d'une plante endémique de
la région de Tamanrasset (*Solenostemma argel*)**

Présenté par :

Lourci Adnane

Laoufi belkacem

Soutenu le 29/10/2014

Devant le jury :

M ^{me} BRADEA M.S.	MAITRE CONFERENCE (A)	UB -1-	PRESIDENTE
M ^{me} FAIDI H.	MAITRE ASSISTANTE (A)	UB -1-	EXAMINATRICE
M ^{me} SAIGHI.	MAITRE ASSISTANTE (B)	UB -1-	EXAMINATRICE
M ^{me} AMEDJKOUH H.	MAITRE ASSISTANTE (A)	UB -1-	PROMOTRICE

Promotion : 2013/2014

Remerciements

Remerciements

«La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage ».

La première personne que nous tenons à remercier est notre promotrice M^{lle} AMEDJKOUH H, pour l'orientation, la confiance, la patience, la disponibilité, les encouragements inlassables ainsi que pour le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer malgré tous ses engagements ; qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené à bon port et voir le jour, qu'elle trouve ici un hommage vivant à sa haute personnalité et sa gentillesse.

Un grand merci à M^{me} BRADEA d'avoir accepté la présidence du jury de ce travail, qu'elle trouve ici nos expressions les plus respectueuses.

Nous exprimons notre très grande considération, et notre profond respect à M^{me} FAIDI et M^{me} SAIGHI pour avoir accepté de juger ce modeste travail et l'enrichir par leurs propositions.

Nous adressons aussi nos remerciements à toute l'équipe du service de, physico-chimie et pharmacotoxicologie du complexe Antibiotical Saidal Médéa, en particulier : M^{elle} Neggab Imen, Mr Kheireddine, Mr Mourad, Mr Hentabli, Mr Eskander, Mr Abdelli et Mr Boukhatem pour leur sympathie, leurs conseils et leurs aides, ils ont contribué par leur bonne humeur à créer un cadre de travail agréable.

Nous témoignons notre gratitude à l'ensemble de l'équipe des laboratoires de l'ITAF pour leurs aides.

Enfin, nous tenons également à remercier tous ceux qui nous ont soutenu et participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

Dédicace

La liste est longue, les sentiments sont fors, l'espace comme le temps sont réduits.

Je ferais de mon mieux, mais l'exhaustivité est impossible.

L'éclipse recèle beaucoup.

*A la mémoire de m'a grand-mère que dieu l'accueille dans son vaste paradis
A toi mon père qui m'a toujours encourager d'aller vers le devant et qui a fait
en sorte que je ne manque de rien. Trouve à travers ce modeste travail, la
récompense de ton affection, de tes sacrifices et de ta patience.*

*A toi ma mère qui ma insufflé le don d'aller toujours en avant et qui m'a permis
d'avoir confiance en moi.*

A mes frères Mohamed et Mahmoud

A ma sœur Sarah

A mes grands parents

A tous mes amis

A mes honorables enseignants

A ma promotion de Master II biodiversité et développement durable

Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

Adnane

Dédicace

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À

Mes chers parents qui furent mes premiers enseignants

et à qui je dois tout, au-delà du bien être matériel

qu'ils m'ont octroyé et qu'ils ne m'ont jamais refusé.

Que ce travail soit pour eux une modeste compensation

Pour tous les sacrifices qu'ils ont toujours consacrés

à mon égard, qu'il me soit donné d'être digne de toute

Leur affection et leur confiance.

À mes frères : Ahmed, Billal et Brahim.

Et mes soeur : Habiba, Fella, Soumia.

À mon binôme : Adnane pour son attachement, sa compréhension

sa patience, ainsi qu'à sa famille.

Ainsi que tous mes amis de Master II.

Enfin, je souhaite adresser mes chaleureux encouragements à tous ceux

et toutes celles qui m'ont aidé de près ou de loin.

Belkacem.

Résumé

Résumé

Le présent travail est une étude pédoclimatique et pharmaco-toxicologique porté sur la plante de *Solenostemma argel* de la sous famille des Apocynacées récoltée dans la station Tit de la wilaya de Tamanrasset ; et une contribution à l'étude d'amélioration de l'aptitude à la germination des graines de *solenostemma argel*.

L'analyse du sol a été basé sur cinq paramètres dont les résultats sont : le **pH = 8.4**, la **conductivité électrique = 0.217 ms**, la **matière organique = 1.375%**, le **calcaire total = 12.5%** et le **calcaire actif = 20.55%**.

L'étude de l'amélioration de l'aptitude à la germination des graines de *solenostemma argel* traité par trois traitements : physique (scarification), chimique (trempage dans l'eau) et un traitement combiné (trempage dans l'eau et scarification) dans les conditions de laboratoire, les résultats obtenus après 20 jours d'expérimentation ; font ressortir que le temps et le taux de la germination varie en fonction des traitements adoptés. A savoir les graines traitées par le procédé physique le taux de germination est de **15%**, pour le procédé chimique un taux de germination de **20%** et un pourcentage de **55%** pour le traitement combiné. Ces résultats sont très bons par rapport à celle des grains qui n'ont reçus aucun traitement avec un taux de germination de **5%**.

Le test limite de la toxicité de l'infusé des feuilles et de l'infusé des fruits à une concentration de **2g/kg**, mené sur des souris a montrer que les feuilles et les fruits de *Solenostemma argel* sont relativement considéré non toxique.

L'étude de l'activité anti-inflammatoire a révélé que les extraits aqueux à **10%** des feuilles et des fruits réduits significativement l'œdème des pattes des souris induit par la carraghénine à **0,1%**, ainsi, les mêmes extraits réduits aussi significativement les spasmes de souris, provoqué par l'acide acétique à **1%**.

Les mots clés : *Solenostemma argel*, pédoclimatique, la germination, La toxicité, anti-inflammatoire, antispasmodique.

Abstract

This work is a pedoclimatic and pharmaco-toxicological study carried on the plant of *Solenostemma argel* of under family of Apocynaceae and a contribution to the study of the improvement aptitude for germination of seeds of *Solenostemma argel*.

The Soil analysis of the area of Tit station in the wilaya of Tamanrasset was based on five parameters: pH (8.4) , electrical conductivity (0,217 ms) , organic matter (1,375%) , total limestone (12.5%) and active limestone (20.55%).

The study of the improvement of the aptitude for the germination of seeds of *solenostemma argel* treated by three treatments : physics (scarification) ,chemical (steeping in water) and a treatment combined (scarification and steeping) under the conditions of laboratory, the results got after 20 days of experimentation; emphasize that the time and the rate of germination varies according to the adopted treatments.

The rate of germination was about 15% for seeds treated by the physical process, about 20% for those treated by chemical process and about 55% for the combined treatment. These results are very good compared to that of the grains which did not receive any treatment with a rate of germination of 5%.

The limiting test of the toxicity led on mice of the leaves infused and the fruits infused with concentration of 2g/ Kg, showed *Solenostemma argel* are relatively considered not toxic.

The study of the anti-inflammatory activity raised that the aqueous extract of leaves and fruits with a concentration of 10 % reduced significantly paw edema in mice, led by the carrageenan in 0,1 % , thus the same extracts reduced so significantly the cramps of mouse caused by the intrapéritonial injection of acetic acid 1% .

Keywords: *Solenostemma argel* , Toxicity, germination, anti-inflammatory, antispasmodic.

ملخص ملخص

يتمحور هذا العمل حول نبات الحرجل الذي ينتمي إلى عائلة Apocynacée في منطقة تبت التابعة لولاية تمنراست من ثلاث جوانب.

من الجانب البيئي و المتعلق بدراسة الوسط الذي يعيش فيه النبات (المناخ و التربة) كما شملت الدراسة على محاولة تحسين قدرة الانتاش لدى بذور نبات الحرجل و كذا بدراسة بعض الخصائص البيولوجية (السمية و القدرة الشفائية).

كانت نتائج التحاليل الكيميائية للتربة كمايلي : $pH = 8,4$, نسبة الملوحة = $0,217$ مس, نسبة المادة العضوية = $1,375$, نسبة الكلس الكلي = $12,5$, نسبة الكلس النشط = $20,55$.

أما دراسة محاولة تحسين قدرة الانتاش لدى بذور نبات الحرجل أظهرت أن متوسط وقت ومعدلات الإنبات تختلف باختلاف المعالجة المعتمدة فالبذور المعالجة كيميائيا 20 % مقابل نسبة 15 % للبذور المعالجة فيزيائيا, و 45 % لدى البذور المعالجة باثنين معا, وقد لوحظ معدل 5 % عند البذور الغير معالجة و قد لوحظ الانتاش بعد مرور 24 ساعة بالنسبة للبذور المعالجة مقابل 72 ساعة للبذور التي لت تتلقى أي علاج.

كما كشف اختبار السمية للمستخلص المائي الذي أجري على الفئران عدم سمية النبات.

وأظهرت دراسة خاصة مضاد الالتهاب أن المستخلص المائي ذو تركيز 10 % لأوراق و ثمار النبات , يخفض بنسبة كبيرة الالتهاب لدى الفاران الناجم عن حقن الكراجينين ذو تركيز $0,1$ % . كما يخفض بنسبة عالية التقلصات الناجمة عن حقن الاسيد الاستيك ذو تركيز 1 % .

الكلمات المفتاحية:

الحرجل, الانتاش, السمية, اختبار مضاد الالتهاب, القدرة الشفائية.

Liste d'abréviation

- **APGIII** : Angiosperm Phylogeny Group III
- **CE** : Conductivité Electrique.
- **Del** : Delille
- **INRF** : Institut National de la Recherche Forestière.
- **ITAF** : Institut Technique des Arbres Fruitières.
- **MO** : Matière Organique.
- **NMRI** : Naval Medical Research Institute
- **N** : Normalité.
- **ONAB** : Office National de l'Alimentation du Bétail
- **ONM** : Office National Météorologique
- **PPG** : Pates Postérieurs Gauches.

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1 : Tiges de <i>solenostemma argel</i>	02
Figure 2 : Feuilles de <i>solenostemma argel</i>	03
Figure 3 : Inflorescence de <i>solenostemma argel</i>	03
Figure 4 : Fruits immatures de <i>solenostemma argel</i> monde	03
Figure 5 : Fruits matures de <i>solenostemma argel</i>	04
Figure 6 : Graines de <i>solenostemma argel</i>	04
Figure 7 : Graines de <i>solenostemma argel</i>	04
Figure 8 : Failles rocheuses et ravins humides (Tamanrasset)	05
Figure 9 : Répartition de <i>solenostemma argel</i>	05
Figure 10 : Situation géographique de la station Tit	08
Figure 11 : Les moyennes mensuelles des températures de l'année 2012 dans la région de Tamanrasset.....	10
Figure 12 : Les moyennes mensuelles des précipitations de l'année 2012 dans la région de Tamanrasset.....	11
Figure 13 : Diagramme Ombro-thermique de Gaussen de la région de Tamanrasset pour l'année d'étude 2012.	12
Figure 14 : Situation de la région de Tamanrasset sur le climagramme dans l'étage bioclimatique d'EMBERGER pour l'année 2012.	14
Figure 15 : Souris albinos maintenus dans des cages en polypropylène.....	17
Figure 16 : Poudre des feuilles de <i>solenostemma argel</i>	23
Figure 17 : Poudre de fruits de <i>solenostemma argel</i>	23
Figure 18 : Mode opératoire du test limite de la toxicité	26
Figure 19 : protocole expérimental de l'activité anti-inflammatoire	29
Figure 20 : Graine mise en germination	32
Figure 21 : Graine germée (radicule aperçu du tégument)	32
Figure 22 : Evolution moyenne de l'inflammation des pattes en fonction du temps.....	34
Figure 23 : Pourcentage de réduction des œdèmes moyens.....	35
Figure 24 : Nombre de spasmes moyens observé chez les lots de souris expérimentaux..	37

liste des tableaux

liste des tableaux

Tableau I : Situation géographique de la station de récolte	08
Tableau II : L'étage bioclimatique de la région de Tamanrasset selon l'indice d'aridité de DEMARTONNE	15
Tableau III : les différents d'essais de germination	22
Tableau IV : Résultats des analyses chimiques du sol	31
Tableau V : Normes d'interprétations du pH eau ^(2/5)	Annexe IV
Tableau VI : Normes d'interprétations de la salinité totale (CE)	Annexe IV
Tableau VII : Relation matière organique et les propriétés physiques du sol	Annexe IV
Tableau VIII : Les normes d'interprétation du calcaire totale	Annexe IV
Tableau IX : Les normes d'interprétation du calcaire actif	Annexe IV
Tableau X : Les résultats de la germination	32
Tableau XI : Résultat du test limite de toxicité de l'extrait aqueux	33
Tableau XII : Evolution des épaisseurs moyennes des PPG des souris de chaque lot (en mm)	Annexe V
Tableau XIII : Pourcentage d'augmentation des œdèmes moyens chez les lots de souris....	Annexe V
Tableau XIV : Pourcentage de protection de l'activité antispasmodique	37

Sommaire

Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

I. Synthèse bibliographique

<u>I.1 / Généralités sur la plante</u>	02
I.1.1. Introduction	02
I.1.2. Classification	02
I.1.3. Description botanique.....	02
I.1.4. Utilisation de la plante	04
I.1.5. Aire de répartition.....	05
I.1.6. Ecologie de la plante.....	06
<u>I.2. Présentation de la région d'étude</u>	08
I.2.1. Situation géographique de la région d'étude	08
I.2.2. Caractéristiques édaphiques.....	09
I.2.3. Climat	09
I.2.4. Caractéristiques climatiques.....	09
I.2.5. Synthèse climatique.....	12

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel.....	16
II.1.1. Le sol	16
II.1.2. Matériel biologique.....	16
II.2. Méthodes.....	17
II.2.1. Les analyses chimiques du sol	17
II.2.1.1. Mesure du pH.....	17
II.2.1.2. Dosage de la salinité totale (conductivité électrique CE)	18
II.2.1.3. Dosage du carbone organique.....	18
II.2.1.4. Détermination de la teneur en carbonates dans les sols.....	19

II.2.1.5. Dosage du calcaire actif.....	20
II.2.2. Essai de germination des graines de <i>Solenostemma argel</i>	22
II.2.3. Etude de quelques activités biologiques des feuilles et des fruits de <i>Solenostemma argel</i>	23
II.2.3.1. Préparation de la poudre végétale.....	23
II.2.3.2. Taux d'humidité.....	24
II.2.3.3. Etude de la toxicité	24
II.2.3.2. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux des feuilles et des fruits de <i>Solenostemma argel</i>	27
II.2.3.4. Evaluation de l'activité antispasmodique de l'extrait aqueux des feuilles et des fruits de <i>solenostemma argel</i>	30

III. Résultats et discussion

III.1. Les analyses chimiques du sol.....	31
III.2. La germination des graines de <i>Solenostemma argel</i>	32
III.3. Les activités biologiques	33
III.3.1. Le taux d'humidité de la matière végétale	33
II.3.2. Etude toxicologique de l'extrait aqueux.....	34
III.3.3. Activité anti-inflammatoire	34
III.4.3. Activité antispasmodique.....	37
Conclusion générale.....	39
Références bibliographiques.....	40
Annexes	

Introduction

Au travers des âges, l'homme a pu compter sur la nature pour subvenir à ses besoins de base tel que, nourriture, abris, vêtements et aussi pour ses besoins médicaux. Les plantes possèdent d'extraordinaires vertus thérapeutiques. Leurs utilisations pour le traitement de plusieurs maladies chez les êtres vivants et en particulier l'homme est très ancienne et a toujours été faites de façon empirique (**Gurib-Fakim A, 2006**)

C'est le cas dans les régions arides, plus spécialement le Sahara centrale où la flore et son utilisation sont restées pendant longtemps connues que par les Touaregs ou par des militaires. (**Marouf et Joel, 2007**). Le Sahara, qui est le plus grand des déserts, est caractérisé par des conditions édapho-climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants. Néanmoins, cet écosystème reste un milieu vivant pourvu d'un couvert végétal particulier, adapté aux conditions désertiques les plus rudes, caractérisé par de fortes chaleurs et des pluviométries faibles (**Quezel et Santa, 1962 ; Ozenda, 1983 ; Chehma, 2005**). *Solenostemma argel*, est une plante endémique de l'Ahaggar, connue par les Touaregs sous le nom d'Aghellachem, c'est une espèce appartenant aux Asclepiadaceae, une sous famille des Apocynaceae qui comprend de nombreuses plantes spontanées connues pour leur richesse en métabolites secondaires tels que les polyphénols et les saponines qui sont nécessaires à la fabrication de produits pharmaceutiques importants (**Sayadat et Shaza, 2009**).

Cette plante, objet de cette étude, a été choisie parce qu'elle constitue un patrimoine floristique local très important qui nécessite une valorisation sur le plan éco-agronomique et aussi pour ses propriétés thérapeutiques (**El Kamali et al., 2001**).

Cependant, cette espèce demeure, très peu connue, tant sur le plan écologique que biologique. Ainsi et en raison de ce qui précède, notre travail se veut être une contribution à l'étude de son environnement biotique et abiotique.

Dans le cadre du projet de recherche entrepris par le Laboratoire de Recherche sur les Zones Arides « L.R.Z.A », notre travail a été orienté vers :

- Etude pédoclimatique de la région de Tamanrasset.
- Essai de germination des graines de *Solenostemma argel*.
- L'étude de quelques activités biologiques et pharmacotoxicologique des feuilles et des fruits de *Solenostemma argel* (activité anti-inflammatoire, activité antispasmodique, toxicité).

I.1. Généralités sur la plante étudiée

I.1.1. Introduction

Solenostemma argel appartient à la famille des Apocynacées, une importante famille tropicale, qui est peu représentées au Sahara septentrional mais compte déjà une dizaine d'espèces dans le Sahara centrale (Ozenda, 2004). Cette famille comprend de nombreuses plantes spontanées connues pour contenir des métabolites secondaires qui sont nécessaires à la fabrication de produits pharmaceutiques importantes (Sayadat et Shaza, 2009).

I-1-2 Classification

La classification adoptée est basée sur le système APGIII (Groupe Phylogénique des Angiospermes) établie en 2009 (Chase et Reveal, 2009).

◆ Règne	Plantae
◆ Embranchement	Spermaphytes
◆ Sous embranchement	Angiospermes
◆ Classe	Lamiidée ou Euastéridées I
◆ Ordre	Gentianales
◆ Famille	Apocynacées
◆ Sous famille	Asclépiadacées
◆ Genre	<i>Solenostemma</i>
◆ Espèce	<i>Solenostemma argel</i> (Del.) Hayne

➤ Plusieurs noms sont attribués à *Solenostemma argel* nous citons :

Hargel en arabe (Boulos, 1983), Arellachem en Tamahaq (Hammiche et Maiza, 2006).

I.1.3. Description botanique

I.1.3.1. Tiges

Les tiges sont vigoureuses (Figure 1) et finement pubescentes (Quezel et Santa, 1962), ses rameaux sont simples, flexibles, assez nombreux et peut écartés (Gillet, 1968).



Figure 1 : Tiges de *solenostemma argel* (Original, 2013)

I.1.3.2. feuilles

Les feuilles sont grandes lisses lancéolées verticillées par 4, à nervure médiane jaune, brièvement pétiolées (**Figure 2**), d'une couleur vert pale (**Orbigny, 2009**); coriaces et velues (**Ozenda 1977; Ozenda, 2004; Avakiantz, 2012**), opposées, de forme ovales, un peu épiasses de moins de 2 cm de large et de près de 3 cm de long (**Quezel et santa, 1962 ; Ozenda, 2004**).



Figure 2 : Feuilles de *solenostemma argel* (originale)

I.1.3.3. Inflorescence et fleur

L'inflorescence de *soéenostemma argel* est en cyme ombelliforme très denses à l'aisselle des feuilles supérieures (**Figure 3**) (**Quézel et Santa, 1962 ; Ozenda, 2004**). Les fleurs sont regroupées (**Ozenda, 1977; Ozenda, 2004**), possède un calice à cinq sépales, libres, étroits, un peu aigus, allongés; et cinq pétales soudées, blanches dressées étroits, et de cinq étamines qui sont unies par leurs filets en un long tube qui entoure le gynostème formant la couronne staminale (**Ozenda, 1977 ; Gillet, 1968**).



Figure 3 : Inflorescence de *solenostemma argel* (Tamer, 2010).

I.1.3.4. fruits

C'est un follicule noirâtre à maturité, pyriforme 3-6 X 1,5-2 cm (**Quezel et Santa , 1962**), ovoïdes, atténués au sommet, glabres, à surface lisse (**Ozenda, 1977**), , souvent tachetés de violet (**Figure 4**) (**Gillet, 1968**); qui après maturation prend une couleur violette (**Figure 5**), les grains sont nombreuses et pubescentes(**Figure 6**), pyriformes, arquées, couvertes de rugosités et de ponctuations et surmontées d'une aigrette de poils blancs (**Figure 7**) (**Sitouh, 1989**).



Figure 4 : Fruits immatures de *solenostemma argel* (Sahki et Sahki, 2004).



Figure 5 : Fruits matures de *solenostemma argel* (Sahki et Sahki, 2004).



Figure 6 : Graines de *solenostemma argel* (Sahki et Sahki, 2004).



Figure 7 : Graines de *solenostemma argel* (Original, 2014).



L'aigrette
de poils
blancs

I.1.4. Utilisation de la plante

Solenostemma argel est une espèce saharienne très répandue dans le Sahara central. C'est une plante aux usages multiples : Antiseptique, anti-inflammatoire et fébrifuge, elle soigne les affections respiratoires et rhumatismales lorsqu'elle est utilisée en décoction. En usage externe, le latex visqueux des tiges aide à la cicatrisation des plaies. Certains touaregs attribuent à cette plante des propriétés antidiabétiques (Codou-David, 2012).

Ses parties aériennes sont utilisées pour le traitement de certaines maladies du foie, des reins ; c'est un remède efficace pour la bronchite, et elle est utilisée aussi pour traiter les névralgies et les sciatiques (Tharib et al., 1986).

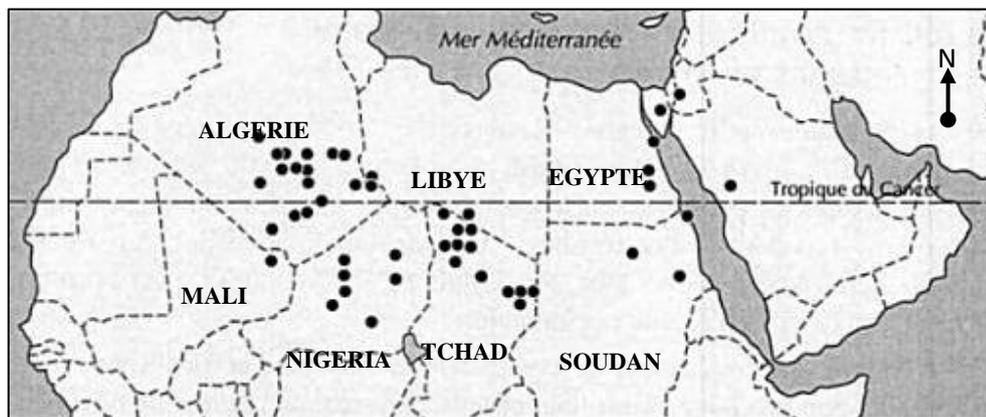
Une décoction dans du lait ou une infusion est employée pour les troubles respiratoires, le froid, le diabète, les infections urinaires et les crampes. Les feuilles séchées puis broyées sont utilisées pour le traitement des rhumatismes, la sève aide à dégager les sinus et aussi à guérir les blessures (Gillet, 1968).

I.1.5. Aire de répartition

Solenostemma argel est une plante venant du Tibesti, poussant au pied des éboulis rocheux (De pommerol, 1999), affectionne les petits ravins, les pentes rocheuses qui bordent les oueds, ainsi que le lit des oueds. Elle est présente en Algérie dans la wilaya de Tamanrasset (Hoggar) (Figure 8), au Mali, au Niger (Air), en Libie, au Tchad (Tibesti, Ennedi), au soudan, en Egypte-sud de la mer morte et en Arabie Saoudite (Figure 9) (Giazzi, 1996).



Figure 8 : Failles rocheuses et ravins humides de Tamanrasset (Originale, 2013)



● *Solenostemma argel*

Figure 9 : Répartition géographique de *solenostemma argel*

I.1.6. Ecologie de la plante

Solenostemma argel, ou Aghallashem est d'une grande importance écologique. Il s'agit d'une plante très résistante à la sécheresse et aux conditions extrêmes du climat.

a) Climat

Du fait de sa large distribution Saharo-sindienne, les biogéographes l'attachent à l'empire floral holarctique, le Pléotropis (**Engler, 1908 in Ozenda, 1977**). L'espèce est liée à des régions arides et désertiques à climat chaud, avec des hivers relativement tièdes, et des étés chauds les jours comme les nuits.

b) Précipitations

Solenostemma argel est une espèce xérophyte et qui pousse depuis les zones arabique et soudanienne jusqu'au Sahara central. Elle croît entre les isohyète de moins de 100 mm par an et plus. Dans l'Ahaggar elle vit à l'état naturel sous des isohyètes inférieurs à 50 mm par an (**Benzid, 2012**).

c) Températures

L'Aghallashem est une espèce thermophile, mégatherme, qui supporte de très forte amplitude thermique. L'espèce croît entre les moyennes thermiques de 20 à 45°C. au Sahara central est dans l'Ahaggar en particulier l'espèce se trouve dans les zones les plus chaudes et supporte des températures maximales plus élevées en basse altitude. La température du sol peut souvent atteindre 70°C (**Monod, 1992**). La limite thermique inférieure absolue des espèces tropicales, citée par divers auteurs est de m : 3°C c'est l'isotherme de températures minimales (**Le Houerou, 1992**). Au Hoggar on a noté des températures minimales « m » entre -4.5°C et -4.3°C comme limite inférieure absolue au Hoggar.

d) Lumière

Solenostemma argel est une espèce héliophile. Elle présente de petites feuilles épaisses. Le rapport entre la surface interne du mésophylle et la surface du limbe foliaire est élevé. A haute intensité lumineuse l'activité photosynthétique est forte (**Benzid, 2012**).

e) Vent et humidité atmosphérique

La végétation constitue à l'égard du vent une barrière dont son action est négative ; d'ailleurs dans l'Ahaggar les vents chauds provoquent la chute des fleurs, comme nous l'avons remarqué dans certaines stations de l'Assekrem (**Benzid, 2012**). L'humidité de l'espèce supporte tout le degré hygrométrique de l'air grâce à son feuillage et à son système racinaire très puissant. Dans l'Ahaggar, l'humidité de l'air est très faible de l'ordre de 20% en moyenne (**Ozenda, 1983 ; Monod, 1992**). En pépinière, l'humidité relative nécessaire après le semis de *S. argel* lors d'essais menés par **Radwan (2007)**, est de 20±5%.

I.1.6.2. Sols.

Solenostemma argel croît sur divers types de sols, donc peu exigeante en substrat pédologique. Dans le Hoggar, l'espèce est retrouvée dans les lits d'oueds, aux pieds des falaises, les roches rocailleuses et les sols sablonneux (**Sahki et Sahki, 2004 ; Benchalah et al., 2000**).

I.1.6.3. Altitude

Solenostemma argel est présente dans les zones rocailleuses. Dans tous les travaux consultés, il est mentionné que la limite altitudinale de l'espèce ne dépasse pas 1600 m. A titre d'exemple, **Sahki et Sahki (2004)**, la situe entre 500 et 1600 m.

I.1.6.4. Facteurs biotiques

L'espèce résiste à plusieurs maladies, insectes mais une protection pendant le jeune âge est exigée. Ses ennemis sont les mammifères, elle est peu appréciée par les chameaux et les chèvres mais très appréciée par les mouflons et les gazelles qui la broutent (**Benchalah et al., 2000**).

I.1.6.5. Associations végétales

Solenostemma argel est rencontrée dans divers groupements végétaux depuis les zones arabiques et soudaniennes jusqu'aux zones désertiques.

Elle est rencontrée souvent dans les ravineaux creusés, dans la rocaille, et sur les pentes rocheuses. Elle forme de petits groupements mal individualisés du point de vue floristique, spécifiques au massif central saharien au Tebesti et l'Air. Dans le Hoggar elle est citée comme groupement à *S. argel* et *Acacia seyal*. Dans les parties les plus arides et sur les grès Tassilliens, *Solenostemma argel* est associée à *Acacia seyal*, *Abutium fruticosum* et

Fragonia arabica, dans les vallées du Hoggar et du Tassili apparaissent *Salvadora persica*, *Zugophyllum simplex* et *Ficus telouka*, dans les gorges rocheuses (Quezel, 1965).

I.2. Présentation de la région d'étude

I.2.1. Situation géographique de la région d'étude

Le parc national de l'Ahaggar est le plus grand massif montagneux de l'extrême sud de l'Algérie. Ce parc national se situe dans la wilaya de Tamanrasset, au cœur du plus grand désert du monde, le Sahara. De par ses 450.000 km² de superficie, l'Ahaggar relie le désert du Tanazrouft à l'Ouest et le Tassili des N'Adjers à l'Est. Il s'étire depuis In Salah jusqu' aux frontières avec le Mali et le Niger (23 ° 00 ' N. et 5° 00' E.). Le massif de l'Ahaggar a été classé en parc national, le 3 Novembre 1987 par décret n° 87 - 232.

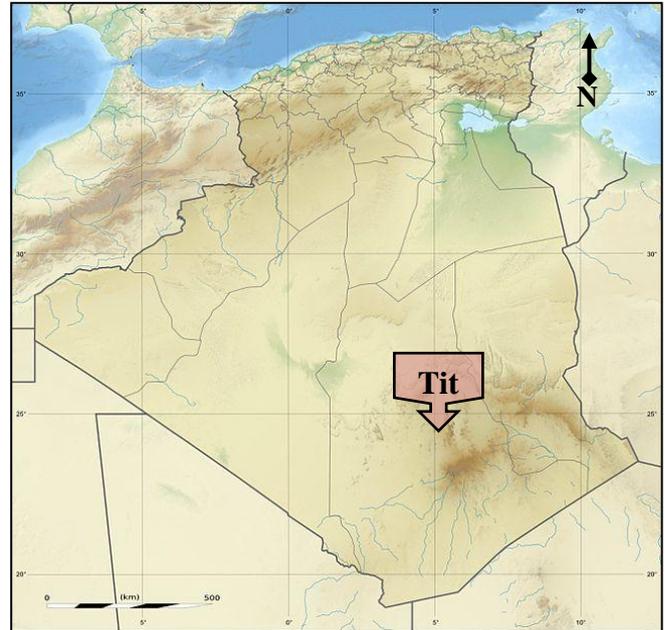


Figure 10: Situation géographique de la station TIT (ONMT, 2002)

Le parc national de l'Ahaggar est inscrit sur la liste des Nations Unies des parcs nationaux et des aires protégées. La région de Tamanrasset est bordée au nord par la plaine stérile du Tidikelt et au sud-est et à l'ouest par les plateaux désertiques du Ténéré et du Tanazrouft (Blanquernon, 1955).

Tableau I : Situation géographique de la station de récolte

Station de récolte	Altitude (m)	Latitude (nord)	Longitude (est)
TIT	1080	22° 55-384	05° 09-831

I.2.2. Caractéristiques édaphiques

Les sols sahariens sont généralement des substrats géologiques modifiés par l'érosion, car faute d'humidité suffisante, les facteurs de la pédogenèse s'y trouvent très réduits (**Dutil, 1971 cité par Abdoun, 2002**).

En ce qui concerne les sols tassiliens, les premières analyses effectuées sur 170 prélèvements, réalisés par **Leredde (1957)** ont montré que, malgré leur pauvreté en certains éléments minéraux, ces sols n'étaient nullement carencés. D'après ce même auteur, les éléments minéraux indispensables sont en quantités plus que suffisantes et dépassent les normes des terres réputées cultivables.

Les sols sont généralement peu ou non salés, très pauvres en calcaire et en matière organique, sauf là où il y a de la végétation, notamment dans les palmeraies et sous les touffes de la végétation naturelle. L'absence de salinité dans cet écosystème, malgré l'hyper-aridité, interprète l'appartenance du Tassili à un système géologique cristallin, volcanique et sédimentaire qui diffère de celui du reste du Sahara (**Elies, 2004**).

En général, les sols rencontrés dans cette région se révèlent peu ou très peu évolués, suite à une humidité insuffisante. Ce sont des sols azonaux, bruts (**Ozenda, 1983**), avec des profils peu différenciés voire inexistantes (**Monod, 1957**).

I.2.3. Climat

Au Hoggar, les précipitations se produisent généralement de mai à septembre, suite à la remontée du front intertropical sur la zone saharienne et l'extrême sud algérien. Dans ses conclusions générales sur les caractères principaux des pluies sahariennes, **Dubief (1959)** rapporte qu'elles sont rares et généralement de faible importance quantitative. Toutefois, le climat du Hoggar est caractérisé par la faiblesse des précipitations que par leur rareté. Quant au régime thermique, il est très contrasté, influencé par l'altitude et la latitude. En moyenne, le mois de juin est le plus chaud de l'année avec 40 °C à Tamanrasset, à 1 395 m d'altitude, et 28 °C à l'Assekrem, à 2 728 m (**ONM, 1987**) et janvier le mois le plus froid, avec des minima absolus avoisinant des températures très basses (- 13,5 °C, en 1993) (**Chenoune, 2005**).

I.2.4. Caractéristiques climatiques

Les milieux sahariens sont caractérisés par des conditions écologiques particulièrement difficiles pour les êtres vivants. Rappelons brièvement ces conditions : Ce sont d'abord la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, des températures élevées liées à de longues

heures d'ensoleillement et enfin un vent omniprésent entraînant une évapotranspiration intense et un déficit de saturation de l'air. Flancs de dunes à perte de vue, massifs gréseux déchiquetés ou étendues de cailloux. Malgré une grande diversité de paysages, le Sahara modelé par des conditions extrêmes est bien à dominance minérale. L'absence de vie ou la rareté de la vie y sont souvent mentionnées. Pourtant, dans ces lieux marqués par l'aridité, des hommes et des plantes vivent affrontant le manque d'eau, le vent, le sable **Codou-david (2012)**.

- **La température**

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques (**Ramade, 1984**). La température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation, ainsi que la répartition géographique des espèces. Elle dépend de la nébulosité, de l'altitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau, des courants marins, du sol et des formations végétales en place (**Faurie et al., 1980**). Les températures mensuelles maxima, minima et moyennes de la région de Tamanrasset de l'année 2012 sont regroupées dans la figure suivante :

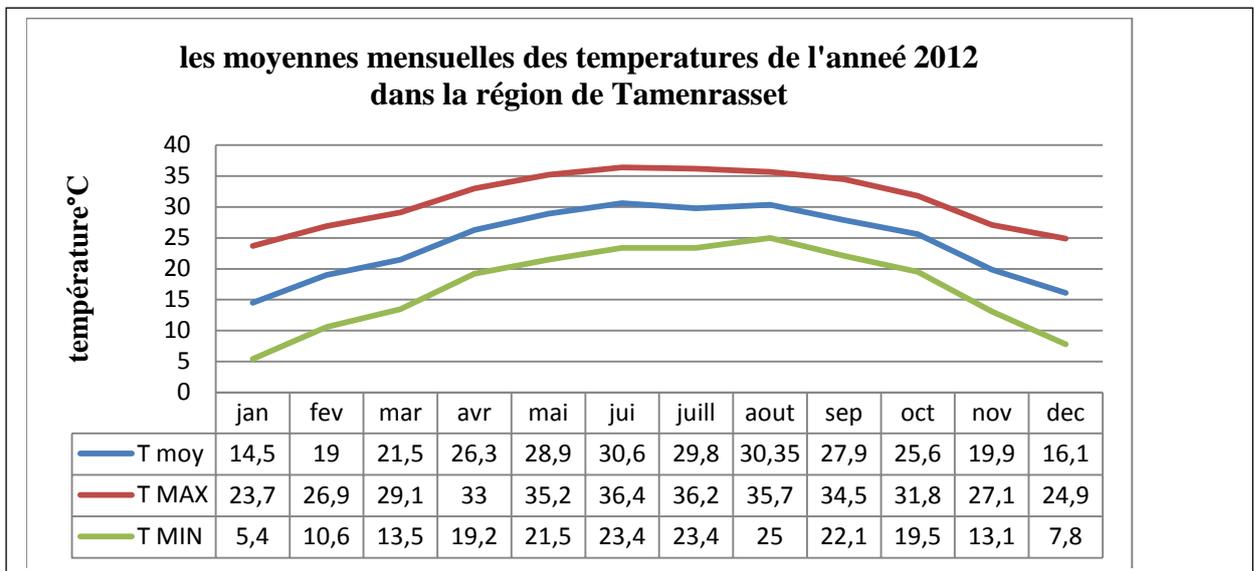


Figure 11 : les moyennes mensuelles des températures de l'année 2012 dans la région de Tamanrasset

Les températures à Tamanrasset sont régulières. En général, la moyenne des minima du mois le plus froid est de 5.4°C; enregistrée pour le mois de Janvier. Celle des maxima du mois le plus chaud est de 36.4 °C, notée au mois de Juin. Selon les variations mensuelles des températures, nous distinguons que du mois de Juin au mois d’Août, les températures moyennes demeurent supérieures à 29 °C.

- **La pluviométrie**

La pluviosité constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la réparation des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques (**Ramade, 1984**). Les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (**Faurie et al., 1980**). Selon **Ozenda (2003)**, le Hoggar et leurs annexes sont les seules régions parmi les zones sahariennes qui reçoivent des précipitations légèrement supérieures à la normale et plus régulières. Les pluies dans ces régions sont faibles et irrégulières à l'image de celles de toute la région du Sahara centrale (**Abdoun, 2002**)

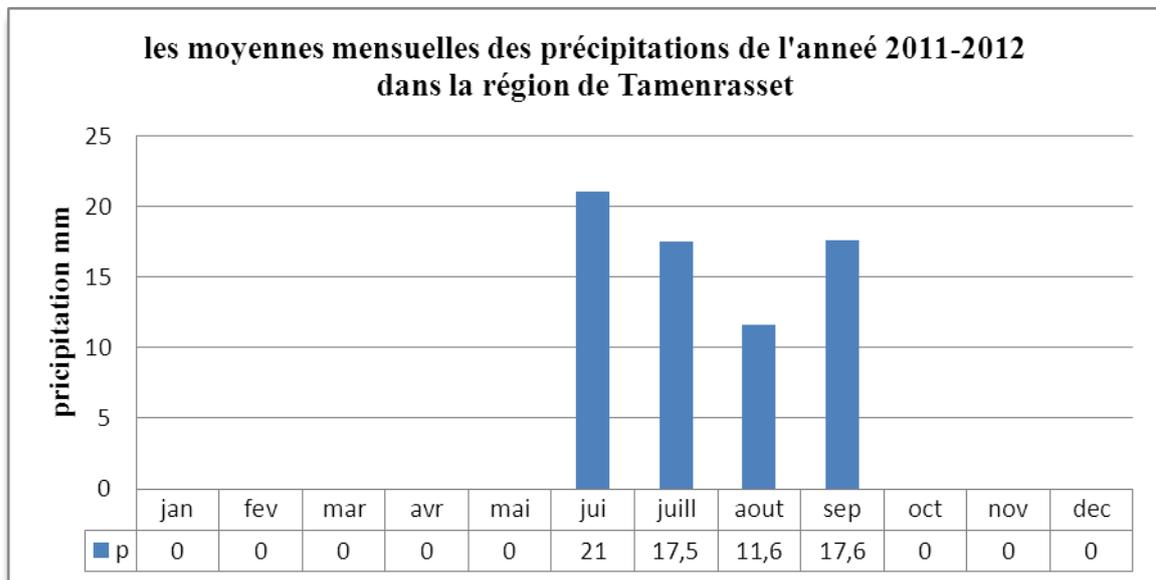


Figure 12 : Précipitations mensuelles (mm) enregistrées pendant l'année 2012 pour la région de Tamanrasset

P : Précipitation mensuelle exprimées en millimètres.

Durant l’année 2012, nous avons constaté que les pluies sont presque nulles pendant toute l’année à l’exception de la période allant du Juin au Septembre avec un maxima de 21.08

mm au mois de Juin. Nous pouvons dire que l'année 2012 est très pauvre en précipitation avec seulement un cumul annuel de 67.7 mm.

I.2.5. Synthèse climatique

La synthèse des données climatiques est effectuée par plusieurs indices climatiques tels que l'indice des pluies i de Thorntwaite, l'indice xérothermique, l'indice d'aridité de Martonne, le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен et le climagramme d'Emberger (Dajoz, 1971). Dans cette partie, seuls les trois derniers indices sont utilisés pour synthétiser les données climatiques de la région d'étude.

➤ Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet de définir les mois secs. D'après Dajoz (1971) Gausсен considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle P exprimée en millimètres est inférieure au double de la température moyenne mensuelle T exprimée en degrés Celsius. Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique de climat d'une région donnée (Dajoz, 1971). La sécheresse augmente du Nord vers le Sud (Dajoz, 1982).

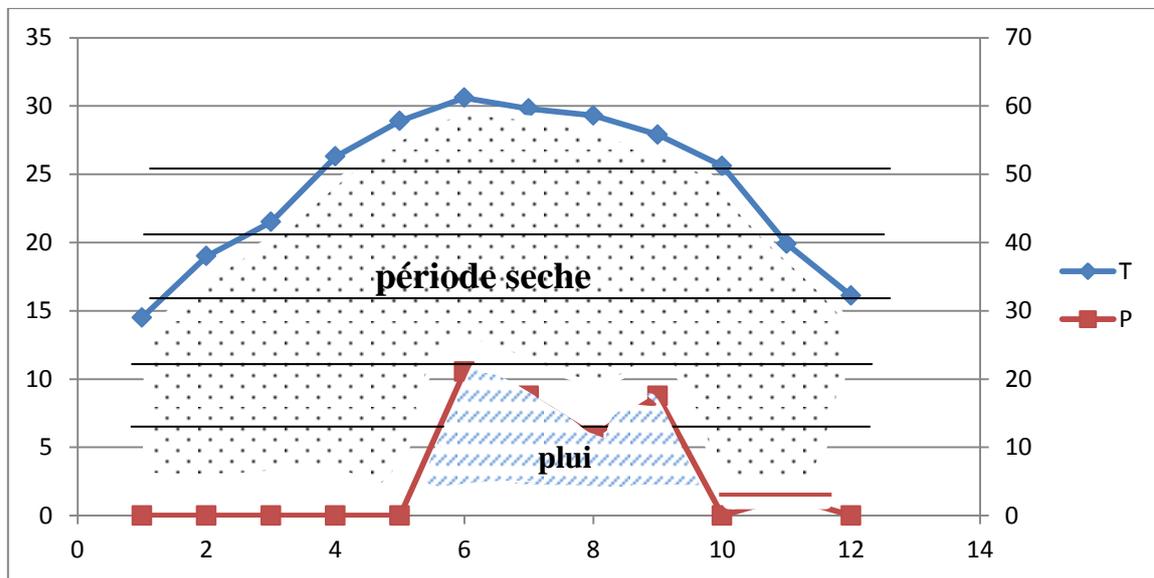


Figure 13 : Diagramme Ombro–thermique de Gausсен de la région de Tamanrasset pour l'année d'étude 2012

Le diagramme ombrothermique de la région de Tamanrasset de l'année 2012 montre que la saison sèche couvre toute l'année.

➤ Climagramme d'Emberger

Selon **Dajoz (1971)**, le quotient pluviométrique d'Emberger permet le classement des différents types de climat. En d'autres termes, il permet de classer une région donnée dans l'un des étages bioclimatiques en se basant sur les températures et les précipitations de cette dernière.

Emberger propose une formule plus élaborée qui tient compte de la variation annuelle de la température (**Dajoz, 1971**).

Le quotient pluviométrique d'Emberger est donné par la formule modifiée par **Stewart (1969)**.

$$Q = 3.43 \times P / (M - m)$$

Où :

- **Q** : Quotient pluviométrique;
- **P** : Précipitation annuelle en mm.
- **M** : moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud en °C.
- **m** : moyenne des minima des températures du mois le plus froid en °C.

Le quotient pluviométrique de la région d'étude est égal à **7.49**. Il est calculé pour l'année d'étude 2012.

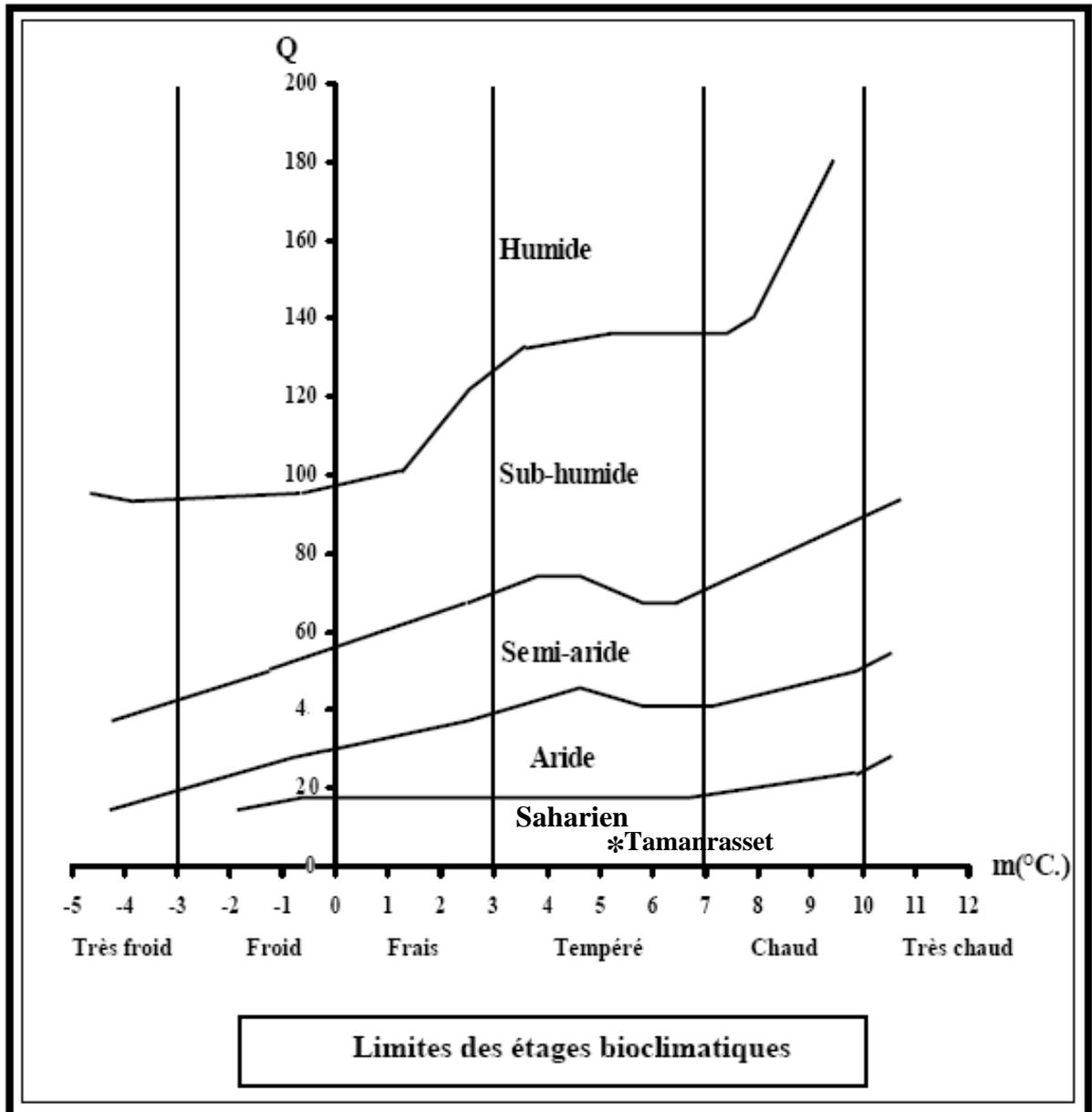


Figure 14 : Situation de la région de Tamarasset sur le climagramme dans l'étage bioclimatique d'EMBERGER pour l'année 2012.

➤ **Indice d'aridité de DEMARTONNE**

La formule de **De martonne (1926)** est la suivante

$$Ia = 12 P / (T+10)$$

- **I**: indice d'aridité.
- **P**: précipitation moyenne mensuelle (mm).
- **T**: température moyenne annuelle (C°).

Selon **De martonne (1926)**, Si:

- $Ia \leq 5$ → climat aride.
- $5 < Ia < 7,5$ → climat désertique.
- $7,5 < Ia < 10$ → climat steppique.
- $10 < Ia < 20$ → climat semi-aride.
- $20 < Ia < 30$ → climat tempéré

Tableau II: L'étage bioclimatique de la région de Tamanrasset selon l'indice d'aridité de DEMARTONNE.

Température			Humidité	précipitation moyenne mensuelle	Ia	Etage bioclimatique
Max	Min	Moyenne				
36.4°C	17.4°C	24.99°C	22%	5.64 mm	1.93	Aride

Notre expérimentation a été réalisée durant une période s'étalant du mois de Avril jusqu'au mois de Juillet 2014, au niveau :

- Des laboratoires de semi analyse, physico-chimie et microbiologie ainsi qu'au niveau du service toxicologie et pharmacologie de la filiale **ANTIBIOTICAL** de l'entreprise de fabrication des produits pharmaceutiques **SAIDAL** à Médéa.
- Du laboratoire de pédologie de l'ITAF de Bir Touta.

II.1. Matériel

II.1.1. Le sol :

Nous avons pris un échantillon de 1kg du sol de la zone d'étude, à une profondeur de 0 à 30 cm. L'échantillon du sol est mis à sécher à l'air libre pendant quelques jours. Une fois séchée, la terre est tamisée par un tamis à mailles de 2 mm, séparant les éléments grossiers de la terre fine qui est inférieur à 2 mm.

I.1.2. Matériel biologique

a) Matériel végétal

L'étude a été réalisée sur les feuilles, les fruits et les grains de *Solenostemma argel*, récoltées en Décembre 2013 dans la région de Tamanrasset.

La reconnaissance et l'identification de la plante a été réalisée par l'équipe de recherche de l'Institut National de la Recherche Forestière (I.N.R.F.) de Tamanrasset.

b) Matériel animal

Le matériel animal utilisé pour les différentes activités biologiques étudiées est comme suit :

- 66 souris Albinos, de souche N.M.R.I. (Naval Medical Research Institute), de sexe male et femelle dont le poids varie entre 17g et 23g, réparties en 11 lots de 6 souris chacun, dont 4 lots sont utilisés pour tester l'activité anti-inflammatoire, 4 lots sont utilisés pour tester l'activité antispasmodique et 3 lots sont utilisés pour tester la toxicité.

Ces souris sont stabulées dans des cages en polypropène (**Figure 15**), à une température de $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$, un taux d'humidité de 50% et un éclairage de 10h avec un régime alimentaire sous forme de granulés d'origine ONAB (office national de l'alimentation du Bétail), et de l'eau de robinet.



Figure 15: Souris albinos maintenus dans des cages en polypropylène

II.2. Méthodes

II.2.1. Les analyses chimiques du sol

II.2.1.1. Mesure du pH

➤ Principe

Le pH d'un sol est la mesure de la concentration des ions H^+ à l'état dissocié dans la suspension du sol, le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre par la méthode potentiométrique sur une suspension de rapport terre/liquide de 2/5 (**NORME AFNOR: X 31- 103 pH_{eau}, 1988**).

➤ Mode opératoire

Mettre 20g de terre tamisée à 2 mm dans un bécher de 250 ml et ajouter 50 ml d'eau distillée puis agiter pendant une minute avec une baguette de verre et laisser reposer pendant deux (02) heures.

Mélanger la suspension à main, puis plonger l'électrode dans la suspension et attendre la stabilisation de la lecture environ 30 à 60 secondes.

II.2.1.2. Dosage de la salinité totale (conductivité électrique CE)

➤ **Principe**

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans la solution du sol. La méthode de l'extrait aqueux consiste à faire des extractions aqueuses de rapport sol/eau de (1/5).

La détermination de la teneur se fait à l'aide d'un conducteur électrique. (**Mathieu et Pieltain, 2003**).

➤ **Mode opératoire**

Mettre 20g de terre tamisée à 2 mm dans un bécher de 250 ml et ajouter 100 ml d'eau distillée puis agiter pendant une minute avec une baguette de verre et laisser reposer pendant deux (02) heures

Mélanger la suspension à main, puis plonger l'électrode dans la suspension et attendre la stabilisation de la lecture plusieurs secondes (30 à 60 secondes).

II.2.1.3. Dosage du carbone organique

➤ **Principe**

Le carbone organique est oxydé par bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu sulfurique ; le bichromate de potassium doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique (**Hazeiton et Murphy, 2007**).

➤ **Mode opératoire**

Mettre 1g de terre fine (tamis de 2mm) dans un ballon plat de 200ml et incorporer à l'aide d'une pipette avec poire 10ml de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) à 8% puis ajouter 15ml d'acide sulfurique H_2SO_4 concentré.

Passer le ballon en ébullition à l'aide d'un bain de sable (temps d'ébullition 5mn) et à l'apparition de la première goutte condensée laisser refroidir.

Transvaser le mélange refroidi dans une fiole jaugée de 200 ml et laver le ballon avec 150ml d'eau distillée puis compléter au volume 200ml, et après homogénéisation, prélever avec une pipette 20ml de la solution et les transvaser dans un Erlen Meyer de 250ml.

Introduire 150ml d'eau distillée et 1,5ml d'acide phosphorique concentré (pour bien voir la fin de virage) et ajouter 3 à 4 gouttes de diphénylamine baryum sulfonate (**Annexe II**) (c'est un indicateur qu'en présence d'un excès d'un sel réducteur (sel de Mohr), fait passer la

solution d'un brun violacé au bleu vert) et à la fin titrer en agitant avec un agitateur magnétique la solution de sel de Mohr 0,2N (**Annexe II**)

La couleur passe du brun violacé au bleu vert (soit **N** ml de sel de Mohr versé)

- Préparer un témoin dans les mêmes conditions (soit **n** ml de sel de Mohr versé).

➤ **Calcul**

L'expression du résultat est donnée selon la formule suivante :

$$\mathbf{M.O = C\% \times 1.72 \quad \text{dont} \quad C\% = \frac{N-n}{p} \times 0.615}$$

Dont :

C% : pourcentage de carbone

N : le dosage de témoin, **N** ml de la solution réductrice

n : le dosage de l'échantillon, **n** ml de la solution réductrice de sel de Mohr

P : la prise d'essai en g.

0,615 : 1ml de sel de Mohr correspond à 0,6mg de **C**

Etant donné que le Carbone n'est oxydé qu'à 98%, donc 1ml de sel de Mohr 0,2 pour $0,6 \times 100/98 = 0.615\text{mg}$ de **C**.

II.2.1.4. Détermination de la teneur en carbonates dans les sols

➤ **Principe**

Le dosage du calcaire total est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium au contact avec l'HCl.



Il s'agit de comparer le volume de CO₂ dégagé de l'échantillon par le contact avec l'HCl avec celui dégagé par le contact d'HCl avec CaCO₃ pur et sec en quantité connue.

La détermination de la teneur se fait à l'aide d'un alicimètre de Bernard (**Baize, 1988**).

➤ **Mode opératoire**

Essai témoin (étalonnage de l'appareil)

Mettre 0,3g de CaCO₃ pur et sec au fond de l'erenmeyer et mouiller par quelques gouttes d'eau distillée pour bien favoriser le contact avec l'HCl.

Ajouté 5ml d'HCl pur dans le tube et incorporer à l'aide d'une pipette à piston en bouchant convenablement l'erenmeyer avec le raccordement à la colonne puis agiter pour bien

favoriser la réaction (bouillonnement), noter le volume V en ml de CO_2 dégagé une fois la réaction terminée.

Essai échantillonnage

- Procéder de la même façon pour le témoin, en remplaçant CaCO_3 pur par le poids P (g) de l'échantillon à analyser.
- Soit v en ml volume de CO_2 dégagé.

➤ Calcul

L'expression du résultat est donnée selon la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 \% = \frac{0,3 v}{V \times P} \times 100$$

0,3 : le poids de CaCO_3 pur

v : volume de CO_2 dégagé de l'échantillon

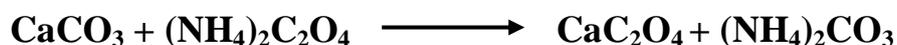
V : volume de CO_2 dégagé (témoin)

P : la prise d'essai de l'échantillon.

II.2.1.5. Dosage du calcaire actif

➤ Principe

Le dosage de calcaire actif repose sur le titrage par oxydo-réduction qui utilise le permanganate du potassium et l'oxalate d'ammonium. Le calcium se combine aux oxalates pour précipiter sous forme d'oxalate de calcium, donc il s'agit d'une extraction, selon la réaction chimique :



L'oxalate précipité est éliminé par filtration, par ailleurs à l'oxalate en excès, il est dosé par permanganate du potassium en milieu sulfurique. Une persistance de la coloration violette de KMnO_4 indique qu'il n'y a plus d'oxalate à oxyder, donc c'est le point d'équivalence (**Ctiff, 1982**).

➤ Mode opératoire

Mettre dans un flacon de 250ml 1g de terre fine puis ajouter 100ml de la solution d'oxalate d'ammonium et agiter pendant deux (02) heures à l'aide d'un agitateur rotatif.

Filtrer la solution dans une fiole de 250ml et prélever 10ml du filtrat à pipette et les verser dans un bécher de 250ml.

Ajouter 100ml d'eau distillée et 5ml d'acide sulfurique et chauffer vers 60-70C° sur plaque chauffante jusqu'à l'apparition des 1^{ères} bulles d'ébullition, puis titrer immédiatement à chaud, par la solution du permanganate du potassium jusqu'à l'obtention d'une couleur **rose persistance**, soit **n** ml de KMnO₄ utilisé.

Doser dans les mêmes conditions (témoin) 20ml d'oxalate d'ammonium, soit **N** ml de permanganate de potassium.

➤ Calcul

L'expression du résultat est donnée selon la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3\% = 5 (\text{N} - \text{n})$$

N : le nombre de KMnO₄ utilisé pour le blanc

n : le nombre de KMnO₄ utilisé pour l'échantillon.

II.2.2. Essai de germination des graines de *Solenostemma argel*

Nous avons utilisés trois (03) groupes ou lots : les lot 1 trempage dans l'eau pendant 24 heures, le lot 2 trempage dans l'eau pendant 48 heures, le lot 3 scarification à l'aide d'une lame désinfectée, le lot 4 trempage dans l'eau pendant 24h et scarification, et un lot témoin.

La durée du test a été fixée à la période de germination qui s'est étalé sur 20 jours, le comptage des graines germées (quand la radicule est aperçue du tégument) a été effectué tout les deux (02) jours.

Quatre (04) répétitions par traitement à raison de cinq (05) graines par boîte de pétrie de 9 cm de diamètre sur une couche de la tourbe (**Annexe II**) et mises dans un incubateur à température de 25°C, humidité de 50 à 60% et l'éclairage de 16h (**Tableau III**).

Nous arrosons à chaque fois que cela est nécessaire pour ne pas laisser la tourbe sèche (**Bayarassou, 2011**).

Tableau III : les différents d'essais de germination

Lots d'essais	Nombre des graines	Méthodes de germination
Lot témoin	20	Repiquage dans la tourbe
Lot 01	20	Trempage des graines dans l'eau pendant 24h suivi par un repiquage dans la tourbe
Lot 02	20	Trempage des graines dans l'eau pendant 48h suivi par un repiquage dans la tourbe
Lot 03	20	Scarification des graines à l'aide d'une lame désinfecté suivi par un repiquage dans la tourbe
Lot 04	20	Trempage dans l'eau pendant 24h + scarification des graines à l'aide d'une lame désinfecté suivi par un repiquage dans la tourbe

La germination des graines est relevée quotidiennement pour chaque boîte durant 15 jours et le travail consiste à établir :

◆ **Taux de germination final (TG)**

C'est la cinétique d'évolution de la germination, obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de la germination et des traitements subis par la semence (**Belkhouja Et Bidai, 2004 In Molay 2010**). Le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$T. G = \frac{\text{Nombre de graines germés}}{\text{nombre de graines testées}} \times 100$$

◆ **Délai de germination**

Correspond à l'intervalle de temps compris entre le jour de semis et la date de germination de la première graine (**Belkhouja et Bidai, (1999), in Molay 2012**).

II.2.3. Etude de quelques activités biologiques des feuilles et des fruits de *Solenostemma argel*

II.2.3.1. Préparation de la poudre végétale

Les feuilles et les fruits de *Solenostemma argel* sont séchés à l'air libre et à l'obscurité pendant une dizaine de jours, puis broyées à l'aide d'un moulin à café, en poudre fine de couleur verdâtre pour les feuilles et couleur brune pour les fruits (**Figures 16, 17**), qui est ensuite conservée à l'abri de la lumière dans des sachets en papiers.



Figure 16 : Poudre des feuilles de *solenostemma argel*

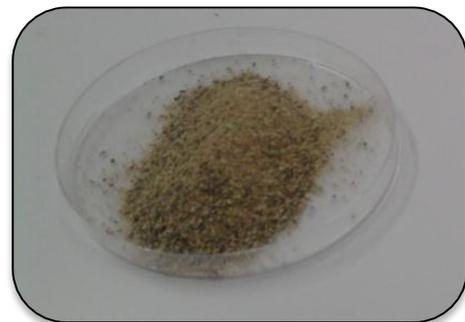


Figure 17 : Poudre de fruits de *solenostemma argel*

II.2.3.2. Taux d'humidité

- **principe**

La méthode utilisée est la dessiccation par évaporation, elle consiste en la dessiccation du matériel végétal à la température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dans une étuve ventilée jusqu'à poids constant. Le taux d'humidité est définie comme étant la perte de poids subit lors de la dessiccation (Audigié et al., 1978).

- **Mode opératoire**

- Laver les béchers et les faire sécher dans l'étuve et les laisser refroidir puis peser leur poids.
- Peser 5g de poudre végétale dans les béchers, à 0.0001 g près « Pi ».
- Placer les béchers dans l'étuve à 105°C et vérifier le poids chaque 30 minutes jusqu'à sa stabilisation.
- Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H\% = [(m_1 - m) / m_1] \times 100$$

H : taux d'humidité exprimé en pourcentage

m₁: masse de l'échantillon avant séchage en étuve (g).

m : masse de l'échantillon après séchage en étuve (g).

II.2.3.3. Etude de la toxicité

- **Principe**

La toxicité aigue est la première phase de toute étude toxicologique, car elle permet de donner une idée de la zone de toxicité de la substance considérée, et de fixer des doses qui peuvent être administrées lors d'une expérimentation à court, moyen ou long terme dont le but est de réduire le nombre d'animaux utilisés (Meyer, 1977).

Le test de la toxicité consiste à évaluer la toxicité de l'extrait aqueux (infusé) des feuilles et des fruits de *solenostemma argel*.

- **Mode opératoire**

- **1^{ère} étape** : choix, pesée et préparation des animaux en lots.

Pour réaliser le test limite nous avons choisis des souris comme animaux d'expériences, au nombre de 18, préalablement pesés et répartis dans 3 lots de 6 souris chacun : (Lot témoin et deux lots essai). Les lots sont maintenus dans des cages en polypropylène.

- **2^{ème} étape** : préparation des solutions administrées (Annexe III).

➤ **3^{ème} étape** : mode d'administration des solutions

- Mettre les souris à jeun de nourriture la veille du test, l'eau n'est pas limitée.
- Le lendemain pour réaliser l'administration il faut commencer par la contention qui doit être ferme, pour éviter toute morsure et maîtriser les réactions parfois très vives de la souris.
- Prendre la souris par la main à la base de la queue et de l'autre saisir la nuque en formant un pli aussi large que possible en arrière des oreilles entre le pouce et l'index .

Cette manipulation est plus simple à effectuer si la souris est placée sur une surface non glissante « exemple une grille » (**Figure 18**).

- Par voie intra gastrique, à l'aide d'une sonde de gavage nous administrons aux souris les produits à tester (eau physiologique « lot témoin », et extraits aqueux des feuilles et des fruits « lots essais ») :

Lot témoin : chaque souris reçoit 0.5 ml d'eau physiologique.

Lot essai 01 : chaque souris reçoit 0.5 ml de la doses préparées de l'infusé des feuilles de *solenostemma argel* »; à raison 2g/kg du poids corporel. Priver les souris de nourriture pendant 3 heures après l'administration du produit.

Lot essai 02 : chaque souris reçoit 0.5 ml de la doses préparées de l'infusé des fruits de *solenostemma argel* »; à raison 2g/kg du poids corporel. Priver les souris de nourriture pendant 3 heures après l'administration du produit.

L'observation des souris se fait pendant 14 jours afin de signaler les symptômes de toxicité.

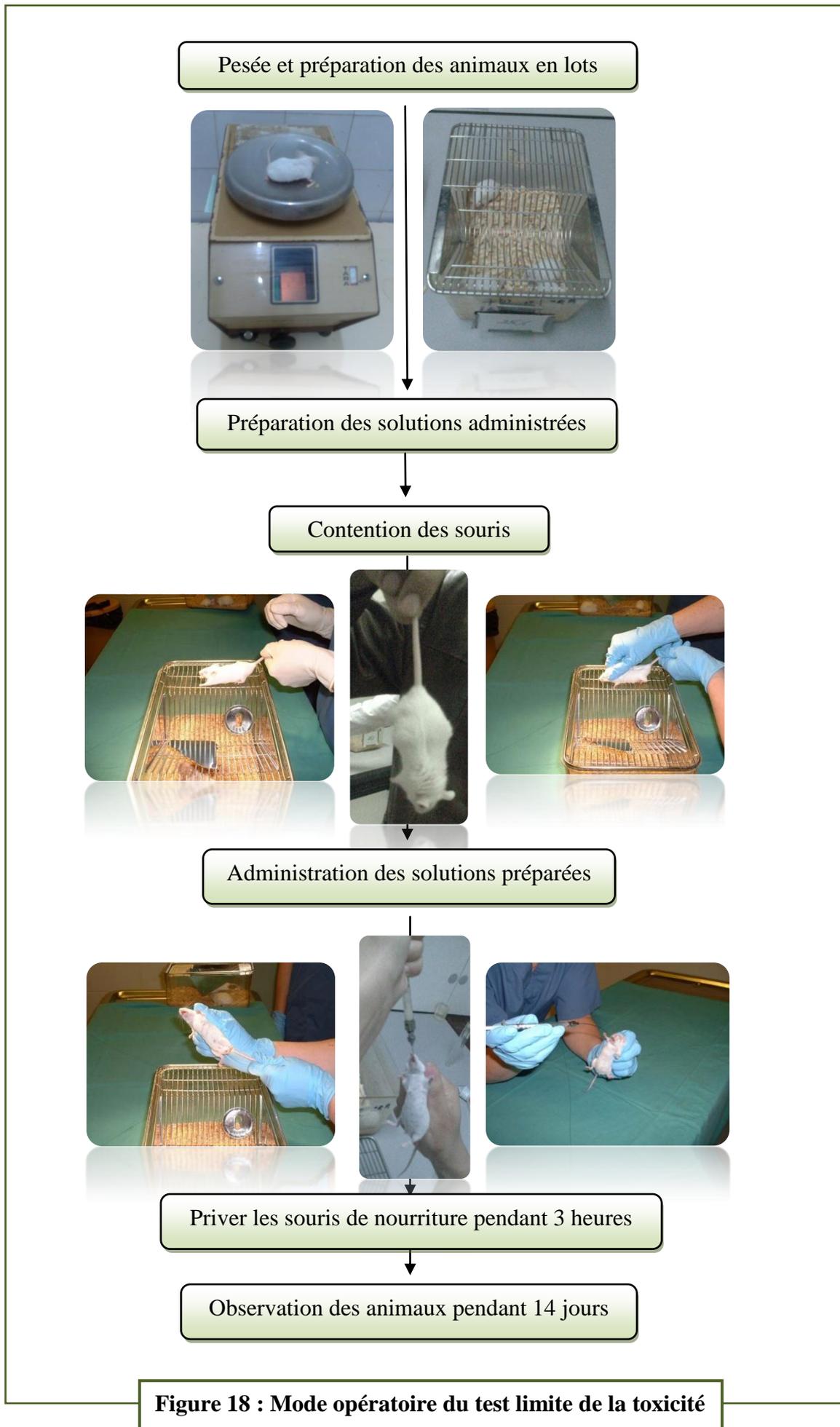


Figure 18 : Mode opératoire du test limite de la toxicité

II.2.3.2. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux des feuilles et des fruits de *Solenostemma argel*

▪ principe :

Le principe général consiste à provoquer chez l'animal de laboratoire un processus inflammatoire qui est induit par l'injection de la carraghénine au niveau de la voûte plantaire de la patte gauche de la souris. L'œdème causé par cet agent sera traduit en volume et mesuré; ce qui permet de suivre l'évolution du processus inflammatoire.

Cette étude permet de comparer la réduction de l'œdème plantaire après administration de doses égales du produit de référence et du produit anti-inflammatoire à tester (Levy, 1969).

▪ Mode opératoire

La mise en évidence de l'activité anti-inflammatoire a été réalisée selon la méthode de Levy, (1969) et repris par Berkan et al., (1991).

Le test consiste à évaluer l'effet anti-inflammatoire de l'extrait aqueux des feuilles et des fruits à 10% (1g/ml) sur l'œdème des pattes postérieures après injection d'une solution de carraghénine à 0.1% chez les souris.

Les animaux testés sont repartis en 4 lots de 6 souris chacun, et misent à jeun la veille du test

a) Préparation de la solution de carraghénine

La préparation de la solution de carraghénine (10%), a été faite par une dilution de 50mg de la carraghénine dans 5ml d'eau physiologique.

b) Préparation de l'extrait aqueux à 10%

L'extrait aqueux est obtenu selon le protocole de Paris et Moyes (1971), introduire 10g de poudre végétale dans un erlenmeyer de 250ml puis ajouter 100ml d'eau distillée et maintenir à ébullition pendant 20 mn, puis filtré.

- ✓ A T₀ : les 3 solutions (eau physiologique, l'extrait aqueux et comme produit de référence Clofenal à la dose de 0.01mg/ml), sont administrées par gavage.

Comme suit :

Lot témoin : chaque souris reçoit 0,5ml d'eau physiologique.

Lot essai 1 : chaque souris reçoit 0,5ml d'infusé 10% de l'extrait aqueux des feuilles.

Lot essai 2 : chaque souris reçoit 0,5ml d'infusé 10% de l'extrait aqueux des fruits.

Lot produit de référence : chaque souris reçoit 0,5ml de Clophenal à la dose de 0.01mg/ml

- ✓ **Après 30mn** : la solution de carraghénine à 0.1% est injectée sous l'aponévrose plantaire de pattes postérieures gauches à un volume de 0,02 ml pour chaque souris des différents lots d'expérimentation.

Le volume des pattes postérieures gauches des 4 lots a été mesuré chaque 30 mn à l'aide d'un pied à coulisse

$$\% \text{ Red} = \frac{\% \text{ AUG t} - \% \text{ AUG e}}{\% \text{ AUG t}}$$

% Red : % de réduction de l'œdème

%AUG t : % de l'œdème témoin

% AUG e : % de l'œdème essai

$$\% \text{ Redt} = \frac{\Sigma \% \text{ Red}}{8}$$

Le pourcentage d'augmentation de l'œdème de la patte de souris est donné par la formule :

$$\% \text{ AUG} = \frac{E_t - E_0}{E_0}$$

% AUG : pourcentage d'augmentation de l'œdème

E_t : Epaisseur de la patte au temps t

E_0 : épaisseur initiale de la patte

Les résultats sont exprimés en moyenne du diamètre de Pattes postérieures gauches PPG \pm écart-type, la signification statistique est déterminée au moyen du test d'analyse de variance à sens unique (ANOVA) suivie par le test post-hoc de Tukey pour comparaison par paires, $P < 0.05$ a été considérée comme différence significative, l'étude statistique est réalisée à l'aide du logiciel Statistica 10.

Le protocole de l'activité anti-inflammatoire est illustré dans la **Figure 19**.

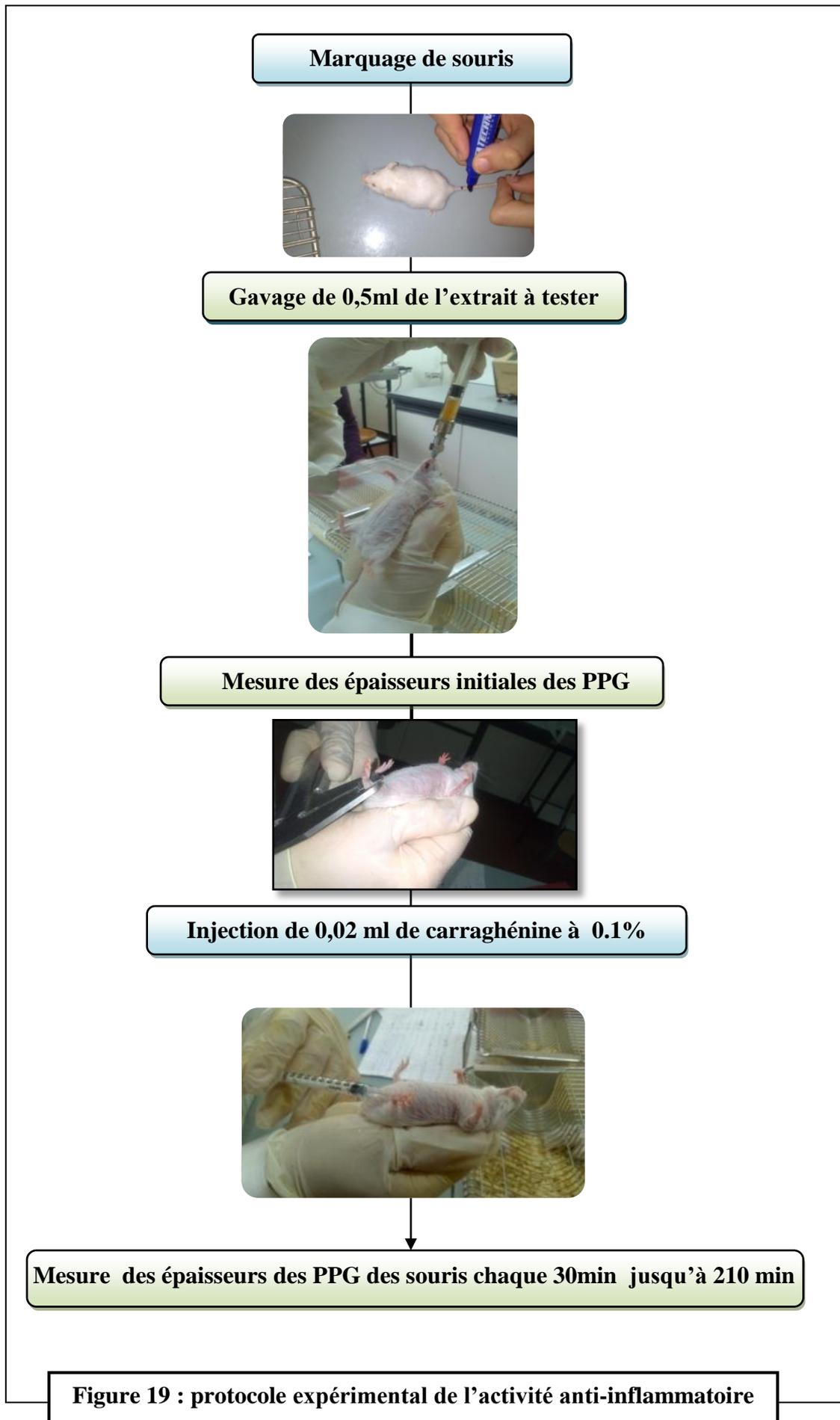


Figure 19 : protocole expérimental de l'activité anti-inflammatoire

II.2.3.4. Evaluation de l'activité antispasmodique de l'extrait aqueux des feuilles et des fruits de *solenostemma argel*

La mise en évidence de l'effet réducteur de spasmes provoqués par l'acide acétique a été réalisée selon la méthode de **Rahman et al., (2005)**.

▪ **Principe :**

L'injection d'acide acétique à 1% par voie intra-péritonéale provoque chez les souris une réaction douloureuse, cette douleur se manifeste par des spasmes sous forme de mouvements de torsion de l'abdomen avec étirement des pattes postérieures. Une substance antispasmodique à la dose active réduit le nombre de ces spasmes.

Cette étude permet de comparer la réduction de nombre de spasmes après l'administration de doses de produits de référence et des produits antispasmodique à tester "extrait aqueux des feuilles et l'extrait aqueux des fruits des de *solenostemma argel*"

▪ **Mode opératoire :**

Le test consiste à évaluer l'effet antispasmodique de l'extraits aqueux des feuilles et des fruits chacun pris isolément sur les spasmes des souris, après injection d'une solution de l'acide acétique à 1%.

➤ Les animaux testés sont repartis en 4 lots de 6 souris chacun:

- ✓ **A T₀** : les 4 solutions (eau physiologique, les deux extraits aqueux « feuilles et fruits » à la dose de 10%, et comme produit de référence Spasfon à la dose de 0,2%), sont administrées par gavage.

Lot témoin : chaque souris reçoit 0,5ml d'eau physiologique

Lot essai 1 : chaque souris reçoit 0,5ml d'infusé des feuilles à la dose de 0,1g/ml

Lot essai 2: chaque souris reçoit 0,5ml d'infusé des fruits à la dose de 0,1g/ml

Lot produit de référence : chaque souris reçoit 0,5ml de solution de Spasfon à 0,02g/ml.

- ✓ **Après 30mn** : la solution de l'acide acétique à 1% est injectée par voie intra-péritonéale, à raison de 0,2ml/souris pour les différents lots d'expérimentation

Cinq minutes après l'injection de l'acide acétique, le nombre de crampe a été comptabilisé durant 10 minutes (**Chapman et al., 1982**)

III.1. Résultats des analyses chimiques du sol

Les résultats obtenus des analyses chimiques du sol sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau IV : Résultats des analyses chimiques du sol.

Les paramètres étudiés	pH	Conductivité électrique (ms)	Matière organique (%)	Calcaire total (%)	Calcaire actif (%)
Les résultats	8.4	0.217	1.375	12.5	20.55
Les normes	7.5 – 8.7	< 0.5	1.0 – 1.70	05 – 25	>20
Les références	(Baize, 1988)	(Mathieu et Pieltain, 2003)	(Hazelton et Murphy, 2007)	(Baize, 1988)	(Ctifl, 1982)

- Le pH déterminé à partir de la suspension du sol analysé indique une valeur de **8,4** qui se situe entre 7.5 et 8.7, donc notre sol est légèrement alcalin (basique) (**Tableaux V /Annexe IV**), selon les normes établies par **Baize (1988)**.
- La conductivité électrique déterminé à partir de la suspension du sol analysé indique une valeur de **0.217ms** qui est inférieur à 0.5, notre sol est donc non salin (**Tableaux VI /Annexe IV**), selon les normes établies par **Mathieu et Pieltain (2003)**. L'absence de salinité dans cet écosystème, malgré l'hyper-aridité, interprète l'appartenance de la région à un système géologique cristallin, volcanique et sédimentaire (**Elies, 2004**).
- La matière organique déterminé à partir de la suspension du sol analysé indique une valeur de **1.375%** qui se situe entre 1.0 et 1.70%, donc notre sol est pourvu faible de matière organique (**Tableaux VII /Annexe IV**), selon les normes établies par **Hazelton et Murphy (2007)**.
- Le calcaire total déterminé à partir de la suspension du sol analysé indique une valeur de **12.5%** qui se situe entre 05 et 25%, donc notre sol est modérément calcaire (**Tableaux VIII /Annexe IV**), selon les normes établies par **Baize (1988)**.
- Le calcaire actif déterminé à partir de la suspension du sol analysé indique une valeur de **20.55%** qui est à 20%, donc notre sol est extrêmement calcaire (**Tableaux IX/Annexe IV**), selon les normes établies par **Ctifl (1982)**.

Ces résultats concordent avec les résultats donnés par **Elies(2004)**, qui indique que les sols de la région du Tamanrasset sont généralement peut ou non salés, très pauvres en calcaire et en matière organique.

III.2. Résultats de la germination des graines de *Solenostemma argel*

Les résultats de la germination sont représentés dans le Tableau X et les Figure 20 et 21 :

Tableau X : Les résultats de la germination

	Nombre des graines	Nombre des graines germés	Taux de germination %	Délai de germination	72 heures après germination
Lot témoin	20	1	5	72	Pourrissement des graines
Lot 1	20	4	20	24	
Lot 2	20	4	20	24	
Lot 3	20	3	15	24	
Lot4	20	9	45	24	



Figure 20 : Graine mise en germination

La tourbe
Les Graines
Le tégument
La radicule



Figure 21 : graine germée (radicule aperçu du tégument)

Les résultats obtenus varient d'un lot à un autre; les graines des lots 1 et 2 sont trempées dans l'eau (24 et 48h) donnent un taux de germination de **20%** chacun et de **15%** pour le lot 3 dont les graines ont subi une scarification, ces trois lots (1, 2 et 3) ont donné un taux de germination moyennement élevé que celui du lot témoin (**5%**). Le lot 4 qui a subi un trempage dans l'eau et scarification a donné un taux de germination de **45%**; nettement plus élevé que celui des lots 1, 2, 3 et le lot témoin.

Nous remarquons que le délai de germination est de 24h pour tous les lots; un peu plus tôt par rapport aux graines de lot témoin (72h).

Les graines germées persistent pendant 72 heures puis pourrissent. Ceci revient à dire que malgré les conditions climatiques favorables (température = $22 \pm 2^\circ\text{C}$, humidité et l'éclairage = 16h) du laboratoire, les graines n'ont pas conservé leur faculté germinative, ce qui nous conduit à

dire que ces graines nécessitent les conditions climatiques et pédologiques spécifiques à la plante.

Les différents lots de germination réalisés sur les graines de *solenostemma argel*, montrent un faible pourcentage de germination, cela est dû aux différents obstacles qui empêchent la germination d'un embryon placé dans des conditions convenables (Mazliak, 1982). Soit des conditions internes concernant la graine elle-même, qu'elle doit être vivante, mur, non dormante et saine (Jeam et al., 1998) ; soit des conditions externes : la graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène et la température (Soltener, 2007).

Schmelzer et Gurib-Fakim, (2013) ont mentionné que *solenostemma argel* pousse bien sur les limons sablo-argileux, et les graines ne germent pas avec moins de 10mm de précipitation, et la germination est maximale à la température de 35°C.

III.3. Résultats des activités biologiques

III.3.1. Résultat du taux d'humidité de la matière végétale

Les taux d'humidité des matières végétales sont de 8% (feuilles) et 8.49% (fruits), donc nettement inférieurs à 12%. Selon Audigie et al., (1978) la matière végétale est séchée et conservée dans de bonnes conditions, et par conséquent les résultats de nos études devront être fiables.

III.3.2. Résultats de l'étude toxicologique de l'extrait aqueux

Les résultats du test limite effectué pour déterminer la toxicité des feuilles et des fruits de *Solenostemma argel* sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau XI : Résultat du test limite de toxicité de l'extrait aqueux

	Produit administré	Nombre d'animaux par lot	Nombre de mortalité	% de mortalités
Lot témoin	Eau physiologique	6 souris	0	0
Lot essai 01	Infusé des feuilles (2g/kg du poids corporel)	6 souris	0	0
Lot essai 02	Infusé des fruits (2g/kg du poids corporel)	6 souris	0	0

Au cours de notre étude sur la toxicité aiguë et selon nos conditions expérimentales, les doses utilisées de 2g/kg des extraits aqueux des feuilles et des fruits n'ont révélé aucune mortalité, ce qui nous permet de dire que la dose létale est supérieure à 2g/kg.

Les résultats du test limite de toxicité de l'extrait aqueux concordent avec celui trouvé par **Shyoub et al., (2013)**, qui a mené une étude de toxicité par la plante *solenostemma argel* sur les rats et qui n'a révélé aucune mortalité jusqu'à la dose de 3.93 g/kg.

III.3.3.Résultat de l'activité anti-inflammatoire

L'évolution des épaisseurs moyennes de pattes postérieures gauches des souris de chaque lot est illustrée dans le **Tableau XII/ Annexe V** et la figure ci dessous :

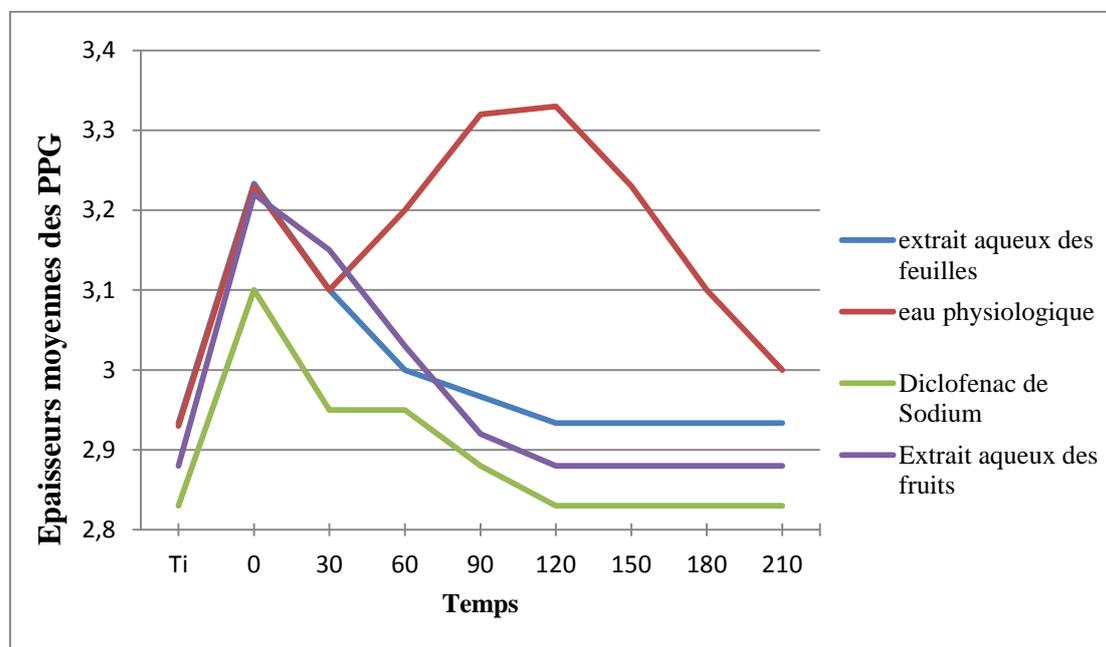


Figure 22 : Evolution moyenne de l'inflammation des pattes en fonction du temps

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire est exprimée par le pourcentage de réduction de l'œdème des pattes de souris traitées par rapport au témoin négatif (eau physiologique) et au témoin positif (Diclofenac de Sodium)

Le pourcentage d'augmentation de l'œdème est représenté dans le **Tableau XIII/ Annexe V**, et le pourcentage de réduction dans le **Figure 23**.

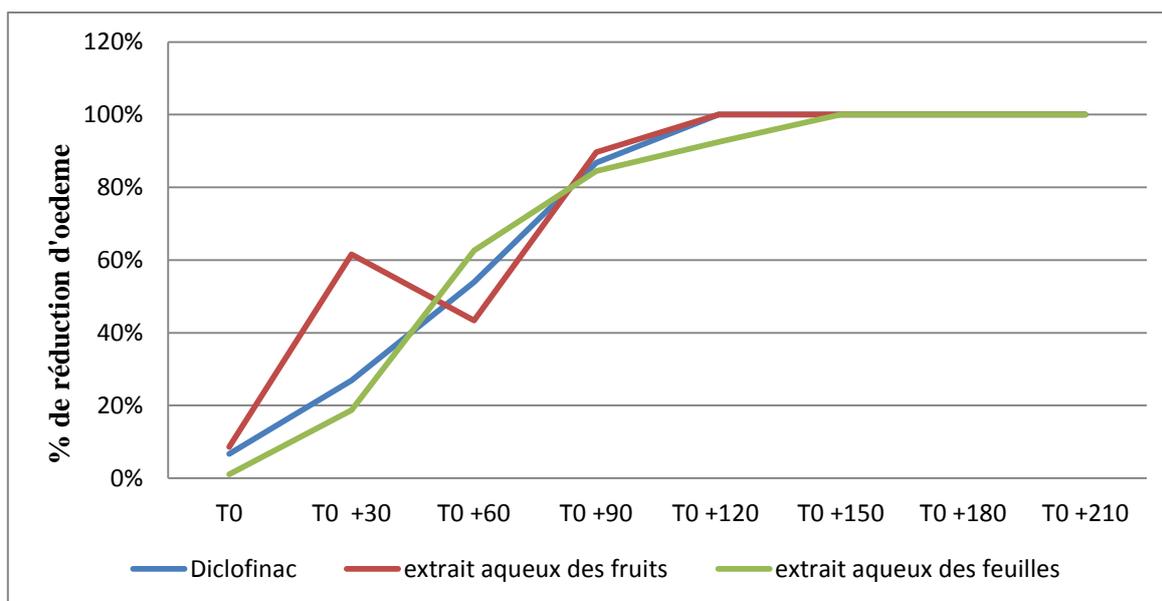


Figure 23 : Pourcentage de réduction des œdèmes moyens

- Pour l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'extraits aqueux de feuilles et des fruits de *Solenostemma argel* à 10% , nous avons utilisé la technique de l'œdème de la patte de la souris provoqué par la carraghénine qui est un agent phylogène qui induit au niveau de la patte de souris un œdème (développement de l'œdème dans l'heure qui suit l'injection, avec un effet maximal au bout de 5 heures) considéré comme un signe caractéristique de l'inflammation et paramètre très important dans l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de plusieurs composés. Les extraits aqueux des feuilles et des fruits de *solenostemma argel* à 10% ont été soumis à ce test. Dans nos conditions expérimentales, l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux des fruits était significative à partir de 30 minutes avec un pourcentage d'inhibition de l'œdème de 61.55%, après 120 min , l'inhibition de l'œdème a atteint 100% en passant par 43.43% après 60 min et 89.63 % après 90 min.

Le pourcentage d'inhibition totale de l'œdème est donc de 75.40%.

- L'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux des feuilles était aussi significative à partir de 60 minutes avec un pourcentage d'inhibition de l'œdème de 62.64%, après 150 min , l'inhibition de l'œdème a atteint 100% en passant par 84.52% après 90 min et 92.45% après 120min.

Le pourcentage d'inhibition totale de l'œdème est donc de 69.93%

- Le Diclofenac, utilisée comme anti-inflammatoire standard à la dose de

2.5 mg/kg a montré sa plus significative activité après 120 min , soit un pourcentage d'inhibition totale de l'œdème de 71.79% .

Par ailleurs, nous avons utilisé le test Anova suivie du test de Tuckey pour l'analyse statistique de nos résultats, et comparé les résultats du lot de souris traitées par l'extrait aqueux avec le lot de souris traitées par Diclofenac , et le lot témoin . Nous avons constaté que nos résultats ont été statistiquement significatifs à partir de 60 min. Cela nous permet de dire que nos extraits présentent une réelle activité anti-inflammatoire à la dose utilisée.

Solenostemma argel est très riche en saponines; selon **Bruneton (1993)** sont doués d'activité anti-inflammatoire et anti-œdémateuse. Par ailleurs, nos résultats sont en conformité avec ceux trouvés par **Innocenti et al., (2005)** qui ont démontré que l'extrait aqueux de *solenostemma argel* possède une activité anti-inflammatoire excellente (pourcentage de réduction = 73%) en utilisant la méthode de l'œdème à l'oreille. Ces résultats justifient les utilisations traditionnelles de *solenostemma argel* dans le traitement des affections courantes telles que les plaies et blessures, les bronchites.

En phytothérapie, la présence de plusieurs molécules actives renforce l'effet thérapeutique (effet de synergisme), des recherches récentes ont montré que plusieurs métabolites secondaires ont des propriétés anti-inflammatoire (**Milane, 2004 ; Girottio-chnu, 2006**), notamment les saponines et flavonols tel que la quercétine, ces composés calment la douleur musculaire en accélérant la répartition des tissus au niveau moléculaire. De manière spécifique, ils inhibent l'enzyme NOS (Oxyde nitrique synthase), responsable de la synthèse de l'oxyde nitrique qui est un déclencheur chimique de l'inflammation (**Lahlah, 2008**). La quercétine agit aussi sur les réactions inflammatoires allergiques, certains auteurs suggèrent qu'elle pourrait présenter un intérêt dans le traitement des désordres allergiques (**Park et al., 2008**).

III-4-3-Résultat de l'activité antispasmodique

Les résultats de l'activité antispasmodique obtenus sont compilés dans le **Tableau XIV**, et la **Figure 24**.

Tableau XIV : Pourcentage de protection de l'activité antispasmodique

Lot	Nombre de spasmes moyen	Pourcentage de protection
Témoin	12.50 ± 2.42	0%
Solution de référence	4.34 ± 1.21	65.73%
Lot essai des feuilles	4.5 ± 1.04	64.47%
Lot essai des fruits	3.5 ± 1.21	72.36%

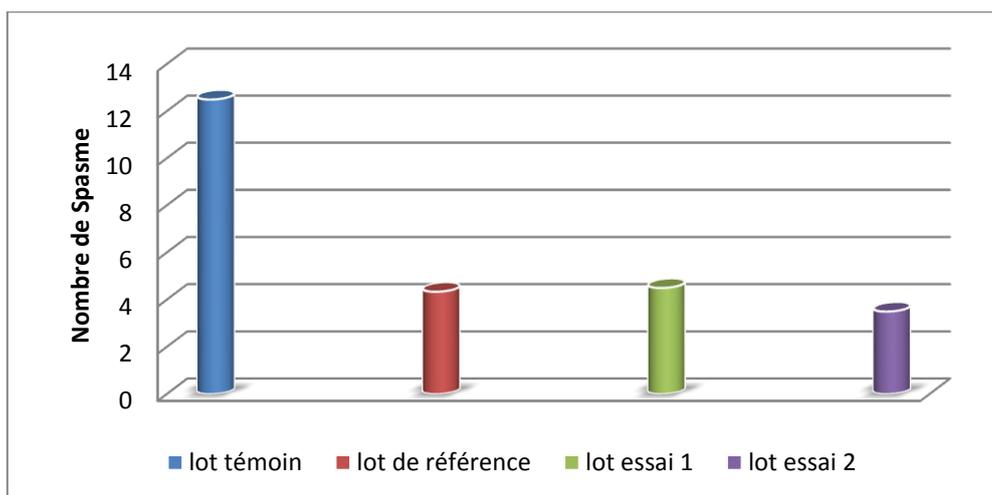


Figure 24 : Nombre de spasmes moyens observé chez les lots de souris expérimentaux

Après 10 min de l'injection de l'acide acétique au souris, une moyenne de 12.50 crampes abdominales a été enregistrée pour le lot témoin. l'administration des l'extraits aqueux des fruits de *Solenostemma argel* à 10%, a réduit la moyennes des crampes abdominales jusqu'à 3.5 avec un pourcentage de protection de 72.36% , ce pourcentage est un peu élevé par rapport à celui de l'extrait aqueux des feuilles et à la solution de référence Spasfon ces deux dernier qui ont donné un résultat très proche avec une réduction moyenne des crampes abdominales jusqu'à 4.5 avec un pourcentage de protection de 64.47% pour l'extrait aqueux des feuilles, et un taux de protection de 65.73% avec une moyenne de contraction de 4.34 pour la solution de référence Spasfon.

Nous avons comparé par ANOVA, suivi du test de Tukey, les nombres moyens de spasmes de ces 4 lots et nous avons trouvé un résultat significatif ce qui dénote une différence significative.

Nos résultats concorde avec ceux trouver par **Brenkia (2013)** qui a fait une étude sur l'extrait aqueux des fruits de *Solenostemma argel*, et quia révélé un taux de réduction de spasmes de 73%.

Cependant, **Khalid et al., (1992)** ont mené une étude sur les flavonoïdes de *Solenostemma argel* et leurs activités antispasmodiques sur les contractions provoquées par l'acétylcholine sur l'intestin grêle isolé de rat et ont démontré son efficacité avec un taux de réduction de spasmes de 79% .

Une enquête ethnobotanique sur l'utilisation des plantes médicinales au Soudan a montré que 48% de la population interrogée utilisent *Solenostemma argel* comme antispasmodique en comparaison avec 3 autres plantes, qui sont la menthe, le fenugrec et l'anis (**Shayoub, 2004**).

Conclusion

Conclusion

L'étude que nous avons entreprise a porté sur l'aspect écologique et biologique réalisé sur le sol de Tamanrasset (Station Tit) et sur les feuilles, les fruits et les graines de *Solenostemma argel*.

Notre premier objectif a été consacré aux analyses chimiques du sol qui s'est soldé par le résultat : sol légèrement alcalin, non salin, pourvu faiblement de matière organique, modérément calcaire (total) et extrêmement calcaire (actif).

Notre deuxième objectif avait pour but l'étude de germination qui a montré un résultat positif où le traitement combiné a donné un taux de germination plus élevé par rapport aux autres traitements (chimique et physique), par contre, le témoin enregistre un taux de germination plus faible.

Notre troisième objectif était consacré à l'étude de quelques activités biologiques et pharmaco-toxicologiques des feuilles et des fruits de *Solenostemma argel*.

Le test de l'activité anti-inflammatoire avec les extraits aqueux à 10% est meilleur que celui du Diclofenac, d'autre part, l'activité antispasmodique a été démontrée par les mêmes extraits aqueux (10%), et elle est proche de celle de Spasfon.

Du point de vue pharmaco-toxicologique, Il a été prouvé que les feuilles et les fruits de notre plante ne sont pas toxiques.

Ce travail nous a permis de confirmer les utilisations traditionnelles de *Solenostemma argel* dans le traitement des affections courantes. Il serait toutefois intéressant d'approfondir les recherches écologiques et biologiques sur cette plante afin d'isoler les molécules responsables des activités observées, ce qui permettra une valorisation éco-agronomique très importante pour préserver ce patrimoine floristique local.

Comme perspectives, il serait intéressant de:

- Rechercher un autre traitement chimique ou physique pour l'étude de germination des graines et essai de germination *in vitro*.
- Approfondir l'analyse granulométrique du sol (analyse physique).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abdoun F., 2002.** Etude de la dynamique spatio-temporelle des populations de *Cupressis A. Canis* au Tassili N'ajjer. Thèse de doctorats. Université de droit, économie, Sciences d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Marseille, 171p.
2. **Audigié C.L., Figarella J. et Zonzain F., 1978.** Manipulation d'analyses biochimique. Doin ed. Paris, 274p
3. **Avakiantz Louis, 2012,** Etude des planches iconographiques de la chaire de pharmacognosie de la faculté de pharmacie de Paris Descartes. 257p
4. **Bagnouls F., Gaussen H., 1957.** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 88. Pp : 143-239.
5. **Baize D: 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. INRA Éditions, Paris, France.
6. **Bayarassou Z., 2011.** Effet du stress salin sur la germination de l'*Atriplex canescens* et de l'*Atriplex halimus*, 49p.
7. **Benzid A., 2012.** Valorisation de *Solenostemma argel* (Del). Hayen dans le Hoggar : étude botanique, anatomique et intérêt dans la lutte contre quelques bio-agresseurs des cultures. thèse de Magister. Bab elzouar-Alger. 107p.
8. **Berkan T., Ostunes J., Lermiolu F. et Ozer A., 1991.** Anti-inflammatory analgesic and antipyretic effects of an aqueous extract of neuter, Ed. planta medica pp 357
9. **Benchelah A.C., Bouziane H., Maka M., Ouahes C., 2000.** Fleurs du Sahara. Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Ibis Press, Paris. 255p.

10. **Blanguernon C.L., 1955.** Le Hoggar. Ed : Arthand, Paris.277p.
11. **Boulos Loutfy, 1983:** Medicinal plants of North Africa, Ed reference publication incorporated 286p
12. **Brenkia A., 2013.** Contribution à l'étude phytochimique et des activités biologiques et pharmacotoxicologique des fruits de Cynanque à feuilles d'olivier (*Solenostemma argel*).
13. **Bruneton J. 1993** pharmacognosie,phytochimie,plantes medicinales 2eme edition,Ed.Tech et Doc.Paris :895p
14. **Coudou-Dravid. G., 2012:** Homme et plantes au Sahara, Comment Hommes et plantes se sont adaptés à des conditions écologiques difficile, Sahara (23) pp 172-182.
15. **Chapman, D.B. and Way, E.L., 1982.** Modification of endorphin/enkephalin analgesia and stress-induced analgesia by divalent cations, a cation chelator and an ionophore. *British Journal of Pharmacology*, p75.
16. **Chase Mark W. et Reveal James L. 2009.,** a phylogénétic classification of the land plants to accompany APG III, Botanical journal of the Linneau society (161) pp 122-127
17. **Cehma A., 2005-** Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse Doct. Unvi. Annaba, 148p.
18. **Chenoune K., 2005.** La flore et la végétation du Hoggar. Rev. Bois et forêts des tropiques, N° 284(2), p. 79-83.
19. **Ctifl, 1982.** Centre interprofessionnel des fruits et légumes. Mémento fertilisation. Paris, 173 pages.
20. **Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. Ed : Dunod, Paris. 434p.

21. **Dajoz R., 1982.** Contribution a l'étude des Coleopteres Pselaphidae de Madagascar. Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, (A: Zoologie, Biologie et Ecologie Animales), 4:pp : 481-522.
22. **De Martonne E., 1926.** Aréisme et indice d'aridité. Comptes rendus Académie des Sciences, Vol. 181. Pp : 1395-1398.
23. **De pommerol P.J., 1999.** Dictionnaire arabe tchadien-français suivi d'un index français-arabe et d'un des racines arabes. Ed. Karthala. 1640p, pp 263
24. **Dubief J., 1959.** Le climat du Sahara. 2 vols. Institut de Recherches sahariens.
25. **Dutil P., 1971.** Contribution à l'étude des sols et des palésols sahariens. Thèse de doctorat. D'états-science, Toulouse.
26. **El Kamali H.H., 2001.** Larvicidal activity of crude aqueous extracts of *Solenostemma argel* against mosquito larvae. J. Herbs Spices Med. Plants.. 8. Pp : 83-86.
27. **Elies A. S., 2004.** Etudes des sols de l'écosystème du Tassili n'Ajjer cas des sols alluviaux de la région du Djanet, Mém. Ing. Eco. Université d'Ouargla, 68p.
28. **Emberger L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Bot. Heo. Et zool. fasc. sci. Univ. Montpellier, fasc. 7. Pp : 1-43.
29. **Engler A., 1908.** Pflanzengeographische Gliederung von Afrika. S. B. kgl. Preu B. Akad. Wiss., pp 781 – 837.
30. **Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1980 -** *Ecologie*. Ed. Baillière, Paris, 168 p.
31. **Giazzi F., 1996.** La réserve naturelle nationale de l'Air et du Ténéré (Niger): la connaissance des éléments du milieu naturel et humain dans le cadre d'orientations pour un aménagement et une conservation durables : analyse descriptive : étude initiale. Ed. IUCN. 678p, pp 175.

32. **Gillet, 1968**, Le peuplement végétal du massif de l'Ennedi (Tchad), Ed. Muséum, 206p.
33. **Girotti –Chanu C., 2006**. Etude de la lipolyse et de la synthèse de composés du derme sous l'effet de la cirsimarine, flavone extraite de *Mimosa* de bilis .thèse de Doctorat. Institut national des sciences appliquées de Lyon.136p.
34. **Gurib-Fakim A. 2006**. Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine* 27, 1-93.
35. **Hammiche V. et Meiza K., 2006**. Traditional medicine in central sahara : pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *J. Ethnopharmacol* 105, pp 358-367
36. **Hazelton P et Murphy B., 2007** .interpreting soil test results, university of technology sydney department of natural resources. 160p.
37. **Innocenti G, Dall'Acqua S, Minesso P, Budriesi R, Micucci, Chiarini A., 2005**. Evaluation de l'antagonisme M3-récepteurs muscariniques de *Solenostemma Argel* feuilles. *Planta Med* 2005; 76:634.
38. **Khalid A., KalafllaE.B. et Mohamed O.Y., 1992**. The flavonoids of *Solenostemma argel* and their antispasmodic activity *Planta Med.*, 58 (1), p. 651
39. **Jeam P., Catmrine T., Giues L., 1998** - Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.
40. **Lahlah F.Z. 2008**. Extraction des flavonoides par le butanol, chloroforme à partir de *Silybum marianum*, et étude de leurs activités antibactériennes. Thèse de magistère de l'université de Constantine.
41. **Lebrun Jean-Pierre, 2001**. Introduction à la flore d'Afrique, Edition Quae.155p.
42. **Levy L., 1969**. Carrageenan paws edema in the mouse. *Life Science* 8 pp 601-606.
43. **Le Houérou H.N., 1992**. Définition et limites bioclimatiques du Sahara. *Sécheresse*. N°4, Vol. 01, Déc. Pp 246-259.
44. **Mathieu C. et Pieltain F., 2003** .analyse chimique des sols, librairie lavoisier 386p.

45. **Mazlaik., 1982-** Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.
46. **Marouf M., Joel P., 2007.** Dictionnaire de botanique « les phanérogames », Edition Dunod, Paris, 199 p.
47. **Milane, H ; 2004.** La quercétine et ses dérivés : molécules à caractère pro - oxydant ou capteurs de radicaux libres, études et applications thérapeutiques. Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur en science. Université Louis Pasteur. Strasbourg.
48. **Monod T., 1957.** Les grandes divisions de l'Afrique (rapport présenté a la réunion des spécialistes sur la phytogéographie). Yacambi, 29 juillet- 8 aout 1956. Cons .Scien. Afr. Nord. Sahara. Londres. Royaume-Uni, Csa, 24, 147pages.
49. **Monod T., 1992.** Du désert. *Sécheresse* 3. Pp 7 – 24.
50. **Meyer P., 1977.** Pysiologie humaine. Edition Flammarion Medecines-Sciences, Paris, 1319p.
51. **Norme Afnor X31-103. 1988.** Détermination du pH dans l'eau. Méthode électrométrique. In Qualité des sols. Afnor 1994.
52. **ONM, 1987.** Office National de la Métérologie.
53. **ONMT, 2002.** Office National de la Métérologie de Tamanrasset.
54. **Orbigny C., 2009.** Dictionnaire Universel D'Histoire Naturelle Par Ch D'Orbigny, Ed. BiblioBazaar. 798p.
55. **Ozenda P., 1977.** Flore du Sahara, Éd. Centre nationale de la recherche scientifique « CNRS », 622 p.
56. **Ozenda P., 1983.** Flore du Sahara. Ed. CNRS. Paris. 622p.
57. **Ozenda P, 2004.** Flore et végétation du Sahara, 3eme édition. Ed Centre nationale de la recherche scientifique « CNRS ». 680p.
58. **Quézel, P. & Santa, S., 1962.** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales .CNRS, Paris, 2 vol. 1170 p.

59. **Quezel P., 1965.** La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie. Gustav et Fischer Verlag, Stuttgart. 333p.
60. **Paris R. R., Moyers H., 1971.** Précis de la matière médicale Tome I : Pharmacognosie générale, pharmacognosie spéciale. Édition Masson, 518p.
61. **Park H.H., Lee S., Son H.Y., Park S.B., Kim M.S., Choi E.J., Singh T.S., Ha J.H., Lee M.G., Kim J.E., Hyun M.C., Kwon T.K., Kim Y.H., et Kim S.H. 2008.** Flavonoids inhibit histamine release and expression of proinflammatory cytokines in mast cells. Archives of pharmacal research. 31 (10): pp 1303- 1311.
62. **Radwan U., 2007.** Plant water relations, stomatal behavior, photosynthetic pigments and anatomical characteristics of *Solenostemma argel* (Del) Hayne under hyper-arid environment condition. American-Eurasian Journal of Scientific Research 2 (2). pp 80-92.
63. **Rahman A.U., Choudhary M.I., Thomson W.J. 2005.** bioassay techniques for drug development. Ed. Taylor and Francis, Amsterdam, 203p.
64. **Ramade F., 1984.** Elements d'écologie. Ecologie fondamentale. Mc Graw-Hill. 397p.
65. **Sahki A., Sahki R., 2004.** Le Hoggar, promenade botanique, Ed Esope p 312 p.
66. **Sayadat E. T. and Shaza S.A., 2009.** *Solenostemma argel* tissue culture for production of secondary metabolites. Faculty of science, University of Khartoum, Sudan. pp 19.
67. **Schmelzer G.H., Gurib-Fakim A., 2013.** Plantes médicinales 2. Ed : Prota. 418p.
68. **Shayoub A, 2004.** Screening of plants used by south African traditional healers in the treatment of dysmenorrhoea for prostaglandin synthesis inhibitors and uterine relaxing activity, Journal of ethnopharmacologie, 54 pp 9-14.

69. **Shyoub A., Mavoc L., Miranda S, 2013.** A preliminary investigation of the activity of *Solenostemma argel*.
70. **Sitouh, M., 1989.** Les plantes utiles du Sahara. Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Alger, vol. 13, n°2. pp. 583-658.
71. **Soltner D., 2007-**Les bases de la production végétale Tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.
72. **Stewart P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Agro. pp : 23-24.
73. **Tharib, S. M., El Migirab, S., and Veitch, G. B. A. 1986.** A preliminary investigation of the potential antimicrobial activity of *Solenostemma argel*. International Journal of Crude Drug Research 24(2):101-104.
74. **Tamer M., 2010.** Desert Plants of Egypt's Wadi El Gemal National Park. Ed. American Univ in Cairo Press.161p.

Annexe I

Matériel de laboratoire et appareillage :

- **LA VERRERIE :**
 1. Ampoules à décanter.
 2. Béchers.
 3. Fioles.
 4. Pipettes graduées.
 5. Tubes à essai.
 6. Boite pétri en verre GM
 7. Récipient en verre
 8. Erlen Meyer
 9. Eprouvette de 50 ml
 10. Baguette de verre
 11. Béchers de 250 ml
- **L'APPAREILLAGE**
 1. Bains marie.
 2. Étuve
 3. Balance de précision
 4. Hotte ventilée
 5. Pied à coulisse
 6. Mortier
 7. Agitateur magnétique
 8. pH-mètre
 9. Papier Josaph
 10. Conducteur électrique
 11. Bains de sable
 12. Calicimètre de Bernard
 13. Tamis de 2mm.

• **REACTIFS ET PRODUITS CHIMIQUES (Solvants)**

1. Bichromate du potassium, $K_2Cr_2O_7$ à 8% (80g/1000ml d'eau distillée)
2. Acide sulfurique H_2SO_4 concentré
3. Diphénylamine
4. Acide phosphorique concentré
5. Sel de Mohr (0,2N) $(SO_4)_2 Fe(NH_4)_2 \cdot 6H_2O$ (poids moléculaire PM= 392)
6. HCl pur
7. $CaCO_3$ pur et sec (0.3g)
8. NaCl
9. Oxalate d'ammonium $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ (PM=142,11) à 0,1N (14,2g/l)
10. Permanganate de potassium $KMnO_4$ (PM=158,04) à 0,02N (3,16g/l)
11. Acide sulfurique concentré pur.

Annexe II

❖ Préparation de Diphénylamine :

- Dissoudre dans un bécher 0,5g de diphénylamine dans 100ml H₂SO₄ concentré
- Verser cette solution avec précaution, dans un flacon de verre contenant d'eau distillée
- Cette solution se conserve à froid.

❖ Préparation de sel de Mohr :

- Dissoudre 78,5g de sel de Mohr dans 480ml d'eau distillée bouillée
- Ajouter 20ml H₂SO₄ concentré pur, puis compléter au volume de 1L.

❖ Composition de la tourbe :

- 20% Tourbe noire fibreuse
- 20% Tourbe blonde
- 40% Tourbe blonde (fraction 2)
- 20% Colo (fibre)
- 4% argile
- pH = 5.5 - 6

Annexe III

Préparation des solutions administrées pour le test de toxicité aiguë :

Dans le cadre de la recherche de la toxicité aiguë des feuilles et des fruits de *solenostemma argel*, nous avons préparé une solution à administrer à une seule dose de 2 g/kg du poids corporel des souris.

Le même protocole est suivi pour préparer et administrer les deux solutions.

Le calcul de la dose correspondante au poids moyen des souris :

$$\begin{array}{l} \text{On a : } 2\text{g} \longrightarrow 1\text{kg} \\ \quad \quad 2\text{g} \longrightarrow 1000\text{g} \\ \quad \quad X \longrightarrow 20\text{g} \end{array}$$

$$X = 0,04 \text{ g/Souris}$$

2g : la dose de la plante pour 1 kg du poids corporel.

20g : poids moyen des souris.

0,04g ; c'est la quantité de la poudre végétale pour une souris de 20g retrouvée dans 0,5ml de la solution.

0,5ml : volume de liquide que peut recevoir une souris.

Ensuite, sachant qu'une souris pesant 20g ne peut recevoir que 0,5ml d'une solution, on procède au calcul suivant :

$$\begin{array}{l} 0,04 \longrightarrow 0,5\text{ml} \\ Y \longrightarrow 20\text{ml} \end{array}$$

$$Y = 1,6\text{g} / 20\text{ml d'eau distillé}$$

20ml : volume d'eau distillée de la solution à préparer suffisante pour les lots de souris.

1,6g : c'est la quantité de la poudre végétale pour un volume de 20ml.

Pour préparer la solution, nous avons ajouté à 20ml d'eau distillée 1,6g de la plante sèche en poudre (les feuilles), et laisser bouillir 10min, à la fin on filtre et on ajuste le volume à 20ml.

Annexe IV

Tableau V : Normes d'interprétations du pH eau ^(2/5)

Classe de la réaction du sol	pH eau ^(2/5)
Hyper acide	Inférieur à 3.5
Très acide	3.5 – 5.0
Acide	5.0 – 6.5
Neutre	6.5 – 7.5
Basique	7.5 – 8.7
Très basique	Supérieur à 8.7

(Baize, 1988)

Tableau VI : Normes d'interprétations de la salinité totale (CE)

Classe de la salinité de la conductivité électrique de l'extrait aqueux ^(1/5) à 25°C	CE ^(1/5) (dS/m ⁻¹)
Non salé	Inférieur à 0.5
Légèrement salé	0.6 – 1.0
Salé	1.0 – 2.0
Très salé	2.0 – 4.0
Extrêmement salé	Supérieur à 4

(Mathieu et Pieltain, 2003)

Tableau VII : relation matière organique et les propriétés physiques du sol

Taux de M.O en % (g/100g)	Estimation	Interprétation
<0.70	Extrêmement faible	Subsoils or sévèrement dégradé, surface du sol dégradée.
0.70 – 1.00	Très faible	Mauvaises conditions structurales, mauvaise stabilité structurale.
1.00 – 1.70	Faible	Condition structurale pauvre à modéré, mauvaise à modéré stabilité structurale.
1.70 – 3.00	Moyenne	Condition structurale moyenne, stabilité structurale moyenne.
3.00 – 5.15	Elevée	Condition structurale bonne, forte stabilité structurale moyenne.
> 5.15	Très élevée	Condition structurale bonne, forte stabilité structurale et probablement sol imprimable.

Hazelton et Murphy (2007),

Tableau VIII : les normes d'interprétation du calcaire totale

Appréciation du sol en fonction CaCO₃ total	% de Calcaire total
Non calcaire	Inférieur à 01
Peu calcaire	01 – 05
Modérément calcaire	5 - 25
Fortement calcaire	25 – 50
Très fortement calcaire	50 – 80
Excessivement calcaire	Supérieur à 80

Baize (1988)

Tableau IX : les normes d'interprétation du calcaire actif

Appréciation du sol en fonction CaCO₃ actif	% de Calcaire actif
Pas chlorosant	Inférieur à 05
Légèrement chlorosant	05 – 07
Chlorosant	07 – 12
Très chlorosant	12 – 20
Extrêmement chlorosant	Supérieur à 20

(Ctifl, 1982)

Annexe V

Tableau XII : Evolution des épaisseurs moyennes des PPG des souris de chaque lot (en mm)

	Ti	T0	T0 +30	T0 +60	T0 +90	T0 +120	T0 +150	T0 +180	T0+ 210
Témoin⁽⁻⁾ : eau physiologique + carraghénine	2.93 ± 0.08	3.23 ± 0.14	3.10 ± 0.13	3.20 ± 0.06	3.32 ± 0.08	3.33 ± 0.10	3.23 ± 0.14	3.10 ± 0.13	3.00 ± 0.09
Témoin⁽⁺⁾ : solution de Clofenol + carragh2nine	2.83 ± 0.12	3.10 ± 0.09	2.95 ± 0.10	2.95 ± 0.10	2.88 ± 0.12	2.83 ± 0.12	2.83 ± 0.12	2.83 ± 0.12	2.83 ± 0.12
Essai : extrait aqueux des fruits à 10% + carraghénine	2.88 ± 0.12	3.22 ± 0.17	3.15 ± 0.16	3.03 ± 0.19	2.92 ± 0.15	2.88 ± 0.12	2.88 ± 0.12	2.88 ± 0.12	2.88 ± 0.12
Extrait aqueux des feuilles à 10% + carraghénine	2.9 ± 0.08	3.2 ± 0.13	3.1 ± 0.12	3 ± 0.08	2.96 ± 0.08	2.93 ± 0.08	2.93 ± 0.08	2.93 ± 0.08	2.93 ± 0.08

Tableau XIII : Pourcentage d'augmentation d'œdème chez les lots de souris

	T ₀	T ₊₃₀	T ₊₆₀	T ₊₉₀	T ₊₁₂₀	T ₊₁₅₀ 0	T ₊₁₈₀ 0	T ₊₂₁₀ 0
% augmentation des PPG du lot témoin (eau physiologique)	10.23	5.80	9.21	13.31	13.65	10.23	5	2
% augmentation des PPG du lot recevant Diclofenac de Sodium	9.54	4.24	4.24	1.76	0	0	0	0
% augmentation des PPG du lot recevant l'extrait aqueux des fruits	11.11	9.37	5.21	1.38	0	0	0	0
% augmentation des PPG du lot recevant l'extrait aqueux des feuilles	10.34	6.89	3.44	2.06	1.03	0	0	.0