

Introduction

Le matorral est définie comme étant un écosystème caractérisée par une dégradation intense de la végétation. Cette dégradation est due le plus souvent à l'action des conditions climatiques d'une part et à l'intervention de l'homme d'autre part. Sous cette pression permanente, les forets et pré-forets se transforment en matorral.

Les espèce de matorral sont principalement le *Calycotome spinosa* ,*Thymus ciliatus* , *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus* ,*Olea europea*, *Myrtus communis* ...etc.

Notre étude à pour but de lever les dormances des graines de *Calycotome spinosa* L.

Il faut dire que très peu de travaux ont été effectués sur la lever de la dormance de cette plante épineuse qui est le genêt. De part le monde la grande majorité des travaux est d'ordre pharmaceutiques et parfumerie qui ont été faites par (ANONIS, 1991).

Au Maghreb et en Algérie, très peut d'études est réalisées, malgré que les études phytosociologiques indiquant l'abondance de cette espèce.

Certains travaux s'intéressent a cette espèce dans la régions de Tlemcen comme (BERROUBA TANI ET MOKHTARI .1997 ont réalisée une étude histomorphométrique.MEZIANE (1997) et BESTAOUI(2001) .MIDOUNE(2002) ont traité de l'autoécologie du *Calycotome spinosa* .

Vu le manque d'information sur la domestication de cette espèce .Nous essayons d'apporter notre contributions aussi minime soit –elle sur les méthodes et les protocoles de domestications

Dans ce travaille nous avons aborde trois chapitres.

-le premier traite de la la monographie de la plante (*Calycotome spinosa*) et quelques notions de germinations et croissances et présentation des caractéristiques climatiques et édaphiques du milieu d'origine des provenances des graines.

-le deuxième chapitre port sur la méthodologie de travail

-le troisième chapitre comporte les résultats obtenus sur les caractéristiques morphologiques des graines et leur paramètre de germinations.

1. Monographie de la plante « *Calycotome spinosa* L »

1.1 Origine et position systématique

1.1.1 Origine

Le *Calycotome spinosa* (photo1) ou le « Gendoul » en Arabe, appartient à la famille des légumineuses qui constitue l'une des familles les plus importantes dans la systématique végétale (QUEZEL-SANTA, 1969).

Calycotome veut dire en grec Kalyx = calice, et tome=coupure.

Originaire des régions méditerranéennes : comme dans les broussailles et forêts de terrains surtout siliceux d'Europe méridionale et d'Afrique du nord.

A. Famille des Légumineuses

Les légumineuses comprennent environ 1300 espèces et plus 700 genres répandus dans le monde d'entier. Au niveau de cette famille, seul carpelle va persister. Il est à l'origine d'une gousse appelée, par les premières botanistes « légume » d'où le nom donné à la famille (GUIGNARD, 1977). Les feuilles sont trifoliées et stipulées, les fleurs de type 5 (pentamères) ont une corolle zygomorphe : 1 calice, 1 androcée à étamines libre ou soudées (HAMMICHE, 1998).

B. Sous famille des Papilionacées

Les papilionacées sont nombreuses, aussi bien dans les régions intertropicales que dans les régions tempérées, dans les contrées les plus chaudes, elles sont représentées surtout par des plantes ligneuses, mais hors des tropiques, prédominent les formes herbacées.

Les papilionacées présentent une coupe florale peu profonde des bords de laquelle se détachent les sépales, les pétales et le centre est occupé par l'unique carpelle (CRETE, 1965).

1.1.2 Position systématique

Embranchement	Spermaphytes (Phanérogames)
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylidones
Sous classe	Dialypétales
Série	Dialypétales calciflores
Ordre	Rosales

Famille	Léguminosacées
Sous famille	Papilionacées
Genre	Calycotome
Espèce	Spinosa
Nom français	Genêt
Nom Arabe vernaculaire	Guendoul



Figure n° 1. *Calycotome spinosa* L.

1.2 Morphologie et phénologie

Le *Calycotome spinosa* est présenté, sous forme d'un arbuste dans notre région. Il est fortement épineux, il préfère les matorrals siliceux, cette espèce peut atteindre 1à 2 mètres de hauteur, les rameaux sont fortement imbriqués, ce qui rend parfois les matorrals occupés par cette espèce difficilement pénétrable.

Cette espèce est fortement inflammable et contribue à la propagation des incendies.

1.2.1 Appareil végétatif

A. Racine

La racine de type herbacée, porte habituellement des nodosités qui renferment des bactéries, ces dernières vivent au dépens de leur hôte, mais fixent l'azote atmosphérique et permettent la formation des protéines grâce à cette symbiose, le sol est en riche en azote.

B. Tige

Ses rameaux enchevêtrés hérissés de grandes et dures épines très ramifiées.

C. Feuille

Cette espèce est constituée de petites feuilles caduques, trifoliées glabres (dépourvus de poils) à la surface supérieure.

1.2.2 Appareil reproducteur

A. Fleur

Les fleurs sont trifoliées de couleur jaune, hermaphrodites pentamères et zygomorphes.

- **Calice** : cet organe est gamosépale, divisé à son sommet en cinq dents sa préfloraison est généralement valvaire.

- **Corolle** : elle est dialypétale et composée de cinq pièces, très inégales et rappelle un peu le papillon : c'est une corolle de Papilionacées.

La corolle comprend trois parties distinctes :

- **Étendard** : c'est le pétale postérieur qui prend un grand développement et recouvre les deux pétales latéraux.
- **Ailes** : ce sont des pétales qui ont une forme un peu moins grande que l'étendard et elles sont situées à droite et à gauche vers les cotés.
- **Carène** : ce sont deux petits pétales accolés dans le plan de symétrie et situés à sa partie inférieure.

- **Androcée** : est formé de deux verticilles de cinq étamines inégales. Les neuf antérieurs sont soudées par leur filets et forment un tube ouvert qui porte en son sommet les neuf anthères libres la dixième étamine apposée à l'étendard est libre sur toute sa longueur. Cette position des étamines est dite diadelphie.

- **Gynécée** : est représenté par un seul carpelle allongé avec un ovaire généralement pluriovulé, surmonté d'un style de forme variable. Les ovules sont campylotropes. Ces derniers sont disposés sur les placentas marginaux en deux séries alternatives.

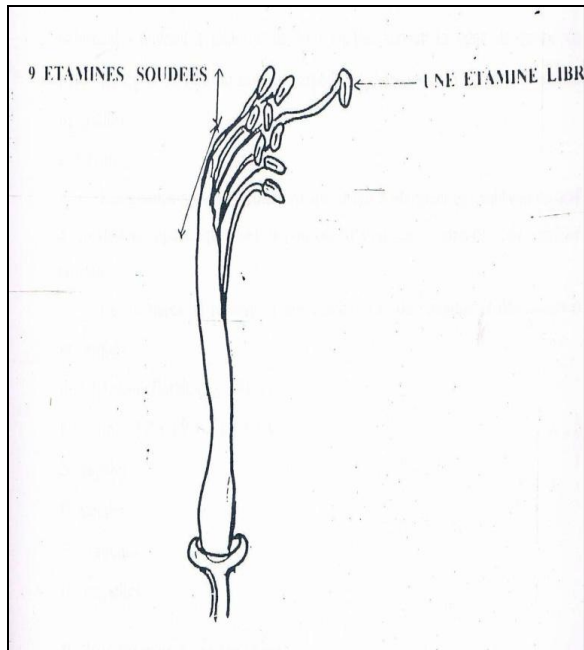


Figure n° 2. Androcée diadelphie

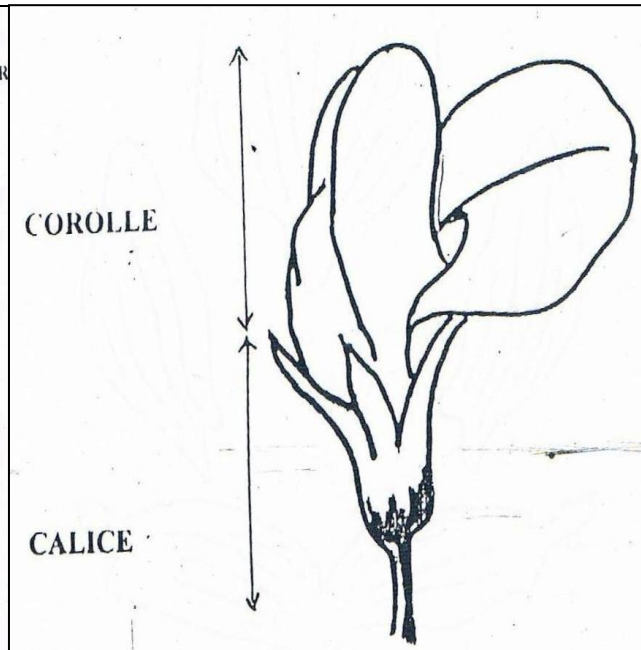


Figure n° 3. Fleur de Papilionacée

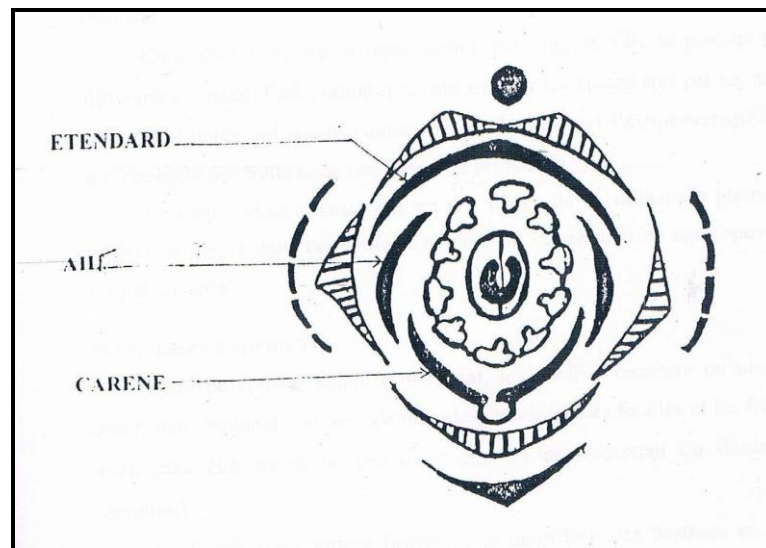


Figure n° 4. Fleur de Papilionacée

B. Fruit

C'est une gousse ou légume caractéristique de toute la famille, fruit sec déhiscent s'ouvrant à maturité de haut en bas suivant la ligne de suture de placentas et la nervure dorsale du carpelle en deux valves portant une rangée de graines.

C. Graine

Les graines ont une forme arrondie et qui renferment un embryon courbé à cotylédons épais, qui sont dépourvus d'albumen à maturité, de couleur noirâtre.

Les matières de réserve prédominantes sont de l'amidon et des matières protéiques

D. Diagramme florale

F.F :5S+5P+ (9+1) E+1C

S : sépales

P : pétales

E : étamines

C : carpelles

1.3 Physiologie et adaptation

Les résultats obtenus par différents chercheurs concernant cette espèce, notamment PACCALET,(1981), BENISTON(1984) et SOMON (1987), montrent que cette espèce peut atteindre 2m de hauteur avec une longueur de gousse variant de 3 à 7 cm , une largeur de 0,6 à 0,8 cm et un nombre de graines pouvant atteindre 8 au maximum.

La nutrition minérale pour le *Calycotome spinosa* est traitée par plusieurs auteurs notamment par HELLER (1989), MALZIAK (1981) qui précisent que l'azote est réduit en ammoniacal par la nitrification, qui lui-même est synthétisé par le rhizobium.

Lorsque les conditions deviennent défavorables pour cette espèce (HELLER 1990) intervient la phytohormone de détresse (appelée par les chercheurs acide abscissique) qui contrôle la fermeture et l'ouverture des ostioles.

Cette espèce assure sa reproduction par graines. Elle se protège par les différentes formes d'adaptation que cela soit par les surfaces foliaires réduites qui jouent contre l'action humaine et l'évapo-transpiration la morphologie des fruits reste une forme de protection.

Le *Calycotome spinosa* qui est une plante de type C₃ utilise ses graines pour assurer sa survie dans ces milieux sévères où la pression anthropozoogène est permanente.

1.4 Usage et propriétés

Les abeilles récoltent un nectar très sucré, peu abondant a la base de tube des étamines ; les feuilles et les fruits sont astringent (les tissus de ces deux organes se resserrent ou diminuent la sécrétion).

Le Genêt servi surtout broyés, à la nourriture des bestiaux en hiver, à faire des litières et aussi à en graisser le sol, leurs rameaux ont couvert les chaumières : on en extrait depuis l'antiquité des teintures jaunes, de la cendre lessivée de la potasse utilisée en verrerie.

Dans les régions méridionales, mangé les fleurs des genêts en salade et dans le nord confit ses jeunes pousses, utilisées comme condiment en guise de câpre.

En Tunisie, les racines de cette plante sont utilisées en décoction contre les rhumatismes, les feuilles sont également utilisées pour cicatriser les plaies et les blessures (ANONYME, 2012).

2. Notions de Germination et de Croissance

Introduction

Chez les Spermaphytes (plantes à graines), la propagation de l'espèce est réalisée grâce à la graine, qui provient de la transformation de l'ovule après la fécondation. A un stade plus ou moins précoce de son développement, l'embryon cesse sa croissance et entre dans un état de vie ralentie. Cette phase de repos (diapause) s'accompagne d'une déshydratation importante qui permet à l'embryon, d'une part, de pouvoir attendre très longtemps les conditions favorables à la reprise de son activité (germination) et, d'autre part, de résister aux agressions extérieures (CÔME, 1982).

Du point de vue botanique, la graine correspond uniquement à l'évolution de l'ovule après la fécondation. Mais son utilisation dans le langage courant dépasse souvent largement cette définition. Il apparaît donc préférable d'utiliser le terme semence (CÔME, 1982).

Une semence est destinée à donner naissance à une nouvelle plante. Ce passage de la semence inerte à la jeune plante s'appelle germination. Généralement, dès que la radicule aura percée l'enveloppe, on dit que la graine a germé. Ce qui se produira par la suite, c'est la pure croissance (BINNET et BRUNNEL, 1968; CÔME, 1970). Les étapes du développement sont des événements observables à un moment donné. Ainsi, la vie d'une plante débute par le développement de la graine, se poursuit par la formation de l'appareil végétatif, par la floraison et, enfin, par la sénescence (MAZLIAK, 1982).

2.1 La germination

2.1.1 Les Caractéristiques de la graine

La graine est l'organe permanent de la semence, elle représente l'étape finale de l'évolution de l'ovule fécondée (CÔME, 1970). Ainsi, elle a les caractéristiques des Angiospermes et des Gymnospermes, et est constituée de :

L'embryon: Il représente la structure essentielle de la graine qui différencie par une radicule, une gemmule et un ou deux cotylédons.

L'albumen: c'est un tissu spécifique des Angiospermes qui se charge des substances de réserve. L'ensemble des parties enfermées dans les téguments de la graine (embryon et albumen) constitue l'amande.

Les téguments de la graine : le tégument unique où les deux téguments ovulaires se transforment en téguments de la graine, cette transformation se caractérise principalement par

une sclérification des parois cellulaires de ses téguments, l'enveloppe externe est généralement indurée; le testa restant mince et réduit à une fine pellicule.

2.1.2 La Définitions de la germination :

La germination correspond à l'étape par laquelle une semence en vie ralentie "se réveille" et donne naissance à une plantule. Ce passage met en jeu des mécanismes physiologiques complexes qui sont assez bien identifiés aujourd'hui. En 1957, EVENARI propose la définition suivante: la germination est un processus dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule.

D'autres auteurs comme HARRIGTON, (1962); ISTAMBOULI, (1976); DOUAY (1980) et AISSA, (1981) considèrent qu'il y aura une germination quand la pointe de la radicule s'allonge et devient visible à l'œil nu, et est légèrement recourbée vers le bas manifestant son géotropisme positif.

Ensuite, quand la racine a pris un développement suffisant, la jeune plante s'alimente dans le sol comme un végétal adulte (CUISANCE, 1987).

2.1.3 Les types de germination

La germination peut s'effectuer de deux manières. Dans la manière la plus courante, la radicule fait émerger les cotylédons ou premières feuilles. La photosynthèse commence alors, et les véritables feuilles se forment. Le sycomore et le frêne sont des exemples d'arbres courants qui utilisent ce type de germination.

Dans l'autre manière, les cotylédons demeurent sous le sol, dans la cosse de la semence, et une pousse portant de vraies feuilles sort à travers le sol, le chêne et le marronnier d'Inde en sont des exemples (KINNET, 1983).

Selon, MEYER et al (2004), on distingue deux types de germination au sens large. (Figure 5).

2.1.3.1 La germination épigée « germination épicotyle »:

Au cours de laquelle l'allongement de la tigelle porte les cotylédons au dessus du niveau du sol (cas de haricot).

2.1.3.2 La germination hypogée « germination hypocotyle »:

Au cours de laquelle, la tigelle ne s'allonge pas et les cotylédons restent en terre (cas du pois).

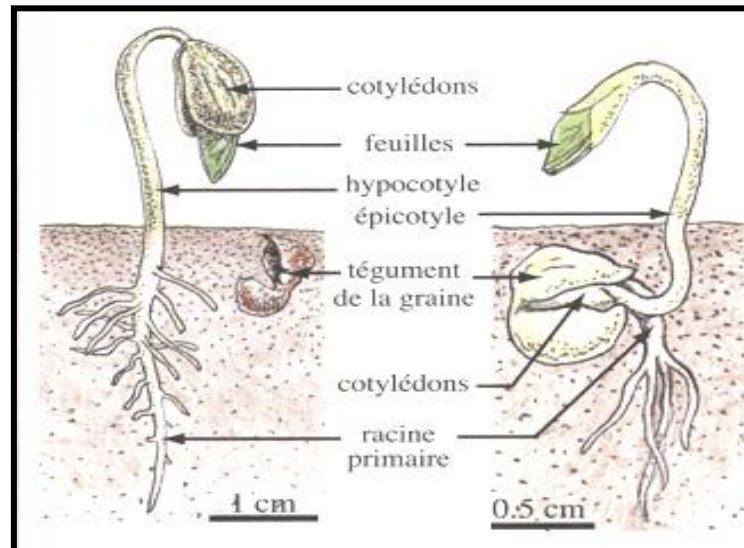


Figure n° 5. Germination épigée du haricot (à gauche) et hypogée du pois (à droite) (d'après Meyer et al 2004).

2.1.4 Les différentes phases de la germination :

La germination, définie par EVENARI (1957) citée en haut et adoptée par les physiologistes, est validée par des mesures d'imbibition et d'activité respiratoire effectuées sur des semences en cours de germination. Il est ainsi démontré selon BINNET et BRUNNEL, (1968) et CÔME, (1970), que la germination comprend trois phases successives (Figure 6 et Figure 7) :

La phase d'imbibition, qui correspond à réhydratation de la graine par une prise d'eau rapide à l'état liquide, mais l'excès d'eau peut gêner la germination,

La phase de germination *stricto sensu* (la germination au sens strict) qui correspond à l'activation physiologique de la semence après l'imbibition et s'achève avec le début de l'allongement de la radicule.

On définit la germination au sens strict comme étant la phase de réactivation du métabolisme après réhydratation de la graine, sans changement morphologique apparent (MEYER et al, 2004).

La germination morphologique : elle est marquée par la perforation de l'enveloppe par la radicule due à un allongement des cellules de la radicule ; c'est la phase de croissance.

On retrouve ces trois mêmes étapes pour l'activité respiratoire.

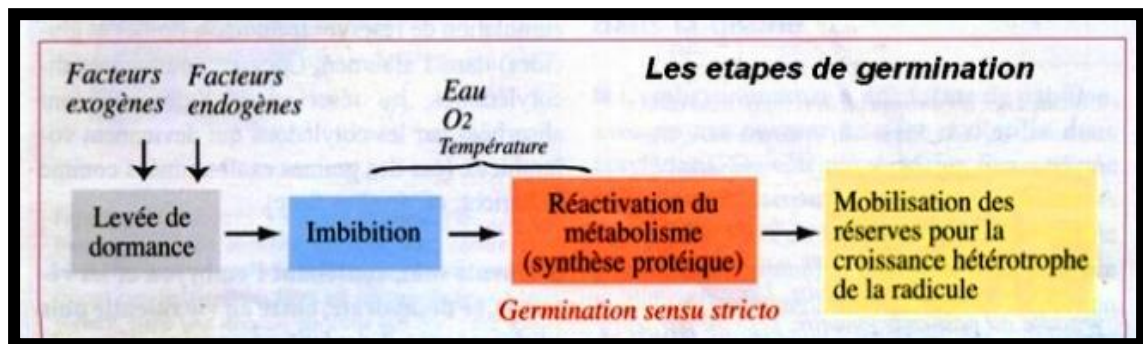
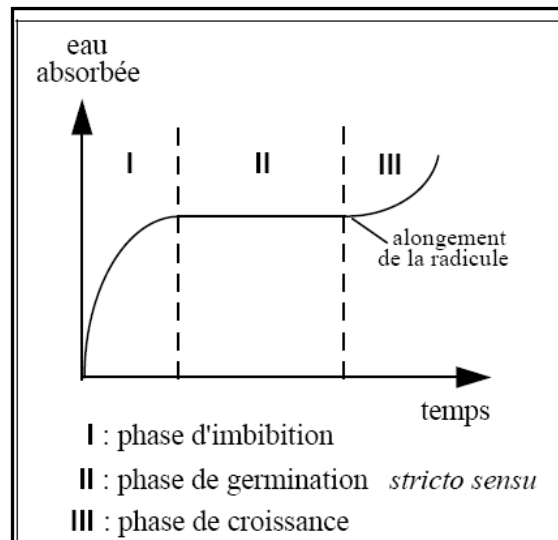


Figure n° 7. Les étapes de la germination d'une graine (d'après Meyer et al, 2004).

Jusqu'à la fin de la phase de germination *stricto sensu*, la semence peut être déshydratée sans être tuée, mais lorsque la radicule a commencé sa croissance, la déshydratation est fatale.

2.1.5 Les facteurs de la germination

L'ensemble des facteurs qui interviennent au moment de la germination mais aussi tout au long de la vie d'une semence, depuis sa création sur la plante mère jusqu'à sa reprise d'activité, exerce une influence sur le comportement de cette semence lorsqu'elle est mise à germer. Ainsi, la qualité germinative d'une semence est en fonction de son génome mais aussi de multiples facteurs que CÔME (1993) regroupe en quatre catégories : les facteurs avant la récolte, les facteurs de la récolte, les facteurs après la récolte et les facteurs de la germination (Figure 8).

L'espèce, la variété, la taille ou le poids des semences sont quelques uns des **facteurs génétiques** qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences.

Les **facteurs avant récolte** correspondent, entre autres :

- au climat (température, pluie et lumière) ;
- aux techniques culturales (fumure, produits phytosanitaires, etc.) ;
- à la position des semences sur la plante mère ;
- à l'âge de la plante mère.

Concernant les **facteurs de la récolte**, c'est certainement le stade de maturité des semences au moment de leur récolte qui intervient principalement dans la germination ; la date de récolte est donc importante.

S'agissant des **facteurs après récolte**, tous les traitements auxquels les semences sont soumises après leur récolte peuvent avoir une incidence sur leurs propriétés germinatives (CÔME, 1993). Par exemple, le séchage, le nettoyage et le triage peuvent intervenir. L'âge des semences peut aussi modifier les conditions nécessaires à leur germination, notamment les conditions thermiques.

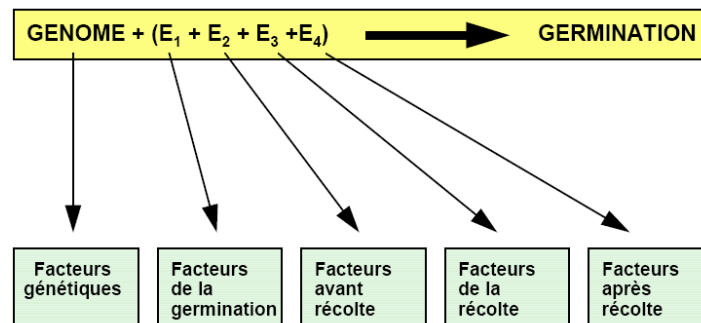


Figure n° 8. Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (d'après Côme, 1993).

Les **facteurs de la germination**, c'est à dire ceux qui interviennent au moment de la germination, sont nombreux. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. La germination de la graine dépend :

- * Des conditions externes liées aux facteurs de l'environnement.
- * Des conditions internes liées à l'état physiologique et aux caractéristiques de la graine.

2.1.5.1 Conditions externes :

Eau : nécessaire à l'hydratation de la graine et à la reprise des activités métaboliques (trop d'eau empêche cependant la germination : asphyxie). La première étape de la germination est la phase d'absorption de l'eau par la graine. Une semence ne pourra germer que si l'embryon a la possibilité de s'imbiber, c'est l'eau qui lui provient à travers les enveloppes séminales.

La présence d'un épiderme non mouillant ou de couches cellulaires imperméables s'opposent parfois à la pénétration de l'eau dans les enveloppes ; cette semence est dite « dure » (CÔME, 1975).

O₂ : nécessaire à la respiration.

Température : convenable pour les activités métaboliques. La température intervient directement en agissant sur la vitesse des réactions biochimiques (HABER, BASSINGTON, 1956 in MAZLIAK, 1982), elle agit donc sur la vitesse de consommation d'oxygène par l'embryon, et modifie la solubilité de ce gaz.

Lumière : 3 catégories : Germination induite par la lumière 70 %.

Germination inhibée par la lumière.

Germination indifférente.

La lumière, malgré toute l'importance qu'on lui accorde, ne joue souvent qu'un rôle accessoire sauf chez les semences dont la germination exige obligatoirement de la température élevée.

La lumière et la température sont deux facteurs étroitement liés (MAZLIAK, 1982).

2.1.5.2 Conditions internes :

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs types de causes sont à envisager : les dormances.

2.2 Les dormances

On définit la dormance d'une semence comme une inaptitude à germer correctement lorsque toutes les conditions de l'environnement sont apparemment favorables (présence d'eau, bonne oxygénation, température ni trop basse ni trop élevée, etc.) (MAZLIAK, 1982).

La majorité des auteurs l'emploient indifféremment pour désigner l'état physiologique dans lequel se trouve une semence ou un embryon, soit qu'ils sont placés dans des conditions favorables à leur germination ou non (CÔME, 1975).

Deux groupes de dormances sont classiquement admis, à savoir **l'inhibition tégumentaire** et **la dormance embryonnaire**. Dans le premier cas, les embryons isolés (séparés des téguments) germent très bien dans des conditions de germination où les semences ne germent pas ; il s'agit alors d'une action inhibitrice des enveloppes séminales, qui empêchent le passage de l'eau ou de l'oxygène. Dans le second cas, même isolés, les embryons ne germent pas ; il s'agit alors d'une incapacité des embryons à germer, qualifiée de dormance embryonnaire.

2.2.1 Les inhibitions tégumentaires

Les enveloppes séminales qui entourent l'embryon assurent normalement la protection des graines mais dans de nombreux cas ils constituent des obstacles plus ou moins efficaces au passage de l'eau ou de l'oxygène et leur action sur la germination peut être très importante en jouant un rôle de :

Barrière physique = résistance mécanique, imperméabilité à l'eau.

Barrière chimique = piégeage de l'oxygène par des composés phénoliques, présence d'inhibiteurs de germination dans les téguments.

2.2.1.1 L'imperméabilité à l'eau

Il existe des semences qui ne peuvent pas germer parce que leurs enveloppes ne laissent absolument pas passer l'eau. En milieu humide, ces semences ne gonflent pas, restent sèches et résistent à l'écrasement. C'est pourquoi elles sont appelées **semences dures**. .

Les semences deviennent dures pendant la phase de déshydratation, en fin de maturation. NOKES (1986) estime d'ailleurs que, pour éviter des traitements ultérieurs destinés à augmenter le taux de germination, il faut récolter très tôt les semences qui n'ont pas encore de téguments durs. Mais VORA (1989) pense que les graines deviendraient plus dures avec le temps. Les travaux de HYDE (1954) mettent en évidence le rôle du hile dans la déshydratation des semences dures : en fin de maturation, lorsque que le tégument est devenu imperméable, la vapeur d'eau s'échappe par le hile qui reste ouvert et fonctionne comme une valve ; en atmosphère sèche, le hile s'ouvre en moins d'une minute et la graine peut perdre de

l'eau (CÔME, 1982). En atmosphère humide, la fermeture est aussi rapide et empêche la réhydratation.

2.2.1.2 L'imperméabilité à l'oxygène

L'imperméabilité des enveloppes séminales à l'oxygène est variable suivant les espèces. C'est en effet la structure anatomique des enveloppes qui détermine leur perméabilité à l'oxygène. Pour les semences non imbibées il existe deux sortes de structures qui ne permettent pas le passage de l'oxygène (CÔME, 1982) :

- une structure non poreuse, où les cellules qui constituent l'enveloppe sont toutes jointives.
- une structure poreuse, mais recouverte d'une couche superficielle imperméable (du mucilage par exemple).

Lorsqu'une graine est imbibée, l'oxygène doit traverser les enveloppes en se dissolvant dans l'eau d'imbibition. Ainsi, plus les enveloppes sont minces, plus le débit d'oxygène vers l'embryon peut être important. Cependant, la présence fréquente de composés phénoliques dans les enveloppes diminue la quantité d'oxygène disponible pour l'embryon. En effet, ces composés qui se dissolvent dans l'eau d'imbibition se comportent comme un véritable piège à oxygène car ils s'oxydent en présence de ce gaz sous l'action de polyphénoloxydases (Figure 9).

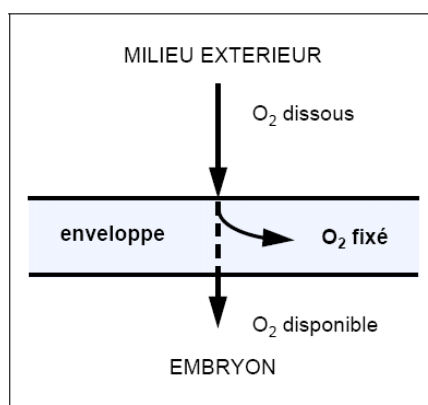


Figure n° 9. Schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques. (D'après Côme, 1967).

Ce mécanisme permet de mieux comprendre pourquoi et comment la température joue un rôle si important pour la germination. Quand la température augmente, la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue, alors que l'oxydation des phénols augmente. L'oxygène disponible est ainsi fortement réduit.

Au laboratoire ou lors de la réalisation de semis par des horticulteurs ou pépiniéristes différents traitements sont utilisés pour fragiliser ou altérer les téguments :

Abrasions : papier de verre

Incisions : scarification

Traitements chimiques : H_2O_2 , solvants, H_2SO_4 dilué.

2.2.2 Dormances embryonnaires

Par définition on dit que la dormance est d'origine embryonnaire quand la graine étant débarrassée de ses téguments et placée dans des conditions convenables ne germe pas.

Il existe deux types de dormance embryonnaire :

- la dormance embryonnaire primaire, qui s'installe au cours du développement de la semence, on parle alors de dormance I.

- la dormance embryonnaire secondaire, qui correspond à la perte de l'aptitude à germer lorsque l'embryon, à l'état imbibé, est placé dans des conditions incompatibles avec sa germination (températures trop élevées, manque d'oxygène, présence de lumière), on parle de dormance II.

Différents traitements peuvent lever la dormance au plan expérimental :

- Traitement par le froid : le traitement généralement utilisé, la stratification, consiste à placer les graines dans du sable en couches superposées à basses températures. Dans les conditions naturelles c'est le froid de l'hiver qui réalise la levée de dormance.

- Traitement par la lumière : avec le froid, la lumière est le facteur de l'environnement actif, avec une portée cependant moins importante que le froid.

2.3 La croissance

Selon HELLER et al. (1995) la croissance est l'ensemble des modifications quantitatives qui interviennent au cours du développement, et qui se traduisent par une augmentation des dimensions, sans changement appréciable dans les propriétés qualitatives. Le développement (en physiologie végétale) étudie toutes les modifications qualitatives et quantitatives chez une plante (de la fécondation à la mort).

La croissance d'une plante, selon MAZLIAK (1982), met en jeu habituellement l'augmentation du nombre et de la taille des unités existantes (organes, cellules) et la formation d'unités nouvelles qui se modifient à leur tour progressivement (Figure 10).

Les modifications quantitatives représentent la croissance (les modifications irréversibles se produisant au cours du temps). On a, par exemple, l'augmentation de taille, de volume, de masse (JANSEN, 2008).

Le même auteur ajoute : on parle de différenciation quand la part prise par les modifications qualitatives va prédominer: c'est l'acquisition de propriétés morphologiques et fonctionnelles.

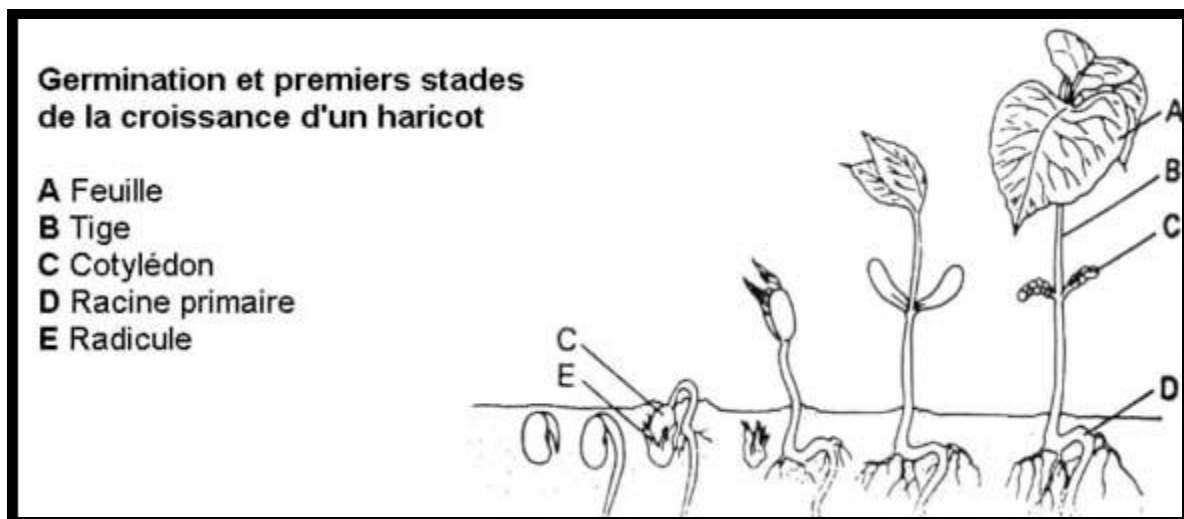


Figure n° 10. Germination et premiers stades de croissance d'un haricot. (UNESCO 1973 in Meyer et al 2004).

2.3.1 Sites et formes de croissance

Selon JANSEN (2008) Chaque cellule va passer par une série d'étapes qui correspondent à une suite d'augmentations spectaculaires des dimensions de celle-ci. On observe différentes étapes :

-**La mérése** : c'est l'augmentation de la masse protoplastique, elle est essentiellement réalisée par multiplication cellulaire (au niveau des méristèmes primaires).

-**L'auxèse** : c'est l'augmentation qui résulte du grandissement cellulaire (au niveau des méristèmes secondaires).

2.3.1.1 Au niveau de la plante et des organes.

Grâce aux méristèmes, la croissance d'une plante est, en général, indéfinie (notion de taille adulte pour des organes). Une plante est soumise à deux types de croissance intervenant successivement :

A. La croissance primaire

C'est l'élongation. Elle a lieu au niveau des méristèmes apicaux (organogènes). Ce type de développement est remarquable chez tous les végétaux : c'est le port herbacé des plantes (HELLER et al, 1995).

La croissance primaire résulte de l'activité des méristèmes apicaux situés à l'extrémité des racines (méristème racinaire) et des tiges (méristème caulinaire), (MAZLIAK, 1982).

Les cellules qui constituent les méristèmes primaires se divisent activement et présentent des caractères cytologiques particuliers (taille petite, rapport nucléo plasmique élevé, organites peu structurés, parois minces, vacuoles restreintes, forte densité en ribosomes, nucléoles de grande taille) (MAZLIAK, 1982).

B. La croissance secondaire

C'est l'augmentation en épaisseur. Elle a lieu au niveau des cambiums ou de zones génératrices (histogènes). Ce développement n'a lieu que chez les plantes ligneuses (HELLER et al, 1995).

La croissance d'une plante présente des caractères commutatifs et itératifs (qui se répètent plusieurs fois) (JANSEN, 2008).

La croissance secondaire résulte de l'activité des méristèmes secondaire : les cambiums ou zones génératrices (MAZLIAK, 1982).

Une plante a un développement indéfini, mais la capacité d'extension des organes est éphémère et leur grandissement se produit selon des gradients plus ou moins nets et diversement orientés suivant les organes et les espèces (HELLER et al, 1995).

- La racine

L'élongation est réalisée par les méristèmes primaires (zone de croissance) qui permettent l'avancée dans le sol. Cette croissance (primaire) est localisée et polarisée. L'élargissement (croissance secondaire) se produit très en arrière de la coiffe (JANSEN, 2008).

- La tige

On ne trouve pas d'axe continu, mais des unités successives (les *primarium* + les ébauches foliaires). Ces unités permettent l'élongation simultanée sur plusieurs entre-nœuds successifs. Au niveau de la tige, on a un étagement du gradient de croissance qui est due à la persistance de cellules méristématiques résiduelles, juste au-dessus de chaque entre-nœud (JANSEN, 2008).

- Les feuilles

L'augmentation est bidirectionnelle. L'accroissement en épaisseur est très réduit par rapport à la surface foliaire (JANSEN, 2008).

2.3.1.2 Au niveau cellulaire

HELLER et al. (1995) distinguent, suivant la localisation des lieux d'augmentation de surface et les caractères des interrelations cellulaires, deux types d'extensions :

- * **L'extension symplastique:** est effectuée avec interposition constante de cellules isodiamétriques (isotropes) et cylindriques (anisotropes) elle est constante: les cellules augmentent comme un ensemble solidaire, en maintenant leurs liaisons et leurs communications.

- * **L'extension apicale:** qui peut être intrusive ou extrusive, la cellule acquière une autonomie plus ou moins importante par rapport aux cellules voisines.

- * **Extension extrusive:** les cellules épidermiques (ou du rhizoderme) vont donner des poils (ex : les fibres du coton).

- * **Extension intrusive :** elle se déroule vers l'intérieur des organes, au niveau de la lamelle moyenne (ex: les fibres de lin). L'augmentation du nombre d'individus (cellules) entraîne une augmentation des dimensions (surface, masse, ...) d'un composé particulier.

2.3.2 Cinétique de croissance et variation dans la croissance

Selon HELLER et al. (1995) la cinétique de croissance de la plante varie dans le temps à cause de différents facteurs: température, éclairciment, humidité...etc. (facteurs externes) et de facteurs endogènes : par exemple les inhibiteurs de croissance qui sont responsables de l'état de dormance d'une plante (à l'état de semence).

2.3.3 Les substances régulatrices de croissance

HELLER et al. (1995) signalent la présence de deux substances actives sur l'élongation cellulaire : l'auxine et la gibbérelline.

2.3.3.1 Action de l'auxine

A. L'échelle des organes

- **Coléoptiles:** L'auxine stimule intensément l'élongation, jusque vers $1\mu\text{M}$ ($2 \cdot 10^{-7}$ g ml).
- **Tiges, hampes florales:** L'auxine y provoque de même une élongation très accentuée des cellules sensibles à son action.
- **Racine:** l'action est toute différente et se ramène à un effet inhibiteur aux concentrations moyennes.
- **Feuilles:** les limbes des dicotylédones ont leur croissance inhibée par l'auxine, d'autant plus que la dose appliquée est plus forte, au contraire les pétioles et les graines sont stimulées à la manière des tiges. Les limbes des monocotylédones sont assimilables sur le plan physiologique à des graines de dicotylédones. Les très jeunes feuilles et les bourgeons ont un comportement intermédiaire entre celui des tiges et des limbes (stimulation jusque vers 10^{-7} , inhibition au – delà).

B. Sur la croissance de la paroi

L'auxine agit sur l'élongation des cellules jeunes en cours d'élongation, donc dans la phase d'intussusception où la paroi est extensible.

L'auxine augmente les deux composantes de l'extensibilité de la paroi, permettant à la cellule de s'allonger sous l'effet de la turgescence.

2.3.3.2 Gibbérelline

A- Allongement des entre nœuds et floraison : L'action de gibbérelline est l'allongement des entre nœuds. Cette action sur le déboitement des entre-nœuds explique peut être les effets stimulants des gibbérellines sur la mise à fleur de certaines plantes chez lesquelles elles peuvent remplacer la vernalisation ou les jours long.

B- Croissance des feuilles et des fruits : La gibbérelline provoque une exaltation de la croissance des feuilles qui atteignent souvent une surface double de la normale (Trèfle). Et un effet sur les péricarpes des fruits, les gibbérellines ont une action très comparable à celle de l'auxine, et comme avec cette dernière on peut obtenir des fruits pathénocarpique, par des applications de gibbérellines à des ovaires non fécondés.

C- L'effet sur la germination des semences et développement des bourgeons : Les gibbérellines lèvent dans bien des cas la dormance des semences. L'acide gibbérellique appliqué à des concentrations assez fortes ($10^{-3} \text{ g m}^{-1} = 2.9 \text{ } \mu\text{M}$) lève la dormance comme le fait la lumière rouge. Les applications de gibbérellines retardent l'entrée en dormance des bourgeons des arbres et arbustes chez lesquels celle ci est induite par les jours courts (automne).

D- Synthèse d' α -amylase : La gibbérelline agit sur la synthèse d' α -amylase donc la gibbérelline c'est un régulateur de la croissance.

3. Présentation de la zone d'étude

3.1 Présentation de la wilaya de Saida

C'est dans l'ensemble géographique de causses et des hauts plateaux que se situe la wilaya de Saida qui est limitée naturellement au Sud par le chott Chergui. Localisée au nord-ouest de l'Algérie (LABANI, 2005). La wilaya de Saïda couvre une superficie de 6765,40 km² (D.P.A.T, 2010 DE SAIDA). Le chef lieu (commune de Saïda). Elle est limitée (D.P.A.T, 2010)

- Au nord par la wilaya de Mascara.
- Au sud par la wilaya d'El-Bayad.
- A l'ouest par la wilaya de Sidi-Bel-Abbès.
- A l'est par la wilaya de Tiaret.

La wilaya de Saida regroupe 06 dairate coiffant 16 communes totalisent une population de 344455 habitants (D.P.A.T, DE SAIDA 2010). Elle est caractérisée par un espace Agro-sylvo-pastoral (A.N.A.T, 1989 in LABANI, 2005).

Cette position qui lui donne un rôle de relais entre les wilayas steppiques au sud et les wilayas telliennes au nord, correspond en fait à l'extension du territoire de la wilaya de Saida sur deux domaines naturels bien distincts, l'un est atlasique Tellien au nord et l'autre est celui des hautes plaines steppiques (LABANI, 2005).

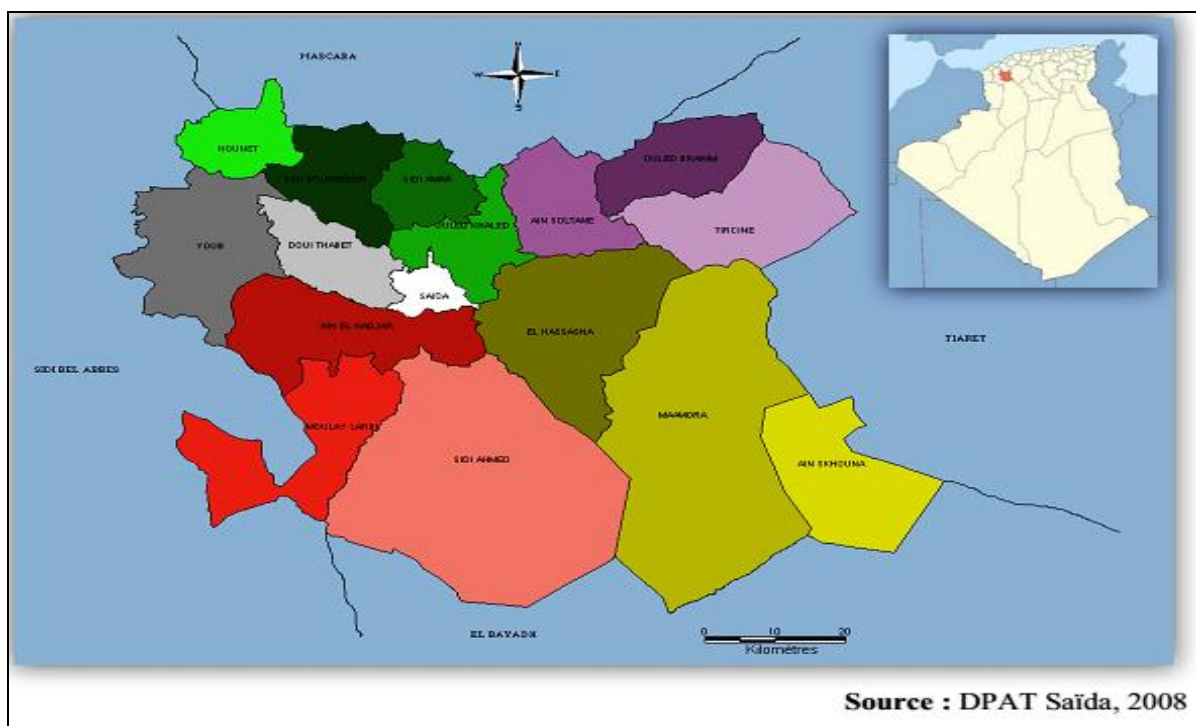


Figure n° 11. Découpage administratif de la wilaya de Saida

3.2 Situation administrative des provenances des graines

La première provenance (Daoud) appartient a la commune de Yoube qu'elle est localisée a 20 km a l'ouest de Saida

Les limites administratives de cette commune sont :

- Au Nord par la commune de Hounet.
- Au Sud par la commune D'Ain El Hadjar.
- A l'Est par la commune de Doui-thabet.
- A l'Ouest par la wilaya de Sidi Belabess.

La deuxième provenance (Tabrouria) appartient a la commune de Ain el hadjar qu'elle est localisée a 30 km a l'ouest de Saida.

Les limites administratives de cette commune sont :

- Au Sud par la commune de Moulay larbi.
- Au Nord par la commune de Doui-thabet, commune de Youb et commune de Saida.
- A l'Est par la commune de Hssasna.
- A l'Ouest par la wilaya de Sidi Belabess.

La troisième provenance (Bhayra) et la quatrième provenance (Tibirgimt) appartient a la commune de Sidi -boubakeur qu'elle est localisée a 16 km au nord de Saida.

Les limites administratives de cette commune sont :

- Au Nord par la wilaya de Mascara.
- Au Sud par la commune de Doui-thabet.
- A l'Est par la commune Ouled khaled et commune de Sidi Amar.
- A l'Ouest par la commune de Hounet et de Youb.

3.3 Caractéristiques climatiques des provenances

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (températures, pression atmosphérique, vents, précipitations) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné, ces paramètres climatiques sont directement responsables de la répartition et du développement des plantes comme il intervient fortement dans l'étude des différentes régions du monde . C'est le facteur qui se place en amont de toute étude relative du fonctionnement des écosystèmes écologiques (THINTHOIN, 1948 *in* BENABDILLAH, 2007).

Le climat est le résultat de l'action d'un ensemble de facteurs qui régissent l'atmosphère et le sol d'une région donnée et, par suite, qui conditionne le développement des êtres vivants végétaux en particulier. (Z.VRDOLJAK 1965 *in* BELHATTAB, 1989).

Le climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude coïncidant avec la saison estivale, et une saison froide et pluvieuse en coïncidence avec la saison hivernale. En Algérie, cette pluviométrie peut être soumise à l'orographie et aux influences maritimes. En effet, tous les auteurs qui ont étudié la pluviométrie en Algérie ont montré que la répartition de la pluie subit trois influences, il s'agit de l'altitude, les conditions de topographie, de la longitude et enfin celle de l'éloignement à la mer.

L'étude bioclimatique de la zone était basée sur les données recueillies au niveau de la station météorologique de Rebahia (4km au nord de la ville de Saida), pour une période d'observation de 30ans.

3.3.1 La pluviométrie :

Les eaux se condensent dans l'atmosphère et tombent à la surface de la terre sous forme de pluie, neige, grêle, brouillard, rosée, etc. Ces derniers se divisent en trois catégories : une première partie où elle traverse le couvert et atteint directement le sol, une deuxième où elle ruisselle le long des troncs et atteint ensuite le sol et une troisième où elle est retenue définitivement au niveau des houppiers.

Selon les données de la station météorologique de REBAHIA, la moyenne de la pluviométrie pour la période s'étale entre 1 janvier 1983-31decembre 2012est une moyenne de 353mm /an.

La répartition spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude ; l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal (Ammari, 1990).

L'absence d'une station météorologique au niveau de la région d'étude nous a contraints à utiliser pour ce travail des mesures issues de la station de référence de Rebahia (Ouled Khaled), dont la localisation est indiquée par les coordonnées géographiques(34°55' 00"N 0° 9'00"E,) pour une altitude de 750 m.

TABEAU 1. Pluviométrie moyenne mensuelle de la station métrologique de Rebahia calculée sur la période (1 janvier 1983-31decembre 2012).

Mois	S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	TOTAL
P (mm)	23	41	44	34	38	36	40	36	31	12	6	12	353

(Station Météorologique de Rebahia ; 2016)

3.3.1.1 Correction des données pluviométriques

Plusieurs auteurs, comme (SELTZER (1946) ; LUCIDO (1972) ; LE HOUEROU, (1974) ; CHAUMONT & PAQUIN (1979) in Le Houérou, 1989) ont noté l'existence d'une relation linéaire entre les précipitations et l'altitude. Plus l'altitude est élevée, plus les précipitations augmentent. Ainsi, Seltzer (1946) propose une augmentation de 40 mm pour 100 m de dénivelé.

Il est généralement admis que la pluviométrie augmente avec l'altitude selon un gradient altitudinal qui varie avec l'exposition.

Ce gradient est de 40 mm par an pour 100 m de dénivelée pour le versant Nord (SELTZER, 1946) et de 20 mm/an pour le versant sud (LEHOUROU, 1975).

Cette correction est basée sur les calculs des coefficients de correction de précipitations (Cp) ce dernier est calculé par la formule suivant :

Cp : (coefficient de correction de précipitation)

$$Cp = (A + 353) / 353.$$

Où A est l'accroissement pluviométrique en mm.

$$A = d \times 40 / 100.$$

d : différence d'altitude entre les deux stations.

353 mm : étant la somme des moyennes mensuelles des précipitations de la station de référence (station métrologique de Rebahia 750 m).

Tableau 2. Résultats des précipitations corrigées.

	Cp	Mois												Tots (mm)
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	
Bhayra	1,13	25,99	46,33	49,72	38,42	42,94	40,68	45,2	40,68	35,03	13,56	6,78	13,56	398,89
Tibirgimt	1,18	27,14	48,38	51,92	40,12	44,84	42,18	47,2	42,48	36,58	14,16	7,08	14,16	416,24
Daoud	1,01	23,23	41,41	44,44	34,34	38,38	36,36	40,4	36,36	31,31	12,12	6,6	12,12	357,07
Tabrouria	1,36	31,37	55,92	60,01	46,37	51,83	49,1	54,6	49,1	42,28	16,37	8,16	16,36	482,80

3.3.2 La température

La vie végétale se développe entre deux pôles thermiques extrêmes : la moyenne des minima du mois le plus froid (m), et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (EMBERGER, 1942; DAGET, 1977).

3.3.2.1 Correction des données thermiques

Tout comme pour la pluviométrie, les températures sont en relation étroite avec l'altitude. De façon générale, plus on monte en altitude, plus la température diminue.

SELTZER (1946) dans son étude sur le climat d'Algérie, préconise les gradients suivants : 0,7 °C de diminution pour tous les 100 m de dénivellation pour les maxima (M), et 0,4 °C pour tous les 100 m pour les minima (m).

Nous avons calculés les coefficients de correction pour les paramètres thermiques et pluviométriques.

Ces coefficients nous permettent d'avoir des données plus précises concernant les points Considérés.

La correction des températures se fait comme suit :

- Température minimale : pour chaque 100 m d'altitude, les températures minimales diminuent de 0.4 C°.

✓ Pour le point 866 m (station Bhayra) la différence Altitudinale est de (116 m) :

Donc : $(0.4 \times 116) / 100 = 0.464$ °C. Ainsi, la (m) diminue par 0.4 °C.

Pour le point 1070 m (station Tibirgimt) la différence altitudinale est de (320 m) :

$[(0.4 \times 320) / 100 = 1.28$ °C]. Ainsi, la (m) diminue par 1.28 °C.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

✓ Pour le point 767 m (station Daoud) la différence altitudinale est de (17 m) :

$[(0.4 \times 17) / 100 = 0.068 \text{ }^{\circ}\text{C}]$. Ainsi, la (m) diminue par 0.068 $^{\circ}\text{C}$.

✓ Pour le point 1072 m (station Tabouria) la différence altitudinale est de (322 m)

$[(0.4 \times 322) / 100 = 1.29 \text{ }^{\circ}\text{C}]$. Ainsi, la (m) diminue par 1.28 $^{\circ}\text{C}$.

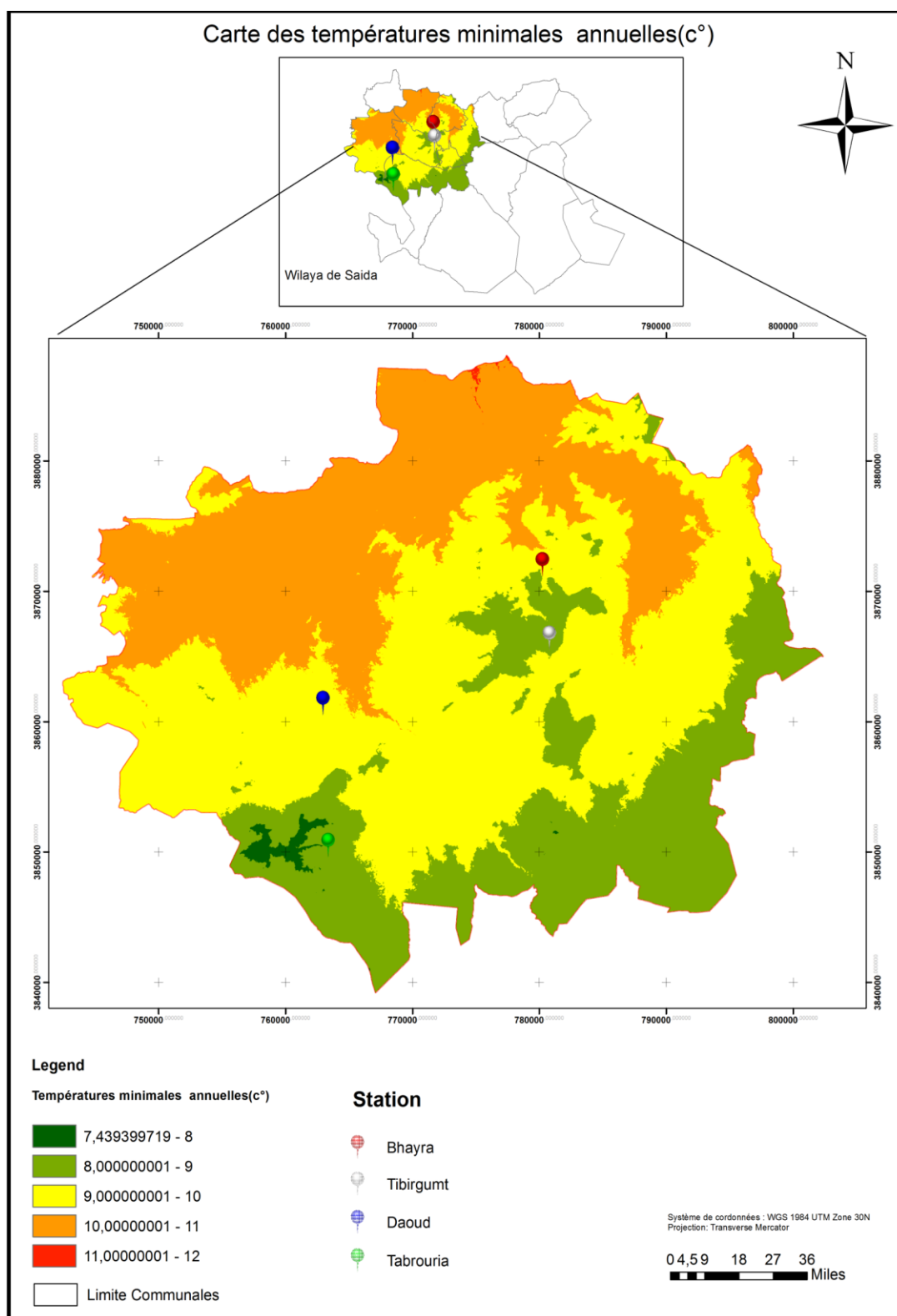


Figure n° 12. Résultats des corrections des données thermiques « températures minimales annuelles ».

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

-Température maximale : pour chaque 100 m d'altitude, les températures maximales diminuent de 0.7°C.

✓ Pour le point 866 m (station Bhayra) la différence altitudinale est de (116 m) :

Donc : $(0.7 \times 116) / 100 = 0.812 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Ainsi, la (m) diminue par 0.812 °C.

✓ Pour le point 1070 m (station Tibirgimt) la différence altitudinale est de (320 m) :

$[(0.7 \times 320) / 100 = 2.24 \text{ }^{\circ}\text{C}]$. Ainsi, la (m) diminue par 2.24 °C.

✓ Pour le point 767 m (station Daoud) la différence altitudinale est de (17 m) :

$[(0.7 \times 17) / 100 = 0.119 \text{ }^{\circ}\text{C}]$. Ainsi, la (m) diminue par 0.119 °C.

✓ Pour le point 1072 m (station Tabrouria) la différence altitudinale est de (322 m)

$[(0.7 \times 322) / 100 = 2.254 \text{ }^{\circ}\text{C}]$. Ainsi, la (m) diminue par 2.254°C.

Tableau 3. Température moyenne ; maximale et minimale (C°) (1983-2012).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
M	30	25	18	15	14	15	18	21	26	32	36	36
M	15	12	7	4	3	3	5	7	10	15	18	19
M+m/2	22,5	18,5	12,5	9,5	8,5	9	11,5	14	18	23,5	27	27,5
M-m	15	13	11	11	11	11	13	14	16	17	18	19

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 4. Montre les valeurs corrigées des températures Max et Min pour les points Considérés.

Station	Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	
Bhayra	M	9	24,18	17,18	15,18	13,18	14,2	17,18	20,2	25,2	31,18	35,18	35,88	23,15
	m	14,53	11,54	6,536	3,536	2,536	2,54	4,54	6,54	9,54	14,54	17,54	18,54	9,36
	M+m/2	21,86	17,86	11,858	9,358	7,858	8,36	10,86	13,4	7,37	22,86	26,34	27,21	16,16
Tibirgimt	M	27,79	22,76	15,76	12,76	11,76	12,8	15,76	18,8	23,8	29,76	33,76	33,76	21,5
	m	13,72	10,72	5,72	2,72	1,72	1,72	3,72	5,72	8,72	13,72	16,72	17,72	8,55
	M+m/2	20,755	16,74	10,74	7,74	6,74	7,24	9,74	12,2	16,2	21,74	25,24	25,74	15,07
Daoud	M	29,88	24,88	17,88	14,88	13,88	14,9	17,88	20,9	25,9	31,88	35,88	35,88	23,71
	m	14,93	11,93	6,93	3,93	2,93	2,93	4,93	6,93	9,93	14,93	17,93	18,93	9,76
	M+m/2	22,40	18,40	12,40	9,40	8,40	8,91	11,41	13,9	17,9	23,41	26,91	27,405	16,73
Tabrouri a	M	27,75	22,75	15,75	12,75	11,75	12,8	15,75	18,8	23,8	29,75	33,75	33,75	21,58
	m	13,71	10,71	5,71	3,71	1,71	1,71	3,71	5,71	8,71	13,71	16,71	16,71	8,54
	M+m/2	20,73	16,73	10,73	8,23	6,73	7,23	9,73	12,2	16,2	21,73	25,23	25,23	15,06

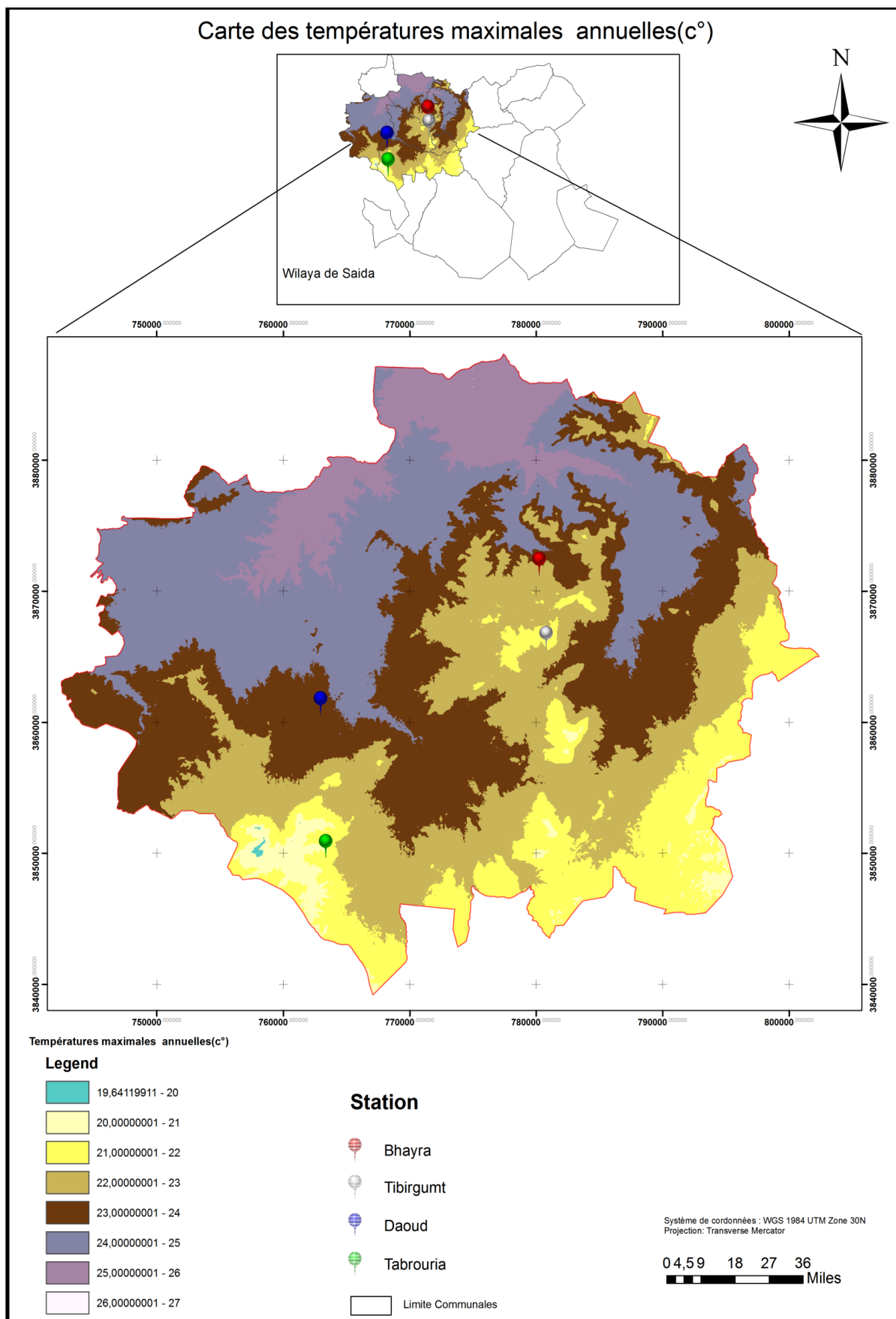


Figure n° 13. Résultats des corrections des données thermiques « températures maximales annuelles ».

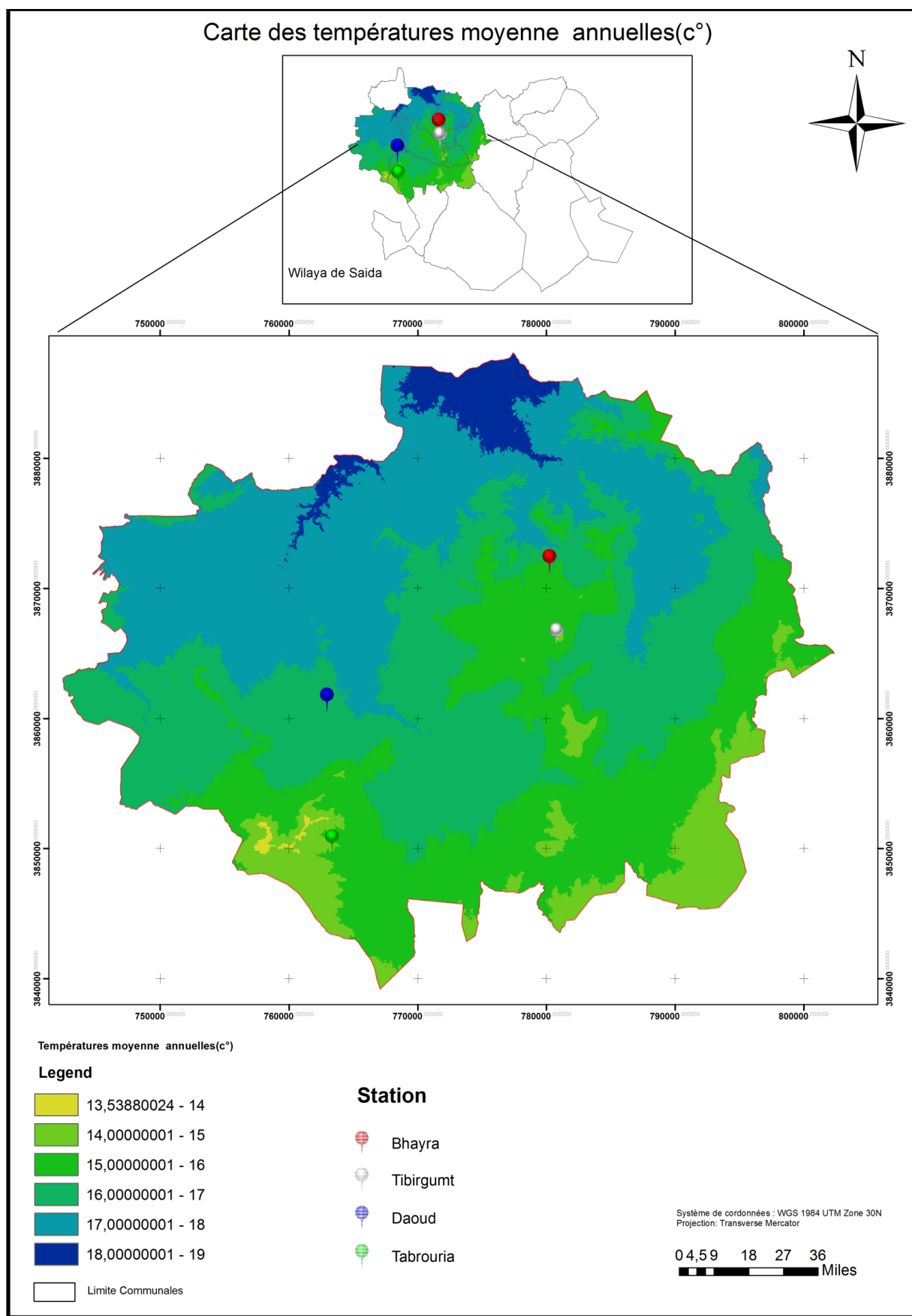


Figure n° 14. Résultats des corrections des données thermiques « températures moyennes annuelles ».

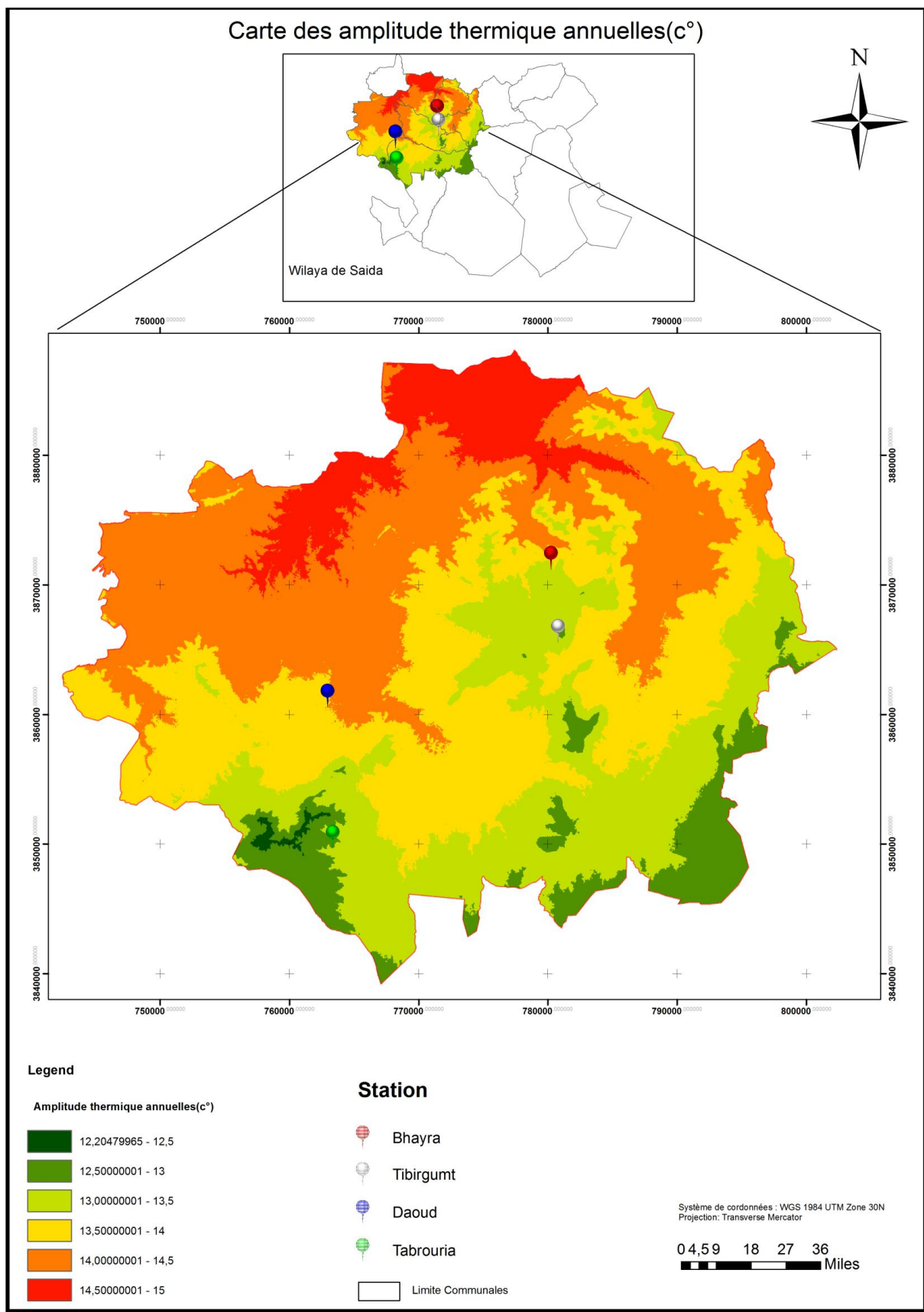


Figure n° 15. Résultats des corrections des données thermiques « amplitudes thermiques moyennes annuelles ».

3.3.3 Synthèse climatique

Tous les facteurs climatiques que nous venons d'étudier précédemment sont liés les uns aux autres et constituent pour les plantes un milieu bioclimatique original (HUETZ DE LEMPS,1970) car dans la nature les facteurs agissent de façon conjuguée et non séparée (AUSSENAC,1973), la répartition des précipitations au cours de l'année et les variations de la température constituent en particulier deux éléments indissociable dans la vie des plantes et de nombreux spécialistes ont cherché à caractériser par des indices et des diagrammes les relations entre les divers facteurs climatiques (HUETZ DE LEMPS,1970).

Ces indices ont été utilisés afin d'établir des critères de comparaison et de classification entre les climats (GUYOT, 1997).

3.3.3.1 Quotient pluviométrique d'Emberger pour les points considérés

Pour la région méditerranéenne le botaniste Emberger 1930 a proposé un quotient pluviométrique plus précis puisqu'il fait intervenir, en plus du total des précipitations (P) la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m) : $Q = P \cdot 2000 / (M + m) (M - m)$ (HUETZ DE LEMPS. A, 1970).

Ce quotient permet de localiser l'étage bioclimatique auquel appartient la région étudiée.

En Algérie on utilise la formule de Stewart (1975) qui est adaptée à ces conditions climatiques :

$$Q_2 = 3.43 P / (M - m)$$

Avec :

- ✓ P : précipitation moyenne annuelle (mm).
- ✓ M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (K°).
- ✓ m : moyenne des minima du mois le plus froid (K°).

Plus le climat est sec plus le coefficient est faible.

En fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- ✓ Humide $Q_2 > 100$.
- ✓ Tempérée $100 > Q_2 > 50$.
- ✓ Semi-aride $50 > Q_2 > 25$.
- ✓ Aride $25 > Q_2 > 10$.
- ✓ Désertique $Q_2 < 10$. (FAURIE .C, ET AL, 2003)

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Les variantes sont distinguées en fonction de la valeur des températures moyenne minimale du mois le plus froid (m) comme suite :

- ✓ Hiver froid $m < 1$.
- ✓ Hivers frais $1 < m < 3$.
- ✓ Hivers tempérés $3 < m < 5$.
- ✓ Hivers doux $5 < m < 7$.

Hivers chauds $m < 7$.

Pour notre zone, on a

$$Q2 = 3.43 * P / (M - m)$$

2 : quotient pluviométrique

P : précipitation moyenne annuelle exprimée en mm.

M : températures moyennes des maximales du mois le plus chaud.

m : températures moyennes des minimales du mois le plus froid

Tableau 5. Montre les valeurs du quotient pluviométrique pour les provenances considérées.

Station	m (C°)	M(C°)	M-m	P	Q2	L'étage bioclimatique
Bhayra	2,53	35,88	33.34	398,89	41,03	semi aride à variante frais
Tibirgimt	1.72	33,76	32.04	416,24	44,56	semi aride à variante frais
Daoud	2.93	35.88	32.95	357.07	37.16	semi aride à variante frais
Tabrouria	1.71	33.75	32.04	482.806	51.66	semi aride à variante frais

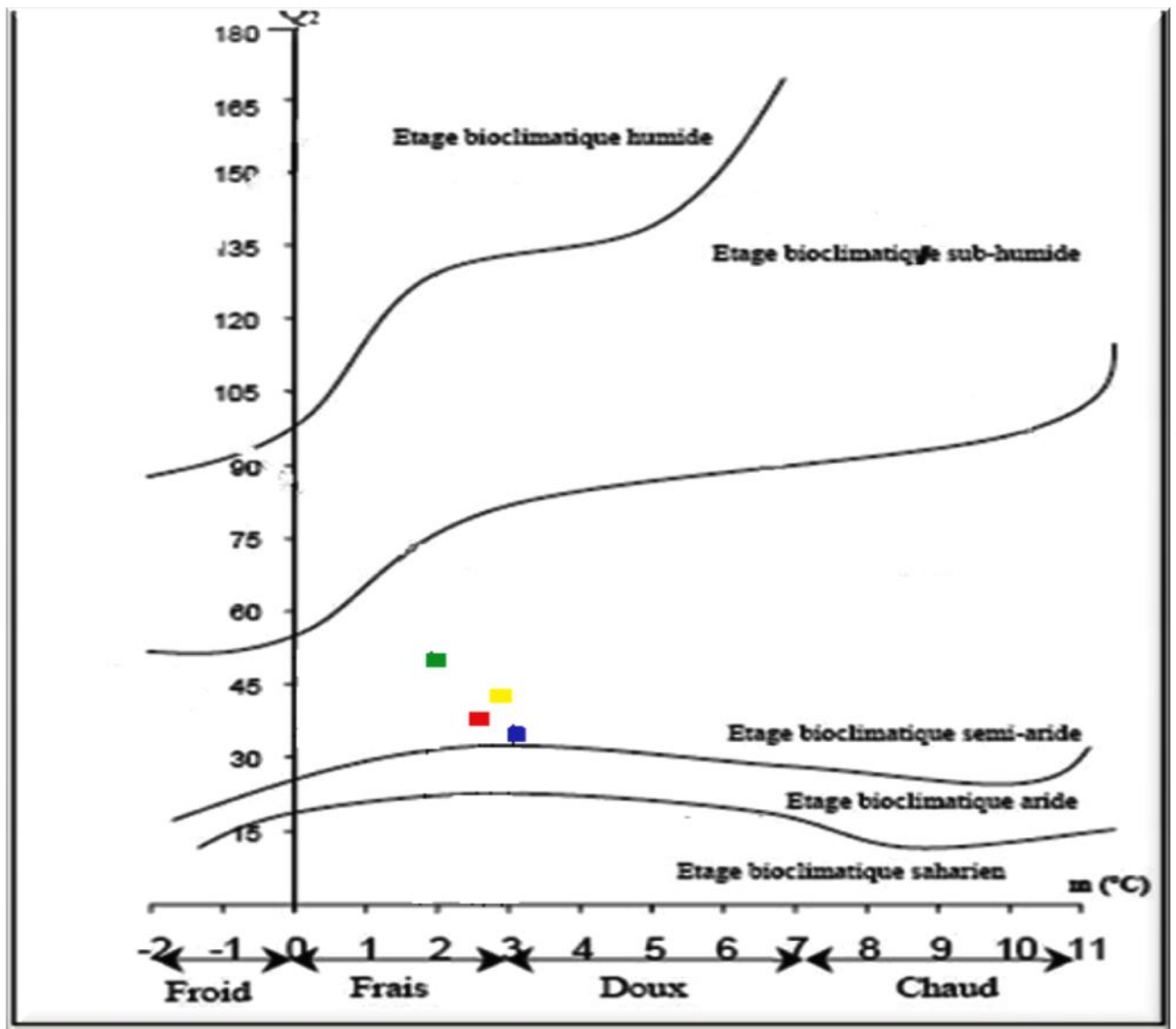


Figure n° 16 . La position bioclimatique des provenances dans le climagramme d'Emberger.

3.3.3.2 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Le système du diagramme ombrothermique proposé par BAGNOULS et GAUSSEN en (1953) est simple et le plus utilisé. il permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie mensuelle (P mm) et la température moyenne mensuelle (T°C) sur le même graphe, l'échelle de graphe est de $P \text{ mm} = 2 T^{\circ}\text{C}$.

La zone comprise entre la courbe pluviométrique et celle des températures constitue la zone sèche. Un mois est biologiquement sec, si $P \text{ mm} < 2 T^{\circ}\text{C}$ et faite directement sur le graphe. Selon Bagnouls et Gaussen, un mois est dit sec, si le total moyen des précipitations P (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne T (°c), c'est-à-dire $P < 2T$. Cette relation permet d'établir les diagrammes pluviométriques sur les quels la température est à une double échelle de celle des précipitations.

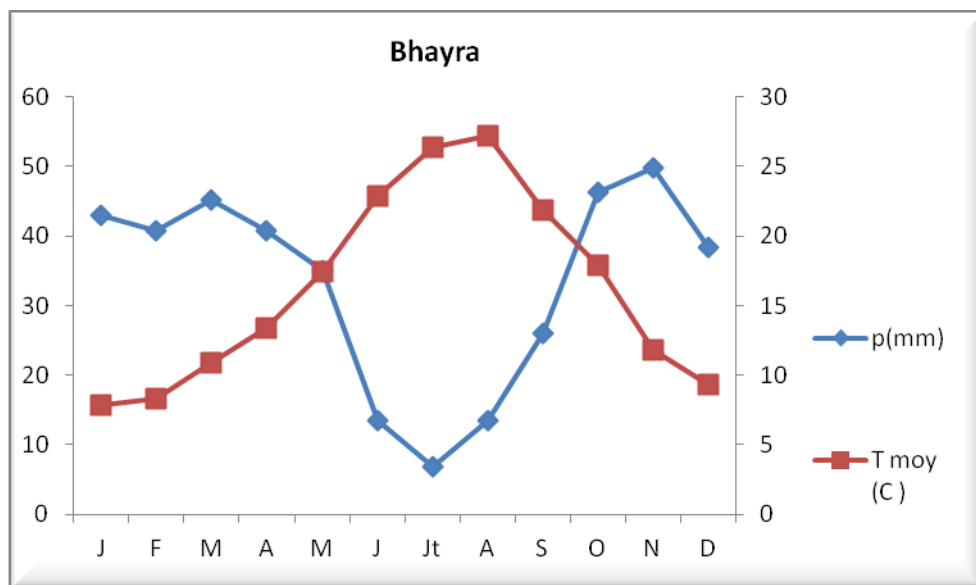


Figure n° 17. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Bhayra (1983-2012).

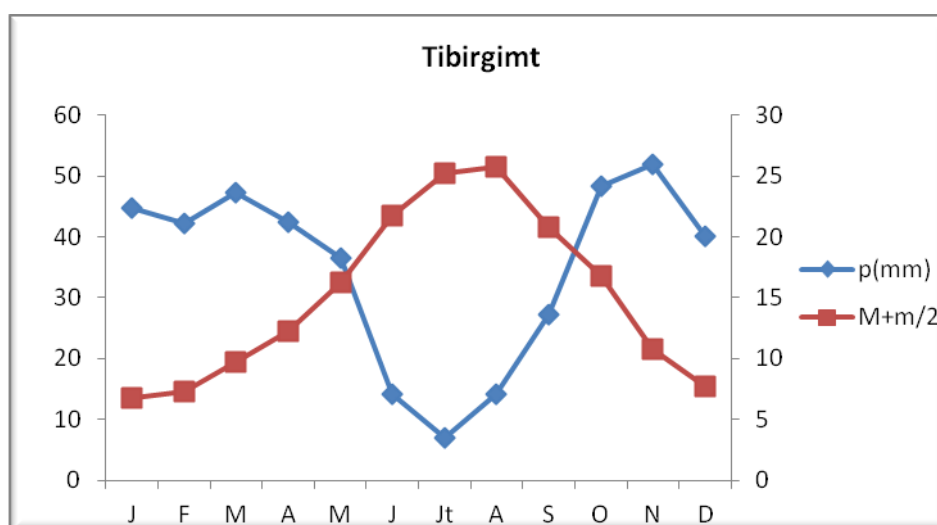


Figure n° 18 . Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tibirgimt(1983-2012).

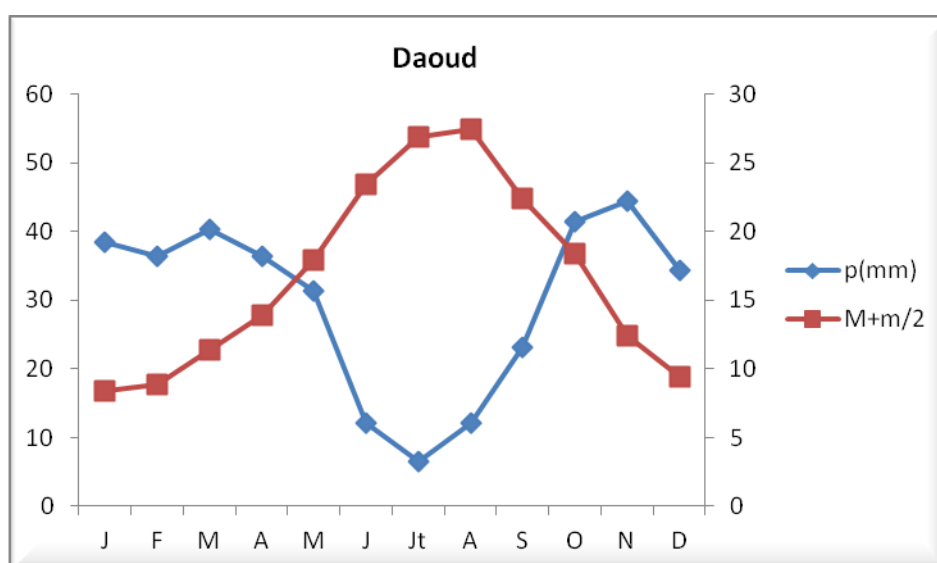


Figure n° 19. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Daoud (1983-2012).

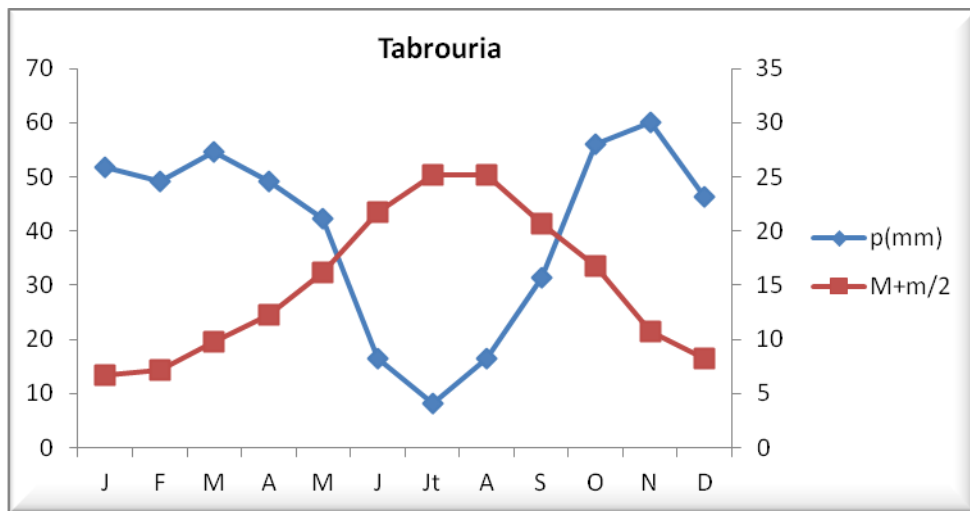


Figure n° 20 .Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tabouria (1983-2012).

3.3.3.3 Indice d'aridité de DEMARTONNE

Cet indice a été très largement utilisé du fait de sa simplicité, il permet de caractériser le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température (GUYOT, 1997) avec la variation correspond aux changements d'écoulement de l'eau pour une zone donnée (HUFTY, 2001).

L'indice d'aridité annuelle est défini comme suite : $I = P/T + 10$

- P : précipitations annuelles en millimètres.

- T : température moyenne annuelle en °C.

Pour : $20 < I < 30$: climat tempéré.

$10 < I < 20$: climat semi-aride.

$7.5 < I < 10$: climat stéppique.

$5 < I < 7.5$: climat désertique.

$I < 5$: climat hyper aride.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 6. Indice d'aridité de DEMARTONE pour les points considérés.

Station n°01 : Bhayra $I = 398.89/16.16 = 24,68$
Station n°02 : Tibirgimt $I = 416,24/15.07 = 27,62$
Station n°03 : Daoud $I = 357.3/16.73 = 21.35$
Station n°04 : Tabrouria $I = 482.8/15.06 = 32.05$

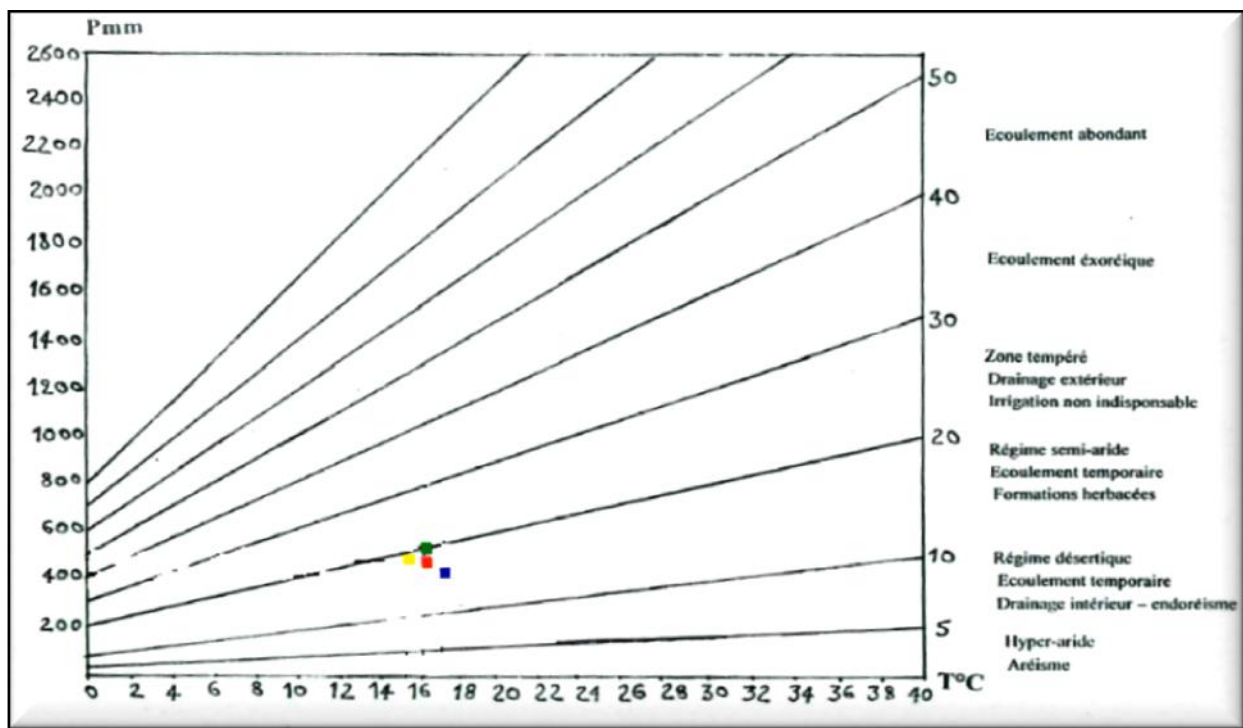


Figure n° 21. Indice d'aridité d'après le climagramme de DEMARTONNE des provenances.

3.4 Caractéristiques édaphiques des provenances

Les travaux de cartographie, de phytoécologie et de pédologie réalisés (S.A.T.E.C, 1976 ; HALITIM, 1988 ; B.N.E.D.E.R, 2008 ; TERRAS, 2011) indiquent que les types de sols rencontrés dans la région dans notre zone d'étude sont (figure 22) :

3.4.1 Les sols bruns calcaires

Ils sont assez étendus sur les collines du Nord et Nord-Ouest de la wilaya (région de Daoud). Ils sont en général peu épais et pauvres en matière organique. Toutefois, leur épaisseur est variable même si elle atteint rarement 50 cm et ce sont les sols travaillés ou supportant des cultures céréalières qui sont plus profonds que les sols des parcours. Les pierres et les cailloux sont omniprésents dans ces sols et seuls quelques champs de la taille de dizaines d'hectares ont été épierrés. De plus, la croûte calcaire sous-jacente largement étendue affleure en divers endroits, de même que ces sols sont lessivés en surface par le ruissellement diffus (décapage).

3.4.2 Les sols alluviaux (peu évolués)

Ces sols sont très répandus sur les lits des oueds, les dépressions et aux bordures du chott.

3.4.3 Les lithosols

Ils sont assez étendus et se retrouvent sur presque tous les versants dénudés. Ils sont en général peu épais (moins de 20 cm) et très morcelés ou discontinus laissant la place aux affleurements rocheux. Ces sols portent parfois une broussaille ou un maquis très dégradés. Outre les affleurements de la roche mère (calcaire, grès ou dolomie) le ravinement y est intense. Les sols halomorphes, Les sols hydromorphes, Les sols des plaines et vallées, Les sols des montagnes.

3.4.4 Les sols bruns rouges

Parmi ce type de sol on trouve : Les sols bruns rouges à horizon humifère, Les sols bruns rouges méditerranéens peu évolués, Les sols bruns rouges méditerranéens à texture légère, Les sols bruns rouges méditerranéens sous formations steppiques.

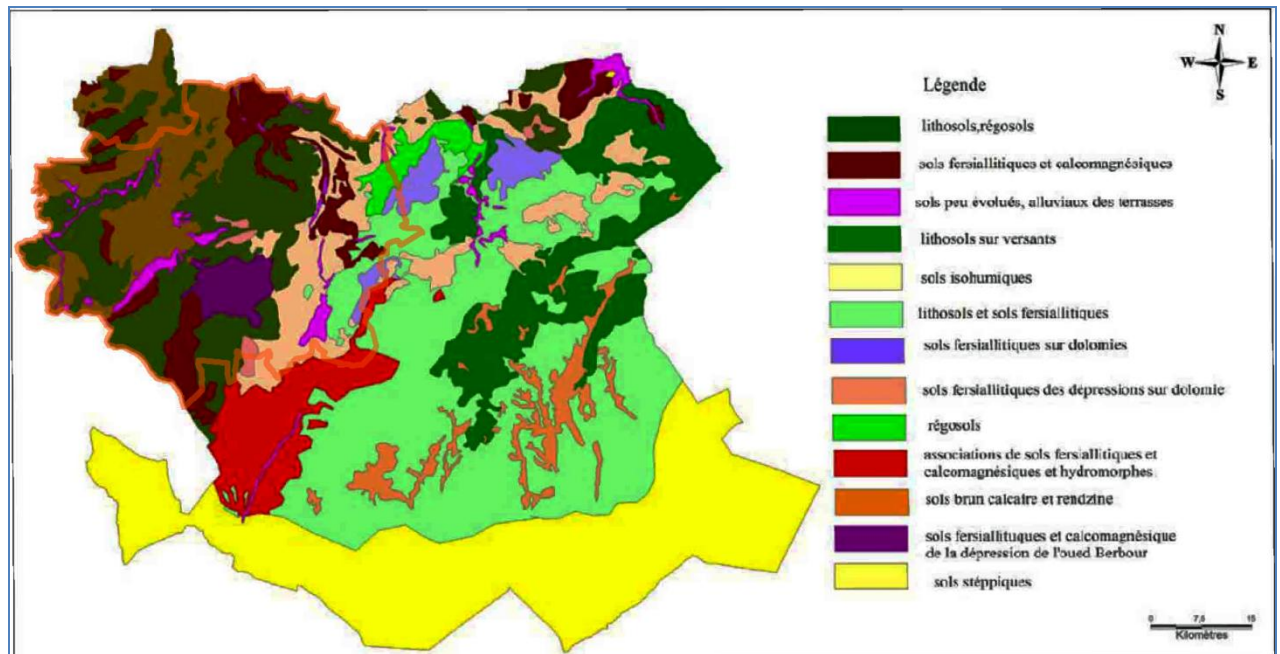


Figure n° 22. Carte des sols de la wilaya de Saida (Source : S.A.T.E.C., 1976).

1. Matériels et méthodes

1.1 Matériel végétal

Tout le matériel végétal utilisé dans ce travail expérimental appartient à l'espèce *Calycotome spinosa* L.

Les graines ont été récoltées de 4 stations différentes situées dans la wilaya de Saïda : Daoud, Tibirgimt, Tabrouria, Bhayra. L'ensemble de ces régions se situent sur différentes altitudes (voire figure 23).

Les graines ont été récoltées à maturité (fin juin pour la région Daoud et fin juillet pour les autres régions) puis nettoyées et conservées au réfrigérateur pour une utilisation ultérieure.

L'observation visuelle des graines des 4 provenances étudiées a relevé une grande diversité morphologique.

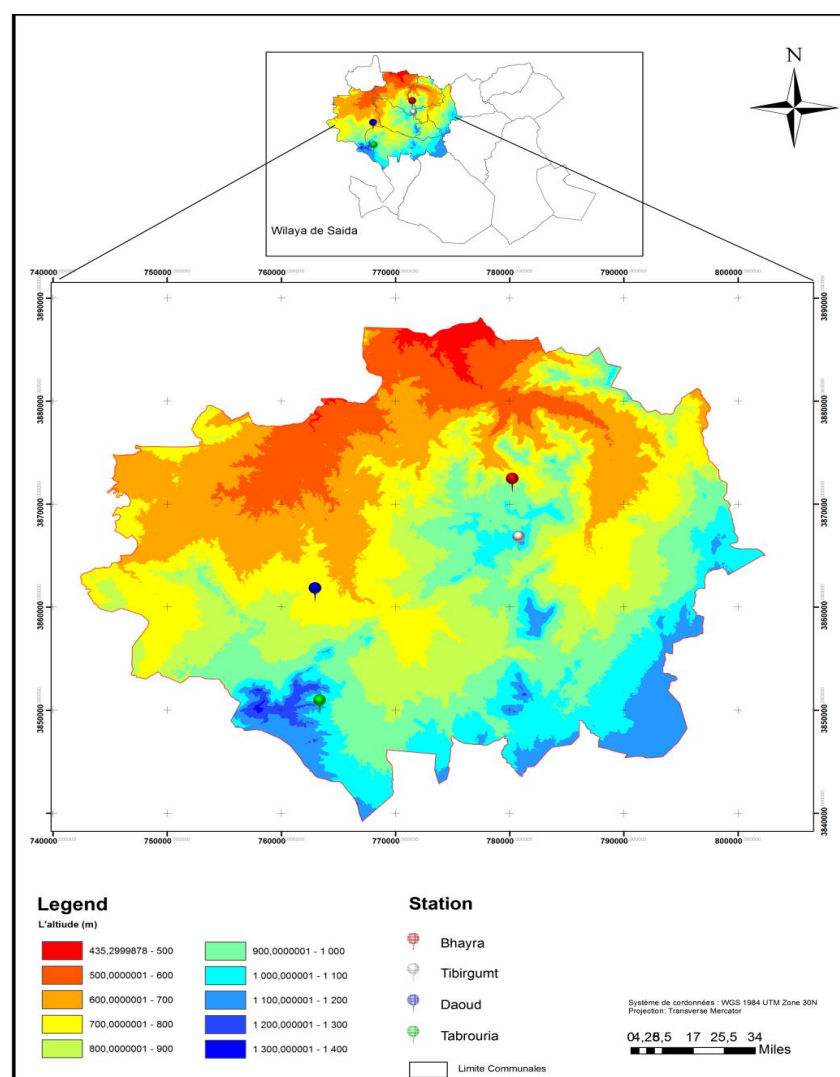


Figure n° 23. Les altitudes des quatre stations (Daoud, Bhayra, Tabrouria, Tibirgimt)

1.2 Matériel du laboratoire

Le matériel du laboratoire utilisé pour effectuer les tests de germination est le suivant :

- Etuve réglée à (20 ± 2) C°.
- Balance de précision.
- Boîtes de Pétri en verre de 9 cm de diamètre.
- Solution d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré à 97 %.
- Bec benzène.

1.3 Dispositif expérimental

1.3.1 Etude des caractéristiques morphologiques des graines

Les graines ont été photographiées de vues longitudinales avec un appareil photo numérique et analysées avec le logiciel image J, spécialisé pour le traitement de l'image, dans ce processus, un papier graphique a été utilisé pour convertir les pixels en micromètre.

Les graines ont une forme tridimensionnelle (3D), tandis que les images capturées affichées sur un moniteur ou sur les pages imprimées sont en deux dimensions (2D) (LOOMIS ET AL, 1999).

Néanmoins, plusieurs descripteurs des semences ; la taille, la forme et les couleurs rouge, vert et bleu (RVB), couleurs composants des densités peut être facilement estimée à partir d'une image numérique 2D (DELL'AQUILA, 2007).

Comme le système fonctionne avec des images 2D et est donc incapable de distinguer entre les graines globuleuses et les graines aplaties, le poids moyen de chaque adhésion des semences a été également déterminé en pesant les graines, comme une estimation de l'épaisseur de la graine.

En effet, un échantillon de vingt graines issues de chaque région, illustre parfaitement l'existence de diverses formes et couleurs des graines.

Les onze variables quantitatives ont été mesurées sur l'ensemble de 20 graines pour chaque provenance (**Tableau 7**).

Tableau 7. Liste des variables morphométriques mesurées sur les graines du *Calycotome spinosa* L.

Variables	Descriptions
S	Surface plane de la graine (mm ²)
PER	Périmètre de la graine (mm)
DmG	Diamètre minimum de la graine (mm)
DMG	Diamètre maximum de la graine (mm)
P	Le poids de la graine (g)
AmE	Axe minimale d'une ellipse avec superficie équivalente (mm)
AME	Axe maximale d'une ellipse avec superficie équivalente (mm)
RG	Ratio diamètre maximale/minimale de la graine
C	La circularité de la graine $= 4\pi * \frac{\text{surface}}{(\text{perimetre})^2}$ (Schwartz, 1980)
RD	Rondeur descripteur de la graine $= (4 \times \text{surface}) / (\pi \times \text{diamètre max}^2)$ (Valeur normalisée).
RE	Ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec superficie équivalente.

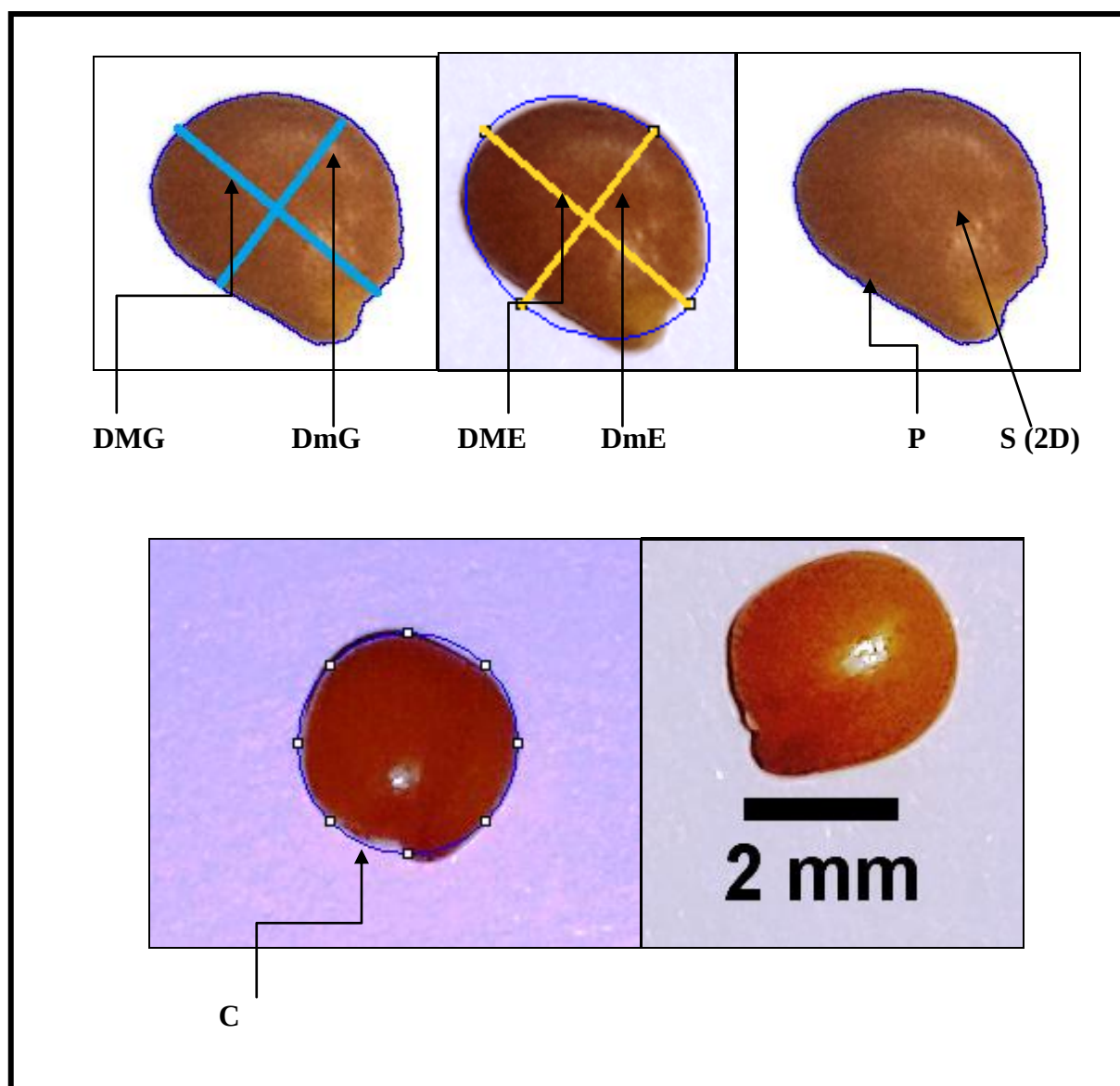


Figure n° 24 . Illustration des variables morphométriques mesurées sur les graines du *Calycotome spinosa L.*

1.3.1.1 Traitement statistiques

Les résultats des variables morpho-métriques et colorimétriques mesurées sur les graines sont traités statistiquement avec le logiciel IBM SPSS Statistics 21.

Les histogrammes présentés, rejoignent des valeurs moyennes encadrées par leurs écart- type, les moyennes sont comparées selon la méthode de Newman et Keuls (DAGNELIE, 1999), basée sur la plus petite valeur significative, on considère que les résultats sont significatifs quand $P \leq 0,05$ (P : probabilité).

1.3.2 Etude des caractéristiques physiologiques des graines

1.3.2.1 Prétraitement et pré germination des graines

Pour lever la dormance physique des graines, quatre prétraitements ont été testés en comparaison avec le témoin non traité :

1-Trempage dans l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré à 97 % pendant 1 heure.

2-Trempage dans l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré à 97 % pendant 2 heures.

3- Scarification manuelle à l'aide d'un papier abrasif (verre), nous avons réalisé une petite entaille au niveau du tégument de la graine du côté opposé au pôle de l'embryon .

4- la scarification thermique par le feu (températures élevées). Pour simuler les effets d'un feu dans la nature sur la germination des graines, certain auteurs préconisent des températures comprises entre 100 et 150°C.

Après chaque traitement, les graines ont été désinfectées séparément par trempage dans l'hypochlorite de sodium (Eau de Javel) 1 % suivie de trois rinçages avec l'eau distillée stérile afin d'éliminer les traces de l'hypochlorite de sodium.

Pour chaque provenance et pour chaque traitement, nous avons réalisé trois répétitions à raison de 10 graines.

Les boîtes de pétri sont disposées dans un incubateur dotée de thermomètre assurant une stabilité thermique convenable (20°C). Le taux de germination a été évalué quotidiennement durant 20 jours.



Figure n° 25. Disposition des boîtes de pétri dans l'incubateur.

Les différents traitements seront désignés par les abréviations suivantes :

H2SO4 1H	Acide sulfurique 1 heure
H2SO4 2H	Acide sulfurique 2 heure
FEUX	les feux
PAPIER VERRE	Scarification manuelles à l'aide d'un papier abrasif
ST.TM	Traitement témoin

1.3.2.2 Expression des résultats et analyse statistique des données

Les paramètres de germination évalués sont les suivants :

A. Les taux finaux de germination :

Sur la base du nombre total des graines utilisées (Nt), nous calculons le pourcentage des graines en germination (Ni) selon la relation :

$$Tg = Ni \times 100 / Nt \quad (Tg : \text{Taux de germination})$$

B. Cinétique de la germination :

Il s'agit de calculer chaque jour le taux de germination sous les différents traitements et le mentionner sur un graphe de 20 jours afin de suivre la cinétique de germination.

C. La durée de vie de latente :

C'est le temps qui s'écoule depuis le début de l'essai jusqu'à la première germination.

D. Vitesse de germination :

Elle caractérise la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une des graines jusqu'à la stabilité de la germination.

Elle peut s'exprimer par :

- Le taux de germination obtenu à un moment donné.
- Le temps nécessaire à l'obtention de 50% de germination.
- Le coefficient de vélocité (Cv) proposé par KOTOWSKI (1926) avec un temps moyen de germination (Tm).

$$Cv = (N1 + N2 + N3 + \dots + Nn / N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn) \times 100$$

$$T_m = N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_nT_n / N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$$

N1: Nombre de graines germées au temps T1.

N2: Nombre de graines germées au temps T2.

N3: Nombre de graines germées au temps T3.

Nn: Nombre de graines germées au temps Tn.

TIMPSON (1965) a proposé de calculer la vitesse de germination par la somme des pourcentages partiels obtenus.

$$Z_n = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$$

N1, N2, N3, ..., Nn représentent les pourcentages de graines germées après 1 jour, 2 jours, 3 jours, ..., n jours.

Nous avons retenu la formule de KOTOWSKI consistant à calculer le Coefficient de Vitesse et le Temps moyen de germination.

Les résultats sont soumis à une analyse statistique descriptive et une analyse de la variance à un ou deux facteurs fixes de classification.

Les histogrammes présentés, les moyennes sont comparées selon la méthode de Newman et Keuls (DAGNELIE, 1998), basée sur la plus petite valeur significative, utilisant le logiciel IBM SPSS Statistique 21.

On considère que les résultats sont significatifs quand $P \leq 0,05$.

1.3.2.3 Poids frais et biométries des jeunes plantules

Après 20 jours de germination de *Calycotome spinosa* L., les jeunes plantules issues sont pesées (Pf), puis photographiées de vues longitudinales avec un appareil photo numérique et analysées avec le logiciel image J.

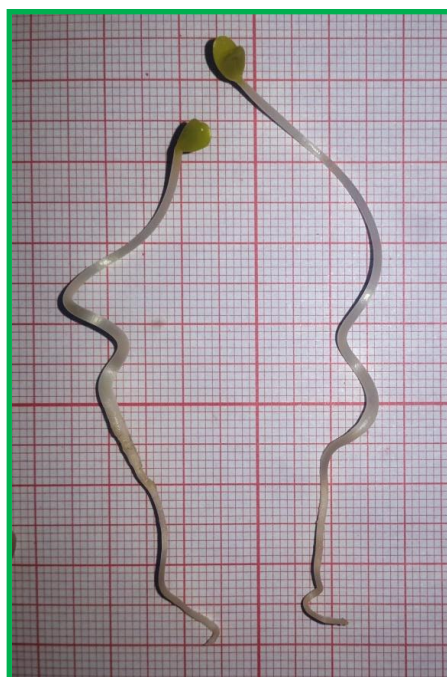


Figure n° 26. Les plantules issues des graines

1. Résultats de l'étude des caractéristiques morphologiques des graines

1.1 Surface de la graine

L'analyse de variance pour la variable surface de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés deux groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, un groupe (A) rassemble les deux provenances Tabrouria et Bhayra avec une surface moyenne d'environ (8,22 mm²), le groupe (B) comprend les deux autre provenances Tibirgimt et Daoud avec une surface moyenne d'environ (6,91 mm²).

Tableau 8. Moyennes de surface des graines par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Surface moyenne (mm ²)	Groupes
Tabrouria	8,22± 1,04	A
Bhayra	8,02± 0,93	A
Tibirgimt	6,91± 1,03	B
Daoud	6,61± 0,92	B

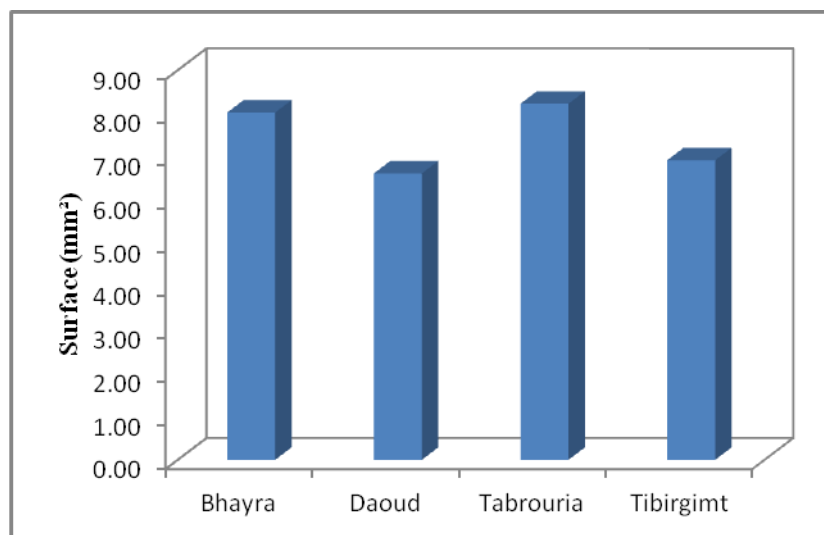


Figure n° 27. Surface moyenne de la graine du *Calycotome spinosa.L* en fonction des provenances.

1.2 Périmètre de la graine

L'analyse de variance pour le variable périmètre de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés deux groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, un groupe (A) rassemble les deux provenances Tabrouria et Bhayra avec un périmètre moyen d'environ (11,18 mm), et le groupe (B) comprenant les deux autre provenances Tibirgimt et Daoud (10,30 mm).

Tableau 9. Moyennes du périmètre des graines par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Périmètre moyenne (mm)	Groupes
Bhayra	11,18 $\pm$ 0,65	A
Tabrouria	11,08 $\pm$ 0,59	A
Tibirgimt	10,30 $\pm$ 0,79	B
Daoud	9,84 $\pm$ 0,64	B

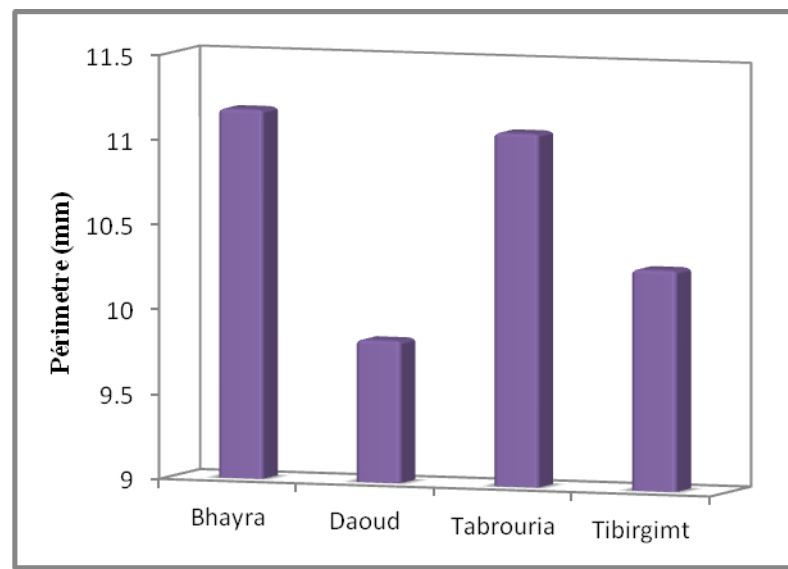


Figure n° 28. Périmètre moyen de la graine du *Calycotome spinosa L* en fonction des provenances.

1.3 Diamètre minimum de la graine

L'analyse de variance pour le variable diamètre minimum de la graine a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés quatre groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, un groupe (A) qui concerne la provenance de Tabrouria avec un diamètre minimum de (2,97 mm), le groupe (AB) c'est celui de la provenance Bhayra d'environ (2,85 mm), le groupe (BC) comprend la provenance de Daoud (2,71 mm) et le groupe (C) qui comprend la provenance Tibirgimt par un diamètre minimum de (2,59 mm).

Tableau 10. Moyennes du diamètre minimum des graines par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Diamètre minimum (mm)	Groupes
Tabrouria	2,97 $\pm$ 0,35	A
Bhayra	2,85 $\pm$ 0,26	AB
Daoud	2,71 $\pm$ 0,25	BC
Tibirgimt	2,59 $\pm$ 0,28	C

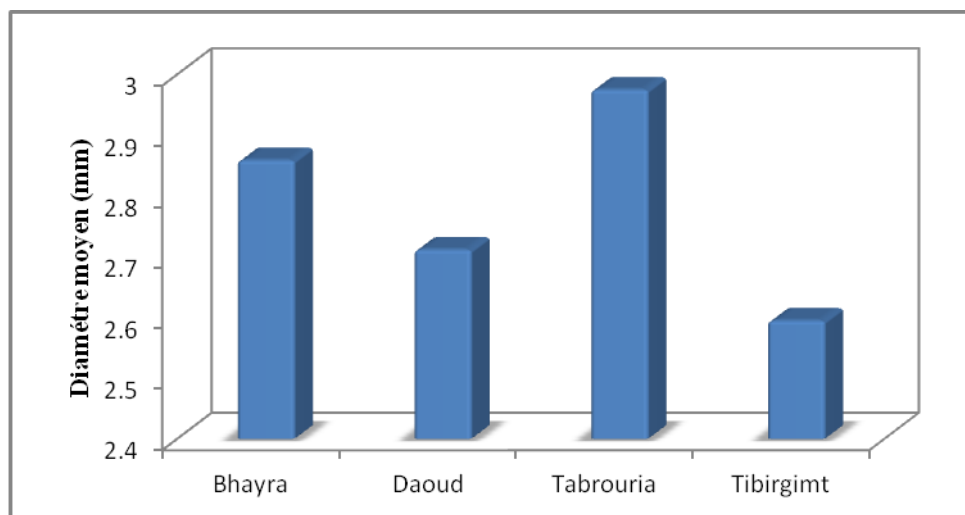


Figure n° 29. Diamètre minimum des graines du *Calycotome spinosa L* en fonction des provenances.

1.4 Diamètre maximum de la graine

L'analyse de variance pour le variable diamètre maximum de la graine a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés trois groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, un groupe (A) rassemble les deux provenances Tabrouria et Bhayra avec un diamètre maximum d'environ (3,61 mm), le groupe (B) comprend la provenance de Tibirgimt (3,40 mm) et le groupe (C) de la station Daoud (3,19mm).

Tableau 11. Moyennes du diamètre maximum des graines par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Diamètre maximum (mm)	Groupes
Bhayra	3,61 $\pm$ 0,163	A
Tabrouria	3,61 $\pm$ 0,189	A
Tibirgimt	3,40 $\pm$ 0,220	B
Daoud	3,19 $\pm$ 0,191	C

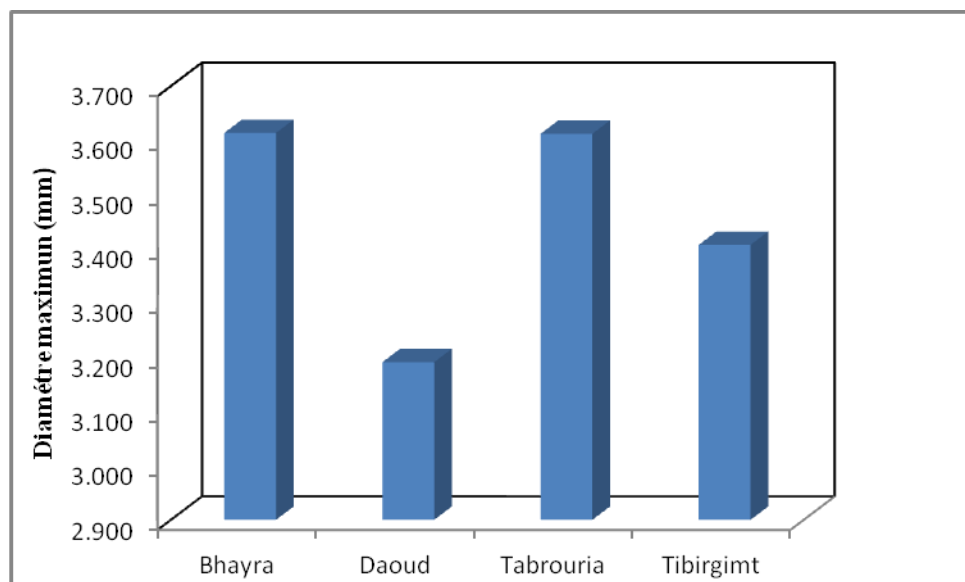


Figure n° 30. Diamètre maximum des graines du *Calycotome spinosa L* en fonction des provenances.

1.5 Poids des graines

Pour le poids, le pesage a été effectué avec 10 graines pour chaque lot.

L'analyse de variance pour la variable poids des dix graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélé trois groupes distincts au seuil de probabilité à 5% groupe (A) comprend provenance Tabrouria avec le poids le plus important (0,096 g) suivi par le groupe (B) comprenant la station Bhayra avec un poids de (0,066 g) et enfin le dernier groupe (C) qui rassemble les deux provenances Daoud et Tibrgimt avec un poids (0,046)g .

Tableau 12. Moyennes du poids des dix graines par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Moyenne des poids des dix graines (g)	Groupes
Tabrouria	0,096 $\pm$ 0,005	A
Bhayra	0,066 $\pm$ 0,005	B
Tibirgimt	0,046 $\pm$ 0,011	C
Daoud	0,040 $\pm$ 0,010	C

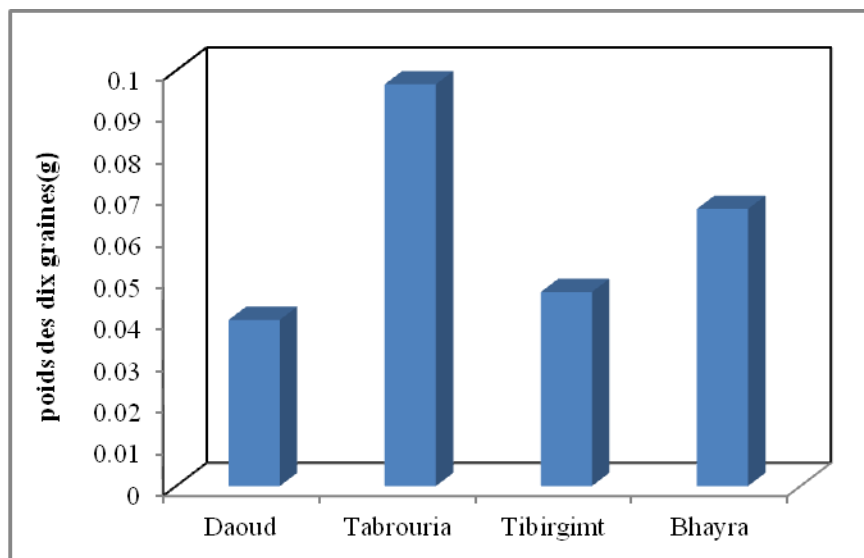


Figure n° 31. Poids des dix graines du *Calycotome spinosa* L en fonction des provenances.

1.6 Axe maximale d'une ellipse avec superficie équivalente

L'analyse de variance pour cette variable a révélé une différence significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés trois groupes distincts au seuil de probabilité à 5% , le groupe (A) qui rassemble les deux provenances Bhayra et Tabrouria là ou l'axe maximale est de (3,52 mm), le groupe (B) comprend la provenance Tibirgimt avec un axe maximale de (3,34 mm), et le groupe (C) avec un axe maximale de (3,07 mm) comprenant la station de Daoud .

Tableau 13. Moyennes de l'Axe maximale d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Axe maximale d'une ellipse avec superficie équivalente (mm)	Groupes
Bhayra	3,525 $\pm$ 0,139	A
Tabrouria	3,517 $\pm$ 0,192	A
Tibirgimt	3,345 $\pm$ 0,225	B
Daoud	3,071 $\pm$ 0,186	C

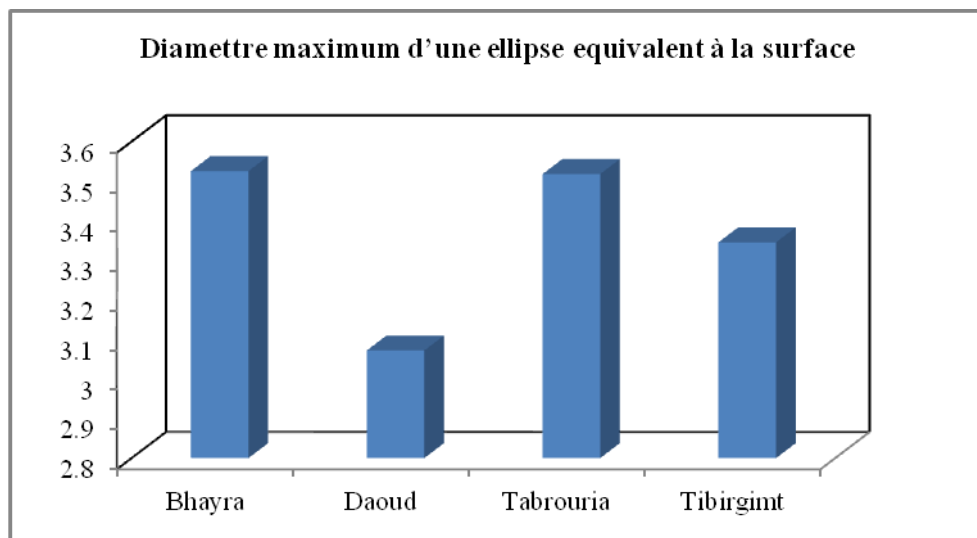


Figure n° 32. Moyennes de l'Axe maximale d'une ellipse avec une superficie équivalente de la graine.

1.7 Axe minimal d'une ellipse avec superficie équivalente

L'analyse de variance pour ce variable a révélé une différence significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés quatre groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, un groupe (A) comprenant la provenance Tabrouria avec une moyenne de l'axe minimal de (2,97 mm), le groupe (AB) qui comprend la provenance Bhayra (2,89 mm), le groupe (BC) comprend la station Daoud (2,73 mm) et enfin le groupe (C) comprenant la provenance Tibrgimt avec une moyenne de l'axe minimal de (2,62 mm).

Tableau 14. Moyennes de l'axe minimal d'une ellipse avec la superficie équivalente de la graine par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Moyennes (mm)	Groupes
Tabrouria	2,976 $\pm$ 0,328	A
Bhayra	2,893 $\pm$ 0,273	AB
Daoud	2,730 $\pm$ 0,251	BC
Tibrgimt	2,626 $\pm$ 0,269	C

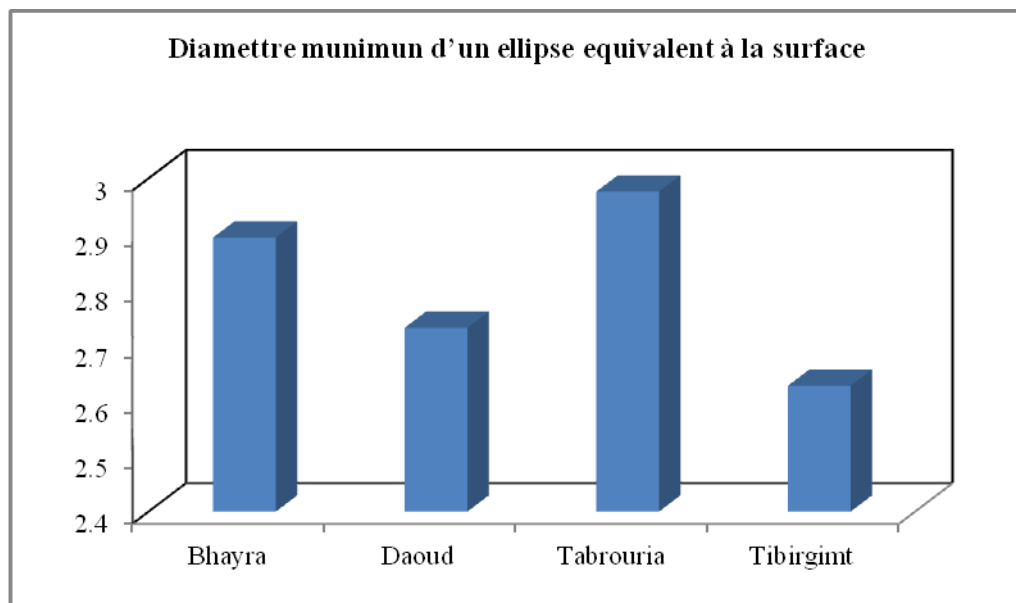


Figure n° 33. Moyennes de l'Axe minimal d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine.

1.8 La forme des graines.

1.8.1 Ratio diamètre maximale/minimale de la graine

L'analyse de variance pour la variable ratio diamètre maximale/minimale de la graine a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés quatre groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, le groupe (A) qui comprend la provenance Tibirgimt, le groupe (AB) de la station Bhayra, le groupe (BC) comprenant la provenance Tabrouria et enfin le groupe (C) qui comprend la station Daoud.

Tableau 15. Moyennes du ratio diamètre maximale/minimale de la graine par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Moyenne DM/dm	GROUPES HOMOGENES
Tibirgimt	1,32 $\pm$ 0,11	A
Bhayra	1,27 $\pm$ 0,10	AB
Tabrouria	1,23 $\pm$ 0,16	BC
Daoud	1,18 $\pm$ 0,05	C

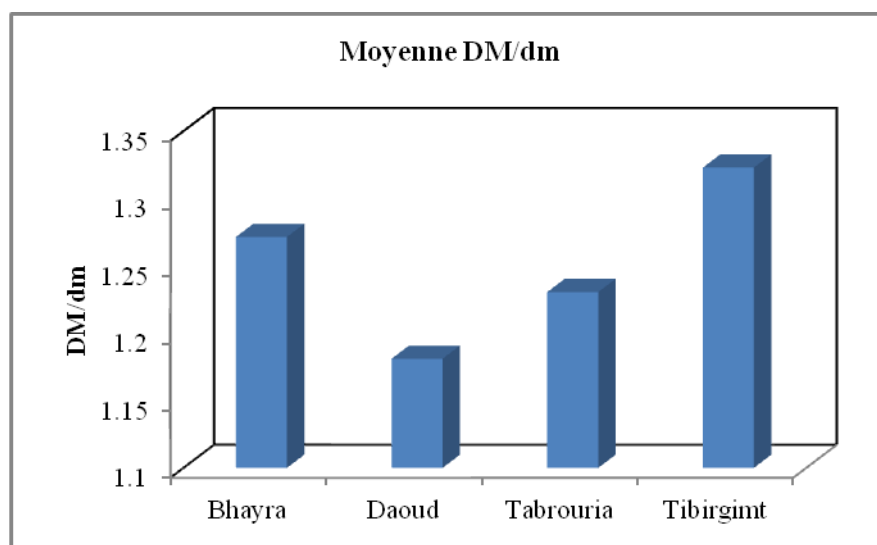


Figure n° 34. Moyenne du ratio diamètre maximale/minimale du *Calycotome spinosa* L en fonction des provenances.

1.8.2 Circularité de la graine

$$\text{Circularité} = 4\pi * \frac{\text{surface}}{(\text{perimetre})^2} \quad (\text{Schwartz, 1980})$$

L'analyse de variance pour la variable circularité de la graine a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés quatre groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, le groupe (A) qui comprend la provenance Daoud avec une circularité moyenne de (0,85), le groupe (AB) du Tabrouria avec une circularité moyenne de (0,83), le groupe (BC) comprend la provenance Tibirgimt (0,81) et le dernier groupe (C) de la station Bhayra avec une circularité moyenne de (0,80).

Tableau 16. Moyennes de la circularité de la graine du *Calycotome spinosa* L par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Circularité moyenne	Groupes
Daoud	0,85± 0,020	A
Tabrouria	0,83± 0,034	AB
Tibirgimt	0,81 ± 0,036	BC
Bhayra	0,80± 0,048	C

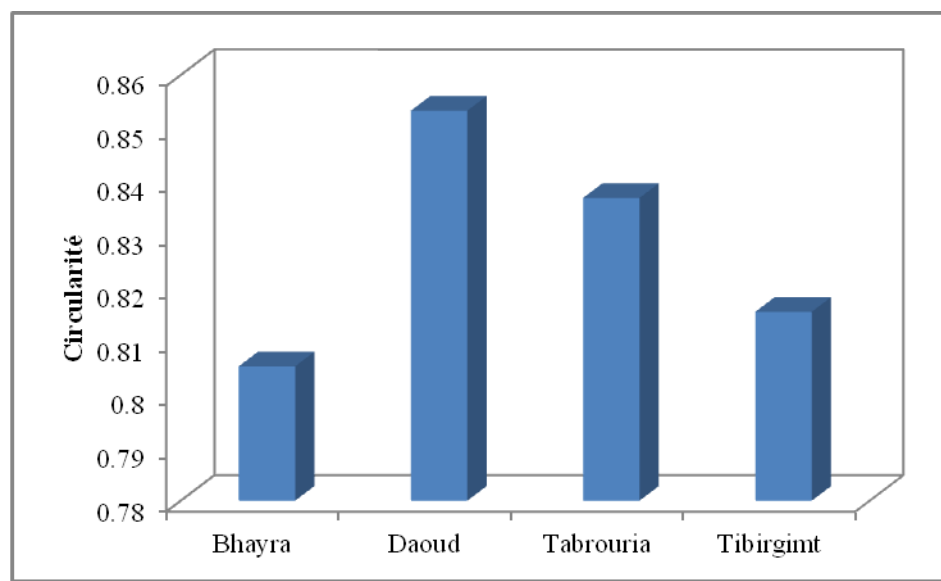


Figure n° 35. Moyennes de la circularité de la graine du *Calycotome spinosa* L par provenance.

1.8.3 Rondeur descripteur du graine

$R = (4 \times \text{surface}) / (\pi \times \text{diamètre max}^2)$ (Valeur normalisée)

L'analyse de variance pour cette variable a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés quatre groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, le groupe (A) qui comprend la provenance Daoud, le groupe (AB) comprend la provenance Tabouria avec une rondeur de (0,0848), le groupe (BC) comprend la provenance Bhayra avec (0,0820) et enfin le groupe (C) représenté par la station de Tibirgimt.

Tableau 17. Moyennes du rondeur descripteur de la graine par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Rondeur descripteur de la graine	GROUPES
Daoud	0,888 ±0,056	A
Tabouria	0,848 ±0,099	AB
Bhayra	0,820 ±0,070	BC
Tibirgimt	0,786 ±0,076	C

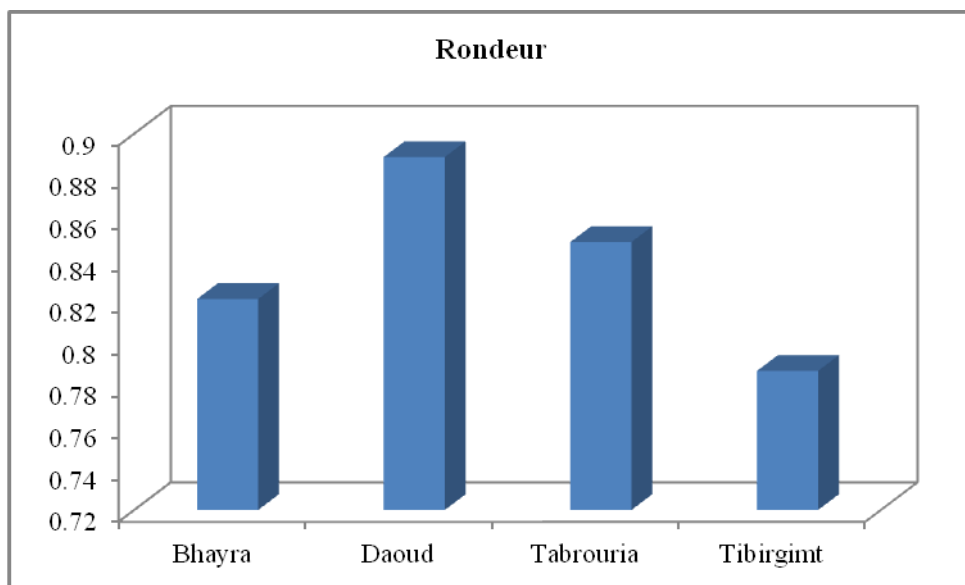


Figure n° 36. Moyennes de la rondeur descripteur de la graine du *Calycotome spinosa L* par provenance.

1.8.4 Ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec une superficie équivalente

L'analyse de variance pour la variable ratio diamètre maximale/minimale de la graine a révélé une différence hautement significative entre les provenances ($P \leq 0,001$).

Les tests de Newman-Keuls pour cette variable ont révélés trois groupes distincts au seuil de probabilité à 5%, le premier groupe (A) rassemble les deux provenances Bhayra et Tibirgimt avec un diamètre plus grand que (1,227), le groupe (AB) c'est celui de la provenance Tabrouria (1,196), le groupe (B) comprend la provenance Daoud avec un diamètre de (1,129).

Tableau 18. Moyennes de ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine par provenance et les groupes homogènes.

Libellés	Diamètre maximum / minimum d'une ellipse équivalente la surface	Groupes
Bhayra	1,227 $\pm$ 0,111	A
Tibirgimt	1,282 $\pm$ 0,121	A
Tabrouria	1,196 $\pm$ 0,158	AB
Daoud	1,129 $\pm$ 0,070	B

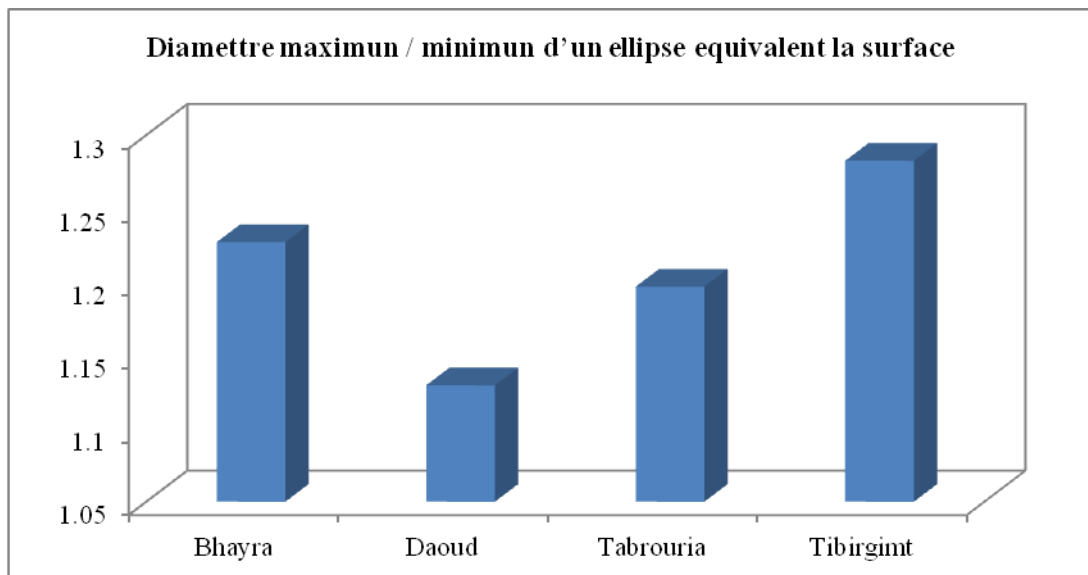


Figure n° 37. Moyennes de ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine.

1.9 Analyse des corrélations entre les variables étudiées et les facteurs du milieu d'origine des provenances :

Certains coefficients de corrélation sont positivement élevés entre les caractéristiques géo-climatiques et certaines caractéristiques des graines. On peut les citer comme suit:

1.9.1 Les corrélations positives :

- Corrélation positive entre la surface de la graine et les précipitations ($r = 0,423^{**}$).
- Corrélation positive entre le poids de dix graine et les précipitations ($r = 0,843^{**}$).
- Corrélation positive entre le ratio diamètre maximale/minimale de la graine et l'altitude ($r=0,26^*$).

1.9.2 Les corrélations négatives :

- Corrélation négative entre rondeur descripteur du graine et l'altitude ($r = - 0,292^{**}$)

2. Résultats de l'étude des caractéristiques physiologiques des graines

2.1 Effet des traitements et des provenances sur la levée de dormance

2.1.1 Effet des traitements sur la levée de dormance

Nous avons testés trois méthodes pour lever la dormance des graines du *Calycotome spinosa L.* Les résultats montrent que le traitement thermique avec le feu et le traitement mécanique à l'aide du papier verre ont donnés les meilleurs résultats pour toutes les provenances.

La figure 38 présente l'effet des différents traitements sur le taux de germination des graines du *Calycotome spinosa L* provenant de Tabrouria.

Nous observons d'après cette figure que le taux de germination a été considérablement amélioré au niveau des lots des graines scarifiées par le papier verre et traitées par le feu dont le taux de germination est de l'ordre de 100% et 93,33% comparé aux lots témoins dont le taux de germination ne dépasse pas 3,33%.

Le traitement chimique avec l'acide sulfurique durant une heure et deux heures a provoqué un effet plus faible sur la levée de dormance des graines car le taux de la germination est inférieur à 23,33%.

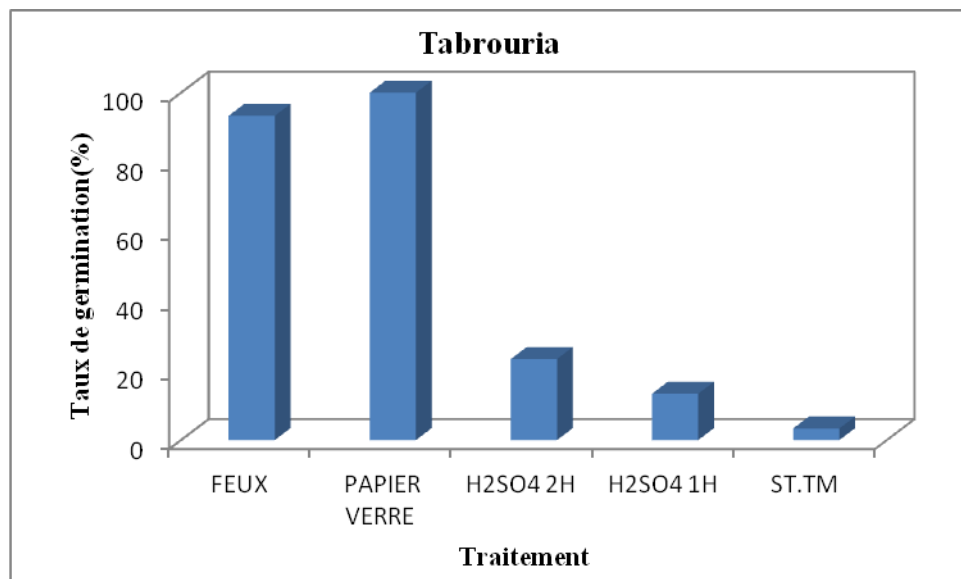


Figure n° 38. Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de *Calycotome spinosa L* provenant de Tabrouria.

Des résultats plus ou moins similaires ont été obtenus au niveau des graines provenant de Bhayra. Le taux de germination le plus élevé est enregistré au niveau des graines traitées par le feu avec un taux de germination de 93,33%, suivie par les lots des graines scarifiées par le papier verre avec un taux de germination de 76,66% (voir figure n°39). Puis le reste des lots (H_2SO_4 2H, H_2SO_4 1H et ST.TM) dont les taux de germinations est respectivement de l'ordre de 13,33 %, 3,33% et 3,33%.

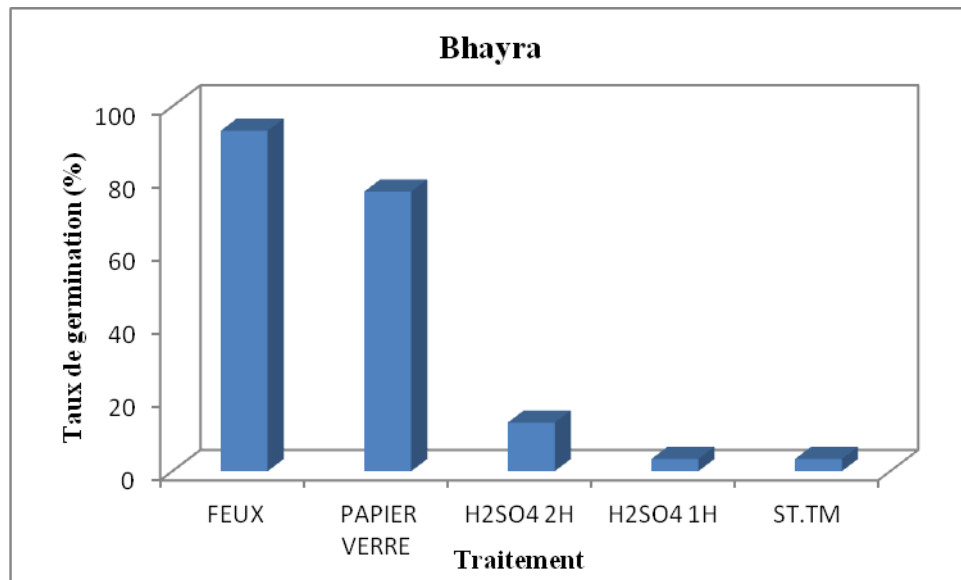


Figure n° 39. Effet de différents traitements sur le taux de germination des graines de *Calycotome spinosa* L. provenant de Bhayra.

Il ressort de la figure n°40 que mis à part le témoin dont le taux de germination fluctue autour des 3,33% tous les traitements ont donnés des meilleurs résultats avec des valeurs de 83.33%, 83.33%, 100% et 100% respectivement au niveau des lots des graines provenant de Daoud traitées à H_2SO_4 2H, H_2SO_4 1H; le feu et la scarification manuelles à l'aide d'un papier verre.

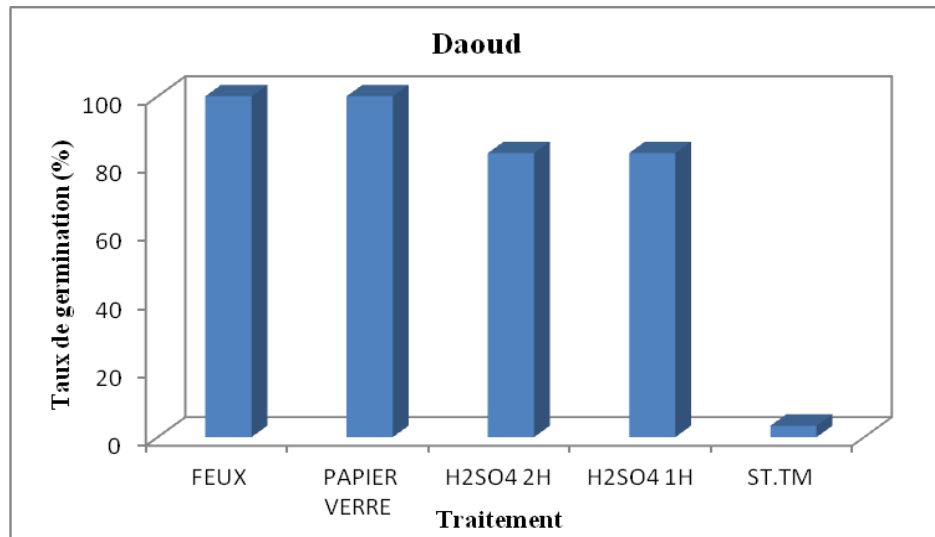


Figure n° 40. Effet de différents traitements sur le taux de germination des graines de *Calycotome spinosa L* provenant de Daoud.

Au niveau des lots des graines provenant de Tibirgimt nous observons d'après la figure n°41 que le taux de germination marque une valeur de 90% et 86,66% respectivement au niveau des lots des graines scarifiées par le papier verre et exposer au flamme de feux, ainsi un effet moins sur la levée du dormance des graines pour le traitement avec acide sulfurique durant deux heures et une heure car les taux de germination ont été respectivement de 10%, 00% .

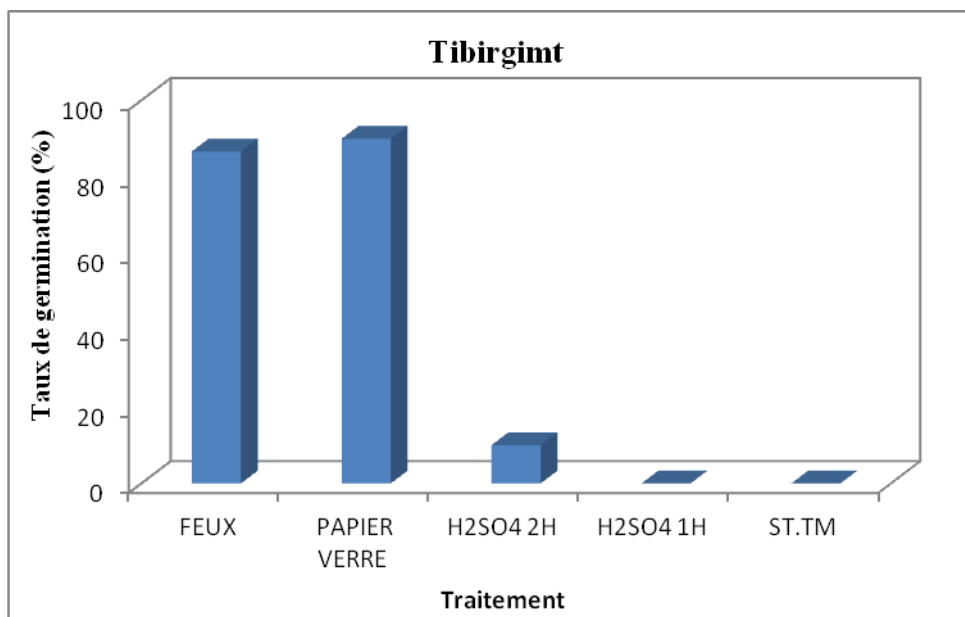


Figure n° 41. Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de *Calycotome spinosa L* provenant de Tibirgimt.

D'après ce graphe, on peut conclure de manière bien évidente que l'amélioration de la germination est pratiquement de plus de 90% grâce au traitement de scarification mécanique et par le feu qui sont donc considérés comme des traitements très appropriés pour la levée du dormance des graines de *Calycotome spinosa L.*

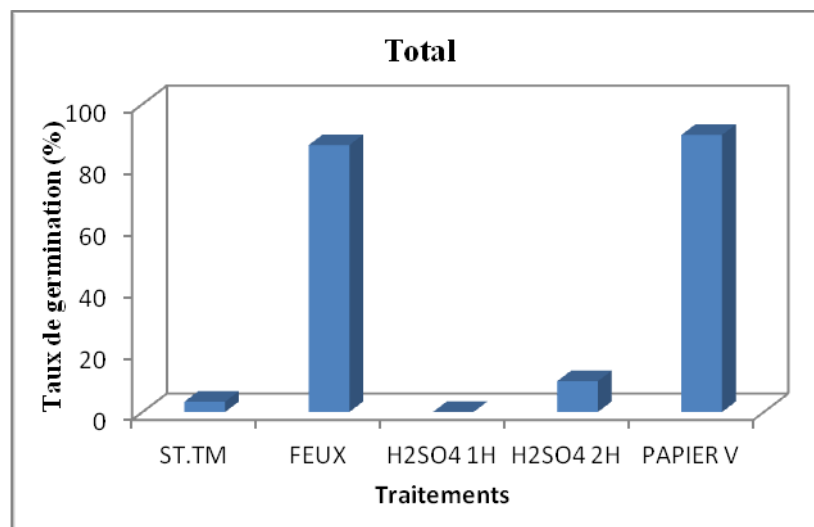


Figure n° 42. Comparaison de l'effet du traitement sur le taux de germination total en fonction des quatre provenances étudiées.

2.1.2 Effet des provenances sur la levée de dormance

Les résultats obtenus après l'expérimentation nous démontrent que le taux de germination était plus ou moins dépendant de la provenance des graines.

Nous observons dans la figure n°43 que le taux de germination des graines est pour chaque provenance intimement lié à la durée de l'action de l'acide sulfurique. Comparativement aux autres provenances les graines provenant de Daoud répondaient plus facilement au traitement par l'acide sulfurique durant une heure et deux heures avec un taux de germination similaire de 83,33% due sans doute à l'épaisseur des manteaux moins épais par rapport aux autres provenances. Ces résultats sont concluants une variabilité de germination en fonction des provenances des graines.

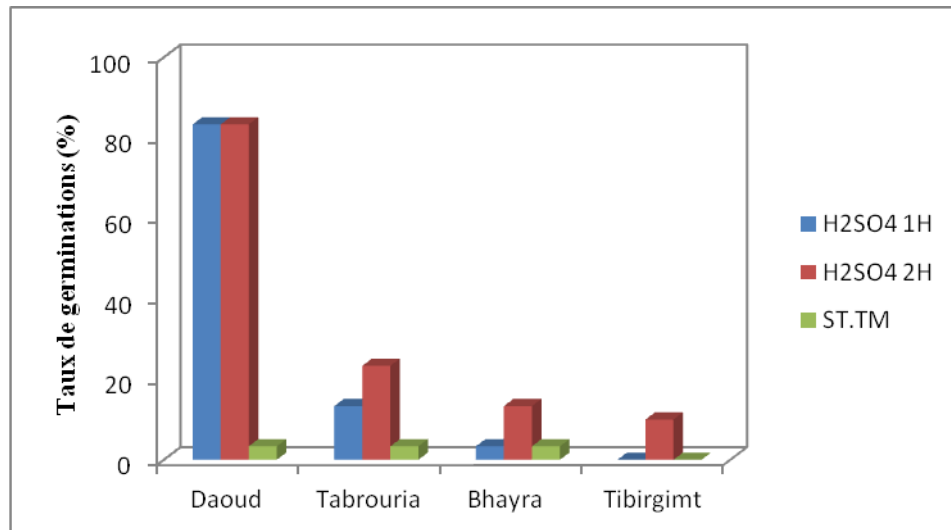


Figure n° 43 . Comparaison de germination des quatres provenances étudiées traitées par l'acide sulfurique durant 01 heure et 02 heures.

Les figures 44,45 représentent les taux de germination des graines des quatres provenances étudiées traitées par le feux et par le papier verre. Il ressort de ces figures et pour toute les provenances une amelioration assez inportante du taux de germination comparativement au temoins mais avec une différence dans le taux de germination entre les provenances.

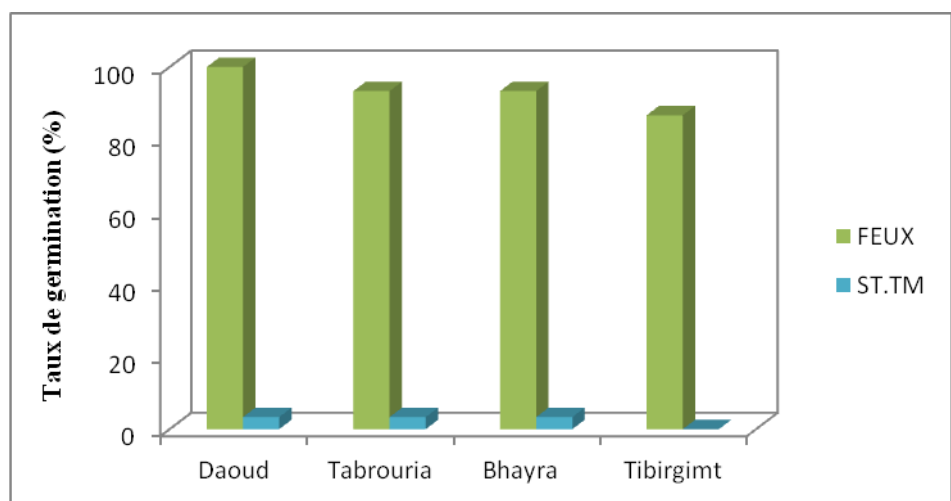


Figure n° 44. Comparaison du taux de germination des quatres provenances étudiées traitées par le feux.

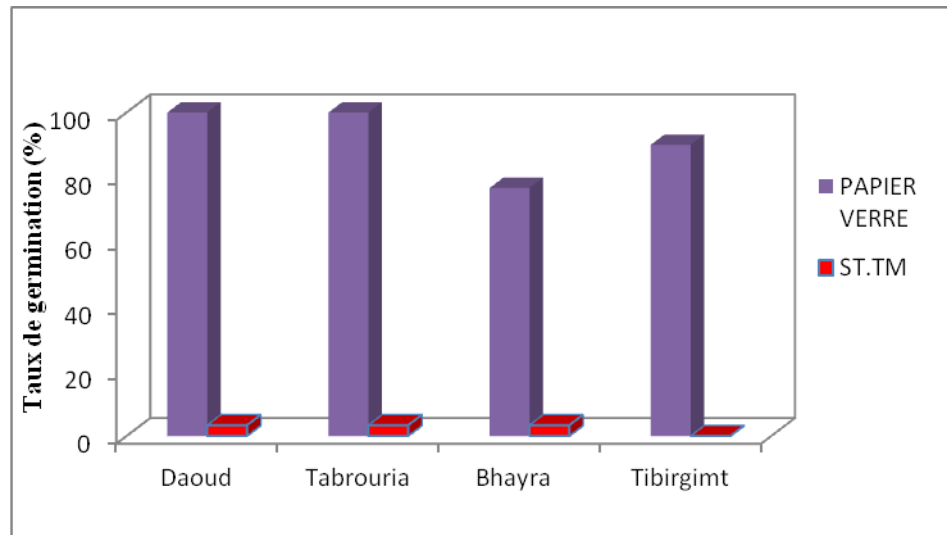


Figure n° 45. Comparaison du taux de germination des quatres provenances étudiées traitées par la scarification manuelle (papier verre).

Il ressort de la figure n° 46 que le taux de germination globale est dépendant de la provenance des graines, dont le taux de germination le plus élevé est enregistré au niveau des lots des graines provenant de Daoud avec un taux de germination de 74 % suivie par les lots des graines provenant de tabrouria avec un taux de germination de 46,66% puis les lots des graines provenant de Bhayra avec un taux de 38 % et enfin un taux de 37,33% chez les lots des graines provenant de Tibirgimt.

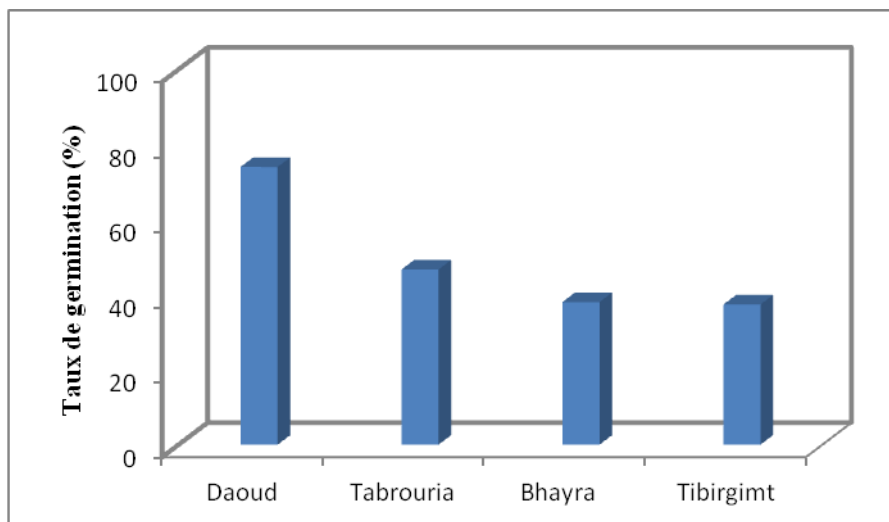


Figure n° 46. l'effet du provenance sur le taux de germination globale.

L'analyse de variance montre que le taux de germination est hautement significatif influencé par les traitements et par les différentes provenances des graines.

Tableau 19. Résultats de l'analyse de variance du paramètre taux finaux de germination des graines de *Calycotome spinosa* L à deux facteurs : les provenances et les traitements.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Facteur 1 : Provenance	3	4437,778	51,205	0,000
Facteur 2 : traitement	4	20389,167	235,260	0,000
Facteur 1 * Facteur 2	12	1050,278	12,119	0,000
Erreur	40	86,667		
Total	60			
Total corrigé	59			

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les provenances

Le tableau 20 permet de classer les provenances des graines en trois groupes : le groupe « A » qui comprend la provenance Daoud, le second groupe « B » comprend la provenance Tabrouria et le groupe « C » qui englobe les provenances Bhayra et Tibirgimt.

Tableau 20. Résultats de la comparaison des moyennes des taux de germination en fonction des provenances des graines.

Libellés	Moyennes (%)	Groupes
Daoud	74,00	A
Tabrouria	46,66	B
Bhayra	38,00	C
Tibirgimt	37,33	C

➤ Facteur2 : les traitements

Le tableau 21 permet de classer les traitements en trois groupes, le groupe « A » qui regroupe le traitement par le feu et le traitement par le papier verre, le second groupe « B » englobent le traitement par le H_2SO_4 2H, et le traitement par le H_2SO_4 1H, le groupe C comprend le traitement témoins.

Tableau 21. Résultats de la comparaison des moyennes des taux de germination en fonction des traitements.

Libellés	Moyennes (%)	Groupes
FEUX	93,33	A
PAPIER V	91,66	A
H_2SO_4 2H	32,50	B
H_2SO_4 1H	25,00	B
ST.TM	2,50	C

On remarque que le feu et le papier verre ont le plus important rôle pour améliorer la germination et la levée de dormance des graines.

2.2 Effet de la provenance et des traitements sur la cinétique des germinations

2.2.1 Effet du traitement sur la cinétique de germination

L'analyse des courbes de germination montre l'existence de trois phases dans la cinétique de germination :

- ✓ **Une première phase de latence** : cette phase correspond à la phase d'imbibition des graines.
- ✓ **Une deuxième phase exponentielle** où l'on assiste à une accélération de la germination.
- ✓ **Une troisième phase** caractérisée par un palier indiquant un arrêt de la germination.

Bien que les courbes aient la même forme générale, d'importantes différences dans le pourcentage de germination cumulé apparaissent entre les provenances.

Les figures (47.48.49.50) présentés les résultats, exprimant l'évolution de la cinétique des germinations des graines des quatre provenances étudiées en fonction du temps de germination. On remarque que pour tous les types des traitements des graines, il y a des différences très marquées de taux de germination entre le 3ème jour, le 20ème jour de germination.

2.2.1.1 Effet sur la cinétique de germination des graines provenant de Daoud

Nous observons de la figure n° 47 que la germination démarre rapidement le 3ème jour au niveau des lots des graines scarifiées par le papier verre avec un taux de germination de 3,33% et se stabilise le 9ème jour avec un taux cumulé de germination maximum de 100% suivie par les lots des graines exposées aux flammes de feu avec un taux de germination au démarrage assez important de 50% le 4ème jour, son évolution a duré 15 jours puis s'est stabilisé pour atteindre les taux cumulé de germination maximum de 100%.

Pour les lots des graines ayant subies une scarification avec l'acide sulfurique ont montrés une cinétique de la germination qui diffère selon la durée de trempages dans l'acide sulfuriques, la germination a démarré le 4ème jour au niveau des lots subies une scarification avec l'acide sulfurique durant deux heures avec un taux de germination de 30% puis s'accélère pour atteindre un taux maximum de 83,33% et se stabilise le 6ème, tandis que au niveau des lots subies une scarification avec l'acide sulfurique durant une heure la germination a démarré le 4ème jour avec un taux de 10% puis se stabilise le 15ème avec un taux de germination cumulé maximale de 83,33%.

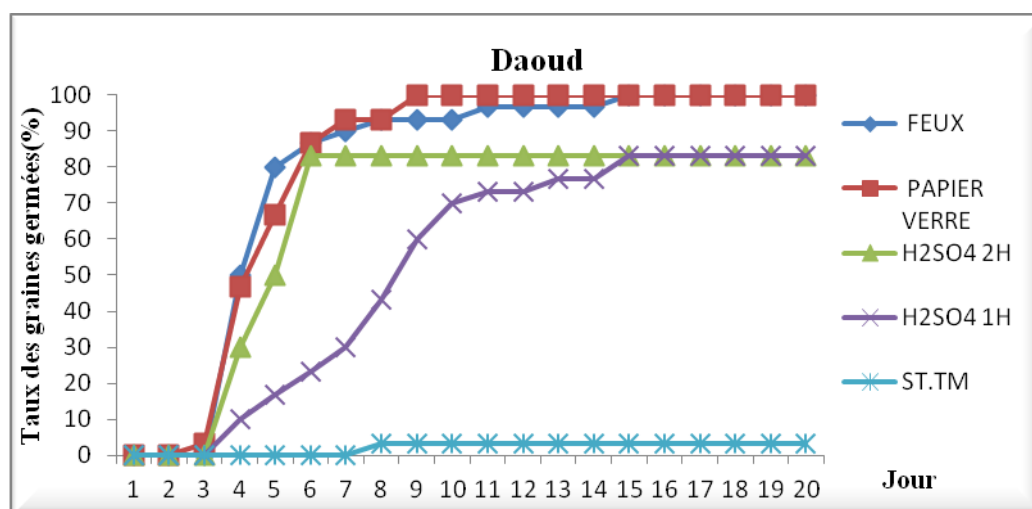


Figure n° 47. Cinétique de germination des graines du *Calycotome spinosa* provenance Daoud sous l'effet des différents traitements.

2.2.1.2 Effet sur la cinétique de germination des graines provenant de Bhayra

Il ressort de la figure n°48 que la germination démarre le 3^{ème} jour au niveau du lot des graines scarifiées par le papier verre avec un taux de germination au démarrage de 3,33%, son évolution se poursuit pendant les 12 jours suivants puis se stabilise avec un taux cumulé maximale de 76,66%.

Le taux de germination au démarrage le plus élevé est enregistré au niveau des lots des graines traitées par le feu avec un chiffre de 30% puis se stabilise dont le taux cumulé maximale qui est atteint après 15 jours de germination (93,33%), puis le reste des lots (13,33% pour les graines traitées par H₂SO₄ 2H, et 3,33% pour les lots des graines traitées par H₂SO₄ 1H et ST.TM.).

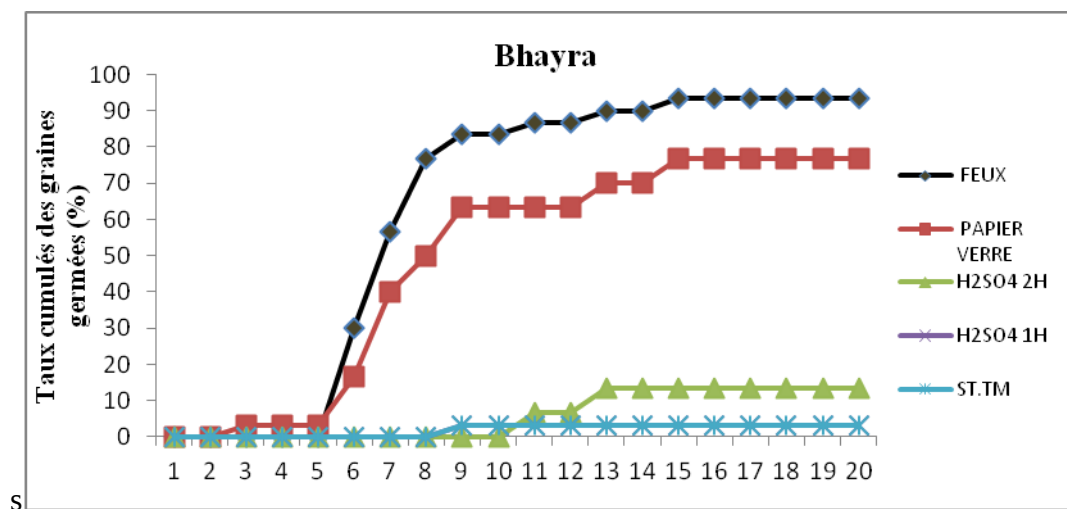


Figure n° 48. Cinétique de germination des graines du *Calycotome spinosa* provenance Bhayra sous l'effet des différents traitements.

2.2.1.3 Effet sur la cinétique des graines provenant de Tabrouria

Nous observons au niveau de la figure n° 49, une évolution de la germination qui démarre le 6ème jour au niveau de tous les lots sauf pour le lot témoin et se stabilise le 15ème jour. L'évolution du taux de germination cumulé est plus au moins similaire au niveau des lots traitées par le feu et scarifiées par le papier verre.

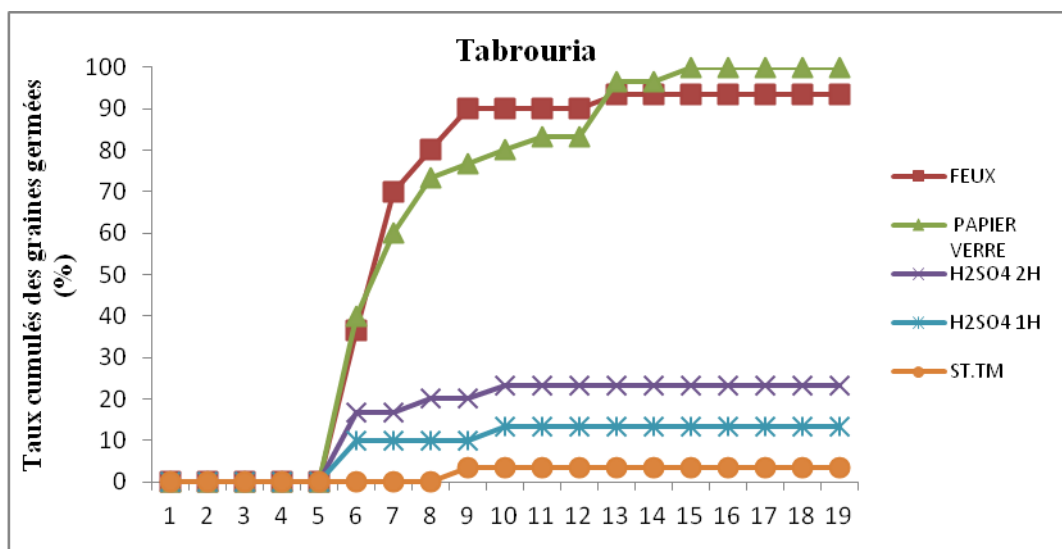


Figure n° 49. Cinétique de la germination des graines du *Calycotome spinosa* provenant de Tabrouria sous l'effet des différents traitements.

2.2.1.4 Effet sur la cinétique de germination des graines provenant de Tibirgimt

Le même phénomène a été observé au niveau de la figure n° 50, les graines scarifiées par le papier verre et traitées par le feu ont marqués les taux de germination les plus élevés, mais aussi le plus rapide car la germination a démarré rapidement le 4ème jour avec un chiffre de 6,66% pour les graines scarifiées par le papier verre avec un taux de germination cumulé de 90% suivie par les lots des graines traités par le feu avec un taux de germination au démarrage le plus élevée de 43,33% le 6ème jour et avec un taux de germination cumulé de 86,66% et puis le reste des lots dont les valeurs respectivement de 10%, 0%, 0%, au niveau des lots des graines traités par H2SO4 2H, H2SO4 1H, ST.TM.

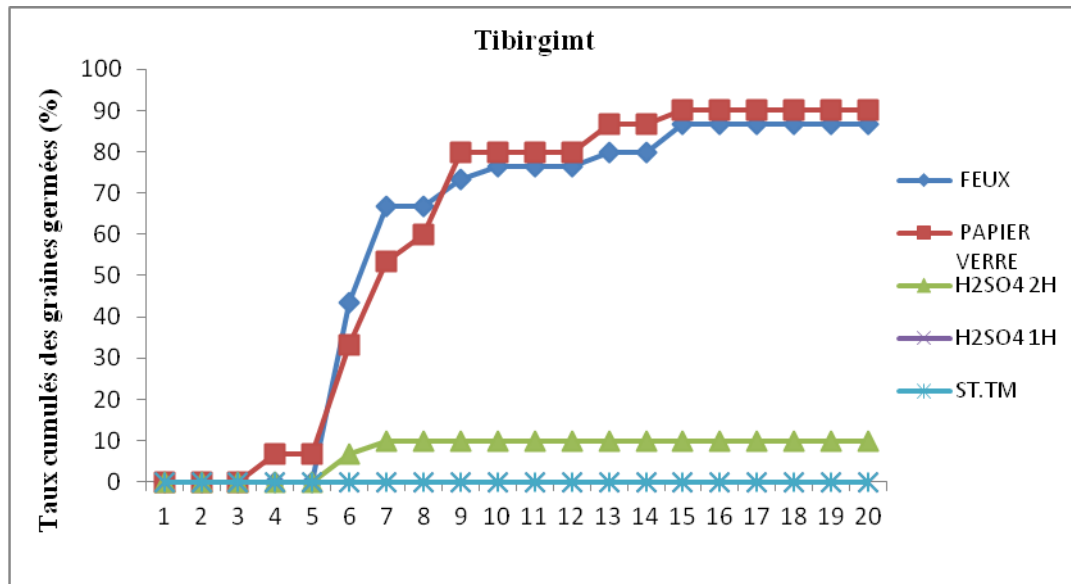


Figure n° 50. Cinétique de la germination des graines du *Calycotome spinosa* provenant de Tibirgimt sous l'effet des différents traitements.

2.2.2 Effet de la provenance sur la cinétique de germination

2.2.2.1 Effet sur la cinétique de germination des graines ayant subies un traitement par le feu

Nous remarquons au niveau de la figure n° 51 que la courbe du taux cumulé de germination des lots des graines du provenance Daoud démarre rapidement avec un taux de 50% puis s'accélère pour atteindre 100% et se stabilise le 15^{ème} jour, comparativement aux provenances Bhayra, Tabrouria et Tibirgimt dont les taux de germination le 6^{ème} jour au démarrage sont respectivement de 30%, 36,66% 43,33% avec un taux de germination cumulés sont respectivement de 93,33%, 93,33% , 86,66% .

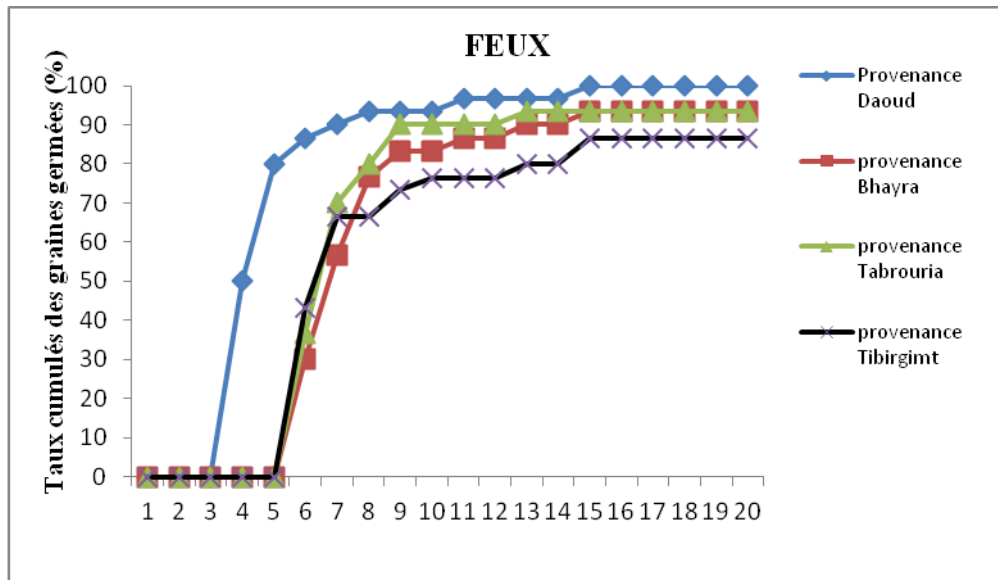


Figure n° 51. Comparaison de la cinétique de la germination des graines du *Calycotome spinosa* traitées par le feu provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.

2.2.2.2 Effet sur la cinétique de germination des graines ayant subies une scarification avec le papier verre.

Nous observons au niveau de la figure n° 52 une évolution de la germination qui démarre rapidement au niveau du lot des graines de la provenance Daoud avec un taux de 3,33 % le 3ème jour et se stabilise le 9ème avec un taux de germination cumulé de 100 %. L'évolution du taux de germination cumulé est plus au moins similaire au niveau des lots des autres graines.

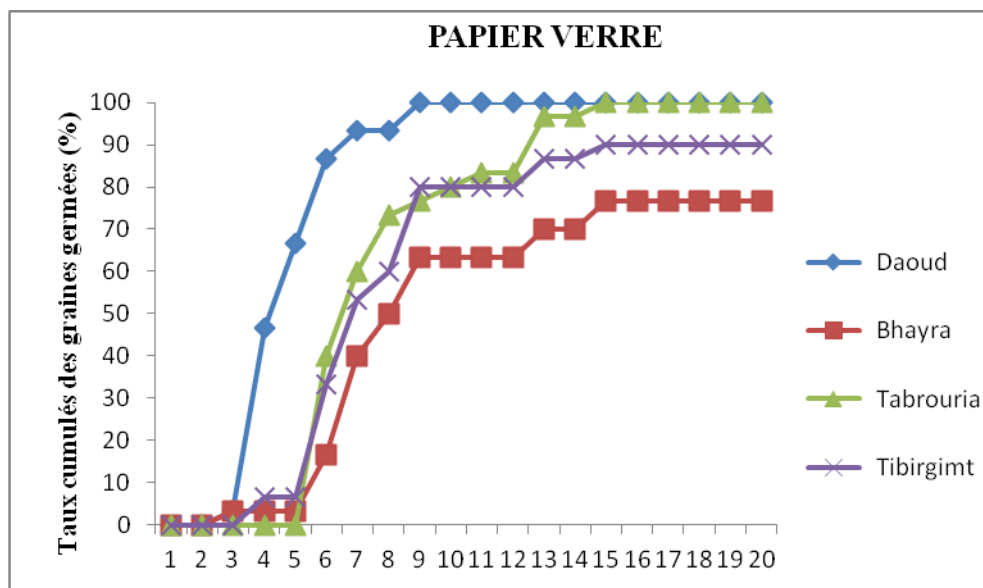


Figure n° 52. Comparaison de la cinétique de germination des graines du *Calycotome spinosa* traitées avec le papier verre provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.

2.2.2.3 Effet sur la cinétique de germination des graines ayant subies du traitement par l'acide sulfurique durant 02 heures

Nous observons au niveau de la figure n° 53 une évolution de la germination qui démarre rapidement au niveau des lots des graines provenant de Daoud comparativement aux autres provenances avec un taux de germination au démarrage de 30% le 4^{ème} jour et un taux de germination

cumulé de 83,33 % le 6^{ème} jour.

L'évolution du taux de germination cumulé est plus au moins similaire au niveau des trois autres provenances.

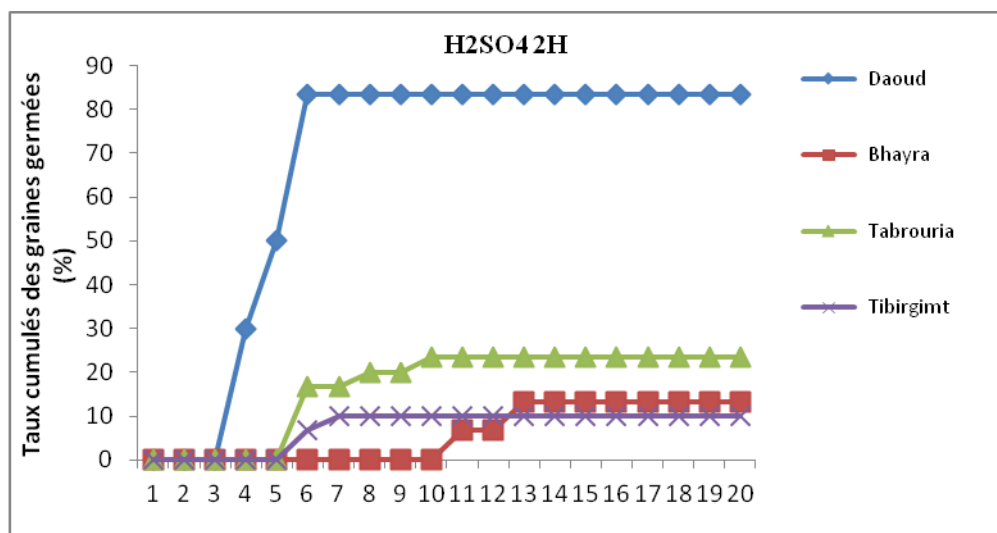


Figure n° 53. Comparaison de la cinétique de la germination des graines du *calycotome spinosa* traitées par H₂SO₄ 2H provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.

2.2.2.4 Effet des sur la cinétique de germination des graines ayant subies le traitement par l'acide sulfurique durant 01 heure.

Il ressort de la figure n°54 une évolution lente du taux de germination cumulé qui démarre le 4^{ème} jour au niveau des lots des graines de la provenance Daoud avec un taux de 10% suivie par les lots des graines de la provenance Tabrouria avec un taux de germination cumulé de 13,33% puis les lots des graines du provenance Bhayra avec un taux de 3,33% et enfin 0% dans le lot des graines du provenance Tibirgimt. La germination se stabilise le 10^{ème} jour pour les deux provenances Tabrouria et Bhayra et le 15^{ème} jour pour la provenance Daoud.

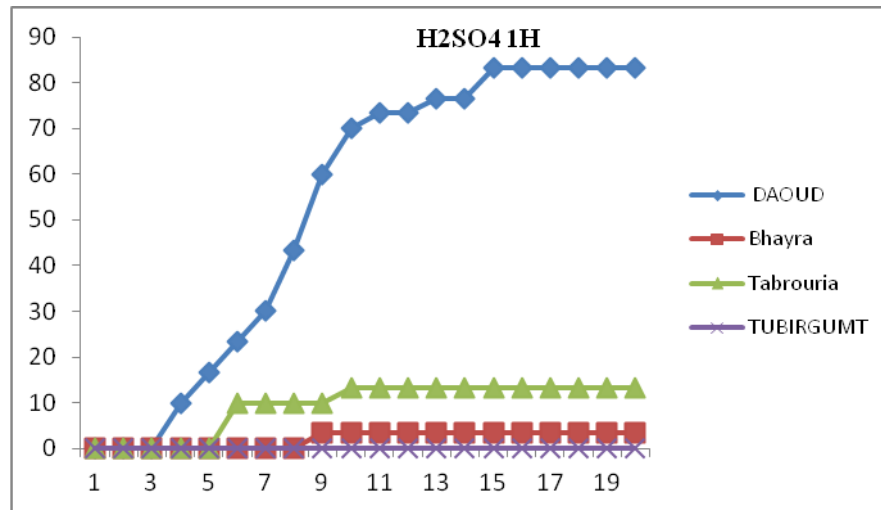


Figure n° 54. Comparaison de la cinétique de germination des graines du *Calycotome spinosa* traitées par H₂SO₄ 1H provenant des quatre régions de la wilaya de Saïda.

2.3 Effet des provenances et des traitements sur la durée de vie latente

Nous observons dans la figure 55 que la durée de vie latente est variée selon les traitements et les provenances, la plus courte durée de vie latente est enregistrée avec les graines du provenant de Daoud scarifié par le papier verre (2,6 jours) et la plus long durée de vie latente est enregistré avec les graines provenant de Bhayra scarifié par l'acide sulfurique pendant 02 heures (9,6 jours).

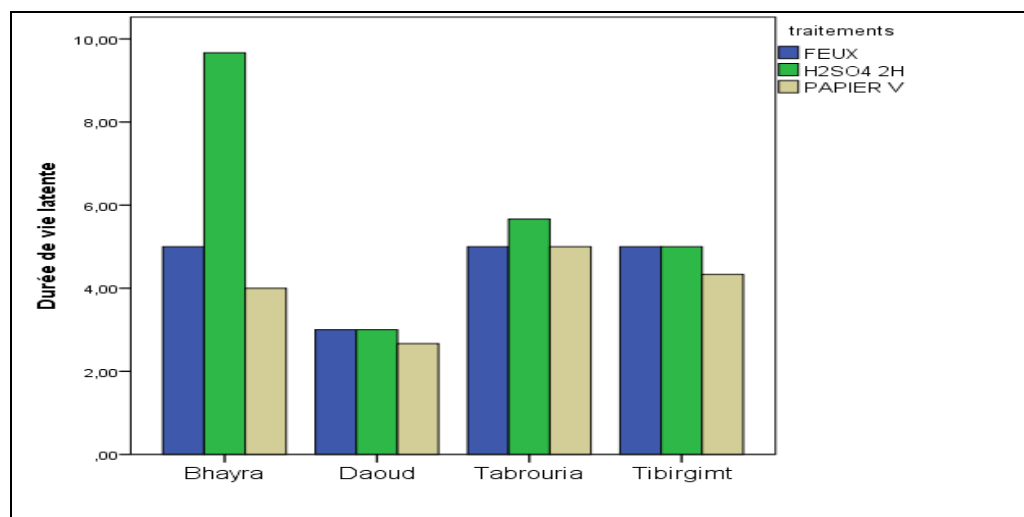


Figure n° 55. Durée de vie latente de germination des graines du *Calycotome spinosa L* des quatre provenances en fonction des trois traitements.

L'analyse de variance montre que la durée de vie latente est hautement significativement influencée par les traitements et par les différentes provenances des graines.

Tableau 22. Résultats de l'analyse de variance de durée de vie latente de germination à deux facteurs.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Facteur 1 : Provenances	3	17,556	33,263	0,000
Facteur 2 : traitements	2	10,778	20,421	0,000
Facteur 1 * Facteur 2	6	5,889	11,158	0,000
Erreur	24	0,528		
Total	36			
Total corrigé	35			

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur 1 : les provenances

Le tableau 23 permet de classer les provenances des graines en trois groupes, le groupe « A » qui comprend la provenance Bhayra, le second groupe « B » englobent la provenance Tabrouria et Tibirgimt , le groupe C comprend la provenance Daoud.

Tableau 23. Résultats de la comparaison des moyennes de la durée de vie latente en fonction des provenances.

Libellés	Moyennes (jour)	Groupes
Bhayra	6,2	A
Tabrouria	5,2	B
Tibirgimt	4,7	B
Daoud	2,8	C

➤ Facteur 2 : les traitements

Le tableau 24 permet de classer les traitements en deux groupes, le groupe « A » qui comprend le traitement par l'acide sulfurique durant deux heures, le second groupe « B » englobent les traitements par le feu et par la papier verre.

Tableau 24. Résultats de la comparaison des moyennes de la durée de vie latente en fonction des traitements.

Libellés	Moyennes (jour)	Groupes
H2SO4 2H	5,8	A
FEUX	4,5	B
PAPIER V	4,0	B

2.4 Effet de la provenance et des traitements sur la vitesse de germination des graines

La vitesse de germination est considérée comme étant le temps mis par les graines pour germer (LANG, 1965) déterminée entre le semis et la fin des germinations.

Pour mieux étudier les facteurs agissant sur la germination des graines de calycotome, nous adaptons deux formules simples :

- Le coefficient de vitesse (Cv) .
- le temps moyen de germination (Tm) proposées par KOTOWSKI (1926).

2.4.1 Coefficient de vitesse

Le figure n°56 indique que le coefficient de vitesse marque des valeurs de plus ou moins similaire au niveau des lots des graines des provenances Tabouria et Tibirgimt et le valeur le plus importante de coefficient de vitesse est marqué au niveau des lots des graines provenant de Daoud subieés aux traitements : papier verre, feu, H2SO4 avec des chiffres respectives de 19,64%, 19,55% et 19.89%, il est à noter les valeurs de 13,06%, 8,45%,12,04% au niveau des lots des graines du provenance Bhayra respectivement avec les traitements: feu, H2SO4,papier verre.

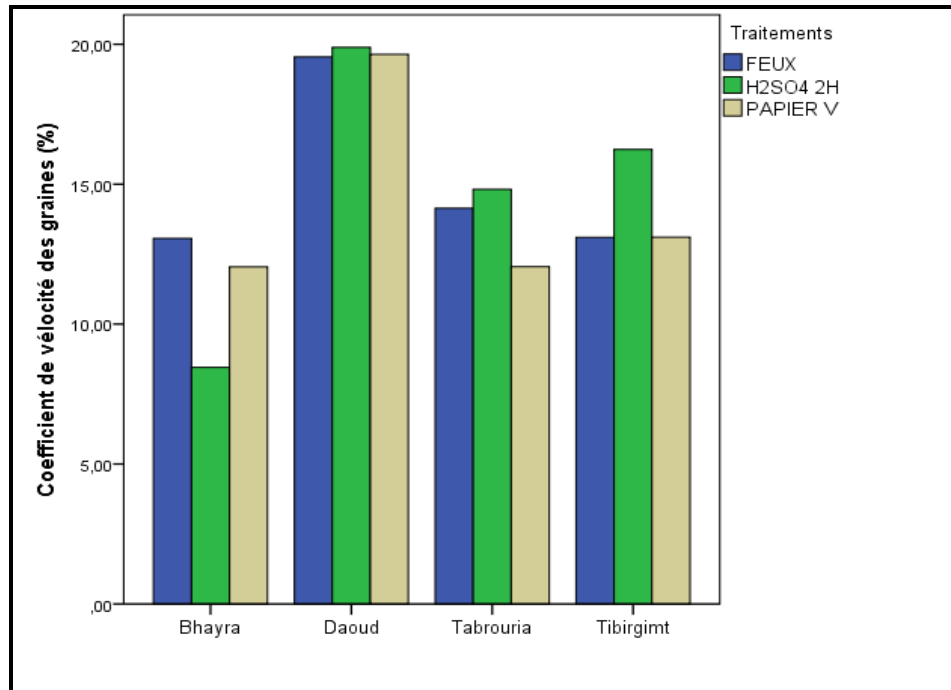


Figure n° 56. Coefficient de vélocité des graines du *Calycotome spinosa L.* des quatre provenances étudiées en fonction des trois traitements.

L'analyse de variance est hautement significative pour le facteur provenance et non significative pour le facteur traitements.

Tableau 25. Résultats de l'analyse de variance du coefficient de vélocité, à deux facteurs, les provenances et les traitements.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Facteur 1 : Provenances	3	115,914	40,759	0,000
Facteur 2 : traitements	2	1,969	0,692	0,510
Facteur 1 * Facteur 2	6	10,604	3,729	0,009
Erreur	24	2,844		
Total	36			
Total corrigé	35			

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les provenances

Le tableau 26 permet de classer les provenances des graines en trois groupes, le groupe « A » qui comprend la provenance Daoud, le second groupe « B » englobent la provenance Tabrouria et Tibirgimt, le groupe C comprend la provenance Bhayra .

Tableau 26. Résultats de la comparaison des moyennes du coefficient de vélocité en fonction des provenances.

Libellés	Moyennes (%)	Groupes
Daoud	19,6946	A
Tibirgimt	14,1479	B
Tabrouria	13,6696	B
Bhayra	11,1889	C

2.4.2 Temps moyen de germination

De la figure 57 il ressort que le temps moyen de germination montrent des différences entre les comportements des provenances mais assez proches entre les traitements.

Parmi les quatre provenances étudiées les plus courts temps moyens de germination sont enregistrés au niveau des lots des graines provenant de Daoud dont les valeurs de 5,26j, 5,04j, 5,10j respectivement au niveau des traitements par : le feu, l'acide sulfurique durant deux heures et le papier verre .

La même observation a été constatée pour les graines provenant de Tibirgimt dont les valeurs des temps moyens sont respectivement de : 7,65j, 6,16j, 7,69j au niveau des traitements : feu, H₂SO₄ 2H, PAPIER VERRE.

Au niveau des lots des graines provenant de Tabrouria ayant subi les traitements : le feu, l'acide sulfurique durant deux heures et le papier verre les temps moyens de germination enregistrés sont respectivement de: 7,12j, 7j, et 8,12 j.

Concernant les lots des graines de provenance Bhayra , les temps moyens de germination augmentent à un maximum lorsque les graines subissent le traitement avec H₂SO₄ 2H atteignant 11,88 j , puis diminuent aux niveaux des lots traités par le feu et le papier verre avec des valeurs qui sont respectivement de : 7,66 j, et 8,30j.

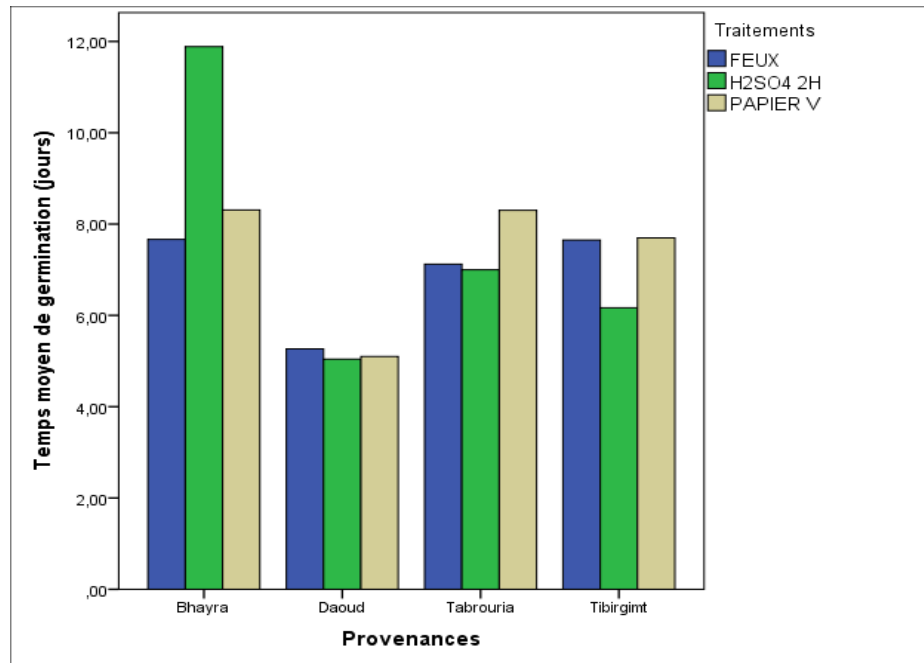


Figure n° 57. Temps moyen de germination des graines de *Calycotome spinosa* L. des quatre provenances étudiées en fonction du traitement.

L'analyse de variance est hautement significative pour le facteur provenance et non significative pour le facteur traitements.

Tableau 27. Résultats de l'analyse de variance du Temps moyen de germination à deux facteurs, les traitements et les provenances.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Facteur 1 : Provenances	3	26,008	42,940	0,000
Facteur 2 : Traitements	2	1,138	1,879	0,175
Facteur 1 * Facteur 2	6	6,086	10,047	0,000
Erreur	24	0,606		
Total	36			
Total corrigé	35			

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les provenances

Le tableau 28 nous permet de classer les provenances des graines en trois groupes, le groupe « A » qui comprend la provenance Bhayra , le second groupe « B » englobent la provenance Tabrouria et Tibirgimt le groupe C comprend la provenance Daoud.

Tableau 28. Résultats de la comparaison des moyennes du temps moyen de germination en fonction des provenances.

Libellés	Moyennes (jour)	Groupes
Bhayra	9,2856	A
Tabrouria	7,4733	B
Tibirgimt	7,1711	B
Daoud	5,1356	C

2.5 Effet des provenances et des traitements sur la croissance des jeunes plantules

2.5.1 Effet sur le poids frais

Nous observons de la figure n° 58 que le poids frais des jeunes plantules issues des graines des quatre provenances est considérablement différent.

Le poids frais moyen des jeunes plantules le plus élevée sont celles obtenues avec les graines provenant de Bhayra traitées par le papier verre est de 0,097g et avec les graines provenant de Tabrouria (0,095g) traitées par l'acide sulfurique durant 02 heures comparativement avec le poids frais des plantules issue des graines des provenance Tibirgimt et Daoud qui ne dépasse pas un moyenne total de (0,07g) .

Il faut noter que les plantules issues de grosses semences ayant des poids plus gros que celles issues de petites semences.

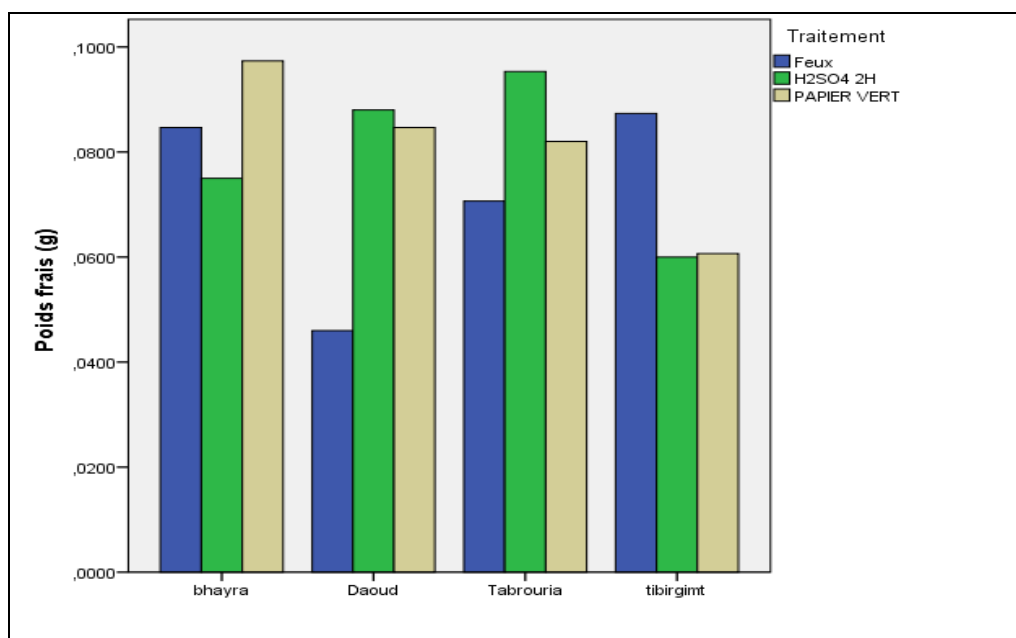


Figure n° 58. Poids frais des jeunes plantules issues des graines du *Calycotome spinosa L.* en fonction des traitements et des provenances.

L'analyse de variance démontre l'effet hautement significatif pour le facteur provenances ainsi que l'interaction des deux facteurs.

Tableau 29. Résultats de l'analyse de variance du poids frais des plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Facteur 1 : Provenances	3	0,001	6,940	0,002
Facteur 2 : Traitements	2	0,000	3,535	0,045
Facteur 1 * Facteur 2	6	0,001	12,426	0,000
Total	36			

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur 1 : Les provenances

Le tableau 30 permet de classer les provenances en deux groupes distincts, le groupe « A » représenté par les provenances Bhayra et Tabrouria le groupe « B » représenté par le reste des provenances.

Tableau 30. Résultats de la comparaison des moyennes des poids frais des plantules en fonction des provenances.

Libellés	Moyennes (g)	Groupes
Bhayra	0,085	A
Tabrouria	0,082	A
Daoud	0,072	B
Tibirgimt	0,069	B

2.5.2 Effet sur la longueur des jeunes plantules

2.5.2.1 Effet sur la longueur des systèmes aérienne

Il ressort de ce graphe (figure 59) que les longueurs des systèmes aérienne des plantules issues a partir des lots des graines provenant de Daoud et Tabrouria scarifiées par le papier verre et traitées par l'acide sulfurique atteignent des valeurs plus ou moins importants comparativement aux longueurs des systèmes aérienne des jeunes plantules issues a partir des lots des graines traitées par le feu .

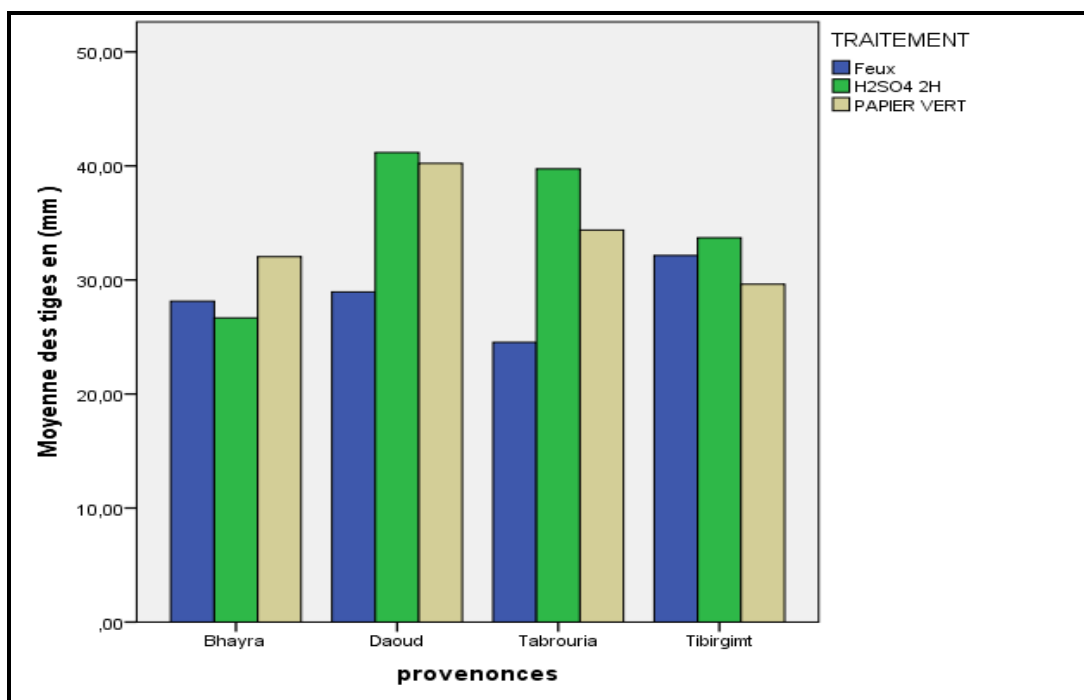


Figure n° 59. Longueur moyen des systèmes aériens des jeunes plantules issus à partir des graines traitées de *Calycotome spinosa L* en fonction des provenances et des traitements.

L'analyse de variance démontre l'effet significatif pour le facteur provenances et effet hautement significatif pour le facteur traitements ainsi que l'interaction.

Tableau 31. Résultats de l'analyse de variance de la longueur des systèmes aériens des plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Facteur 1 : Provenance	3	345,794	3,317	0,022
Facteur 2 : Traitement	2	618,281	5,931	0,003
Facteur 1 * Facteur 2	6	222,386	2,133	0,053

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Scheffé pour des échantillons de taille hétérogène au seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les provenances

Le tableau 32 permet de classer les provenances des graines en quatre groupes, le groupe « A » qui comprend la provenance Daoud, le second groupe « BC » qui comprend la provenance Tabrouria, le groupe « CD » comprend la provenance Tibirgimt le groupe D comprend la provenance Bhayra.

Tableau 32. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des systèmes aériens des plantules en fonction des provenances.

Libellés	Moyennes (mm)	Groupes
Daoud	36,78	A
Tabrouria	31,39	BC
Tibirgimt	31,13	CD
Bhayra	29,68	D

➤ Facteur 2 : les traitements

Le tableau 33 nous permette de classer les moyennes de la longueur des systèmes aériens en deux groupes, le groupe « A » qui regroupe les traitements par l'acide sulfurique durant 02 heure et le papier verre, le second groupe « B » qui comprend le traitement par le feu.

Tableau 33. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des systèmes aériens des jeunes plantules en fonction des traitements.

Libellés	Moyennes (mm)	Groupes
H2SO4 2H	38,06	A
PAPIER VERT	34,06	A
Feux	28,44	B

2.5.2.2 Effet sur la longueur des systèmes racinaires

Les résultats obtenus (voire Figure n° 60) démontrent que les traitements appliqués sur les graines eu un effet plus ou moins significative sur la croissance du système racinaires des jeunes plantules car la longueur le plus élevé du système racinaires des jeunes plantules issues, est obtenues avec les plantules issues des graines traitées par l'acide sulfurique durant deux heure aux niveaux des lots des graines provenant de Daoud et Tabrouria avec des valeurs respectivement de :29,76 mm , 25,99 mm suivie par les longueurs des systèmes racinaires des plantules issues des graines scarifiées par le papier verre et traitées par le feu. Il faut noter qu'au niveau des lots des graines provenant de Bhayra la longueur le plus élevé est enregistrée avec les plantules issues des graines traitées par le papier verre avec une valeur de 26,48 mm puis les deux autres traitements.

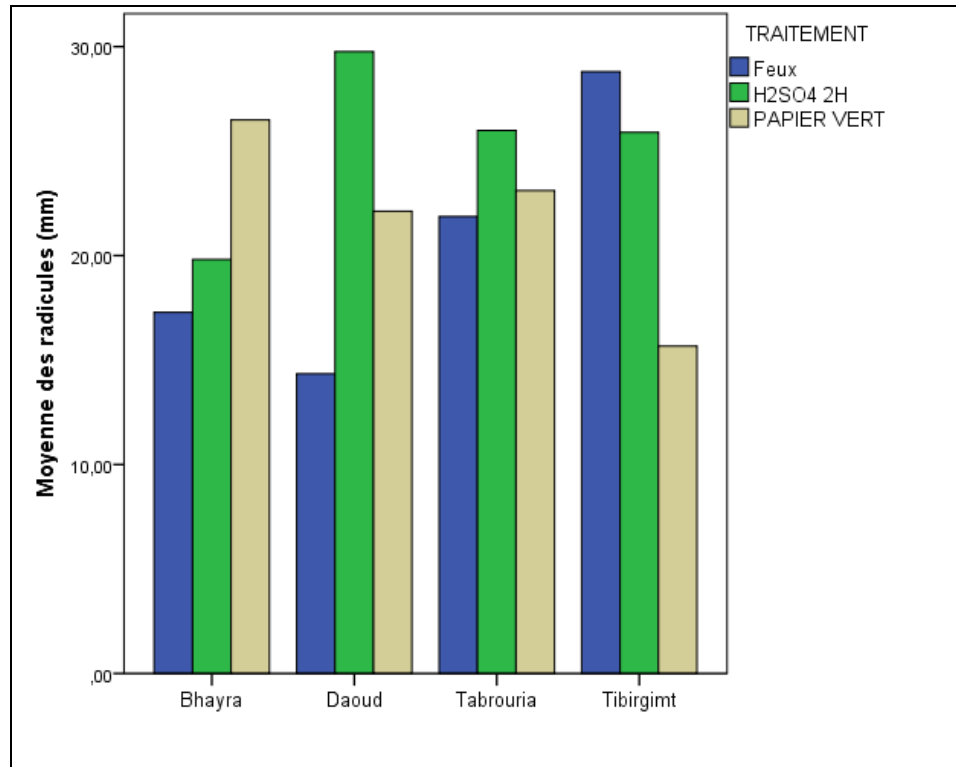


Figure n° 60. Longueur moyen des systèmes racinaires des jeunes plantules issues à partir des graines traitées de *Calycotome spinosa L* en fonction des provenances et des traitements.

L'analyse de variance démontre l'effet non significatif pour le facteur provenances et effet hautement significatif pour le facteur traitement ainsi que l'interaction.

Tableau 34. Résultats de l'analyse de variance de la longueur des systèmes racinaires des jeunes plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Faeur 1 : Provenance	3	35,926	0,522	0,668
Facteur 2 : traitement	2	457,599	6,651	0,002
Facteur 1 * Facteur 2	6	488,473	7,099	0,000

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Scheffé pour des échantillons de taille hétérogène au seuil de 5%.

➤ Facteur 1 : les traitements.

Le tableau 35 permet de classer les traitements en deux groupes, le groupe « A » qui comprend les traitements par l'acide sulfurique durant 02 heure, le second groupe « B » qui comprend le traitement par le feu et par le papier verre.

Tableau 35. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des systèmes racinaires des plantules en fonction des traitements.

Libellés	Moyennes (mm)	Groupes
H2SO4 2H	27,08	A
PAPIER VERT	21,84	B
Feux	20,57	B

2.5.2.3 Effet sur la longueur totale

Les longueurs des jeunes plantules (Figure n° 61) présentent des résultats différents en fonction des traitements. Nous remarquons d'abord que la longueur la plus élevée est enregistrée avec les plantules issues des graines traitées par l'acide sulfuriques au niveau des lots des graines provenant de Daoud et Tabrouria avec des valeurs respectives de 70,94 mm et 65,74 mm , suivie par les plantules issues des graines traitées par le papier verre au niveaux de lots des graines provenant de Daoud Tabrouria et Bhayra et dont les valeurs sont respectivement de 62, 65 mm ,57,48mm, 58,53mm.

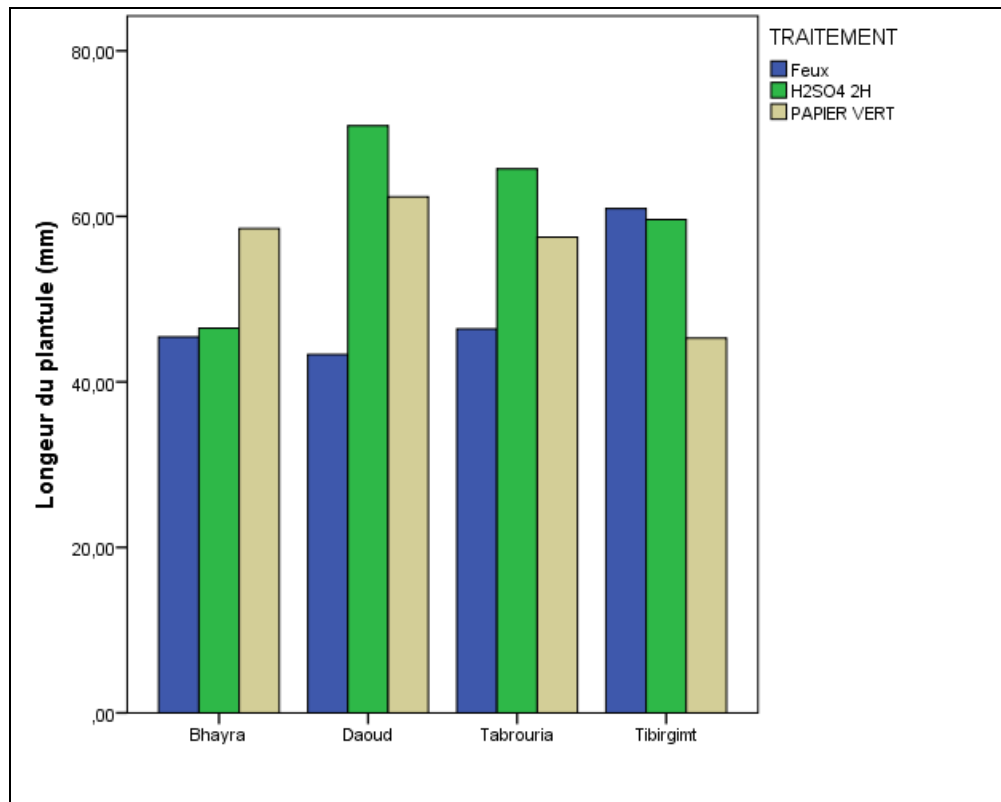


Figure n° 61. longueur moyen des jeunes plantules issue à partir des graines de *Calycotome spinosa L* en fonction des provenances et des traitements

L'analyse de variance démontre l'effet non significatif pour le facteur provenances et effet hautement significatif pour le facteur traitement ainsi que l'interaction.

Tableau 36. Résultats de l'analyse de variance du longueur des systèmes racinaires des plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.

Source	DDL	Moyenne des carrés	F	P
Facteur 1 : Provenance	3	397,411	1,724	0,165
Facteur 2 : traitement	2	1299,048	5,635	0,004
Facteur 1 * Facteur 2	6	1149,337	4,985	0,000

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Scheffé pour des échantillons de taille hétérogène au seuil de 5%.

➤ Facteur 1 : les traitements

Le tableau 37 permet de classer les traitements en deux groupes, le groupe « A » qui comprend le traitement par l'acide sulfurique durant 02 heure , le second groupe « B » qui comprend les traitements par le feu et par le papier verre.

Tableau 37. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des plantules en fonction des traitements.

Libellés	Moyennes (mm)	Groupes
H2SO4 2H	65,1409	A
PAPIER VERT	55,9137	B
Feux	49,0148	B

Discussion

L'étude de la caractérisation morphologique et physiologique des graines de *C. spinosa* de quartés déferents périmètres de la région de Saïda nous a permis de démontrer une variabilité inter et intra population .

Caractérisation morphologique des graines

Les graines avec la surface et le poids significativement le plus important proviennent des deux stations Tabrouria et Bhayra avec des valeurs respectives de: (8.22 mm², 0.096g) pour Tabrouria et (8,02 mm² .0, 066g pour Bhayra) compare au graines de la station de Daoud dont les caractéristiques sont les suivantes (6,61 mm², 0,04g). Tandis que les semences des deux stations Daoud et Tabrouria présentent des graines avec les formes les plus uniformes c'est à dire circulaires et ronde

Il ressort de nos analyses statistiques une corrélation positive entre la surface et le poids des graines avec les précipitations.

Caractéristique physiologiques des graines

Les résultats de nos recherches ont confirmés l'existence d'une dormance physique chez *C. spinosa* due aux téguments qui constituent une barrière solide qui empêche le passage de toute source d'hydratation et donc empêche la germination, ce qui se produit chez la plupart des Fabacées (Baskin et Beskin, 1989).

En effets les graines non scarifiées ont présentés des taux de germination très faible de l'ordre de 3,33% , nos résultats coïncident avec ceux de Doussi et Thanos 1994 et Galié et *al* 2015 qui ont obtenue des taux de germination respectifs de 8% et 10% chez le *C. villosa* .Les résultats obtenue avec scarification (des taux de germination de plus de 80%) montre la grande vitalité des graines de *C.spinosa*.

Les traitements de levée de dormance par le feux et la scarification manuelle contribuent le plus à la levée de dormance tégumentaire des graines des 4 stations à savoir Tabrouria, Bhayra et Tibirgimt et Daoud, cela dit les graines de la station de Daoud ont présentés des réponses de germination importante lorsqu'elles sont scarifié par l'acide sulfurique en plus des deux autres méthodes cités . due sans doute à l'épaisseur des manteaux moins épais par rapport aux graines des autre provenances. Ces resultats sont concluants une variabilité de la germination en fonction des provenances des graines. Cette hétérogénéité est également remarquable chez d'autres espèces dans les mêmes environnements, comme certaines espèces de ciste (Thanos et Georghiou, 1988).

L'exposition des graines a fin de reproduire un incendie de foret phénomène très répandue dans les maquis des écosystèmes méditerrané, le feu contribue à provoquer des dommages au tégument et ainsi réduire sont l'imperméabilité a l'eau et plus particulièrement chez les provenances avec les téguments les plus épais (Doussi et Thanos 1994)

Le traitement chimique avec l'acide sulfurique constitue également une bonne méthode de scarification, la durée de d'exposition des graines a l'acide sulfurique est cruciale , car l'immersion des graines dans l'acide sulfurique durant deux heurs a été plus efficace provoquant une détériorations des téguments facilitant ainsi la perméabilité de la graines a l'eau, ainsi l'effet positif de la scarification chimique confirme que *C. spinosa* tire avantages de dispersion par endozoochorie (passage des graines a travers le tube digestif ovin et caprin) se qui améliore la germination .

Les graines de la station de Daoud et Tabrouria présentent les taux de germination les plus élevés avec une vitesse de germination importante et par conséquent un temps de latence inférieurs comparés aux graines des autres stations.

Les jeunes plantules qui ont marqués le poids le plus élevés sont issues des stations Bhayra e Tabrouria, tandis que celle avec la longueur du système aérien le plus imposant sont celle issue de Daoud, Tabrouria et Tibirgimt.

Les plantules dont les graines ont été traités par l'acide sulfurique sont les plus présentent des longueurs de tiges et de racines plus importantes cela est due a la vitesse de germination et les vigueur des graines.

Le traitement par le feu quand à lui inhibe clairement la croissance des jeunes plantules qui présentent les formes les moins imposantes comparés aux jeune plantules des autres traitements par l'acide et la scarification manuelle.

Conclusion

La présente étude est une contribution aux compréhensions du phénomène de la levée de dormance tégumentaire des graines de *Calycotome spinosa* provenant de différents périmètres de la région de Saida.

Il ressort de nos résultats de recherche des points très importants que nous énumérer comme suit :

- ✓ Les différents traitements testés contribuent efficacement à lever la dormance tégumentaire du *C.spinosa*.
- ✓ La scarification par le feu et la scarification manuelle sont très efficace pour lever la dormance tégumentaire et augmenter le taux de germination à 100% selon les provenances.
- ✓ Le traitement par l'acide constitue également une bonne alternative d'autant plus que les graines qui germent suite à ce traitement sont considérés comme plus vigoureuses.
- ✓ De plus, les résultats obtenus à travers les analyses des corrélations indiquent que l'ensemble des facteurs écologiques pris en compte jouent un rôle dans la variabilité existante entre la morphologie et la physiologie des populations étudiés
- ✓ Il serait intéressant d'intégrer la *C. spinosa* dans les programme de restaurations des terres dégradées vue les potentialités écologiques et économiques qu'il offre (plante légumineuse fixatrice d'azote , fourragères et mellifère) d'autans plus que notre étude a confirmé qu'il est facile de faire germer et donc de cultiver cette plante en pépinières a travers les méthodes de levée de dormance tégumentaires que nous prescrivons.

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIE	
1. Monographie de la plante « <i>Calycotome spinosa</i> l »	2
1.1 Origine et position systématique	2
1.1.1 Origine.....	2
A. Famille des Légumineuses	2
B. Sous famille des Papilionacées	2
1.1.2 Position systématique	2
1.2 Morphologie et phénologie	3
1.2.1 Appareil végétatif.....	3
A. Racine.....	3
B. Tige.....	3
C. Feuille.....	4
1.2.2 Appareil reproducteur	4
A. Fleur	4
B. Fruit	6
C. Graine	6
D. Diagramme florale.....	6
1.3 Physiologie et adaptation	6
1.4 Usage et propriétés	7
2. Notions de Germination et de Croissance	8
2.1 La germination	8
2.1.1 Les Caractéristiques de la graine.....	8
2.1.2 La Définitions de la germination :.....	9
2.1.3 Les types de germination.....	9
2.1.3.1 La germination épigée « germination épicotyle »:.....	9
2.1.3.2 La germination hypogée « germination hypocotyle »:.....	9

2.1.4	Les différentes phases de la germination :	10
2.1.5	Les facteurs de la germination	11
2.1.5.1	Conditions externes :	13
2.1.5.2	Conditions internes :	13
2.2	Les dormances	13
2.2.1	Les inhibitions tégumentaires	14
2.2.1.1	L'imperméabilité à l'eau	14
2.2.1.2	L'imperméabilité à l'oxygène	15
2.2.2	Dormances embryonnaires	16
2.3	La croissance	17
2.3.1	Sites et formes de croissance	17
2.3.1.1	Au niveau de la plante et des organes.	18
A.	La croissance primaire	18
B.	La croissance secondaire	18
2.3.1.2	Au niveau cellulaire	19
2.3.2	Cinétique de croissance et variation dans la croissance	20
2.3.3	Les substances régulatrices de croissance	20
2.3.3.1	Action de l'auxine	20
A.	L'échelle des organes	20
B.	Sur la croissance de la paroi	20
2.3.3.2	Gibbérelline	20
3.	Présentation de la zone d'étude	22
3.1	Présentation de la wilaya de Saida	22
3.2	Situation administrative des provenances des graines	23
3.3	Caractéristiques climatiques des provenances	23
3.3.1	La pluviométrie :	24
3.3.1.1	Correction des données pluviométriques	25
3.3.2	La température	26

3.3.2.1	Correction des données thermiques.....	26
3.3.3	Synthèse climatique.....	34
3.3.3.1	Quotient pluviométrique d'Emberger pour les points considérés.....	34
3.3.3.2	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :.....	37
3.3.3.3	Indice d'aridité de DEMARTONNE.....	39
3.4	Caractéristiques édaphiques des provenances.....	41
3.4.1	Les sols bruns calcaires	41
3.4.2	Les sols alluviaux (peu évolués)	41
3.4.3	Les lithosols.....	41
3.4.4	Les sols bruns rouges	41

CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

1.	Matériels et méthodes	43
1.1	Matériel végétal.....	43
1.2	Matériel du laboratoire	44
1.3	Dispositif expérimental	44
1.3.1	Etude des caractéristiques morphologiques des graines	44
1.3.1.1	Traitement statistiques.....	46
1.3.2	Etude des caractéristiques physiologiques des graines	47
1.3.2.1	Prétraitement et pré germination des graines	47
1.3.2.2	Expression des résultats et analyse statistique des données	48
A.	Les taux finaux de germination :.....	48
B.	Cinétique de la germination :	48
C.	La durée de vie de latente :.....	48
D.	Vitesse de germination :	48
1.3.2.3	Poids frais et biométries des jeunes plantules	49

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1.	Résultats de l'étude des caractéristiques morphologiques des graines	51
1.1	Surface de la graine	51

1.2	Périmètre de la graine.....	52
1.3	Diamètre minimum de la graine.....	53
1.4	Diamètre maximum de la graine	54
1.5	Poids des graines	55
1.6	Axe maximale d'une ellipse avec superficie équivalente	56
1.7	Axe minimal d'une ellipse avec superficie équivalente.....	57
1.8	La forme des graines.	58
1.8.1	Ratio diamètre maximale/minimale de la graine.....	58
1.8.2	Circularité de la graine	59
1.8.3	Rondeur descripteur du graine	60
1.8.4	Ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec une superficie équivalente	61
1.9	Analyse des corrélations entre les variables étudiés et les facteurs du milieu d'origine des provenances :	62
1.9.1	Les corrélations positives :.....	62
1.9.2	Les corrélations négatives :.....	62
2.	Résultats de l'étude des caractéristiques physiologiques des graines	63
2.1	Effet des traitements et des provenances sur la levée de dormance.....	63
2.1.1	Effet des traitements sur la levée de dormance	63
2.1.2	Effet des provenances sur la levée de dormance	66
2.2	Effet de la provenance et des traitements sur la cinétique des germinations	70
2.2.1	Effet du traitement sur la cinétique de germination	70
2.2.1.1	Effet sur la cinétique de germination des graines provenant de Daoud	71
2.2.1.2	Effet sur la cinétique de germination des graines provenant de Bhayra	72
2.2.1.3	Effet sur la cinétique des graines provenant de Tabrouria	73
2.2.1.4	Effet sur la cinétique de germination des graines provenant de Tibirgimt	73
2.2.2	Effet de la provenance sur la cinétique de germination	74
2.2.2.1	Effet sur la cinétique de germination des graines ayant subies un traitement par le feu	74

2.2.2.2	Effet sur la cinétique de germination des graines ayant subies une scarification avec le papier verre.....	75
2.2.2.3	Effet sur la cinétique de germination des graines ayant subies du traitement par l'acide sulfurique durant 02 heures.....	76
2.2.2.4	Effet des sur la cinétique de germination des graines ayant subies le traitement par l'acide sulfurique durant 01 heure.....	76
2.3	Effet des provenances et des traitements sur la durée de vie latente.....	77
2.4	Effet de la provenance et des traitements sur la vitesse de germination des graines	79
2.4.1	Coefficient de vélocité	79
2.4.2	Temps moyen de germination	81
2.5	Effet des provenances et des traitements sur la croissance des jeunes plantules	83
2.5.1	Effet sur le poids frais	83
2.5.2	Effet sur la longueur des jeunes plantules	85
2.5.2.1	Effet sur la longueur des systèmes aérienne.....	85
2.5.2.2	Effet sur la longueur des systèmes racinaires.....	87
2.5.2.3	Effet sur la longueur totale	89
	Discussion	92
	Conclusion.....	94
	References Bibliographiques.....	95

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1. Pluviométrie moyenne mensuelle de la station métrologique de Rebahia calculée sur la période (1 janvier 1983-31decembre 2012).....	25
Tableau 2. Résultats des précipitations corrigées.....	26
Tableau 3. Température moyenne ; maximale et minimale (C°) (1983-2012).	29
Tableau 4. Montre les valeurs corrigées des températures Max et Min pour les points Considérés.	30
Tableau 5. Montre les valeurs du quotient pluviométrique pour les provenances considérées.....	35
Tableau 6. Indice d'aridité de DEMARTONE pour les points considérés.	40
Tableau 7. Liste des variables morphométriques mesurées sur les graines du <i>Calycotome spinosa L.</i>	45
Tableau 8. Moyennes de surface des graines par provenance et les groupes homogènes.....	51
Tableau 9. Moyennes du périmètre des graines par provenance et les groupes homogènes.....	52
Tableau 10. Moyennes du diamètre minimum des graines par provenance et les groupes homogènes.....	53
Tableau 11. Moyennes du diamètre maximum des graines par provenance et les groupes homogènes.	54
Tableau 12. Moyennes du poids des dix graines par provenance et les groupes homogènes.	55
Tableau 13. Moyennes de l'Axe maximale d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine par provenance et les groupes homogènes.....	56
Tableau 14. Moyennes de l'axe minimal d'une ellipse avec la superficie équivalente de la graine par provenance et les groupes homogènes.....	57
Tableau 15. Moyennes du ratio diamètre maximale/minimale de la graine par provenance et les groupes homogènes.....	58
Tableau 16. Moyennes de la circularité de la graine du <i>Calycotome spinosa L</i> par provenance et les groupes homogènes.....	59
Tableau 17. Moyennes du rondeur descripteur de la graine par provenance et les groupes homogènes.	60
Tableau 18. Moyennes de ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine par provenance et les groupes homogènes.....	61
Tableau 19. Résultats de l'analyse de variance du paramètre taux finaux de germination des graines de <i>Calycotome spinosa L</i> à deux facteurs : les provenances et les traitements.....	69
Tableau 20. Résultats de la comparaison des moyennes des taux de germination en fonction des provenances des graines.	69
Tableau 21. Résultats de la comparaison des moyennes des taux de germination en fonction des traitements.	70
Tableau 22. Résultats de l'analyse de variance de durée de vie latente de germination à deux facteurs.	78
Tableau 23. Résultats de la comparaison des moyennes de la durée de vie latente en fonction des provenances.	78
Tableau 24. Résultats de la comparaison des moyennes de la durée de vie latente en fonction des traitements.	79
Tableau 25. Résultats de l'analyse de variance du coefficient de vélocité, à deux facteurs, les provenances et les traitements.....	80

Tableau 26. Résultats de la comparaison des moyennes du coefficient de vélocité en fonction des provenances.	81
Tableau 27. Résultats de l'analyse de variance du Temps moyen de germination à deux facteurs, les traitements et les provenances.	82
Tableau 28. Résultats de la comparaison des moyennes du temps moyen de germination en fonction des provenances.	83
Tableau 29. Résultats de l'analyse de variance du poids frais des plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.	84
Tableau 30. Résultats de la comparaison des moyennes des poids frais des plantules en fonction des provenances.	85
Tableau 31. Résultats de l'analyse de variance de la longueur des systèmes aériens des plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.	86
Tableau 32. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des systèmes aériens des plantules en fonction des provenances.	86
Tableau 33. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des systèmes aériens des jeunes plantules en fonction des traitements.	87
Tableau 34. Résultats de l'analyse de variance de la longueur des systèmes racinaires des jeunes plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.	88
Tableau 35. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des systèmes racinaires des plantules en fonction des traitements.	89
Tableau 36. Résultats de l'analyse de variance du longueur des systèmes racinaires des plantules à deux facteurs les provenances et les traitements.	90
Tableau 37. Résultats de la comparaison des moyennes de la longueur des plantules en fonction des traitements.	91

LISTE DES FIGURES

Figure n° 1. <i>Calycotome spinosa</i> L.	3
Figure n° 2. Androcée diadelphe (Papilionacées)	5
Figure n° 3. Fleur de Papilionacée	5
Figure n° 4. Fleur de Papilionacée	5
Figure n° 5. Germination épigée du haricot (à gauche) et hypogée du pois (à droit) (d'après Meyer et al 2004).....	10
Figure n° 6. Courbe théorique de la germination d'une semence (d'après Côme, 1982).....	11
Figure n° 7. Les étapes de la germination d'une graine (d'après Meyer et al, 2004).....	11
Figure n° 8. Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (d'après Côme, 1993).....	12
Figure n° 9. Schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques. (D'après Côme, 1967).	15
Figure n° 10. Germination et premiers stades de croissance d'un haricot. (UNESCO 1973 in Meyer et al 2004).....	17
Figure n° 11. Découpage administratif de la wilaya de Saida.....	22
Figure n° 12. Résultats des corrections des données thermiques « températures minimales annuelles ».....	28
Figure n° 13. Résultats des corrections des données thermiques « températures maximales annuelles ».	31
Figure n° 14. Résultats des corrections des données thermiques « températures moyennes annuelles ».	32
Figure n° 15. Résultats des corrections des données thermiques « amplitudes thermiques moyennes annuelles ».	33
Figure n° 16 . La position bioclimatique des provenances dans le climagramme d'Emberger.....	36
Figure n° 17. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Bhayra (1983-2012).....	37
Figure n° 18 . Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tibirgimt(1983-2012)....	38
Figure n° 19. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Daoud (1983-2012).....	38
Figure n° 20 .Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tabrouria (1983-2012)....	39
Figure n° 21. Indice d'aridité d'après le climagramme de DEMARTONNE des provenances.	40
Figure n° 22. Carte des sols de la wilaya de Saida (Source : S.A.T.E.C., 1976).	42
Figure n° 23. Les altitudes des quatre stations (Daoud, Bhayra, Tabrouria, Tibirgimt)	43
Figure n° 24 . Illustration des variables morphométriques mesurées sur les graines du <i>Calycotome spinosa</i> L.	46
Figure n° 25. Disposition des boîtes de pétri dans l'incubateur.....	47
Figure n° 26. Les plantules issues des graines	50
Figure n° 27. Surface moyenne de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> .L en fonction des provenances.....	51
Figure n° 28. Périmètre moyen de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	52
Figure n° 29. Diamètre minimum des graines du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	53
Figure n° 30. Diamètre maximum des graines du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	54
Figure n° 31. Poids des dix graines du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	55

Figure n° 32. Moyennes de l'Axe maximale d'une ellipse avec une superficie équivalente de la graine.....	56
Figure n° 33. Moyennes de l'Axe minimal d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine.	57
Figure n° 34. Moyenne du ratio diamètre maximale/minimale du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	58
Figure n° 35. Moyennes de la circularité de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> L par provenance.	59
Figure n° 36. Moyennes de la rondeur descripteur de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> L par provenance. .	60
Figure n° 37. Moyennes de ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine.	61
Figure n° 38.Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Calycotome spinosa</i> L provenant de Tabrouria.....	63
Figure n° 39.Effet de différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Calycotome spinosa</i> L provenant de Bhayra.	64
Figure n° 40. Effet de différents traitements sur le taux de germination des graines.....	65
Figure n° 41. Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Calycotome spinosa</i> L provenant de Tibirgimt.	65
Figure n° 42.Comparaison de l'effet du traitement sur le taux de germination total en fonction des quatre provenances étudiées.	66
Figure n° 43 . Comparaison de germination des quatre provenances étudiées traitées par l'acide sulfurique durant 01 heure et 02 heures.....	67
Figure n° 44.Comparaison du taux de germination des quatre provenances étudiées traitées par le feu. ...	67
Figure n° 45.Comparaison du taux de germination des quatre provenances étudiées traitées par la scarification manuelle (papier verre).	68
Figure n° 46.l'effet du provenance sur le taux de germination globale.	68
Figure n° 47.Cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenance Daoud sous l'effet des différents traitements.....	71
Figure n° 48.Cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenance Bhayra sous l'effet des différents traitements.....	72
Figure n° 49. Cinétique de la germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenant de Tabrouria sous l'effet des différents traitements.	73
Figure n° 50.Cinétique de la germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenant de Tibirgimt sous l'effet des différents traitements.	74
Figure n° 51.Comparaison de la cinétique de la germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> traitées par le feu provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.....	75
Figure n° 52.Comparaison de la cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> traitées par le papier verre provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.....	75
Figure n° 53.Comparaison de la cinétique de la germination des graines du <i>calycotome spinosa</i> traitées par H ₂ SO ₄ 2H provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.	76
Figure n° 54.Comparaison de la cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> traitées par H ₂ SO ₄ 1H provenant des quatre régions de la wilaya de Saïda.	77

Figure n° 55. Durée de vie latente de germination des graines du <i>Calycotome spinosa L</i> des quatre provenances en fonction des trois traitements.	77
Figure n° 56.Coefficient de vélocité des graines du <i>Calycotome spinosa L</i> des quatre provenances étudiées en fonction des trois traitements.	80
Figure n° 57.Temps moyen de germination des graines de <i>Calycotome spinosa L</i> des quatre provenances étudiées en fonction du traitement.	82
Figure n° 58. Poids frais des jeunes plantules issues des graines du <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des traitements et des provenances.	84
Figure n° 59. Longueur moyen des systèmes aériens des jeunes plantules issus à partir des graines traitées de <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des provenances et des traitements.	85
Figure n° 60. Longueur moyen des systèmes racinaires des jeunes plantules issues à partir des graines traitées de <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des provenances et des traitements.	88
Figure n° 61.longueur moyen des jeunes plantules issue à partir des graines de <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des provenances et des traitements.....	90

Figure n° 1. <i>Calycotome spinosa</i> L.	3
Figure n° 4. Fleur de Papilionacée	5
Figure n° 2. Androcée diadelphie (Papilionacées)	5
Figure n° 3. Fleur de Papilionacée	5
Figure n° 5. Germination épigée du haricot (à gauche) et hypogée du pois (à droite) (d'après Meyer et al 2004).....	10
Figure n° 6. Courbe théorique de la germination d'une semence (d'après Côme, 1982).....	11
Figure n° 7. Les étapes de la germination d'une graine (d'après Meyer et al, 2004).....	11
Figure n° 8. Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (d'après Côme, 1993).....	12
Figure n° 9. Schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques. (D'après Côme, 1967).	15
Figure n° 10. Germination et premiers stades de croissance d'un haricot. (UNESCO 1973 in Meyer et al 2004).....	17
Figure n° 11. Découpage administratif de la wilaya de Saida.....	22
Figure n° 12. Résultats des corrections des données thermiques « températures minimales annuelles ».....	28
Figure n° 13. Résultats des corrections des données thermiques « températures maximales annuelles ».....	31
Figure n° 14. Résultats des corrections des données thermiques « températures moyennes annuelles ».....	32
Figure n° 15. Résultats des corrections des données thermiques « amplitudes thermiques moyennes annuelles ».....	33
Figure n° 16 . La position bioclimatique des provenances dans le climagramme d'Emberger.....	36
Figure n° 17. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Bhayra (1983-2012).....	37
Figure n° 18 . Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tibirgimt(1983-2012)....	38
Figure n° 19. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Daoud (1983-2012)	38
Figure n° 20 .Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tabrouria (1983-2012)....	39
Figure n° 21. Indice d'aridité d'après le climagramme de DEMARTONNE des provenances.	40
Figure n° 22. Carte des sols de la wilaya de Saida (Source : S.A.T.E.C., 1976).	42
Figure n° 23. Les altitudes des quatre stations (Daoud, Bhayra, Tabrouria, Tibirgimt)	43

Figure n° 24 . Illustration des variables morphométriques mesurées sur les graines du <i>Calycotome spinosa</i> L.	46
Figure n° 25. Disposition des boîtes de pétri dans l'incubateur.....	47
Figure n° 26. Les plantules issues des graines	50
Figure n° 27. Surface moyenne de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.....	51
Figure n° 28. Périmètre moyen de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	52
Figure n° 29. Diamètre minimum des graines du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	53
Figure n° 30. Diamètre maximum des graines du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	54
Figure n° 31. Poids des dix graines du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	55
Figure n° 32. Moyennes de l'Axe maximale d'une ellipse avec une superficie équivalente de la graine.....	56
Figure n° 33. Moyennes de l'Axe minimal d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine.....	57
Figure n° 34. Moyenne du ratio diamètre maximale/minimale du <i>Calycotome spinosa</i> L en fonction des provenances.	58
Figure n° 35. Moyennes de la circularité de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> L par provenance.	59
Figure n° 36. Moyennes de la rondeur descripteur de la graine du <i>Calycotome spinosa</i> L par provenance. .60	
Figure n° 37. Moyennes de ratio diamètre maximale/minimale d'une ellipse avec superficie équivalente de la graine.	61
Figure n° 38.Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Calycotome spinosa</i> L provenant de Tabrouria.....	63
Figure n° 39.Effet de différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Calycotome spinosa</i> L provenant de Bhayra.....	64
Figure n° 40. Effet de différents traitements sur le taux de germination des graines.....	65
Figure n° 41. Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Calycotome spinosa</i> L provenant de Tibirgimt.....	65
Figure n° 42.Comparaison de l'effet du traitement sur le taux de germination total en fonction des quatres provenances étudiées.	66
Figure n° 43 . Comparaison de germination des quatres provenances étudiées traitées par l'acide sulfurique durant 01 heure et 02 heures.	67
Figure n° 44.Comparaison du taux de germination des quatres provenances étudiées traitées par le feu. ...	67
Figure n° 45.Comparaison du taux de germination des quatres provenances étudiées traitées par la scarification manuelle (papier verre).	68
Figure n° 46.l'effet du provenance sur le taux de germination globale.	68
Figure n° 47.Cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenance Daoud sous l'effet des différents traitements.....	71
Figure n° 48.Cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenance Bhayra sous l'effet des différents traitements.....	72
Figure n° 49. Cinétique de la germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenant de Tabrouria sous l'effet des différents traitements.	73

Figure n° 50.Cinétique de la germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> provenance Tibirgimt sous l'effet des différents traitements.	74
Figure n° 51.Comparaison de la cinétique de la germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> traitées par le feu provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.	75
Figure n° 52.Comparaison de la cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> traités par le papier verre provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.	75
Figure n° 53.Comparaison de la cinétique de la germination des graines du <i>calycotome spinosa</i> traitées par H ₂ SO ₄ 2H provenant de quatre régions de la wilaya de Saïda.	76
Figure n° 54.Comparaison de la cinétique de germination des graines du <i>Calycotome spinosa</i> traitées par H ₂ SO ₄ 1H provenant des quartes régions de la wilaya de Saïda.	77
Figure n° 55. Durée de vie latente de germination des graines du <i>Calycotome spinosa L</i> des quatre provenances en fonction des trois traitements.	77
Figure n° 56.Coefficient de vélocité des graines du <i>Calycotome spinosa L</i> des quatre provenances étudiées en fonction des trois traitements.	80
Figure n° 57.Temps moyen de germination des graines de <i>Calycotome spinosa L</i> des quatre provenances étudiées en fonction du traitement.	82
Figure n° 58. Poids frais des jeunes plantules issues des graines du <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des traitements et des provenances.	84
Figure n° 59. Longueur moyen des systèmes aériens des jeunes plantules issus à partir des graines traitées de <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des provenances et des traitements.	85
Figure n° 60. Longueur moyen des systèmes racinaires des jeunes plantules issues à partir des graines traitées de <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des provenances et des traitements.	88
Figure n° 61.longueur moyen des jeunes plantules issue à partir des graines de <i>Calycotome spinosa L</i> en fonction des provenances et des traitements.....	90