République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Dr. Yahia Farés de Médéa

Faculté des Sciences

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de diplôme de Master en sciences biologiques

Option : Ecologie et environnement

Présenté par : BETTACHE Assia

THEME :

ETUDE DES VARIATIONS DES TRAITS FONCTIONNELS DES ESPECES FORESTIERESEN REPONSE AU FACTEUR D'EXPOSITION (FORET DE TAMEZGUIDA, WILAYA DE MEDEA).

Evalué le : 22/06 /2022

Devant le jury composé de :

Mr. H. AIT-MOUHEB	MCB	UYFM	Promoteur
Mr. T. AIT HAMMOUDA	MAA	UYFM	Examinateur
Mme. R. BOUDERBALA	MAA	UYFM	Examinatrice

Médéa, 2021/2022

Remerciement

Avant tout et tout le monde, je remercie le grand et bon Dieu qui ma donné le courage, la patience et la force d'être arrivée jusqu'à ce point.

Au début, il est très agréable d'exprimer mes reconnaissances à tous ceux qui m'ont aidé scientifiquement, matériellement et moralement à réaliser ce travail, particulièrement mes parents.

J'exprime aussi ma gratitude, la plus profonde à Monsieur ***Ait Mouheb Hocine*** *qui a bien voulu me confier ce sujet, et qui a assuré l'encadrement de ce travail, je lui reconnais son entière disponibilité, son aide inestimable et Ses conseils sans lesquels ce travail n'aurait pu aboutir.*

Je tiens à remercie Mme Dahlas Karima, Chef de bureau de la conservation des forets a la la wilaya de Médéa

Mme Halfaoui Fethia, doctorante à l'université de Blida, Mise en valeur des terres et inspecteur en chef à la conservation des forets de la wilaya de Médéa

Mr Lakrid Ahmed, Inspecteur forestier en chef de la conservation des forets de la wilaya de Médéa

Mr Kasri Othmen, Sergent forestier a la conservation des forets de la wilaya de Médéa

Mr Ougrid Ramzi, Aide forestière a la conservation des forets de la wilaya de Médéa

Par cette occasion, je remercie Mr ***Ait Hammouda Tahar*** *et Mme* ***Bouderbala Rachida*** *qui vont me faire l'honneur d'évaluer mon travail.*

Dédicace

Ce travail est dédié :

A mes très chers parents Akissa et Benabdi que dieu les gardent pour nous.

A mes chères sœurs Lila, Amel, Djihed, Iness, Nesrin, Imen et Amira

A mes chers frères Mohamed, Dahmen, Abdou, Mohamed et Nabil

A mes chères grand-mères

A mes tantes : Samia, Leila, Nora, Aounia, Assia, Nawel, Naima et Fatima

A mes chers ancles : El hadj, Ahmed, tonton Belkacem, Abd el rahmen et Missoum

A mes cousines : Dallal, Bouchra, Asma, Cerine, Malak et Yasmine

A mes très chères nièces : Safa, Marwa, Sara et mon petit ange Anas

Résumé :

Le présent travail a été réalisé dans la région de Tamezguida, la wilaya de Médéa, dont elle est caractérisée par une couverture très hétérogène et une prépondérance des formations pré forestières. Il a pour objectif d'étudier les variations des traits fonctionnels des espèces forestières en réponse aux facteurs environnementaux (Altitude, exposition).Une enquête de terrain en mois de mai 2022 a été faite pour la collecte d'échantillons. L'échantillonnage a été effectué dans 540 à 1470 m d'altitude variant d'environ 970 m. Deux aspects différents (Nord et Sud) de chaque vallée ont été choisis. Sept traits fonctionnels de végétation ont été examinés pour 74 espèces végétales, collectées dans 8 stations échantillonnées. Sept traits fonctionnels, à savoir la surface foliaire (Leaf area), la surface foliaire spécifique (SLA), la teneur en matière sèche des feuilles(LDMC), ont été étudiés et analysés, Nous avons testé l'effet de l'altitude sur les traits des feuilles des espèces forestière, la forme de vie et le cycle biologiques des espèces. Nous avons constaté une différence significative avec un p value supérieur à 0,05. Les résultats ont montré que les traits fonctionnels végétatifs relatifs à la tolérance tel que LDMC, SLA , LA,PS,PF sont inversement proportionnelle avec l'altitude par contre cette relation est proportionnelle avec SLA quelque soit exposition sud ou nord. En fin cette relation inversement proportionnelle significative respectivement chez les espèces forestières qui ont un cycle de vie pérenne tandis qu'elle est sans effet chez annuels et les biannuels sur exposition nord ou sud. L'étude de variation des traits fonctionnels selon un gradient altitudinal et l'exposition a permis de définir la stratégie des espèces forestières de survire dans les hautes altitudes en utilisant une variation dans la morphologiques des feuilles (faible LDMC, SLA élevé..) et de cycle de vie (pérenne) lies à l'adaptation aux conditions défavorables. Tandis que les espèces forestières qui vivent dans les basses altitudes favorisent une variation dans la morphologique des feuilles LDMC élevé et SLA faible) et de cycle de vie (pérenne) lies a la compétition aux conditions favorables. Ces espèces forestières utilisent ces deux stratégies quelques soit exposition nord ou sud. La corrélation statistique entre les indices justifié la forte sensibilité des espèces à la variation spatiale des facteur environnementaux.

Mots clés : Tamezguida, traits fonctionnels, LA, SLA, LDMC, cycle biologique, corrélation

ملخص:

تم تنفيذ هذا العمل في منطقة تمزكيدا ، ولاية ميديا ، التي تتميز بغطاء غير متجانس للغاية وكثرة تكوينات ما قبل الغابات . تهدف الدراسة إلى دراسة الاختلافات في السمات الوظيفية لأنواع الغابات استجابة للعوامل البيئية (الارتفاع ، والتعرض) ،وقد تم إجراء مسح ميداني في مايو 2022 لجمع العينات. تم أخذ العينات على ارتفاع 540 إلى 1470 مترا تتراوح من حوالي 970 متـ ًرا. تم اختيار جانبين مختلفين (شمال وجنوب) لكل واد. تم فحص سبع سمات نباتية وظيفية لـ 74 نوعا نباتيا، تم جمعها من 8 محطات أخذ العينات. تمت دراسة وتحليل سبع سمات وظيفية ، وهي مساحة الأوراق ، ومنطقة الأوراقالمحددة (SLA) ، ومحتوى المادة الجافة للأوراق (LDMC) ، واختبرنا تأثير الارتفاع على سمات الأوراق لأنواع الغابات ، وشكل الحياة ودورة حياة الأنواع. وجدنا فرقًا كبيـ ًرا بقيمة p أكبر من 0.05. أظهرت النتائج أن الصفات الوظيفيةالخضرية المتعلقة بالتحمل مثل LDMC و SLA و LA و PS و PF تتناسب عكسياً مع الارتفاع ، إلا أن هذه العلاقة تتناسب مع SLA بغض النظر عن التعرض الجنوبي أو الشمالي. في النهاية ، تعتبر هذه العلاقة التناسبية عكسية مهمةعلى التوالي في الأنواع الحرجية التي لها دورة حياة دائمة ، بينما ليس لها أي تأثير في الحولية أو نصف السنوية علىالتعرض للشمال أو الجنوب. إن دراسة التباين في السمات الوظيفية وفقًا للتدرج الطولي والتعرض قد أتاح تحديد استراتيجية أنواع الغابات للبقاء على ارتفاعات عالية باستخدام تباين في مورفولوجيا الأوراق (منخفض LDMC ، مرتفع SLA ، إلخ) و دورة الحياة (الدائمة) المتعلقة بالتكيف مع الظروف المعاكسة. بينما تفضل أنواع الغابات التي تعيش على ارتفاعات منخفضة التباين في مورفولوجيا الأوراق (LDMC مرتفع و SLA منخفض) ودورة الحياة (المعمرة) المرتبطةبالمنافسة في ظل ظروف مواتية. تستخدم هذه الأنواع الحرجية هاتين الإستراتيجيتين بغض النظر عن التعرض للشمال أو الجنوب. بررت العلاقة الإحصائية بين المؤشرات الحساسية العالية للأنواع للتغير المكاني للعوامل البيئية

الكلمات المفتاحية:

تامزكيدة ، الصفات الوظيفية ، التحسس ، التصلب الجانبي الضموري ، LDMC ، دورة الحياة ، الارتباط

Summary:

This work was carried out in the region of Tamezguida, the wilaya of Médéa, which is characterized by a very heterogeneous cover and a preponderance of pre-forest formations. Its objective is to study the variations in the functional traits of forest species in response to environmental factors (Altitude, exposure). A field survey in May 2022 was carried out to collect samples. Sampling was carried out in 540 to 1470 m altitude varying from about 970 m. Two different aspects (North and South) of each valley were chosen. Seven functional vegetation traits were examined for 74 plant species, collected from 8 sampled stations. Seven functional traits, namely leaf area, specific leaf area (SLA), leaf dry matter content (LDMC), were studied and analyzed. We tested the effect of altitude on leaf traits of forest species, life form and life cycle of species. We found a significant difference with a p value greater than 0.05. The results showed that the vegetative functional traits relating to tolerance such as LDMC, SLA, LA, PS, PF are inversely proportional with altitude, however this relationship is proportional with SLA regardless of southern or northern exposure. In the end, this inversely proportional relationship is significant respectively in forest species that have a perennial life cycle, while it has no effect in annuals and biannuals on north or south exposure. The study of variation in functional traits according to an altitudinal gradient and exposure has made it possible to define the strategy of forest species to survive in high altitudes by using a variation in the morphology of leaves (low LDMC, high SLA, etc.) and life cycle (perennial) related to adaptation to adverse conditions. While forest species that live in low altitudes favor variation in leaf morphology (high LDMC and low SLA) and life cycle (perennial) linked to competition under favorable conditions. These forest species use these two strategies regardless of north or south exposure. The statistical correlation between the indices justifies the high sensitivity of species to the spatial variation of environmental factors.

Key words:

Tamezeda, functional traits, desensitization, amyotrophic lateral sclerosis, LDMC, life cycle, correlation

Sommaire :

Introduction générale..... 1

1. Problématique
2. Hypothèse
3. Objectifs de l'étude

Chapitre 01 : Cadre physique

Introduction 5

1. La situation administrative et géographique de la zone d'étude.....5
2. L'appartenance phytogéographique de la zone d'étude 6
3. La géologie 6
4. La géomorphologie..... 7
5. La pédologie, ...7
6. Le climat……. 7

6.1. La source des données climatiques ……...……7

6.2. La pluviosité……..... 8

6.2.1. Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle…… 8

6.2.2. Régime saisonnier……. 9

6.3. Les températures……..... 9

6.3.1. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » 10

6.3.2. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M »…… ..11

6.3.3. Températures moyennes annuelles et mensuelles……12

6.4. La synthèse climatique.....13

6.4.1. Diagramme ombrothérmique de Bagnouls et Gaussen (1953)……13

6.4.2. Quotient et climagramme pluviothérmique d'emberger (1955)…..... 14

1Conclusion ……. 16

Chapitre 02 : Méthodologie adoptée

Introduction 18

1. Prospection et choix des stations 18
2. Echantillonnage 23
3. Aire minimale et détermination des relevés 23
4. Relevé phytoécologique 24
    4.1. La liste floristique 24
    4.2. Le coefficient d'abondance-dominance 25
5. Protocoles de mesures des traits fonctionnels 25
    5.1. Présentation et mesure des traits fonctionnels 25
    5.2. Traits végétatifs 26
        5.2.1. Présentation des traits et leur intérêt biologique 26
        5.2.2. Protocole de mesure 26
6. Analyses statistique 30
    6.1. Analyse de variance (ANOVA) 30
    6.2. Analyse de corrélation 31

Chapitre 03 : Résultats et discussion

I. Résultats 35

1. Relation de l'altitude avec les traits des feuilles selon l'exposition 35
    1.1. Relation entre LA et l'altitude selon exposition nord et sud 35
    1.2. Relation entre poids frais des feuilles et l'altitude selon l'exposition nord et sud…. 36
    1.3. Relation entre poids sec des feuilles et l'altitude selon l'exposition nord et sud 37
    1.4. Relation entre SLA des feuilles et l'altitude selon l'exposition nord et sud 38
    1.5. Relation entre LDMC des feuilles et l'altitude selon l'exposition nord et sud 39
2. Effet de l'altitude sur les traits des feuilles selon l'exposition 40
    2.1. Effet de l'altitude sur LA selon l'exposition nord et sud… 40
    2.2. Effet de l'altitude sur le poids frais selon l'exposition nord et sud 41
    2.3. Effet de l'altitude sur le poids sec selon l'exposition nord et sud 42
    2.4. Effet de l'altitude sur SLA selon l'exposition nord et sud 43

2.5. Effet de l'altitude sur LDMCselon l'exposition nord et sud 44
3. Relation de l'altitude avec les traits des feuilles selon les cycles de vie dans les deux expositions 45
3.1. Relation d'Altitude et LA en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nord et Sud 45
3.2. Relation d'Altitude et poids frais en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nord et Sud 47
3.3. Relation d'Altitude et poids secs en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nord et Sud 49
3.4. Relation d'Altitude et SLA en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nord et Sud 51
3.5. Relation d'Altitude et LDMC en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nord et Sud 53

II. Discussion 55

1. Effet de l'exposition sur la relation des traits fonctionnels des feuilles (LA, SLA, LDMC) et l'altitude 55

1.1. Effet de l'exposition sur la relation du teneur en matière sèche des feuilles (LDMC)et l'altitude 55

1.2. Effet de l'exposition sur la relation la surface foliaire spécifique des feuilles(SLA),la surface foliaire (LA) et l'altitude 56

2. Effet d'exposition et de cycle de vie sur la relation des traits des feuilles et l'altitude 57

Conclusion générale 60
Bibliographie 62
Annexe 69

Liste des tableaux :

Tableau N° 01 : Moyenne mensuelle et annuelle des précipitations.....8
Tableau N° 02 : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m »..... 10
Tableau N° 03 : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M »..... 10
Tableau N° 04: Températures moyennes mensuelles et annuelles 10
Tableau N° 05 : Données géographiques des stations d'études 16

Liste des figures :

Figure N°01 : Situation administrative de la commune de Tamezguida 6

Figure N°02 : Régime pluviométrique saisonnier 9

Figure 3 : Courbe représentant la température minimale de Tamezguida ……..10

Figure 4 : Courbe représentant la température maximale de Tamezguida……..11

Figure5 : Courbe représentant la température moyenne de Tamezguida**…….12**

Figure N°06 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tibhirine pour la période allant de 2007 à 2016… 14

Figure N° 07 : Le climagramme d'Emberger de la région de Tibhirine pour la période allant de 2007 à 2016.....15

Figure N°08: Vue générale de la station N°01 Supra méditerranéenne (photo prise le : (19/05/2022 .....20.

Figure N°09: Vue générale de la station N° Sommet- méditerranéenne (photo prise le : (16/05/2022) 20

Figure N°10 : Vue générale de la station N°0 Méso-méditerranéenne (photo prise le : (19/05/2022) 21

Figure N°11: Vue générale de la station N° Thermo-méditerranéenne (photo prise le : (19/05/2022) 22

Figure N°12: Exemple d'image de feuilles scannées 28

Figure N°13: Exemple d'image d'une feuille pesée avec une balance 28

Figure N°14: Exemple des echantillons préparés pour le séchage dans l'etuve.....29

Figure N°15 : **:** Etape de sechage en utilisant l'étuve à 60°c 29

Figure N°16 : Quelques types de liaison entre deux variables quantitatives **(**Rakotomalala, 2015) 32

Figure N°17 : corrélation de Pearson entre LA (mm²) et le gradient altitudinal (m) selon l'exposition..... 35

Figure N° 18 : corrélation de Pearson entre le poids frais (g) et le gradient altitudinal **(m)** selon l'exposition 36

Figure N° 19 : corrélation de Pearson entre le poids sec (mg) et le gradient altitudinal **(m)** selon l'exposition 37

Figure N° 20 : corrélation de Pearson entre SLA et le gradient altitudinal (m) selon **l'exposition **38

Figure N° 21 : corrélation de Pearson entre LDMC et le gradient altitudinal (m) selon l'exposition..... 39

Figure N° 22: Variation des moyennes de LA des groupes des échantillons en fonction d'altitude(m) selon l'exposition… 40

Figure N°23: Variation des moyennes du poids frais des groupes des échantillons en fonction d'altitude (m) selon l'exposition… 41

Figure N°24 : Variation des moyennes de poids sec (mg) des groupes des échantillons en fonction d'altitude (m) selon l'exposition… 42

Figure N°25 : Variation des moyennes de SLA des groupes des échantillons en fonction d'altitude (m) selon l'exposition… 43

Figure N°26 : Variation des moyennes de LDMC des groupes des échantillons en fonction d'altitude (m) selon l'exposition… 44

Figure N°27 : Corrélation de Pearson entre LA et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition..... 45

Figure N°28 : Corrélation de Pearson entre poids frais et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition 47

Figure N°29 : Corrélation de Pearson entre poids sec et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition 49

Figure N°30 : Corrélation de Pearson entre SLA et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition 51

Figure N°31: Corrélation de Pearson entre LDMC et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition 53

Figure N°32 : Les différentes espèces utilisées dans les différentes expérimentations.....67

Abréviation :

ALT : Altitude (m)

EXP : Exposition

Ha : Hectare.

HPAE : Hiver, Printemps, Automne, Eté

Km : kilomètre.

km2 : kilomètre carré.

LA : La surface foliaire (Sq.cm)

LDMC : La teneur en matière sèche

M : Température maximale des mois les plus chauds.

Med : Méditerranéen

m : mètre.

m : Température minimale des mois les plus froids.

mm : Millimètre

m2 : Mètre carré.

O.N.M : Office national de la météorologie

P : Précipitation.

PF : Le poids frais (mg)

PS : Le poids sec (g)

Q2 : Quotient pluviothermique d'emberger.

SLA : La surface foliaire spécifique (m^2. kg-1)

T : Température.

% : Pourcent.

°C : Degré Celsius.

Introduction générale

Introduction :

Les forêts méditerranéennes représentent un milieu naturel fragile et profondément perturbé par l'action de l'homme. **Barbero (1990)** souligne que ces écosystèmes forestiers sont caractérisés par deux types de critères : leur hétérogénéité spatiale et leur vulnérabilité due à leur exploitation irrégulière par l'homme.**(Halfaoui, 2017)**

A l'échelle du territoire de la wilaya de Médéa, la couverture forestière est très hétérogène, elle est caractérisée par la dominance des maquis qui découle de la dégradation de la forêt sous l'action directe ou indirecte de l'homme notamment les incendies. La région de Tamezguida occupe presque le tiers de la superficie totale du Parc National de Chréa et constitue un territoire d'une grande valeur éco biologique **(Halfaoui, 2017)**

Dans une certaine mesure, ce travail se propose d'amener une petite brique élémentaire de connaissance dans la vaste question actuelle« Quelles sont les conséquences des changements globaux de l'environnement ?». Nous avons choisi d'utiliser les traits fonctionnels en complément d'autres mesures pour caractériser la réponse à différents changements environnementaux. En fonction du mécanisme de réponse, les conséquences pour les espèces végétales et les communautés ne seront pas les mêmes. Il a donc été décidéde se concentrer sur les variations de traits fonctionnels (décomposition de leurs variances entre effets environnementaux), en relation avec différents facteurs environnementaux **(Grassein, 2009)**

L'ensemble des traits fonctionnels mesurés pour les différentes espèces face à différents changements environnementaux a permis d'approfondir les connaissances sur les potentialités et les mécanismes de réponse des espèces face à un changement de leur environnement. Des traits morphologiques et physiologiques ont été mesurés selon des protocoles standardisés **(Cornelissen et al. 2003)**

Nous nous sommes proposé d'étudier plus finement les mécanismes de réponse des espèces végétales, cela nous obligeant à faire des choix précis quant à notre approche, au matériel utilisé, ainsi qu'aux questions que nous allions poser. Cette démarche séquentielle sert de fil conducteur à ce manuscrit **(Grassein, 2009)**

Dans cette étude, un ensemble de traits fonctionnels foliaires a été relevé pour évaluer la variance des espèces étudiées: poids frais, poids sec ; surface foliaire (LA : Leaf Area) ; surface foliaire spécifique (SLA : SpecificLeaf Area) ; teneur en matière sèche foliaire (LDMC : Leaf Dry Matter Content) et le cycle de vie, le long gradient altitudinale selon l'exposition (nord, sud). (**Moussaouali, 2017)**

Notre objectif est d'appréhender l'effet de l'exposition en fonction d'altitude sur certaines caractéristiques foliaires des espèces étudiée et leur cycle et forme de vie donc on a une problématique a étudier dont l'étude des variation des traits fonctionnels liées a la physiologie des espèces forestières selon l'exposition nord et sud.

Dans ce cas là, nous essayons de proposer l'hypothèse suivante :

Le gradient altitudinal a un effet significatif sur les traits foliaires en fonction de l'exposition dans lequel : la surface foliaire, le poids frais, le poids sec, LDMC et SLA des espèces étudiées sont plus importants au nord par rapport au sud

Nos résultats illustrent le fait que l'altitude et l'exposition sont des facteurs complexes présentant des variations pour d'autres facteurs qui peuvent mieux expliquer la performance des individus et des espèces. Dans un but de prédiction de la réponse des espèces à des changements globaux comme le climat (simulé par l'altitude), il est important de mieux comprendre la réponse des organismes à ces facteurs covariants avec l'altitude.

Cette étude a été réalisée sous forme de trois chapitres :

- Le premier chapitre concerne une présentation de la zone d'étude par une description du milieu biotique, abiotique.
- Un deuxième chapitre : matériel et méthodes qui décrivent avec détail le mode d'échantillonnage ainsi que toutes les techniques d'analyse de laboratoire utilisées
- Dans le dernier chapitre, les résultats obtenus sont représentés en formats graphiques puis discutés à la lumières d'autres travaux ayant relation directe avec notre thématique de recherche

Une conclusion générale a été donnée à la fin de ce travail.

Nous souhaitons que cette investigation constitue un pas en avant pour la connaissance du fonctionnement des écosystèmes au niveau de la commune de Tamezguida

Chapitre 01 :

Cadre physique

Introduction :

Il sera d'abord question d'apporter suffisamment d'informations concernant le milieu physique pour en avoir une meilleure connaissance à travers une analyse des différents paramètres de ce milieu. Dans le premier chapitre, plusieurs thèmes seront abordés à savoir les ensembles topographiques, géologiques, le climat, les sols et la végétation de la région d'étude .Ce diagnostic nous permettra alors de mieux situer et d'identifier la zone d'étude. (**Boutaleb, 2014**).

1. La situation administrative et géographique de la zone d'étude :

La commune de Tamezguida se localise au pied du djebel Mouzaia à 12 Km au nord-ouest du chef-lieu de la wilaya de Médéa. Elle est limitée :

- Au nord par la commune d'Ain Romana, Chiffa et Bouarfa dans la wilaya de Blida.
- À l'est par la commune d'El Hamdania,
- Au sud par les communes de Médéa, Draa Esmar, Oued Harbil et Ouamri(Médéa).
- À l'ouest par la commune de Boumedfaa (Ain Defla).**(Halfaoui et al, 2018**).

Elle couvre la partie occidentale de l'Atlas Blidéen, et se situe entre les longitudes 2°38'18,10'' à 2°46'18,10'' est, et les parallèles 36°20'44,00'' à 36°22'32,15''nord. (**Halfaoui, 2017)**.

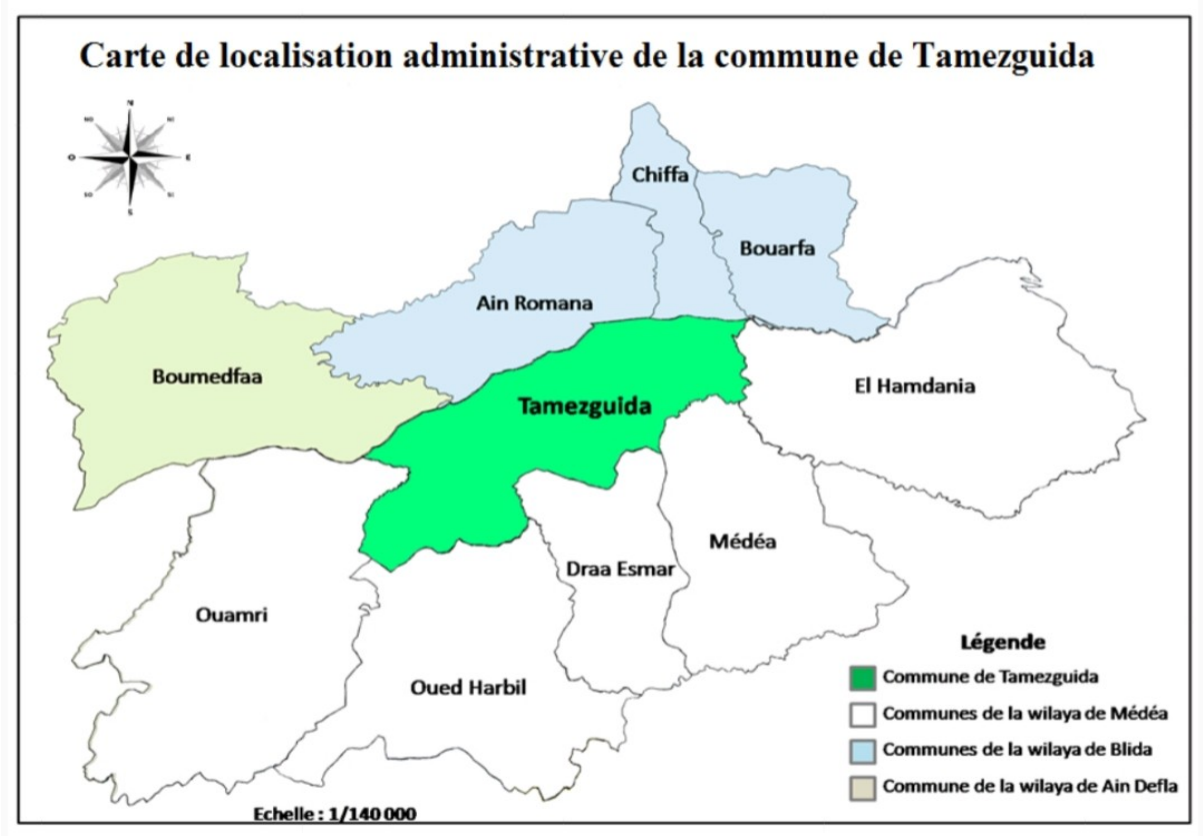


Figure 1 : Situation administrative de la commune de Tamezguida.

2. L'appartenance phytogéographique de la zone d'étude :

D'après les subdivisions biogéographiques définies par **Maire (1926)** et complété par **Quezel** et **Santa (1962)** et par **Barry** et **Celles (1974)**, notre zone d'étude se situe dans l'empire Holarctique, région Méditerranéenne, domaine Maghrébin- Méditerranéen, secteur Algérois (A) et le sous secteur de l'Atlas Tellien A_2

.**(Boutaleb, 2014)**.

3. La géologie :

Du point de vue géologique, l'ossature des chaînes de montagnes de l'Atlas Blidéen relève du système du Crétacé inférieur (Néocomien) ou moyen, donnant à l'ensemble de la région une réelle homogénéité géologique avec une dominance de schistes argileux, de grés et des intercalations de marnes calcaires.**(Melouani, 2014)**.

La commune de Tamezguida est caractérisée par la dominance des roches tendres qui sont les marnes constituant le paysage de « bad-lands » représentant la caractéristique des chainessud telliennes.**(Halfaoui, 2017)**.

4. La géomorphologie :

La géomorphologie a pour objet l'étude des caractères et des modifications de la surface de la terre. **(Mekhaldi, 2017)**. Le site d'étude est situé dans une région montagneuse de plissement alpin dont l'aspect structurel est très accidenté et culmine à 1574 mètres au niveau de la forêt domaniale de Mouzaia. La déclivité dépasse très souvent les 20%. **(Halfaoui et al, 2018)**.

5. La pédologie :

Boutaleb (**1998**) et la plupart des pédologues considèrent que les sols de l'Atlas Blidéensont constitués d'éléments grossiers car dans les hautes altitudes l'effet des basses températures ralentissent la pédogénèse et par conséquent les sols sont jeunes et peu évolués.**(Boutaleb, 2014)**. Les sols de l'Atlas blidéen sont caractérisés d'une manière générale, par l'importance des éléments grossiers due essentiellement à une action d'érosion plus intense.**(Melouani, 2014)**.

6. Le climat :

Les paramètres du climat ont une influence certaine et directe sur le sol et la végétation, ils'agit des précipitations et de la température. En effet, celles-ci constituent la charnière du climat.**(Omrane, 2017)**.

6.1. La source des données climatiques :

Le climat de Tamezguida est défini à l'aide de l'exploitation de données climatiques de la station de l'Office National de Météorologie (O.N.M) de Tibhirine située à 1030 mètres d'altitude et une distance de 4 kilomètres à vol d'oiseau de la commune de Tamezguida , Les données récoltées auprès de cette station concernent la période allant de 2007 à 2016.**(Halfaoui, 2017)**.

Afin de mieux appréhender le bioclimat du site d'étude, deux paramètres essentiels sont prisen considération à savoir les précipitations et la température. Ces paramètres varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaines de montagnes et de l'exposition.**(Halfaoui, 2017**).

6.2. La pluviosité :

D'après **Halimi (1980),** les précipitations sont la totalité de l'eau recueillie dans le pluviomètre quelque soit son origine. La pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides.**(Halfaoui, 2017).**

6.2.1. Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle :

La connaissance des régimes mensuels, présente un intérêt biologique certain, car la végétation se trouve directement influencée par la répartition des pluies devant la période de concentration. **(Omrane, 2017).**

Tableau 1 : Moyenne mensuelle et annuelle des précipitations :

MOIS	**Précipitation** (mm)	
	Mensuelle	**Annuelle**
Janvier	29,5	763
Février	124,7	
Mars	104,7	
Avril	79,2	
Mai	58,8	
Juin	12,3	
Juillet	4,3	
Août	8,7	
Septembre	40,6	
Octobre	46,8	
Novembre	10,3	
Décembre	87,4	

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

Il ressort de ce tableau que la répartition des précipitations dans notre zone d'étude est répartie en deux périodes, une période pluvieuse longue de neuf mois, débutant en Septembre jusqu'au mois de Mai, dans lequel les mois les plus arrosés sont : Février et Mars, et autre période sèche plus courte, qui s'étale sur trois mois consécutifs Juin, Juillet,

Août. Le régime pluvial est plus marqué entre les mois De Septembre et Octobre voire Avril, dans lequel les mois les moins arrosés sont : Juin, Juillet et Aout. Les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre Mai et Aout.**(Omrane, 2017).**

6.2.2. Régime saisonnier :

La répartition saisonnière des précipitations a une incidence sur le développement du végétal de la germination jusqu'à la maturation, mais également sur l'abondance et le taux de croissance végétale surtout des thérophytes. Le régime pluviométrique est de type **HPAE**. (**Halfaoui, 2017)**. (Figure 2)

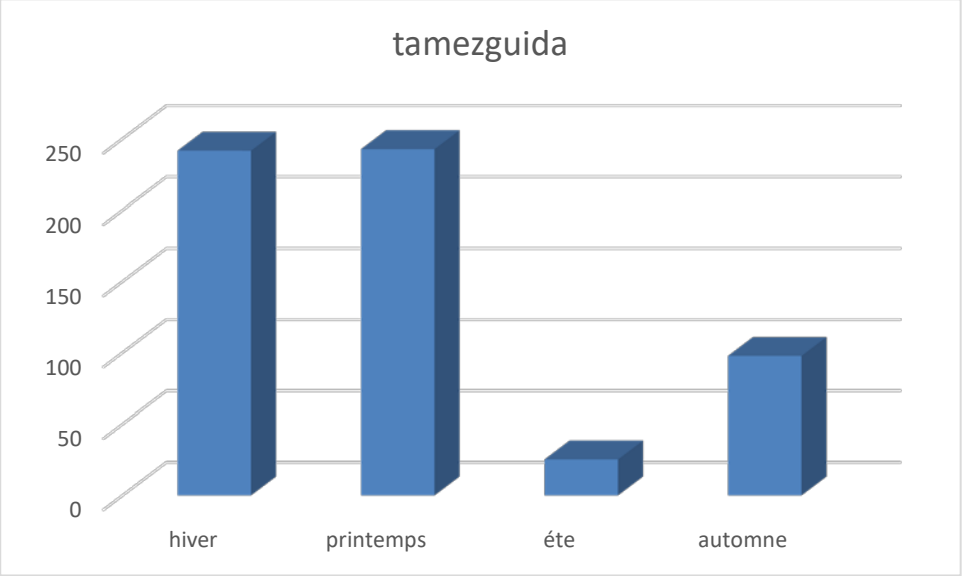


Figure 2 : Régime pluviométrique saisonnier

6.3. Température :

Les températures conditionnent le déficit d'écoulement ainsi que son estimation etjouent un rôle dans le processus de condensation et d'évaporation de l'eau. C'est pourquoi ses études s'avèrent nécessaire dans l'établissement du bilan hydrologique et la détermination du caractère climatique d'une région. (**Mekhaldi, 2017**)

6.3.1. Tableau 2 : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » :

Paramètre /mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
m (°c)	0,1	**-0,5**	0,3	4,3	6,8	11,5	17	16,4	12,7	7,8	2,9	1,1

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

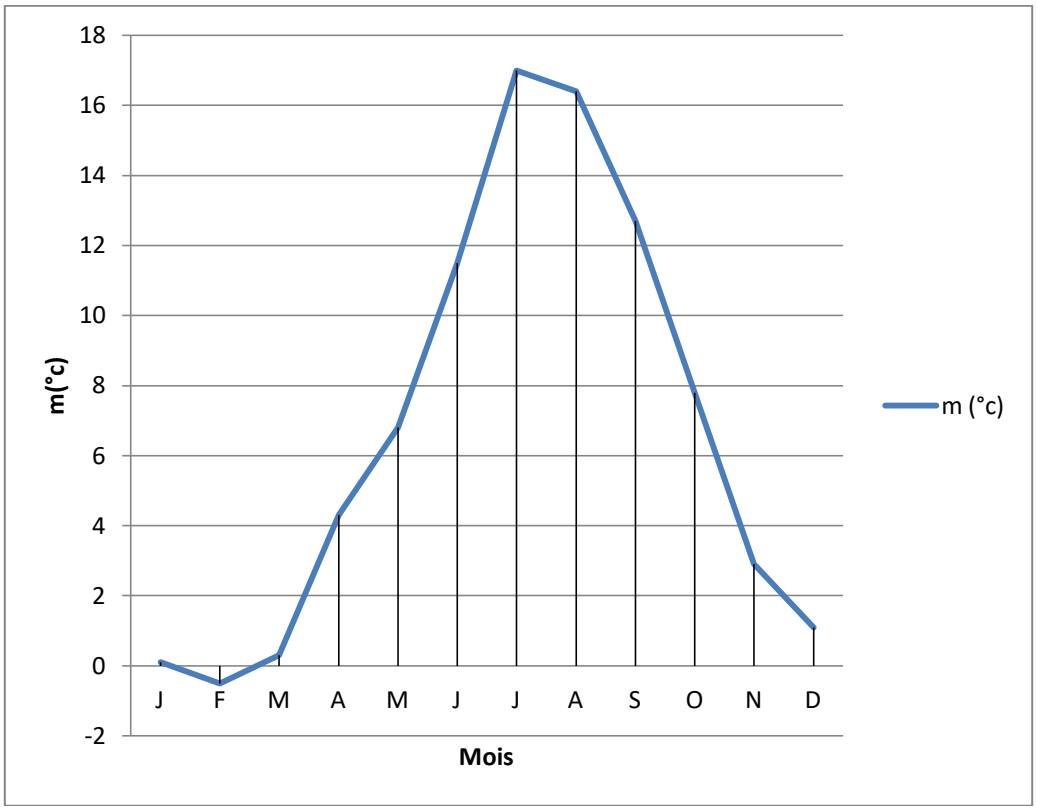


Figure 3 : Courbe représentant la température minimale de Tamezguida pour la période (2007-2016)

D'après la figure, on remarque que les valeurs de températures minimales sont observées au mois de Février (-0.5 °C), c'est le mois le plus froid. Nous constatons ensuite une augmentation sensible jusqu'au mois de Juillet (17 °C) où ces valeurs sont élevées, puis de nouveau un abaissement à partir du mois d'Octobre.

6.3.2. Tableau 3 : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » :

Paramètre/mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
M (°C)	15,7	15,5	19,4	24,1	28,9	33,5	**37,4**	36,3	32,1	28,1	20,3	16,7

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

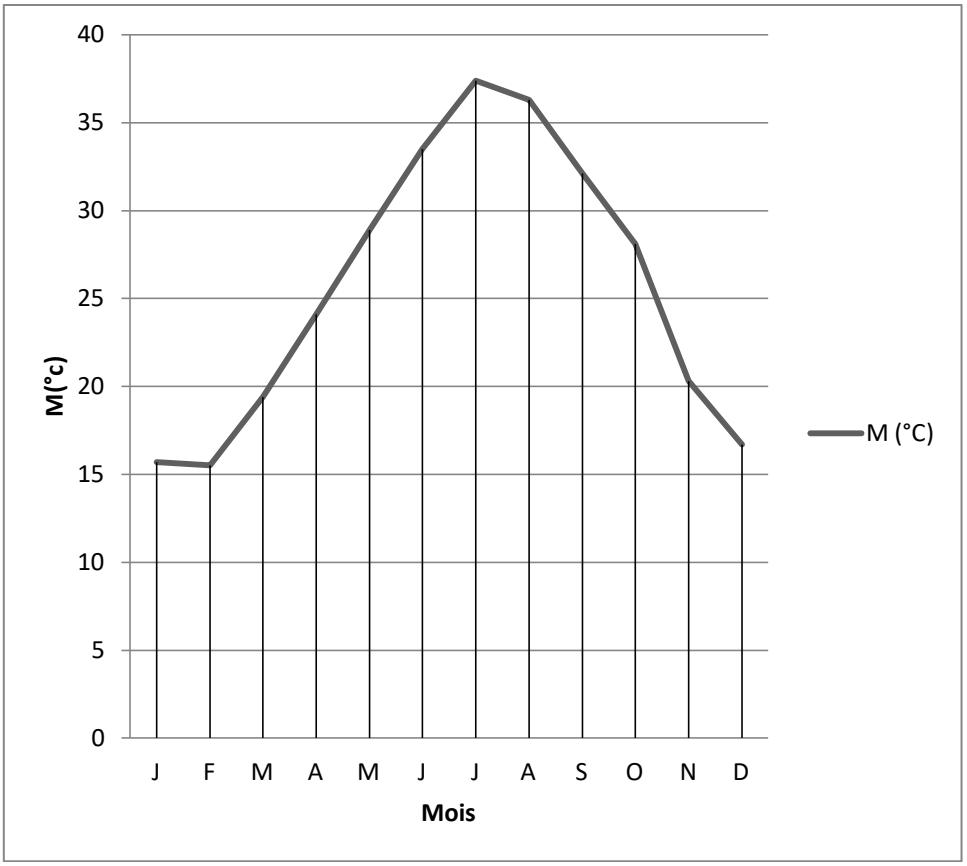


Figure 4 : Courbe représentant la température maximale de Tamezguida pour la période (2007-2016)

D'après l'analyse de courbe et le tableau 3, en remarque que la valeur moyenne des maximales des mois les plus chauds (M) , compris au mois de Juillet **(37.4 °C**)

6.3.3. Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles et annuelles :

Paramètre /mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Année**
Tmoy (°c)	6,9	6,2	8,8	12,5	16,4	21,5	25,7	25,9	20,7	16,7	10,3	7,5	14,9

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

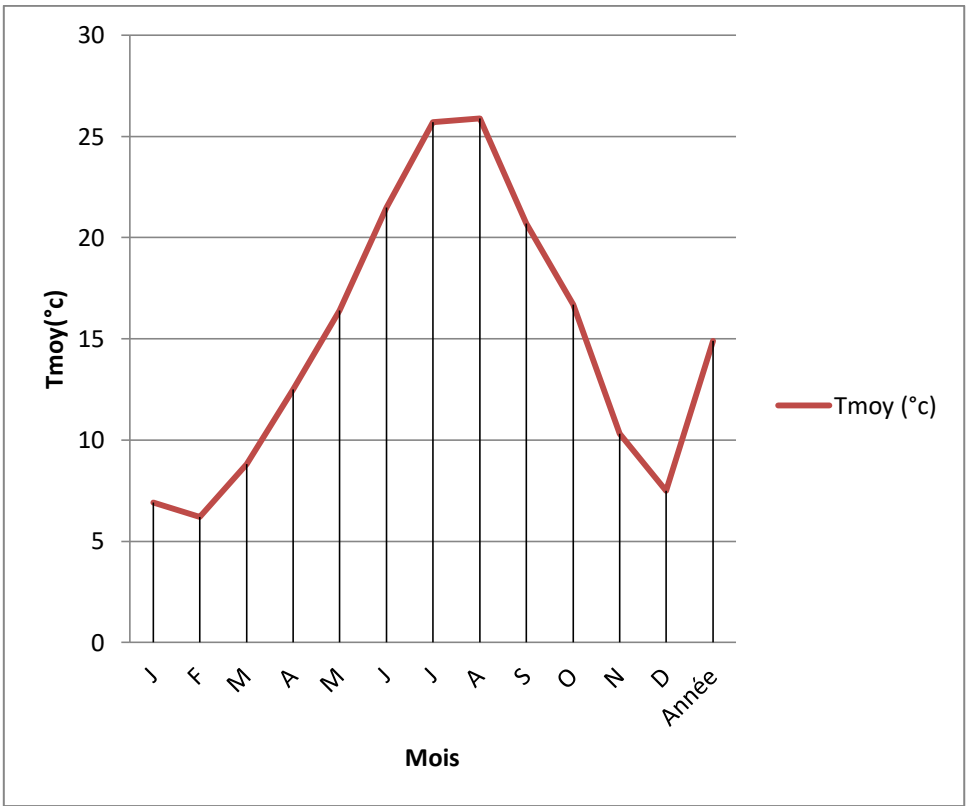


Figure5 : Courbe représentant la température moyenne de Tamezguida pour la période (2007-2016)

La température moyenne annuelle varie légèrement tout au long des mois (**25.9°C**)

Le tableau n°4 montre que le mois de Février présente les basses valeurs de température moyenne mensuelle alors que le mois d'août représente les valeurs les plus élevées

Les moyennes mensuelles quant à elles confirment que le mois de Février est le plus froid (6.2°C), et que le mois d'Aout est le mois le plus chaud (**25.9°C)**

6.4. **La synthèse climatique :**

La synthèse climatique est basée sur la recherche des formules qui permettent de ramener à une variable unique l'action de plusieurs indices climatiques. Tenant compte des variables telles que la pluviosité et les températures. **(Omrane, 2017).**

6.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) :

D'après **Bgnouls et Gaussen(1953)** ; Il permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. Ils sont établis en tenant compte de la formule permettant de définir un mois sec soit : **P≤2T**

P : précipitations ; **T** : températures

La période sèche est déterminée par une représentation graphique portant en abscisse les douze mois de l'année, en ordonnée les précipitations mensuelles moyennes exprimées en(mm) et à gauche les températures moyennes exprimées en °C. **(Omrane, 2017)**.

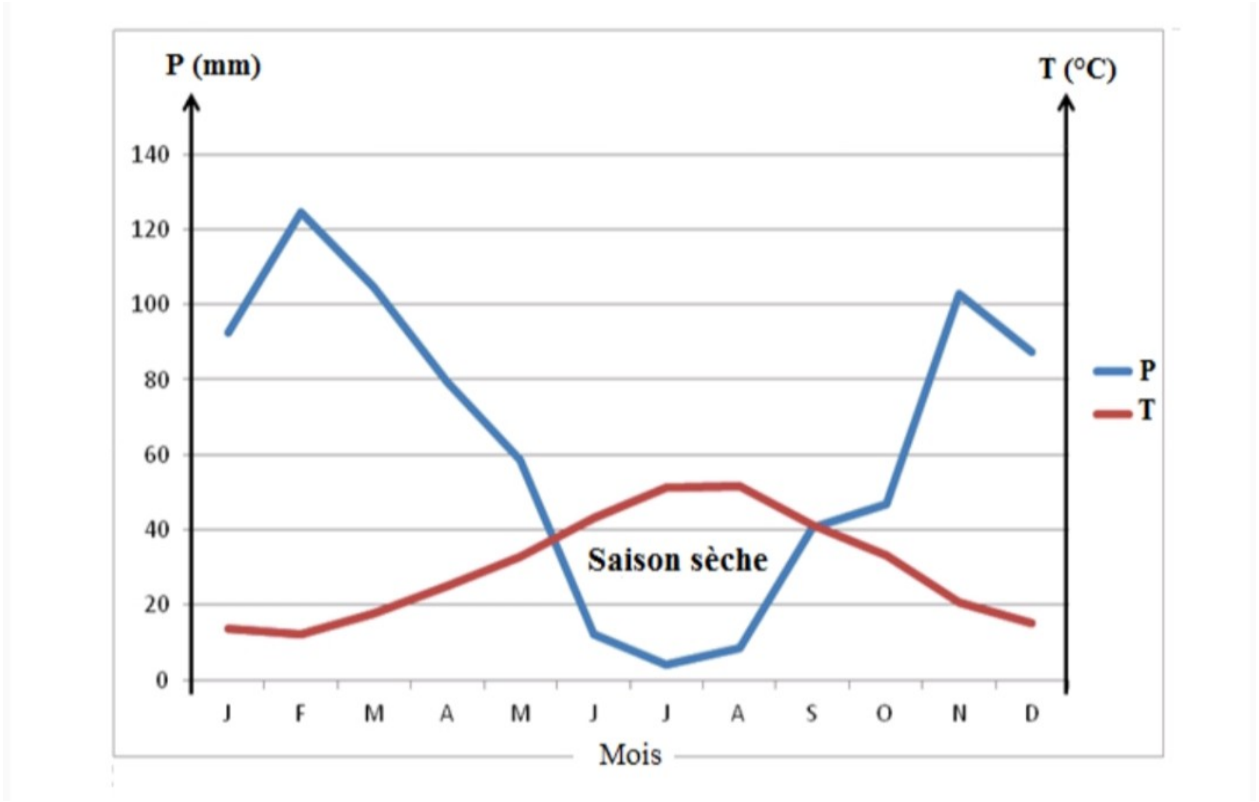


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tibhirine pour la période allant de 2007 à 2016

L'analyse du diagramme permet de visualiser une période pluvieuse qui s'étend généralement d'Octobre à la fin Mai et une période biologiquement sèche de trois mois et demi : Juin, Juillet, Août et mi- Septembre.

6.4.2. Quotient et climagrammepluviothérmique d'emberger (1955) :

Pour la détermination du type de climat qui règne ces dernières années dans notre zone d'étude, nous avons eu recours à l'utilisation du quotient pluviothermique d'Emberger. Ce quotient est généralement le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord. (**Omrane, 2017)**.

Q2=2000 P / M2-m2

Q2 : quotient pluviothermique. **P** : précipitations moyennes annuelles (mm).

M : Température maximale du mois le plus chaud (°K). **M** : température minimale du moisle plus froid (°K).

M = 37,4°C (mois de juillet) **m**= -0,5°C (mois de février)

L'amplitude thermique « **M-m** » = 37,4°C-(-0,5°C)= 37,9°C

La continentalité est exprimée par l'amplitude thermique moyenne extrême. Elle est calculée selon la méthode de Debrach (1953) (**M-m).** Cette méthode nous permet de définir le type de climat.**(Halfaoui ,2017)**. D'après les données climatiques, l'amplitude du site d'étude est de 37,9°C. Il s'agit donc d'un climat continental. Le quotient pluviothermique calculé pour la période (2007-2016) est de **Q2** = 69,08 et la valeur de **m**= -0,5°C. Ces paramètres ont permis de localiser Tamezguida dans l'étage bioclimatique subhumide à variante d'hiver froid.

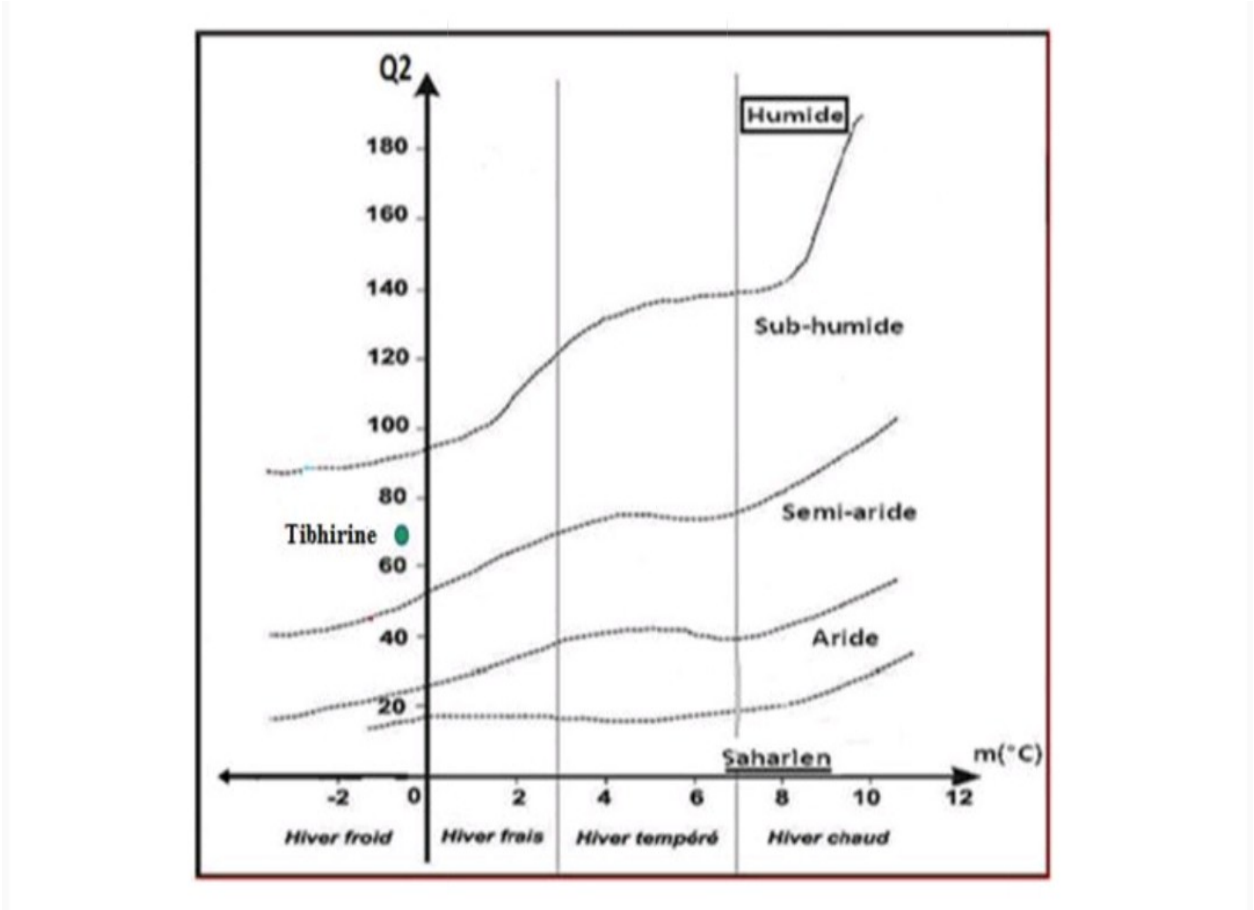


Figure 7 : Le climagramme d'Emberger de la région de Tibhirine pour la période allant de2007 à 2016.

Conclusion :

Dans cette partie, nous avons définis les données nécessaires concernant notre région d'étude du point de vue géologique, topographique, climatique afin de pouvoir entamerl'objective de notre travail.

Chapitre 02 :

Méthodologie adoptée

Introduction :

En écologie des communautés, l'étude floristique et le suivi de la biodiversité sont effectués à travers des relevés floristiques. Ces relevés doivent satisfaire à des critères qualitatifs qu'il conviendte connaitre avant de concevoir tout protocole **(Chevalier et al. 2010)** :

- **La représentativité** : les modalités de relevés doivent être adaptées en fonction de l'objectif d'étude de manière à assurer une bonne représentativité. Par exemple, si nous voudrons étudier la flore d'un massif forestier et d'un parcours steppique, les relevés pour le massif forestier seront effectués sur une surface différente que celle d'un parcours steppique ;
- **L'exhaustivité :** le relevé doit inventorier toutes les espèces présentes afin d'obtenir le taux d'exhaustivité le plus élevé possible et d'augmenter la qualité de l'inventaire floristique ;
- **La reproductibilité** : elle correspond à la capacité de réaliser des relevés dans les mêmes conditions, de façon à être sûr que la différence observée est attribuée à une évolution. Si l'on nepeut pas garantir une reproductibilité suffisante, il vaut mieux renoncer au suivi.

1. Prospection et choix des stations :

Le choix intuitif des surfaces de végétation à étudier (individu d'association) est réalisé en fonction des connaissances phytosociologiques et de l'écologie régionale, ce qui revient à une stratification mentale implique **(Rameau, 1988)**, ou mieux à une stratification floristique **(Guinochet, 1973).**

L'homogénéité écologique nécessaire d'abord, et en règle générale, une homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation. La station doit être homogène vis-à-vis des contrastes de milieu, tels que l'exposition, la lumière, la microtopographie, l'humiditédu sol, et les observations très fines à ce niveau **(Guinochet, 1973)**, atténue cette affirmation en définissant par surface floristiquement homogène, une surface n'offrant pas d'écarts de composition floristique appréciable entre ses différentes parties.

Le choix des stations a été orienté pour analyser l'effet altitudinal c'est à dire la variation des aspects d'exposition qui pourrait influencer les traits fonctionnels des feuilles.

Plusieurs sorties de prospection de terrain ont été nécessaires pour le choix définitif de 7 stations d'étude. Les stations choisies sont réparties selon un gradient altitudinal.**(Berrached, 2017)**, dont l'ordre est le suivant :

- 2 Station dans l'étage de végétation thermo méditerranéen : la première sur le versant nord et

la deuxième sur le versant sud.

Espèces dominantes :

Station 1 : *Ampelodesmos mauritanicus, Pistacia lentiscus, Olea europaea*

Station 2 : *Pistacia lentiscus, Olea europaea*

- 2 Station dans l'étage de végétation méso méditerranéen : la première sur le versant nordet la deuxième sur le versant sud.

Espèces dominantes :

Station 1: *Ampelodes mosmauritanicus, Calicotome spinosa, Thapsia garganica, Rubus ulmifolius*

Station 2 : *Quercus suber*

- 2 Station dans l'étage de végétation sommet méditerranéen : la première sur le versantnord et la deuxième sur le versant sud.

Espèces dominantes : *Quercus coccifera*

- 1 station dans l'étage de végétation supra méditerranéen sur le versant nord.

Espèces dominantes : *Cedrus atlantica , Pinus halepensis , Quercus suber*

Tableau 5 : Données géographiques des stations d'études

Etage		Longitude	Latitude	Altitude	Exposition
Supra-méd	**Station 1**	002°52'59.2"	36°12'44.7"	1209	Nord
Sommet-méd	**Station 1**	002°42'51.9"	36°22'32.9"	1383	Nord
	Station 2	002°42'40.0"	36°22'22.9"	1374	Sud
Méso-méd	**Station 1**	002°42'01.5"	36°22'59.8"	970	Nord
	Station 2	002°40'00.8"	36°21'27.0"	973	Sud, mi-versant
Thermo-méd	**Station 1**	002°41'27.4"	36°23'39.6"	727	Nord
	Station 2	002°41'42.1"	36°24'15.9"	521	Nord
	Station 3	002°40'56.2"	36°19'55.8"	560	Sud



Figure 8 : Vue générale de la station N°01 Supra méditerranéenne (photo prise le : (19/05/2022)



Figure 9 : Vue générale de la station N°02 Sommet- méditerranéenne (photo prise le :(16/05/2022)



Figure 10 : Vue générale de la station N°03 Méso-méditerranéenne (photo prise le :(19/05/2022)



Figure 11 : Vue générale de la station N° 04 Thermo-méditerranéenne (photo prise le :(19/05/2022)

2. Echantillonnage :

Selon **Gounot (1969) et Daget (1989)** pour toutes études écologiques fondées sur des relevés du terrain, l'échantillonnage est la première phase du travail et toute la suite en dépend, et comme le tapis végétal n'est jamais étudié d'une manière continue, son étude se fait grâce à un échantillonnage permettant de répartir les échantillons de façon à ce qu'ils donnent une image valable de l'ensemble de la végétation. **(Kerroum, 2014).**

Également, cet échantillonnage nous permet de choisir les communautés les plus représentatives et les plus homogènes pour y récolter les feuilles a partir des espèces dominantes dans chaque étage de végétation **(Gounot, 1969 ; Roselt/Oss, 2008).**

Pour atteindre notre objectif, nous avons adopté l'échantillonnage subjectif parce qu'il est le plus approprié, où l'emplacement des relevées est choisis d'une façon intuitive, dans les zones suffisamment homogènes et représentatives de la formation végétales. **(Gounot, 1969).**

3. Aire minimale et détermination des relevés :

L'aire minimale correspond à l'aire dans laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée **(Gounot, 1961).** Elle est déterminée en fonction de l'allure de la courbe aire-espèce. **(Berrached, 2017).**

L'aire minimale joue un rôle de premier ordre dans la comparaison floristique des relevées. Sa superficie varie en fonction du type de formation végétale **(Meddour, 2011).**

Il est connu que cette aire minimale varie en fonction de chaque groupement végétal. **(Kerroum, 2014)**

En région forestière, **Djebaili (1978-1984)** indique que la superficie de l'aire minimale varie en fonction du nombre d'espèces annuelles présentes au moment de l'exécution du relevé et, par conséquent, des aléas climatiques tels que les précipitations et des conditions d'exploitation. (**Berrached, 2017**). **Ozenda (1982)** signale que la valeur de l'aire minimale s'apprécie assez facilement ; elle est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé, mais varie beaucoup d'un groupement à l'autre.**(Kerroum, 2014)**

Pour le suivi de la biodiversité, il est recommandé, lorsque c'est possible, de retenir une surface de référence, et qui est constante **(Chehma et al. 2005 ; Chevalier et al. 2010).** A cet effet, il nous a paru judicieux de retenir une aire minimale égale à 100 m2 pour toutes les stations, aire

retenue pour l'ensemble des groupements végétaux de la steppe selon **Djebaili(1978-1984**).**(Berrached, 2017)**

Logiquement, la taille de l'aire minimale reste sensiblement équivalente entre les individus d'une même association, et représente donc, par sa valeur moyenne, l'un de ses attributs essentiels.**(Kerroum, 2014)**

Comme nous avons déjà signalé, la récolte des feuilles a été faite a partir de ces 7 stations. Ces stations sont réparties selon l'homogénéité et la représentativité de la Végétation de chaque étage qui se trouve dans les différents niveaux altitudinales. L'homogénéité, critère fondamental dans le choix de l'emplacement des relevés **(Delassus, 2015),** se manifeste à deux niveaux : l'homogénéité floristique et l'homogénéité écologique **(Meddour, 2011).**

L'homogénéité floristique est représentée par la combinaison répétitive des espèces. Quant à l'homogénéité écologique, (**Meddour, 2011)** a souligné que «la station doit être homogène vis-à-vis des contrastes du milieu tels que l'exposition, la lumière, la microtopographie, l'humidité du sol etles observations très fines à ce niveau ». **(Berrached, 2017)**

Ainsi, il ne doit pas y avoir de variations significatives de composition floristique ni de milieu au niveau de l'aire minimale. La superficie des stations correspond donc à l'aire minimale de 100 m2, déjà retenue. Les coordonnées géographiques et l'altitude de chaque station ont été déterminées par un GPS de type Garmin. **(Berrached, 2017)**

4. Relevé phytoécologique :

La réalisation d'un relevé phytoécologique est basée sur deux critères fondamentaux :

La représentativité et l'homogénéité **(Godron, 1971)**, ces critères sont expliqués pour la détermination de l'aire minimale. Le relevé phytoécologique est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé. Pour ce la, les relevés de la zone d'étude passe d'abord par une description du milieu biotique (les espèces végétales rencontrées et leur recouvrement) et abiotique (variables écologiques : les pentes, l'exposition, les caractères édaphique). **(Berrached, 2017)**

4.1. La liste floristique :

D'après **Gounot, (1969)** " il s'agit de recenser toutes les espèces rencontrées dans une aire représentative dans le but d'établir la liste floristique des communautés homogènes".

La liste floristique de nos zones d'étude a été établie dans une aire minimale constituée par les placettes échantillonnées. **(Djaballah, 2008)**

Afin d'établir la liste floristique, les espèces sont prélevées et misés dans des sacs codés, ensuite elles sont reconnues à l'aide de différentes références floristiques. **(Djaballah, 2008)** L'identification des espèces est faite à la base de plusieurs flores et travaux, Nous avons utilisé :la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales **(Quezel et Santa, 1962-1963).**

4.2. Le coefficient d'abondance-dominance :

- L'abondance : est le nombre total d'individus de chaque espèce dans l'échantillontotal.
- La dominance : l'aire occupée (en utilisant le recouvrement) par une espèce dans un peuplement, par unité de surface.
- Recouvrement : l'aire occupée par les individus d'une espèce. On l'estime à partir dela projection sur le sol de la couverture foliaire.
- L'Abondance – Dominance a une échelle présentée par BRAUN BLANQUET en1934 :

  5 : Nombre quelconque d'individus – recouvrement > 3/4 de la surface occupée parle peuplement (75% de la surface étudiée).

  4 : Nombre recouvrement entre 1/2 et 3/4 (50–75% de la surface étudiée).

  3 : Nombre recouvrement entre 1/4 et 1/2 (25–50% de la surface étudiée).

  2 : Nombre recouvrement entre 1/20 et 1/4 (5–25% de la surface étudiée).

  1 : Recouvrement < 1/20, ou individus dispersés à couvert jusqu'à1/20 (5%).

  + : Peu d'individus, avec très faiblerecouvrement.

5. Protocoles de mesure des traits fonctionnels :

5.1. Présentation et mesure des traits fonctionnels :

Les traits fonctionnels sont des caractéristiques observables et mesurables au niveau de l'individu qui affectent directement ou indirectement la fitness de la plante via leur impacts sur la croissance de la plante, sa reproduction et sa survie **(Barboni et al, 2004** ; **Damascos et al, 2008** ; **Palacio et al., 2008** ; **Du et Qi, 2010 ; Sun et Frelich 2011).** Plus particulièrement, nous nous sommes intéressés aux traits végétatifs

Les traits végétatifs étudiés sont en relation avec l'adaptation des espèces aux conditions abiotiques contraignantes, notamment le stress hydrique. **(Berrached, 2017)**

5.2. Traits végétatifs

5.2.1. Présentation des traits et leur intérêt biologique

Nous avons choisi les traits liées aux feuilles qui décrivent les stratégies écologiques des plantes **(Westoby, 1998)**. Le trait foliaire est représentée tous d'abord par la surface foliaire (leaf area) . En suite par l'indice SLA (Specific leaf area), La surface foliaire spécifique est un indicateur du taux de croissance relative et de la disponibilité des nutriments **(Gondard et al. 2003).**Le calcule la SLA (m 2 /kg MS) utilise la formule suivante **(Fort, 2010 ; Pérez -Harguindeguy et al. 2013)**

SLA = Surface de la feuille / Masse sèche de cette feuille.

En plus, nous avons ajouté le cycle de vie de la plante et l'indice LDMC (Leaf dry matter content).Un cycle de vie relativement long indique la persistance sous le stress environnemental **(Pérez-Harguindeguy et al, 2013).** Ainsi, les plantes sont caractérisées comme annuelles ou pérennes selon **Quezel et Santa (1962-1963).** LDMC, la masse sèche de la feuille rapportée à sa masse fraîche **(Pérez-Harguindeguy et al.2013),** reflète le taux de croissance de la plante, le stockage et l'assimilation du carbone **(Albert et al. 2010)** et tend à s'accroitre sous l'effet de la sécheresse.

5.2.2. Protocole de mesure :

Concernant la sélection des espèces dans une communauté ou un écosystème : Les espècesles plus abondantes présentes en grand nombre ont été choisies par comptage des individus.

Dans les forêts et autres végétations à prédominance ligneuse, les espèces les plus abondantes de la végétation inférieure (arbustive ou herbacée) ont également été sélectionnées, même si leur biomasse était bien inférieure à celui des espèces ligneuses. **(Srijana, 2019)**

Sélection d'individus au sein d'une espèce : Des plantes bien développées, de préférence sans ombre, ont été choisies. Les plantes fortement affectées par les herbivores ou les pathogènes ontété ignorées. **(Srijana, 2019)**

Concernant la mesure des traits lies aux feuilles, nous avons collecté 1~3 feuilles par individu que nous avons conservés immédiatement dans des sacs hermétiques submergés de l'eau démonisée. Les feuilles sont conservées ensuite dans une boite obscure et froide, jusqu'à leur traitement au laboratoire. Les mesures sont effectuées le jour de l'échantillonnage. **(Berrached, 2017)**

Au laboratoire, chaque feuille est doucement tapée par du papier sec avant les mesures. Le limbe de la feuille est par la suite séparé du pétiole et les folioles du rachis et des pétiolules. Le limbe et les folioles sont pesés en g.**(Berrached, 2017)**

Les feuilles (limbe/folioles) sont scannées et enregistrées comme une image.

Leur superficie est par la suite mesurée en mm2 avec un logiciel gratuitement téléchargeable « Pétiole » **(Madre, 2015).** Après la mesure de la superficie foliaire, chaque feuille est séchée à l'étuve à 60°C pour 72 h (Figure 15) et elle est pesée avec une balance électronique (10-4 g de précision) (Figure 10). LDMC est mesurés suivant les procédures de (**Pérez-Harguindeguy et al. 2013)** .Ces mesures sont faites pour 74 espèces et pour 3 individus pour chaque espèce échantillonnée d'une façon aléatoire au terrain. **(Berrached, 2017)**

Donc Une enquête de terrain en mois de mai 2022 a été faite pour la collecte d'échantillons. L'échantillonnage a été effectué de 540 à 1470 m d'altitude variant d'environ 970 m. Deux aspects différents (Nord et Sud) de chaque vallée ont été choisis. Sept traits fonctionnels de végétation ont été examinés pour 74 espèces végétales, collectées dans 7 stations échantillonnées. Sept traits fonctionnels, à savoir le poids frais, le poids sec, la surface foliaire (Leaf area), la surface foliaire spécifique(SLA), la teneur en matière sèche des feuilles(LDMC), le cycle de vie et le type biologique ont été étudiés et analysés.**(Srijana, 2019)**

Pour les techniques de laboratoire, le protocole de mesure standardisée et facile des traits fonctionnels des plantes dans le monde a été suivi. Les traits fonctionnels ont été soit directement mesurés en forêt, à la station de recherche le soir après la collecte, soit en laboratoire soit déduits ultérieurement des traits mesurés. **(Srijana, 2019)**



Figure 12 : Exemple d'image de feuilles scannées.



Figure 13 : Exemple d'image d'une feuille pesée avec une balance



Figure 14 : Exemple des échantillons préparés pour le séchage dans l'étuve



Figure 15 : Etape de séchage en utilisant l'étuve à 60°c

6. Analyses statistiques

6.1. Analyse de variance (ANOVA) :

L'analyse de variance (ANOVA ou ANalysis Of Variance) vise à tester les différences significatives entre les moyennes en comparant les variances **(Armstrong et al., 2002 ; Rakotomalala, 2013).** Elle permet d'étudier l'influence d'une ou de plusieurs variables catégorielles explicatives sur la distribution d'une variable continue à expliquer. Le nombrede variables explicatives définit le type d'ANOVA **(Berrached, 2017)**. Une ANOVA à un facteur est utilisée lorsqu'il s'agit d'une seule variable explicative, et une ANOVA factorielle, lorsque le nombre de variables explicatives est de plus de deux **(Armstrong et al., 2002).** Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé une ANOVA à un facteur (One- wayAnova) **(Berrached, 2017)**

Le test ANOVA est considéré comme étant significatif lorsque la valeur-p est le rapport F sont significatifs. La valeur-p représente le seuil de signification du test statistique **(Gelman, 2013).** Elle est donc la probabilité de l'erreur associée à l'acceptation du résultat. Par exemple, une valeur p de 0.05 indique qu'il existe une probabilité de 5% que la relation entre les variables de l'échantillon soit due au hasard. Une valeur p de 0.05 est considérée comme une « limite acceptable » d'erreur dans plusieurs domaines de recherches. **(Berrached, 2017)** Les seuils de significations peuvent être également fixés jusqu'à 10% **(Gelman, 2013),** particulièrement lorsque le nombre de réplications est bas et le nombre de comparaison est élevé **(Maestre,2004)**. Le rapport F permet la comparaison des variances entre les groupes « intergroupes »et à l'intérieur des groupes « intra-groupe ». La valeur de F est considérée comme étant la variance entre les groupes rapportée à la variance à l'intérieur des groupes. Plus la variance entre les groupes est supérieure à celle à l'intérieur des groupes, plus l'effetdu facteur testé à des chances de ne pas être dû au hasard. En résumé, plus le F est élevé, plus il y a de chance que le facteur testé ait un effet statistiquement significatif. **(Berrached,2017)**

Le résultat de l'analyse de variance est représenté de la façon suivante :

F (a, b) = c, valeur-p

a : représente le degré de liberté (ddl) entre les groupes (ddl de la variable explicative). Il est égal à k-1, dont « k » est le nombre des groupes.

b : représente le degré de liberté à l'intérieur des groupes (ddl de l'erreur). Il est égal à n-k,

dont n= effectif total des groupes.

c : valeur du rapport

L'analyse de variance est appliquée après la vérification de la distribution normale des données (voir différents tests ci-dessous) et l'homogénéité de variances intra-groupes (Test de Levene) **(Rakotomalala, 2013).**

L'analyse de variance a été renforcée par deux tests non paramétriques ; le test non paramétrique de Kruskal Wallis (KW) pour la comparaison de plus deux groupes et le test non paramétrique de Mann-Whitney (MW) pour la comparaison de deux groupes **(Rakotomalala, 2008**). Par ailleurs, et suite à une différence significative entre lesgroupes, la comparaison multiple des moyennes de paramètres retenus a été réalisée par l'utilisation detest Post-hoc de Bonferroni à un risque d'erreur retenu de $p \leq 0.05$. **(Berrached, 2017)**

6.2. Analyse de corrélation :

L'analyse de corrélation est une méthode statistique destinée à quantifier et tester la liaison (la relation) entre deux variables quantitatives (continues). La corrélation permet doncde :

(i) déterminer s'il existe une relation entre deux grandeurs statistiques quantitatives X et Y, (ii) de caractériser la forme de cette relation, relation positive ou négative selon la valeur du coefficient de corrélation, et (iii) de tester si cette relation est statistiquement significativeà travers la valeur-p **(Rakotomalala, 2015).** Le coefficient de corrélation sert à caractériser si la relation linéaire est positive ou négative. Sa valeur varie entre -1 et +1. Plus il est proche de 1(en valeur absolue), plus la relation entre X et Y est forte. Lorsque r = 0, ceci indique l'absence d'une corrélation.**(Berrached, 2017)**

L'analyse du graphique « nuage de points » permet de visualiser la relation entre les variables X et Y. La figure 16 illustre quelques types de liaison qui peuvent exister entre ces deux variables :

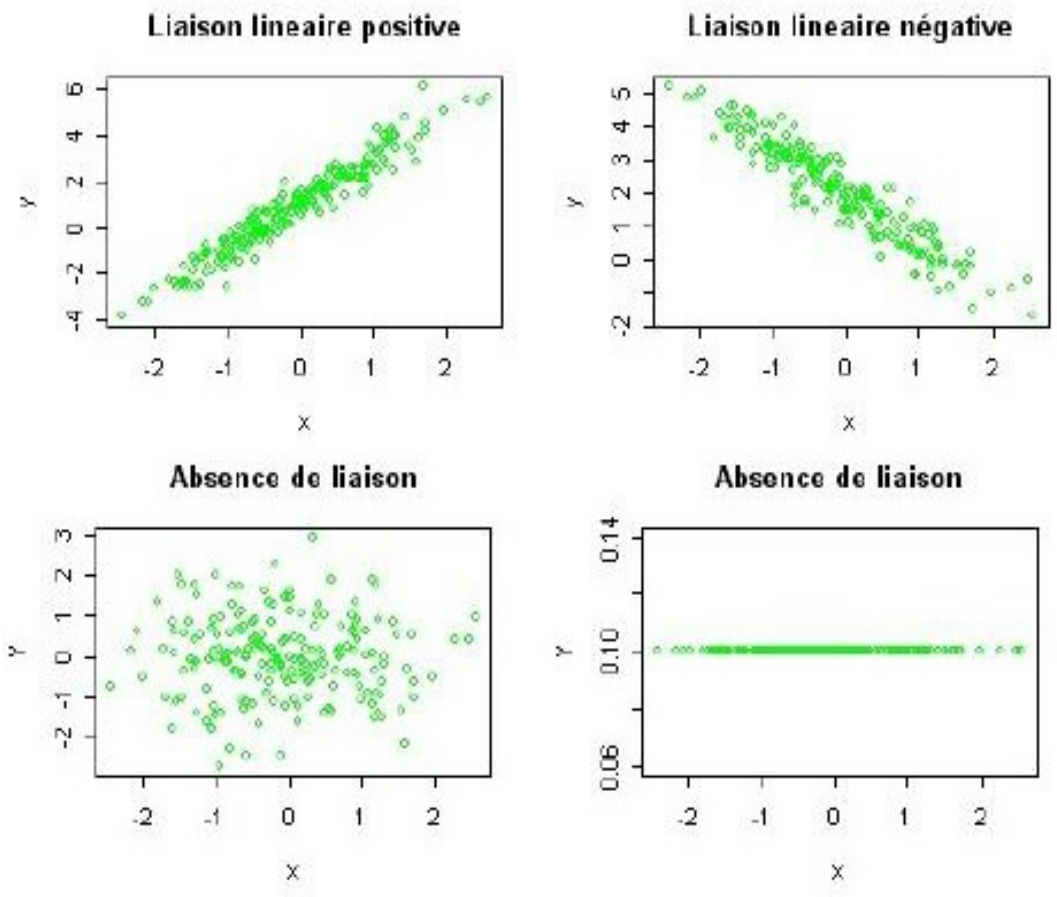


Figure 16 : Quelques types de liaison entre deux variables quantitatives (Rakotomalala, 2015)

•**Liaison linéaire positive :** X et Y évoluent dans le même sens, une augmentation de X entraîne une augmentation de Y, du même ordre quelle que soit la valeur de X.

• **Liaison linéaire négative :** X et Y évoluent en sens inverse. La pente est inchangée quelle que soit la valeur de X.

• **Absence de liaison :** La valeur de X ne donne pas une indication sur la valeur de Y, et inversement. L'autre situation caractéristique est que X (ou Y) est constant quelle que soit la valeur de la seconde variable.**(Berrached, 2017)**

Dans le cadre de notre étude, le test de normalité appliqué aux variables était statistiquement non significatif. A cet effet, nous avons utilisé un test non paramétrique de Kendall **(Kendall et Gibbons, 1990;Laurencelle, 2009 ;Rakotomalala, 2015).** Ainsi, l'indice tau de Kendall(ou τ de Kendall) a été utilisé pour évaluer la corrélation entre les traits fonctionnels et l'exposition.

Pour les analyses des traits quantitatifs, les données globales ont été divisées selon les différents types biologiques et aussi selon le cycle de vie des espèces.

Chaque trait a ensuite été testé pour trouver une différence significative avec l'altitude et l'exposition. pour les différentes types biologiques et aussi le cycle de vie des espèces.**(Berrached, 2017)**. Après un test de normalité **(Shapiro Wilk),** des traits tels que le poids frais et sec des feuilles, LA, SLA, le LDMC ont été transformés en racine carrée pour répondre à l'hypothèse de normalité tandis queles données restantes ont été considérées comme normales et laissées non transformées.

L'analyse unidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été utilisée pour trouver la variabilité entre les moyennes des traits quantitatifs avec l'exposition. L'ANOVA a également été utilisée pour trouver la variation en fonction de l'altitude des traits quantitatifs selon l'exposition.**(Srijana, 2019)** La corrélation de Spearman a été effectuée pour tester la relation entre les traits fonctionnels en altitude globale et pour explorer la relation entre les traits fonctionnels pour chacune des différentes altitudes.**(Srijana, 2019)** L'ANOVA a été réalisée à l'aide du programme informatique statistique R version 2.12.1. La corrélation a été effectuée dans SPSS Statistics 17.0.**(Srijana, 2019)**

Chapitre 03 :

Résultats et discussion générale

Résultats :

1. Relation de l'altitude avec les traits des feuilles selon exposition :

1.1. Relation entre LA et l'altitude selon exposition nord et sud :

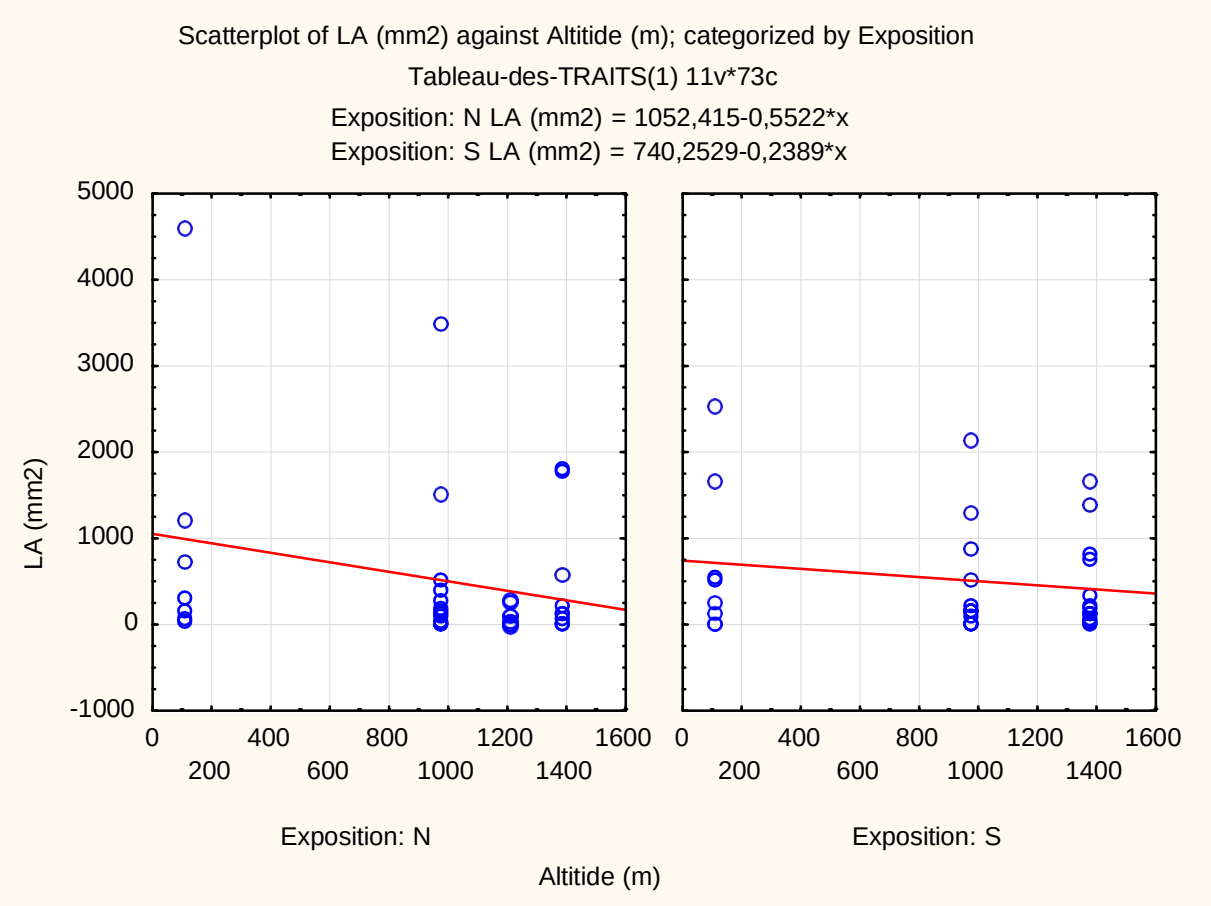


Figure 17 : corrélation de Pearson entre LA (mm²) et le gradient altitudinal (m) selon l'exposition

Exposition: N Altitude (m):LA (mm2): y = 1052,415 - 0,5522*x;r = -0,2538; p = 0,1189;

r2 = 0,0644

Exposition: S Altitude (m):LA (mm2): y = 740,2529 - 0,2389*x;r = -0,1810; p = 0,3056; r2 = 0,0328

Interprétation :

Les 2 graphiques ci-dessus représentent la variation de la surface foliaire en fonction de l'altitude catégorisés par le facteur d'exposition (nord, sud).

Les résultats de corrélation de Pearson indiquent qu'il n'existe pas une corrélation entre LA et l'altitude quelque soit la nature de l'exposition nord ou sud parce que p value est supérieur a 0,05 (Nord: P= **0.11**, Sud : P= **0.30**),(r= -0.25 au nord et r= -0.18 au sud).La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.064, au nord et de 0,032 au sud ce qui indique respectivement que 6,4% et 3,2 % de la variance de LA est n'influencée pas directement par ce facteur.

1. 2. Relation entre poids frais des feuilles et l'altitude selon exposition nord et sud :

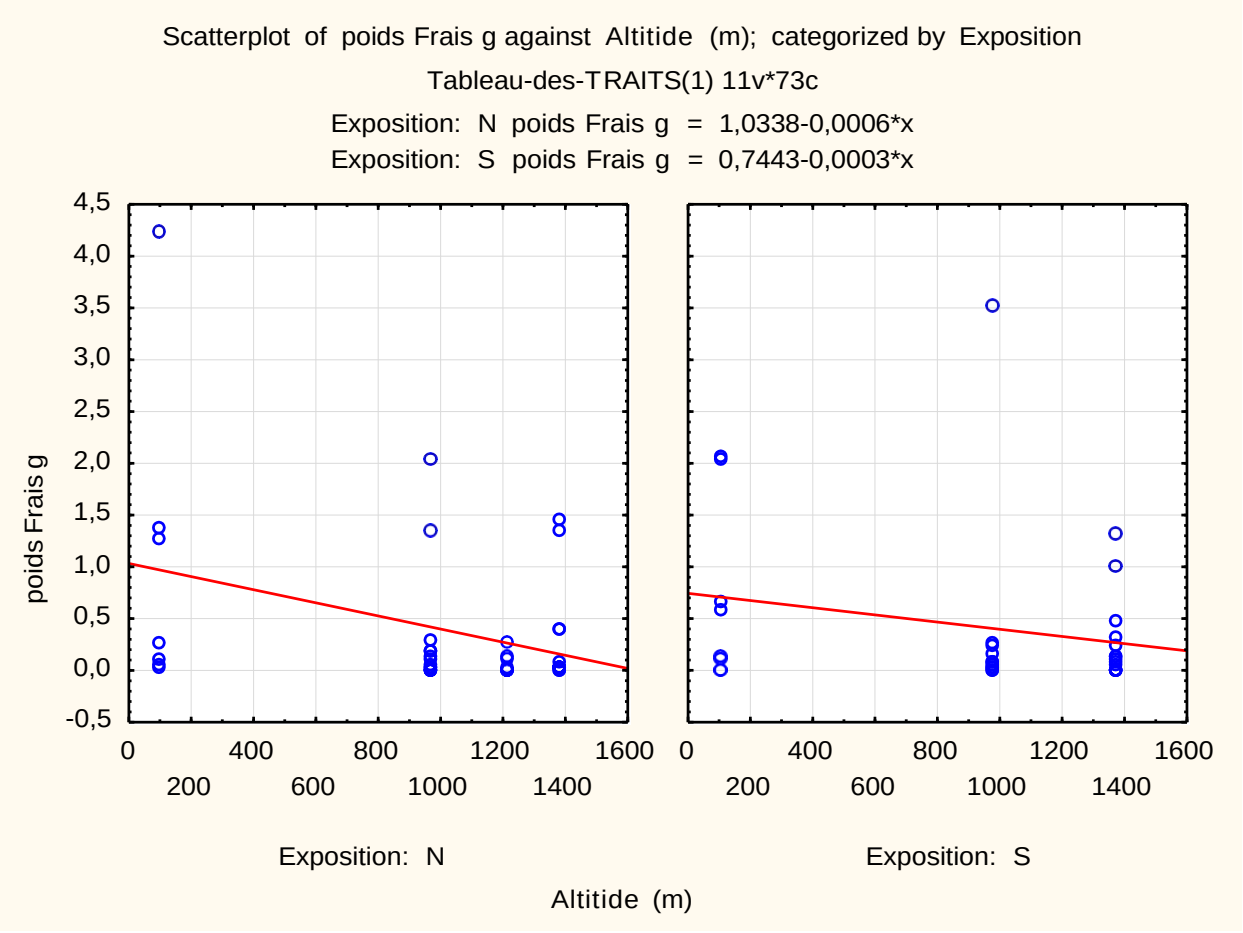


Figure 18 : corrélation de Pearson entre le poids frais (g) et le gradient altitudinal (m) selon l'exposition

Exposition: N Altitude (m):poids Frais g: y = 1,0338 - 0,0006*x;r = -0,3448; p = 0,0316; r^2 = 0,1189

Exposition: S Altitude (m):poids Frais g: y = 0,7443 - 0,0003*x;r = -0,2297; p = 0,1912; r^2 = 0,0528

Interprétation :

Les 2 graphiques ci-dessus représentent la variation du poids frais des feuilles en fonction de l'altitude catégorisés par le facteur d'exposition nord-sud. Les résultats de corrélation de Pearson rapportent qu'il existe une corrélation négative entre le poids frais des feuilles et

l'altitude dans exposition nord (P value = 0.03,(r= -0.34) par contre dans l'exposition sud il n'existe pas de relation entre ces deux facteurs(p value=0,19).donc dans l'exposition Nord, la relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.11 ce qui indique que 11 % de la variance du poids frais des feuilles est influencée directement par cefacteur, plus on monte en altitude, plus Le poids frais diminue (relation inversement proportionnel).

1. 3. Relation entre poids sec des feuilles et l'altitude selon exposition nord et sud :

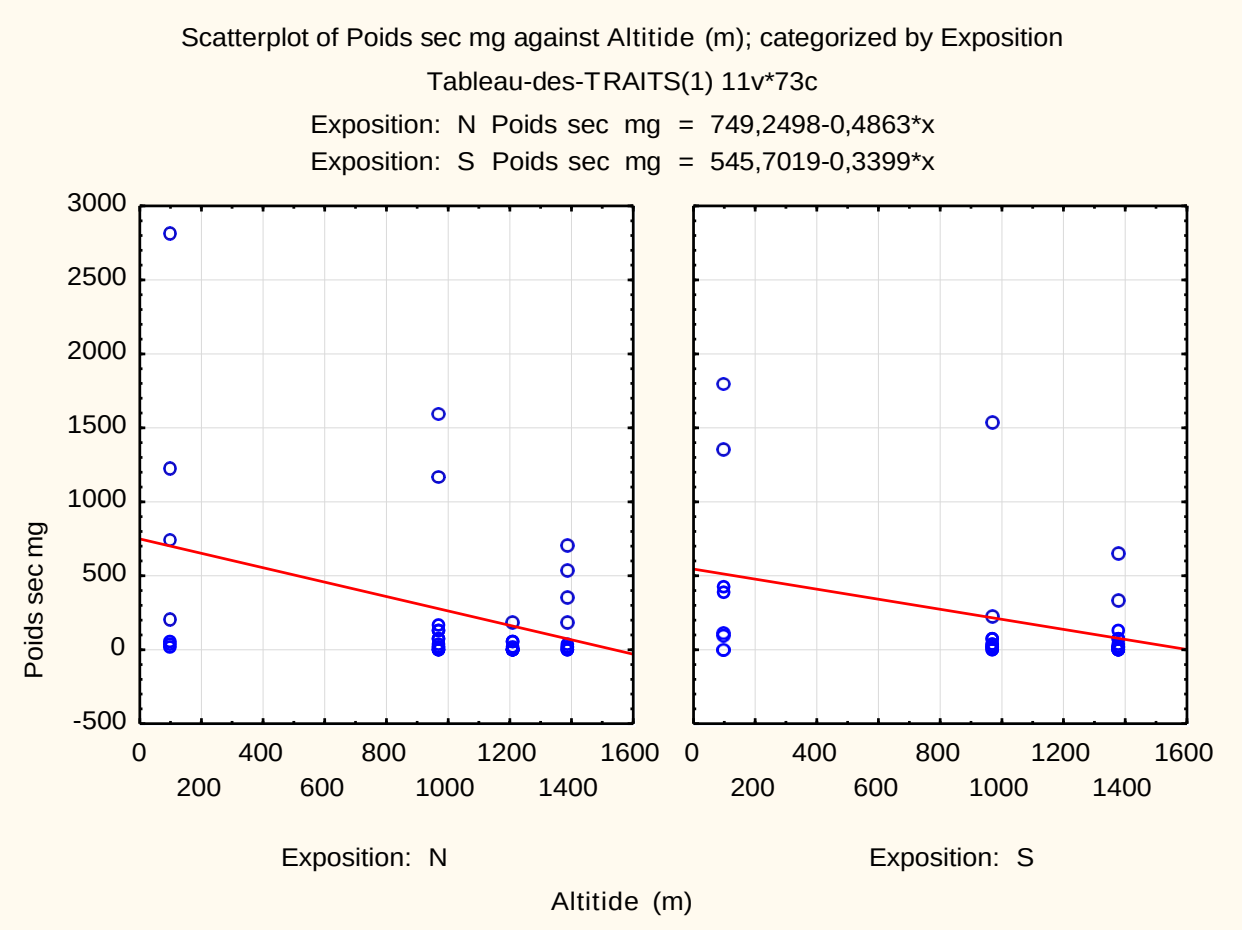


Figure 19 : corrélation de Pearson entre le poids sec (mg) et le gradient altitudinal (m) selon l'exposition

Exposition: N Altitude (m):Poids sec mg: y = 749,2498 - 0,4863*x;r = -0,3836; p = 0,0159; r^2 = 0,1471

Exposition: S Altitude (m):Poids sec mg: y = 545,7019 - 0,3399*x;r = -0,3824; p = 0,0256; r^2 = 0,1463

Interprétation :

Les 2 graphiques ci-dessus représentent la variation du poids secs des feuilles en fonction de l'altitude catégorisés par le facteur d'exposition nord-sud. Les résultats de corrélation de

Pearson rapportent qu'il existe une corrélation négative entre le poids sec et l'altitude quelque soit la nature de l'exposition nord ou sud parce que p value est inferieur a 0,05 (Nord: P= 0.01, Sud : P= 0.02),(r= -0.38 au nord et r= -0.38 au sud).La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.147, au nord et de 0,146 au sud ce qui indique respectivement que 14,7% et 14,6 % de la variance de poids secs est influencée directement par ce facteur, plus on monte en altitude, plus Le poids sec diminue.

1. 4. Relation entre SLA des feuilles et l'altitude selon exposition nord et sud :

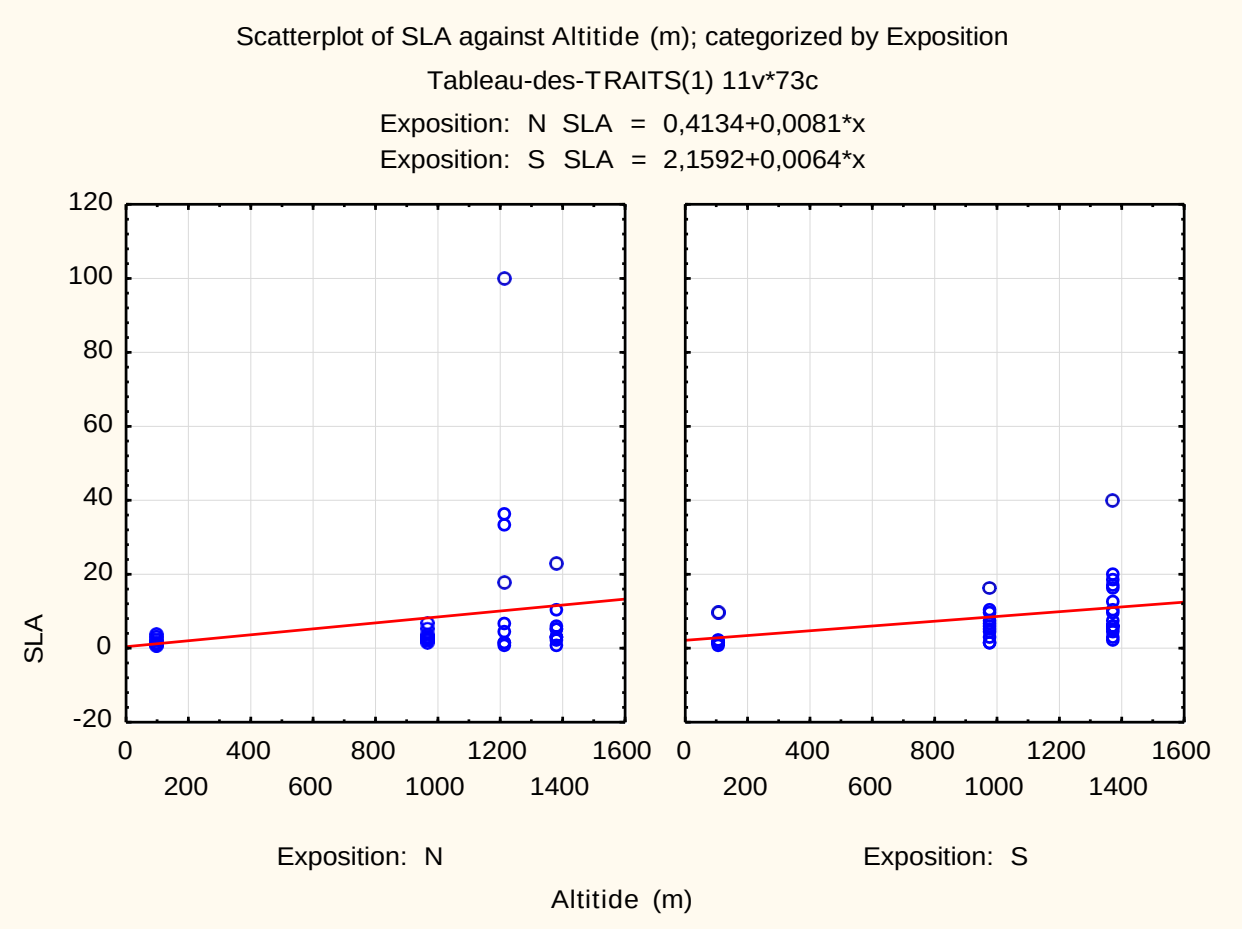


Figure20 :corrélation de Pearson entre SLA et le gradient altitudinal (m) selon l'exposition

Exposition: N Altitude (m):SLA: $y = 0,4134 + 0,0081*x$; $r = 0,2088$; $p = 0,2020$;$r^2 = 0,0436$

Exposition: S Altitude (m):SLA: $y = 2,1592 + 0,0064*x$; $r = 0,4154$; $p = 0,0146$;$r^2 = 0,1726$

Interprétation :

Les 2 graphiques ci-dessus représentent la variation du SLA des feuilles en fonction de l'altitude catégorisés par le facteur d'exposition nord-sud. Les résultats de corrélation de

Pearson montrent qu'il existe une corrélation positive entre le SLA des feuilles et l'altitude dans exposition sud (P value = 0.01,r= -0.17) par contre dans l'exposition nord il n'existe pas de relation entre ces deux facteurs(p value=0.20). En effet, dans l'exposition Sud, la relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0,17 ce qui indique que 17% de la variance du SLA des feuilles est influencée directement par ce facteur, plus on monte en altitude, plus Le SLA augmente (relation proportionne)

1. 5. Relation entre LDMC des feuilles et l'altitude selon exposition nord et sud :

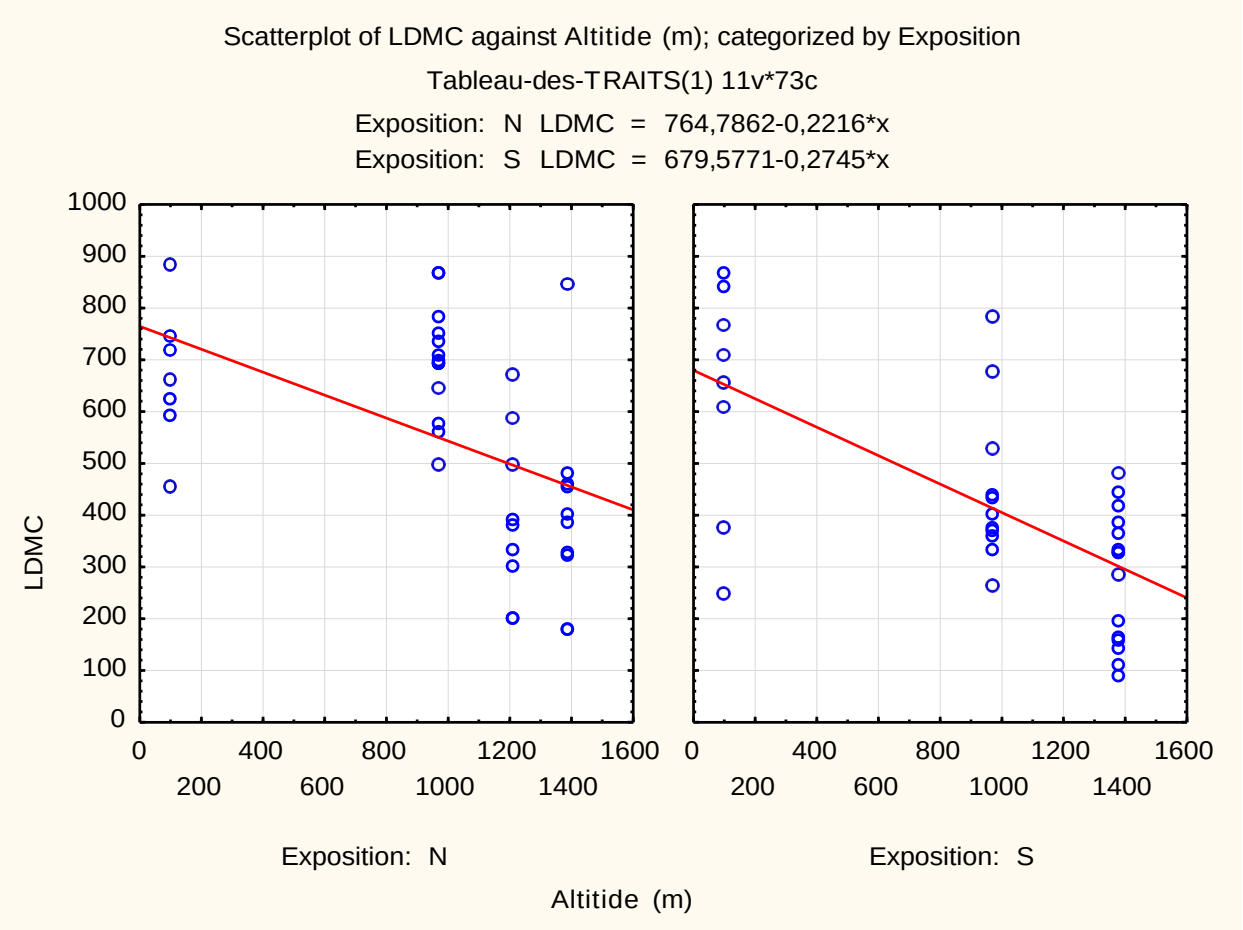


Figure 21 :corrélation de Pearson entre LDMC et le gradient altitudinal (m) selon l'exposition

Exposition: N Altitude (m):LDMC: y = 764,7862 - 0,2216*x;r = -0,4795; p = 0,0020; r^2 = 0,2299

Exposition: S Altitude (m):LDMC: y = 679,5771 - 0,2745*x;r = -0,6581; p = 0,00002; r^2 = 0,4330

Interprétation :

Les 2 graphiques ci-dessus représentent la variation de LDMC des feuilles en fonction de l'altitude catégorisés par le facteur d'exposition nord-sud. Les résultats de corrélation de Pearson rapportent qu'il existe une corrélation négative entre LDMC et l'altitude quelque

soit la nature de l'exposition nord ou sud parce que p value est inferieur 0,05 (Nord: P= 0,0020, Sud : P= 0,00002),(r= -0,4795au nord et r= -0,6581au sud).La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0,2299, au nord et de 0,4330au sud ce qui indique respectivement que 22,9 % et 43,3 % de la variance de LDMC est 'influencée directement par ce facteur. Plus on monte en altitude, plus LDMC diminue (inversement proportionnel)

2. Effet de l'altitude sur les traits des feuilles selon l'exposition :

2.1. Effet de l'altitude sur LA selon l'exposition nord et sud :

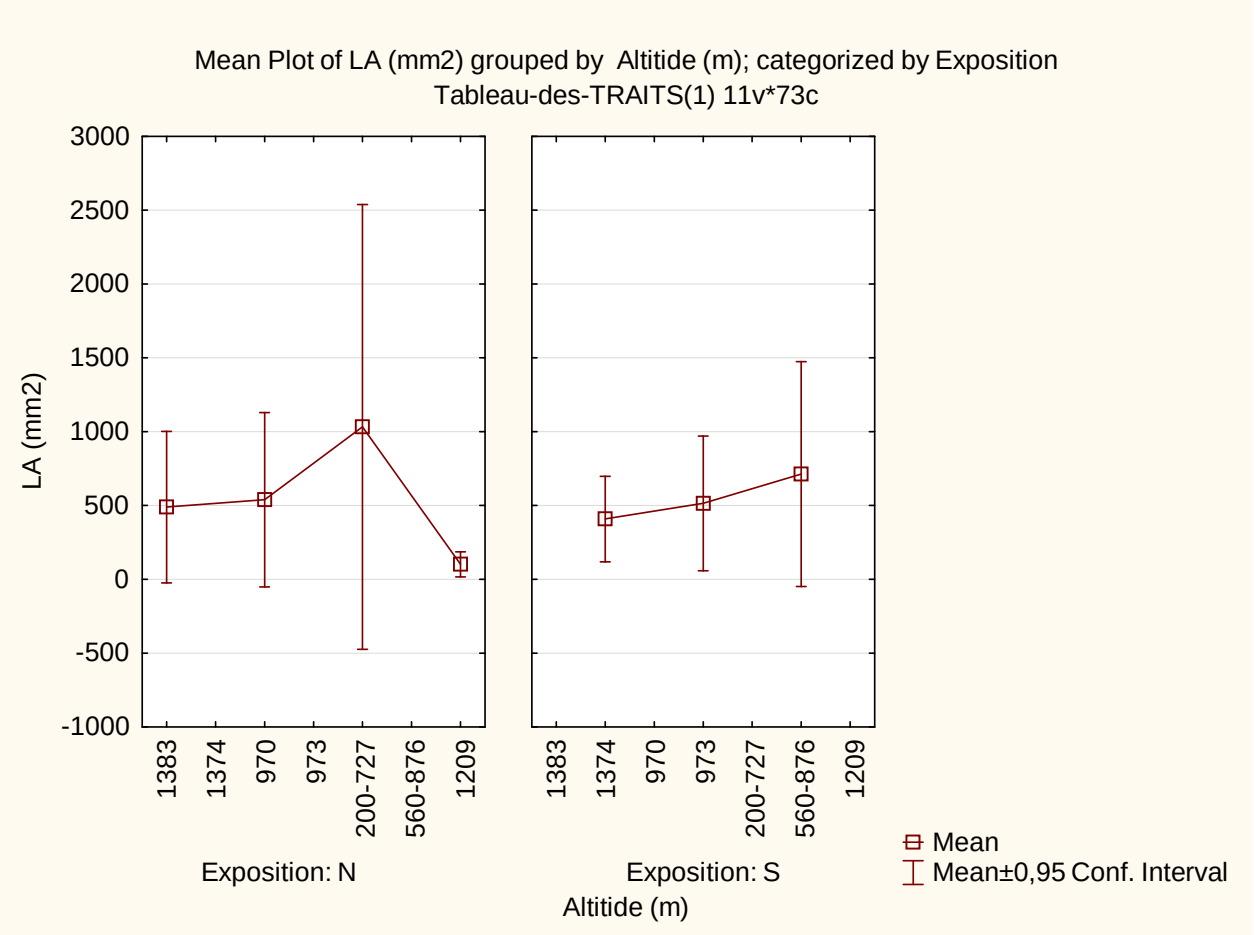


Figure 22 : Variation des moyennes de LA des groupes des échantillons en fonction d'altitude(m) selon l'exposition

Exposition: N LA (mm2): F(3;35) = 1,2464; p = 0,3077;KW-H(6;39) = 0; p = ---,
Exposition: S LA (mm2): F(2;31) = 0,526; p = 0,5961;KW-H(5;34) = 0; p = ---

Interprétation :

L'effet de l'altitude sur la surface foliaire ((LA) dans chaque exposition nord ou sud est testé par ANOVA. L'analyse de variance (ANOVA) montre que LA n'a pas d'effet significatif avec un P-valus respectif de (N : P= 0.30, S :P= 0.59).

2.2. Effet de l'altitude sur le poids frais selon l'exposition nord et sud :

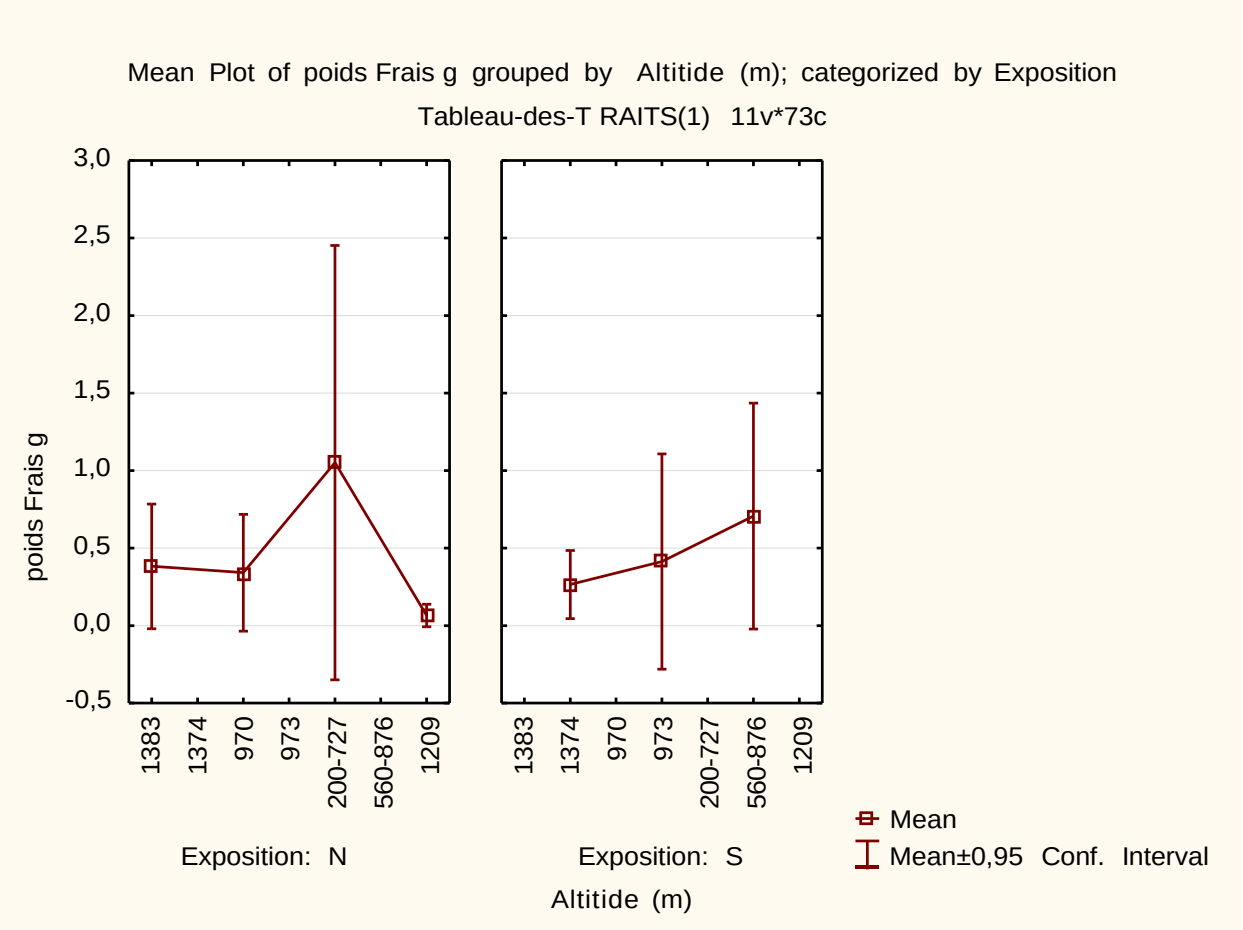


Figure 23 : Variation des moyennes du poids frais des groupes des échantillons enfonction d'altitude (m) selon l'exposition

Exposition: N poids Frais g: F(3;35) = 2,1932; p = 0,1062;KW-H(6;39) = 0; p = ---

Exposition:S poids Frais g: F(2;31) = 0,8642; p = 0,4313;KW-H(5;34) = 0; p = ---

Interprétation :

L'effet de l'altitude sur le poids frais dans chaque exposition nord ou sud est testé par ANOVA. L'analyse de variance (ANOVA) montre que le poids frais n'a pas d'effetsignificatif avec un P-valus respectif de (N : P= 0.10, S :P= 0.43).

2.3. Effet de l'altitude sur le poids sec selon l'exposition nord et sud :

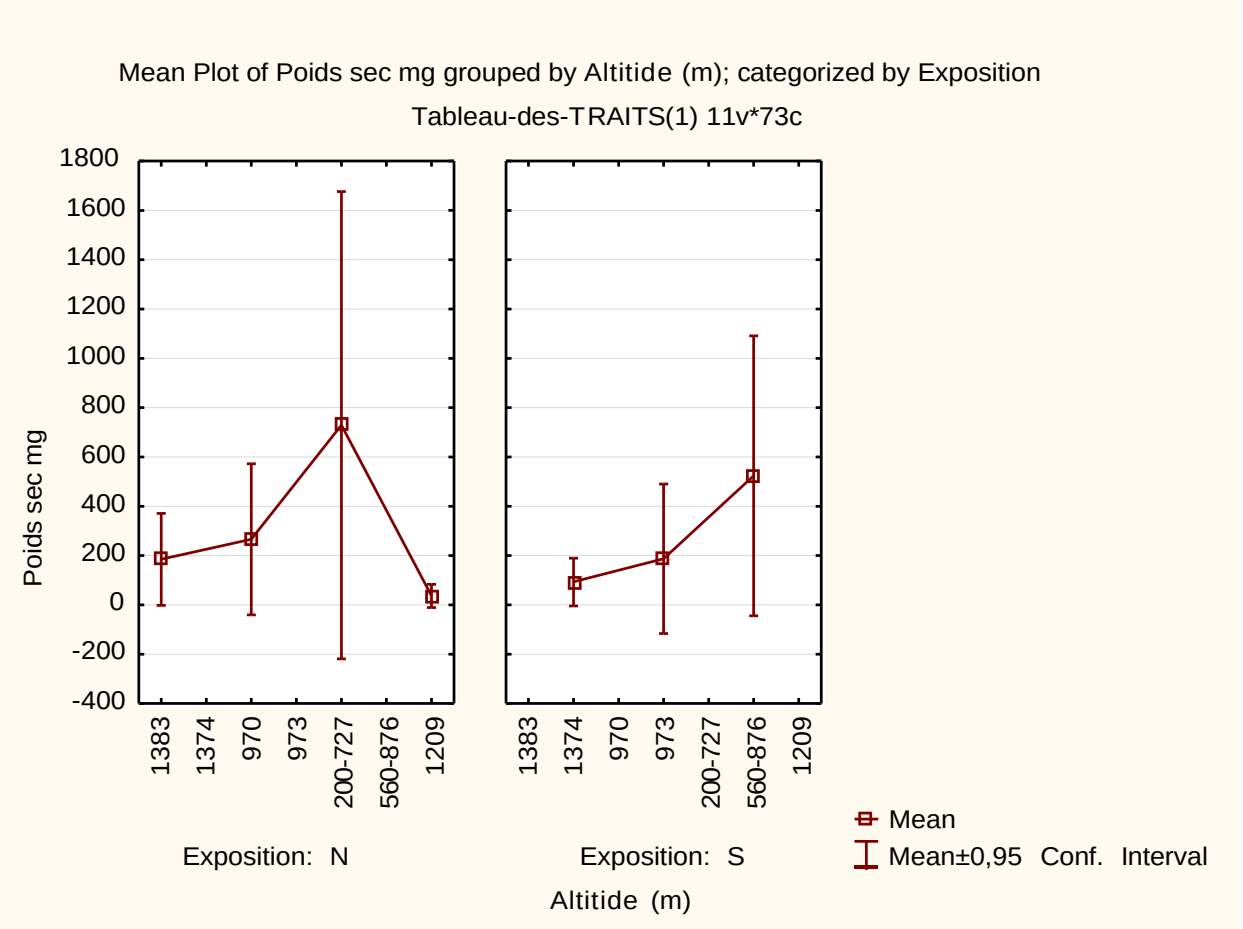


Figure 24 : Variation des moyennes de poids sec (mg) des groupes des échantillons en fonction d'altitude (m) selon l'exposition

Exposition: N Poids sec mg: F(3;35) = 2,3744; p = 0,0868;KW-H(6;39) = 0; p = --
-Exposition: S Poids sec mg: F(2;31) = 2,696; p = 0,0833;KW-H(5;34) = 0; p = ---

Interprétation :

Les deux graphiques ci –dessus représentent la variation de poids sec en fonction de l'altitude selon l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre PS et l'altitude a révélé une différence presque non significative mais comme est proche a la signification

(N : F(3 ;35)=2.37; P= **0.08**, S : F(2 ;31)=2.69 ;P= **0.08**),donc on a une variation faible entre les moyennes de groupements espèces entre les différentes stations, on observe d'après le graphique ANNOVA que a 200-727 m d'altitude on a la plus grande moyenne de poids frais et a 1209m c'est la plus faible poids frais .tandis qu'au sud, la moyenne de poids frais la plus grande se trouve a 560-876 m d'altitude.

2.4. Effet de l'altitude sur SLA selon l'exposition nord et sud :

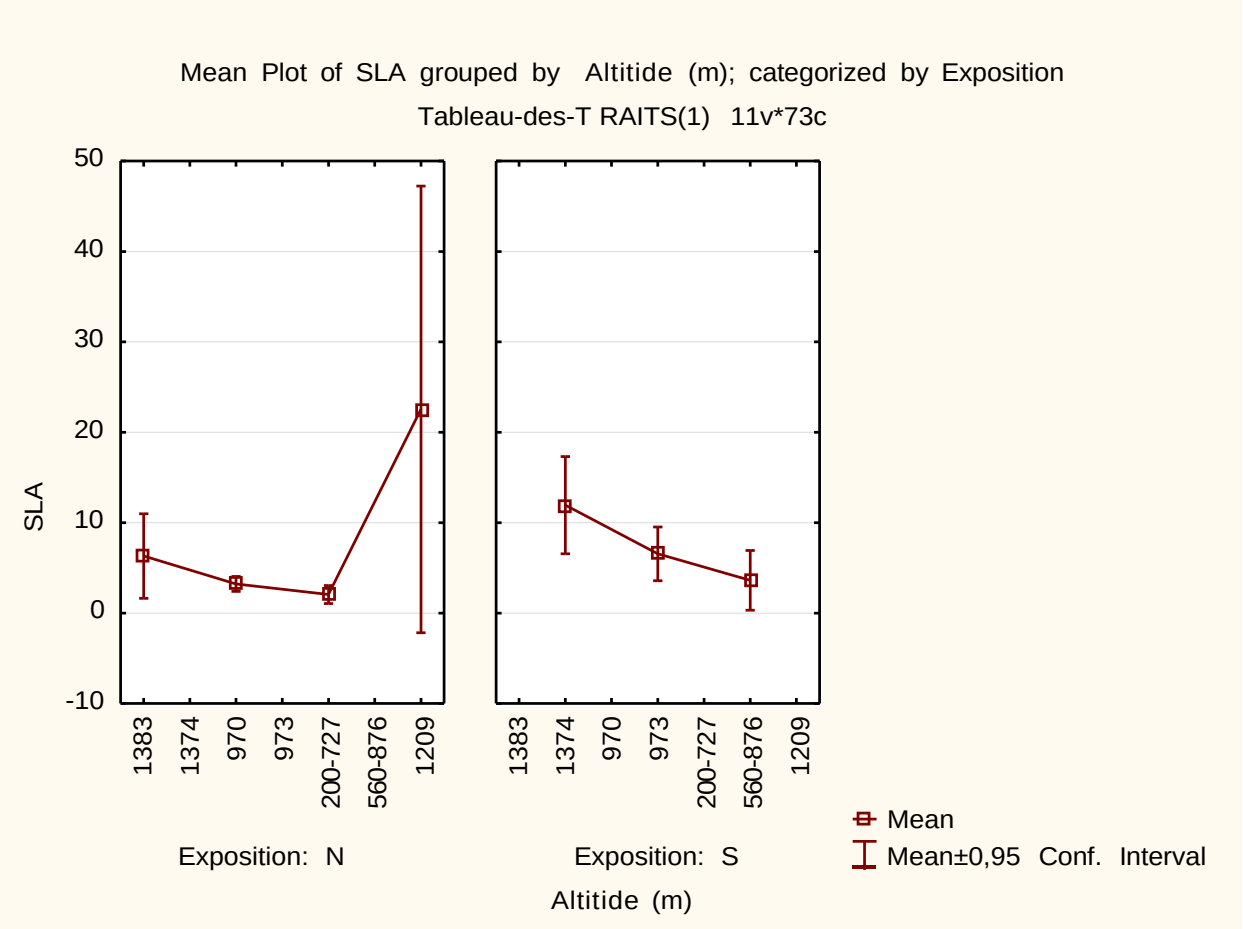


Figure 25 : Variation des moyennes de SLA des groupes des échantillons en fonction d'altitude (m) selon l'exposition

Exposition: N SLA: F(3;35) = 3,3222; p = 0,0308;KW-H(6;39) = 0; p = ---
Exposition: S SLA: F(2;31) = 3,8864; p = 0,0312;KW-H(5;34) = 0; p = ---

Interprétation:

Les deux graphiques ci-dessus représentent la variation de SLA en fonction de l'altitude selon l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre SLA et l'altitude a révélé une différence significative(un effet très significatif sur SLA) (N : F(3 ;35)=3.32; P= **0.03**, S : F(2 ;31)=0.88 ;P= **0.03**),donc on a une variation remarquable entre les moyennes de

groupements d'espèces des différentes stations , on observe d'après le graphique de l'ANNOVA que a 1209 m d'altitude on a la plus grande moyenne de SLA des feuilles et a 200-727m c'est la plus faible SLA au nord .tandis qu'au sud, la moyenne de SLA la plus grande se trouve a 1374 m d'altitude.

2.5. Effet de l'altitude sur LDMC selon l'exposition nord et sud :

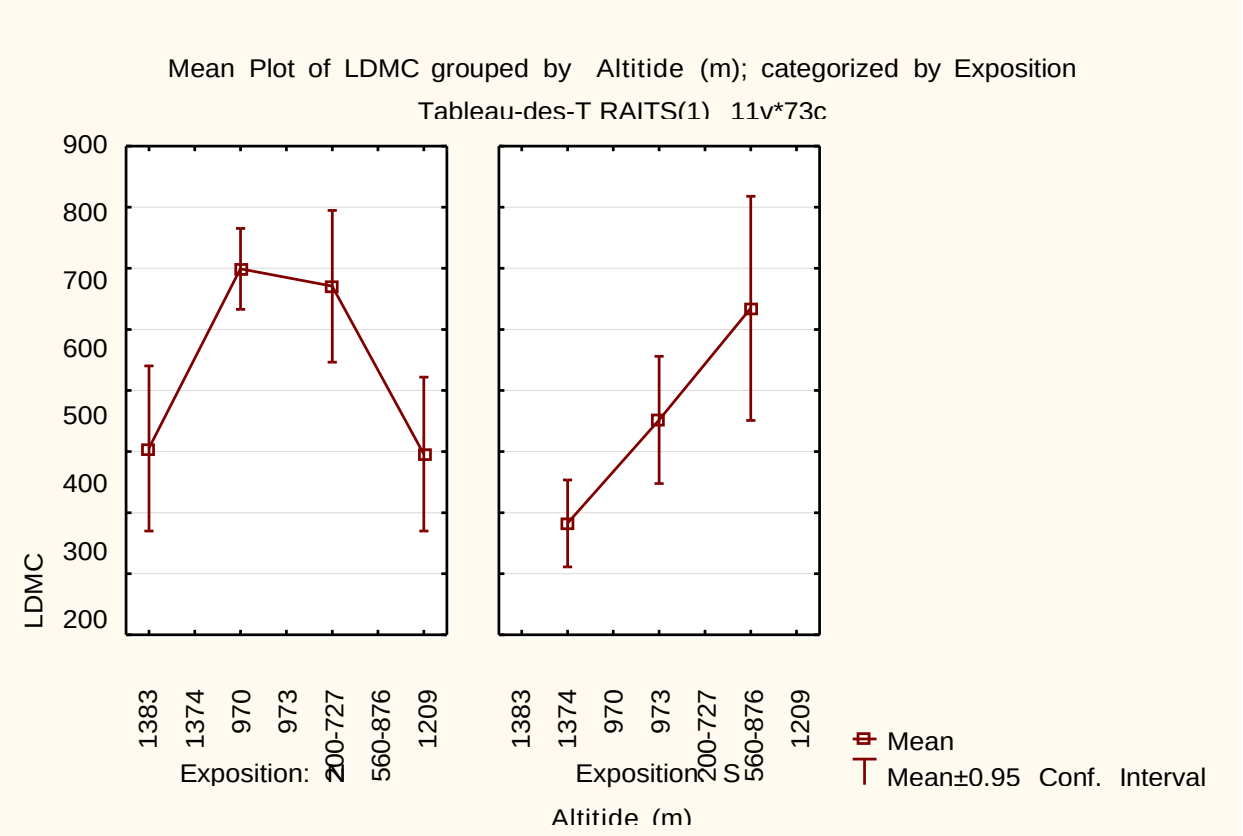


Figure 26 : Variation des moyennes de LDMC des groupes des échantillons en fonction d'altitude (m) selon l'exposition

Exposition: N LDMC: F(3;35) = 12,0398; p = 0,00001;KW-H(6;39) = 0; p = ---
Exposition: S LDMC: F (2; 31) = 12, 6895; p = 0, 00009; KW-H (5; 34) = 0; p = ---

Interprétation :

Les deux graphiques ci –dessus représentent la variation de LDMC en fonction de l'altitude selon l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre LDMC et l'altitude a révélé une différence hautement significative (N : F(3 ;35)=12.03; P= **0.00001**, S : F(2 ;31)=12.68;P= **0.00009**),donc on a une variation très remarquable entre les moyennes de groupements , on

observe d'après le graphique que a 970 m d'altitude on a la plus grande moyenne de LDMCet a 1209 m c'est la plus faible LDMC au nord .tandis qu'au sud, la moyenne de LDMC la plus grande se trouve a 560-876 m d'altitude.

3. Relation de l'altitude avec les traits des feuilles selon les cycles de vie dans les deux expositions :

3.1. Relation d'Altitude et LA en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nord etSud. :

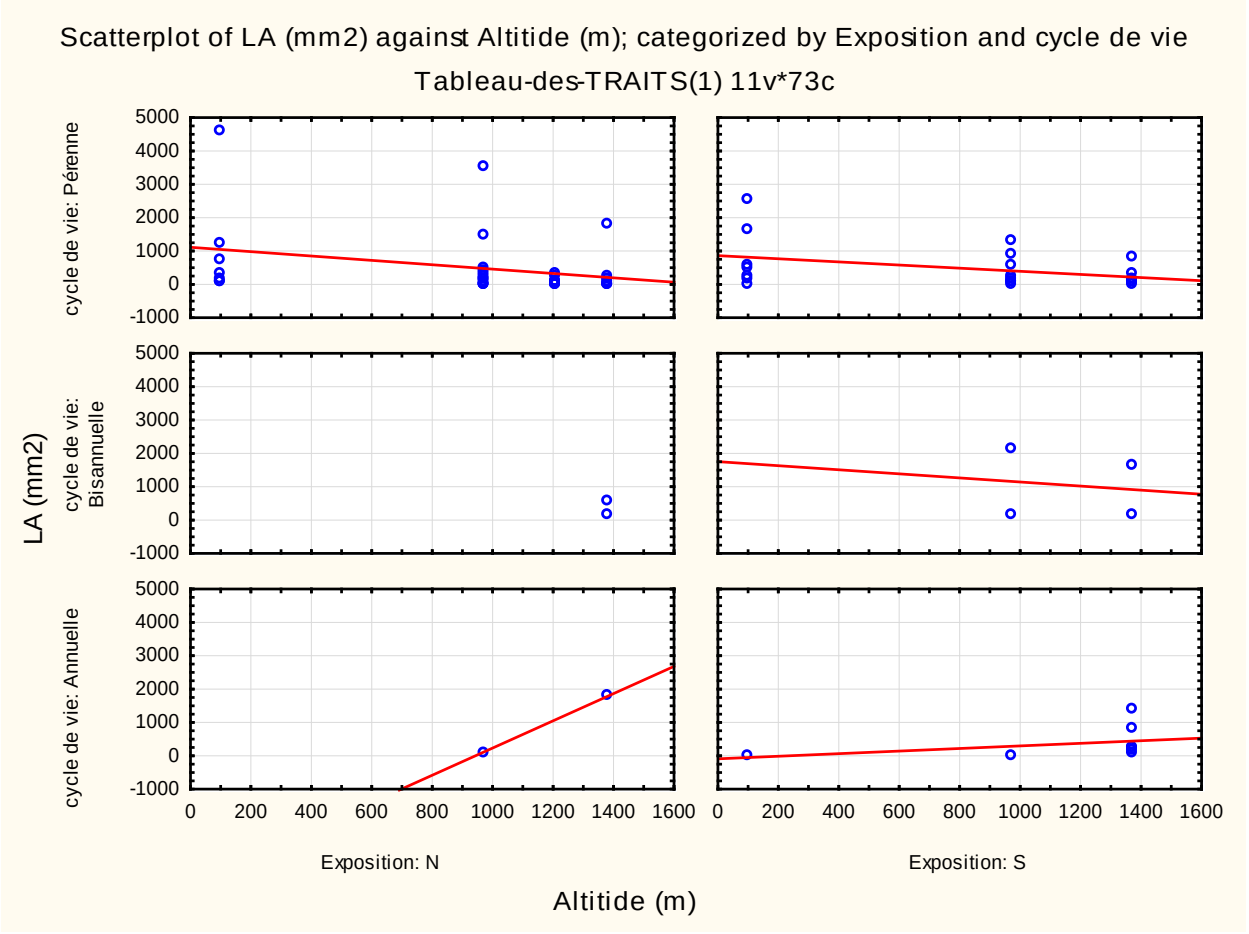


Figure 27 : Corrélation de Pearson entre LA et le gradient altitudinal (m) en fonctiondes cycles de vie selon l'exposition

Exposition: N, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):LA (mm2): y = 1114,4383 - 0,6564*x;r = -0,2990; p = 0,0810; r^2 = 0,0894

Exposition: N, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):LA (mm2): Bad numerical conditions for statistiques

Exposition: N, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):LA (mm2): y = -3851,4205 + 4,0839*x;r = 1,0000; p = ---; r^2 = 1,0000

Exposition: S, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):LA (mm2): y = 861,6683 - 0,4696*x;r = -0,3907; p = 0,0722; r^2 = 0,1526,
Exposition: S, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):LA (mm2): y = 1752,8096 - 0,611*x ;r = -0,1380; p = 0,8620; r^2 = 0,0190
Exposition: S, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):LA (mm2): y = -89,8916 + 0,3884*x;, r =0,3583; p = 0,3835; r^2 = 0,1284

Interprétation :

Les 2 graphiques ci-dessus représentent la variation de LA en fonction de l'altitude et l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre LA et l'altitude a révélé une différence non significative chez les pérennes (P=0.08 au nord et P=0.07 au sud) entre 1114.43 mm² au nord et 861.66 mm² au sud. D'autre part, chez les bisannuelles, on remarque une absence de liaison au nord tandis qu'au sud il existe une différence non significative (P=0.86) a 1752.80 mm²

Chez les annuelles, la relation est non significative au sud (P=0.38) a -89.89 mm², par contre, au nord : une absence de relation a -3851.42 mm.²

Les résultats rapportent qu'il existe une corrélation entre les trois variables LA, altitude et exposition que vous trouverez ci-dessous :

- **Chez les pérennes** : une corrélation non significative au nord et au sud. Avec un coefficient de corrélation négative (r= -0.29 au nord et r= -0.39 au sud). La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.08 au nord, ce qui indique que 8% de la variance de LA est influencée directement par ce facteur, ajoutant aussi que au sud**, R^2= 0.15**, donc 15% est influencée par le même facteur, plus on monte en altitude, plus La surface foliaire diminue (relations inversement proportionnel)
- **Chez les bisannuelles** : une corrélation non significative au sud. Avec un coefficient de corrélation négative r= -0.13 .par contre au nord on marque une absence de liaison.

Donc au sud la relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.01 ce qui indique que 1% de la variance de LA est influencée directement par ce facteur, plus on monte en altitude, plus LA diminue (relation inversement proportionnel)

- **Chez les annuelles** : une corrélation non significative au sud. Avec un coefficient de corrélation positive r= 0.35 .par contre au nord on marque une absence de liaison

La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.12 au sud, ce qui indique que 12% de la variance de LA est influencée directement par ce facteur, plus on monte en altitude, plus LA augmente (relation proportionnel)

3.2. Relation d'Altitude et poids frais en fonction des cycles de vie dans l'expositionNord et Sud :

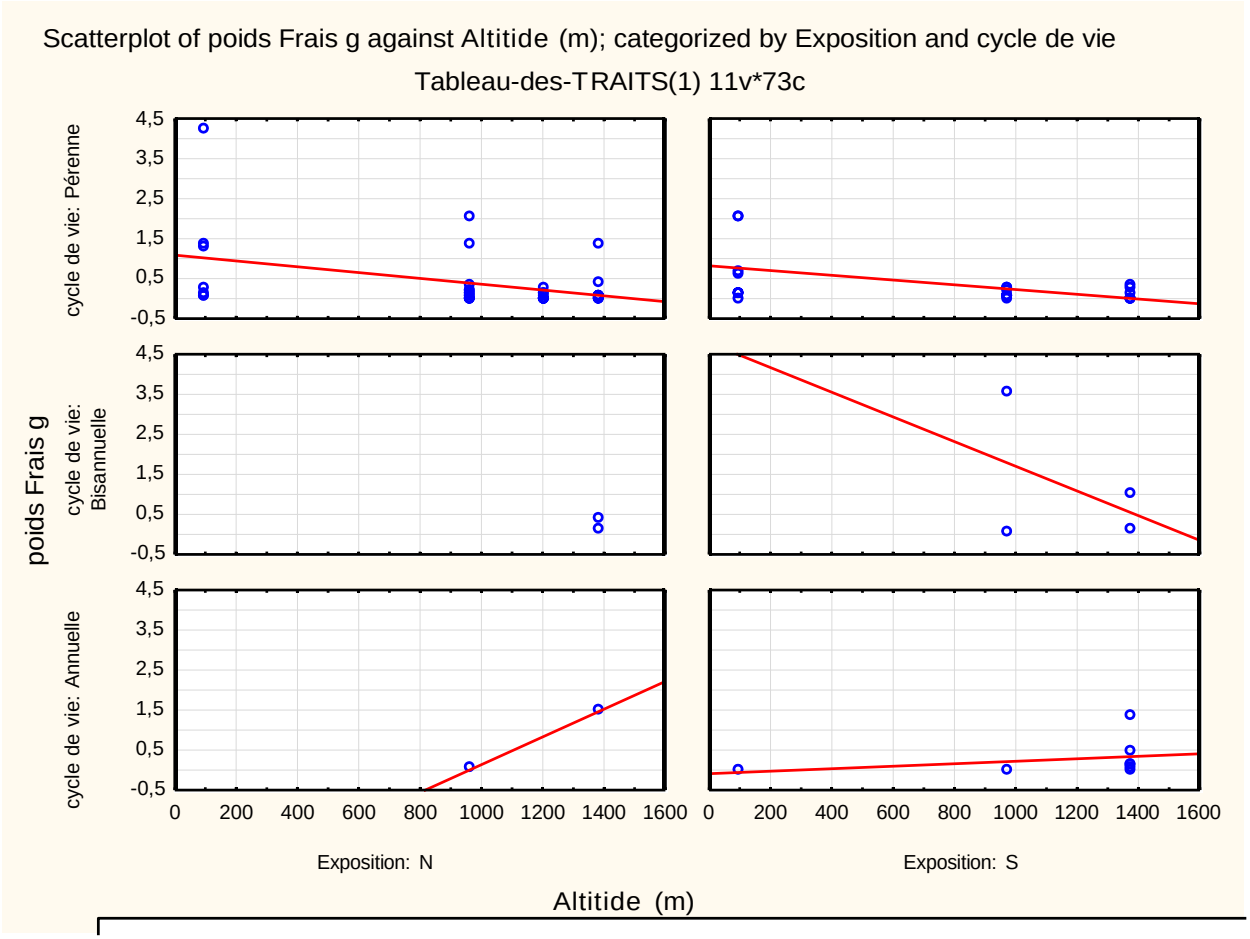


Figure 28 : Corrélation de Pearson entre poids frais et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition

Exposition: N, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):poids Frais g: y = 1,0895 - 0,0007*x;r = -0,3912; p = 0,0201; r^2 = 0,1531
Exposition: N, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):poids Frais g: Bad numerical conditions for statistics
Exposition: N, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):poids Frais g: y = -3,33 + 0,0035*x; r = 1,0000; p = ---;r^2 = 1,0000

Exposition: S, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):poids Frais g: $y = 0,8223 - 0,0006*x$;$r = -0,5389$; $p = 0,0097$; $r^2 = 0,2904$
Exposition: S, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):poids Frais g: $y = 4,7861 - 0,0031*x$;$r = -0,4386$; $p = 0,5614$; $r^2 = 0,1924$
Exposition: S, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):poids Frais g: $y = -0,0863 + 0,0003*x$;$r = 0,3049$; $p = 0,4627$; $r^2 = 0,0930$

Interprétation :

Les deux graphiques ci-dessus représentent la variation de poids frais en fonction de l'altitude et l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre PF et l'altitude a révélé une différence significative chez les pérennes (P=0.02 au nord et P=0.009 au sud) entre 1.089 gau nord et 0.822 g au sud. D'autre part, chez les bisannuelles, on remarque une absence de liaison au nord tandis qu'au sud il existe une différence non significative (P=0.56) a 4.78 g Chez les annuelles, la relation est non significative au sud (P=0.46) a -0.08g , par contre, au nord : une absence de relation a-3.33 g.

Les résultats rapportent qu'il existe une corrélation entre les trois variables poids frais,altitude et exposition que vous trouverez ci-dessous :

- **Chez les pérennes** : une corrélation significative au nord et au sud. Avec un coefficient de corrélation négative (r= -0.39 au nord et r= -0.53 au sud)

La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.15 au nord, ce qui indique que 15 % de la variance de PF est influencée directement par ce facteur, également au sud**,** R^2= 0.29, donc 29 % est influencée par le même facteur, plus on monte en altitude, plus Le poids frais diminue (relation inversement proportionnel)

- **Chez les bisannuelles** : une corrélation non significative au sud . Avec un coefficient de corrélation négative r= -0.43 .par contre au nord on marque une absence de liaison

La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.19 au sud, ce qui indique que 19% de la variance de PF est influencée directement par ce facteur, plus onmonte en altitude, plus le poids frais diminue (inversement proportionnel)

- **Chez les annuelles** : une corrélation non significative au sud . Avec un coefficient de corrélation positive .par contre au nord on marque une absence de liaison.

.3. Relation d'Altitude et poids secs en fonction des cycles de vie dans l'expositionNord et Sud :

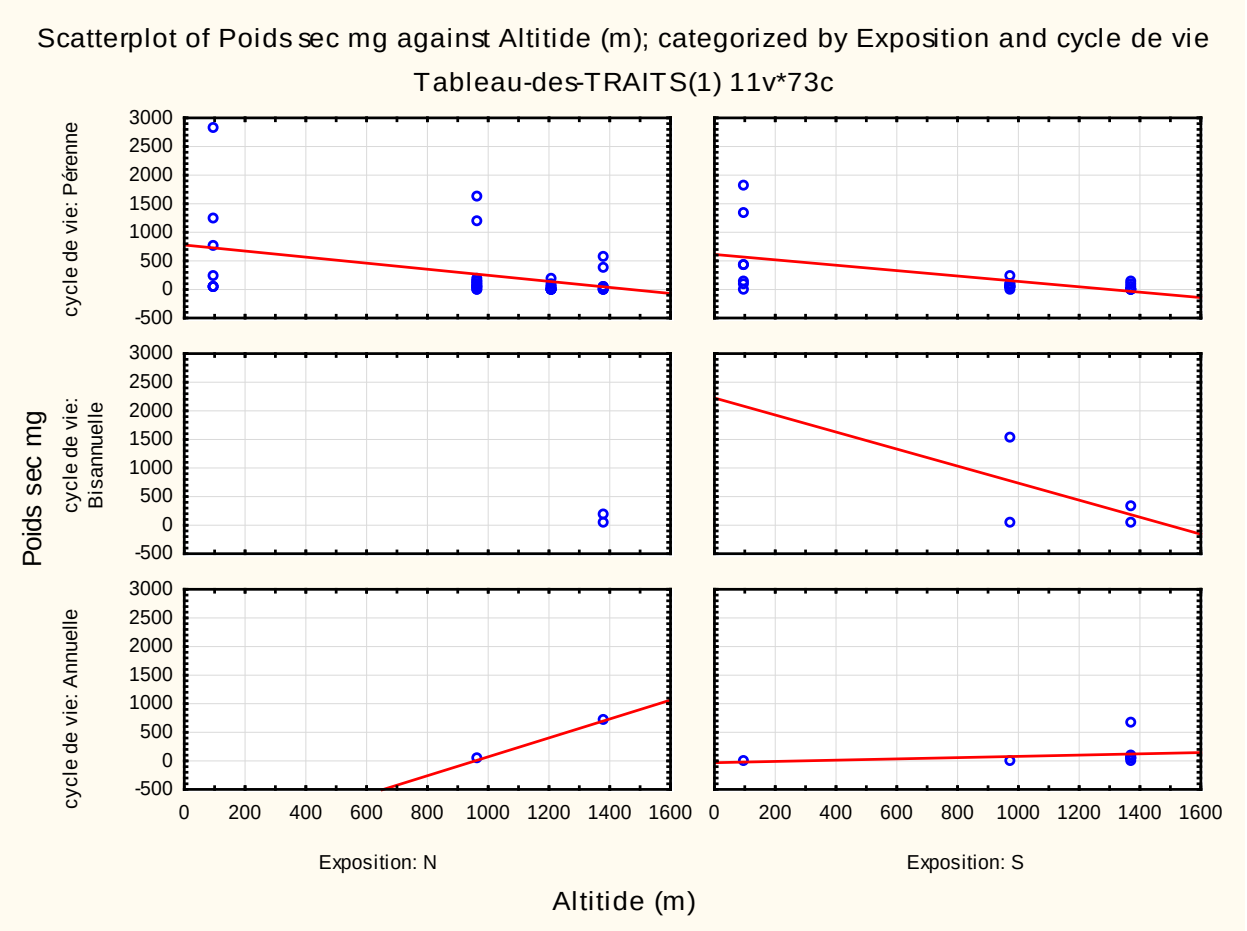


Figure 29 : Corrélation de Pearson entre poids sec et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition

Exposition: N, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):Poids sec mg: y = 776,9825 - 0,5289*x; r = -0,4073; p = 0,0152; r^2 = 0,1659

Exposition: N, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):Poids sec mg: Bad numerical conditions for statistics

Exposition: N, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):Poids sec mg: y = -1584,3729 + 1,6554*x;r = 1,0000; p = ---; r^2 = 1,0000

Exposition: S, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):Poids sec mg: y = 612,4365 - 0,4709*x; r = -0,5476; p = 0,0083; r^2 = 0,2999

Exposition: S, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):Poids sec mg: y = 2225,2943 - 1,49*x;

r = -0,4798; p = 0,5202; r^2 = 0,2302

Exposition: S, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):Poids sec mg: y = -30,5399 + 0,1102*x; r = 0,2227; p = 0,5960; r^2 = 0,0496

Interprétation :

Les 2 graphiques ci contre représentent la variation de poids sec en fonction de l'altitude selon l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre PS et l'altitude a révélé une différence significative chez les pérennes (P=0.01 au nord et P=0.008 au sud) entre 776.98 mg au nord et 612.43 mg au sud. D'autre part, chez les bisannuelles, on remarque une absence de liaison au nord tandis qu'au sud il existe une différence non significative (P=0.52) a 2225.2 mg

Chez les annuelles, la relation est non significative au sud (P=0.59) a -30.53 mg , parcontre, au nord : une absence de relation a -1584.3 mg

Les résultats rapportent qu'il existe une corrélation entre PS et les 2 variables altitude et exposition nous donne :

- **Chez les pérennes** : une corrélation significative au nord et au sud. Avec uncoefficient de corrélation négative (r= -0.40 au nord et r= -0.54au sud)

  La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.16 au nord, ce qui indique que 16% de la variance de PS est influencée directement par ce facteur, également au sud**, R^2= 0.16**, donc 16% est influencée par le même facteur, plus on monte enaltitude, plus Le poids sec diminue (inversement proportionnel)

- **Chez les bisannuelles** : une corrélation non significative au sud . Avec un coefficient de corrélation négative r= -0.47 .par contre au nord on marque une absence de liaison

  La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.23 au sud, ce qui indique que 23 % de la variance de PS est influencée directement par ce facteur, plus onmonte en altitude, plus PS diminue (inversement proportionnel)

- **Chez les annuelles** : une corrélation non significative au sud. Avec un coefficient de corrélation positive r= 0.22 .par contre au nord on marque une absence de liaison

3.4. Relation d'Altitude et SLA en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nord etSud :

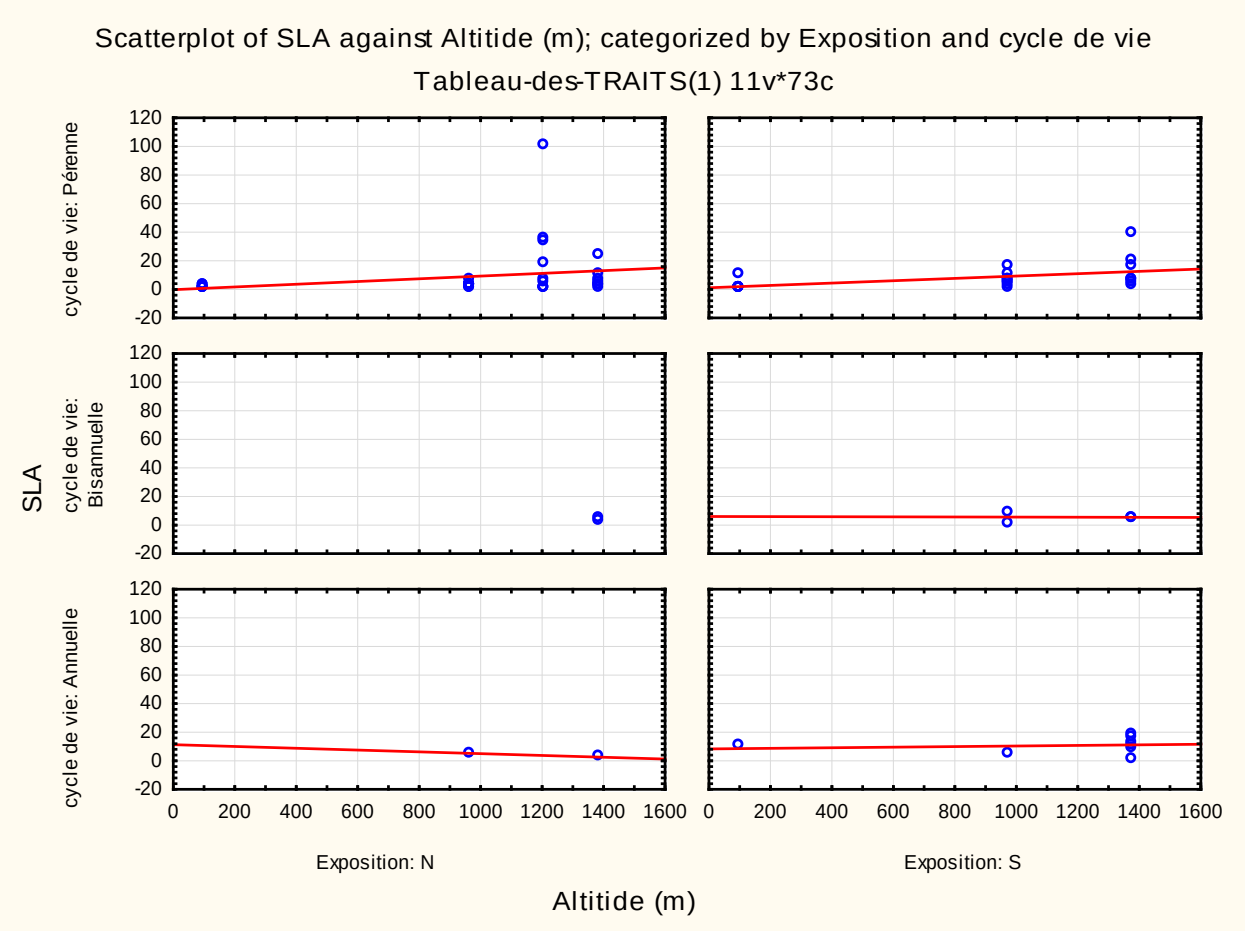


Figure 30 : Corrélation de Pearson entre SLA et le gradient altitudinal (m) enfonction des cycles de vie selon l'exposition

Exposition: N, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):SLA: y = -0,2506 + 0,0096*x;
r = 0,2400; p = 0,1648; r^2 = 0,0576
Exposition: N, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):SLA: Bad numerical conditions for statistics
Exposition: N, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):SLA: y = 11,2811 - 0,0063*x; r = -1,0000; p = ---;
r^2 = 1,0000
Exposition: S, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):SLA: y = 1,0985 + 0,0082*x; r = 0,4824; p = 0,0230; r^2 = 0,2328
Exposition: S, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):SLA: y = 6,043 - 0,0004*x; r = -0,0302; p = 0,9698;
r^2 = 0,0009
Exposition: S, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):SLA: y = 8,3018 + 0,002*x; r = 0,1743; p = 0,6798; r^2 = 0,0304

Interprétation :

Les 2 graphiques ci contre représentent la variation de SLA en fonction de l'altitude selon l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre SLA et l'altitude a révélé une différence non significative chez les pérennes (P=0.16 au nord) a -0.25 et une différence significativeau sud a 1.09 (P= 0.023). D'autre part, chez les bisannuelles, on remarque une absence de liaison au nord tandis qu'au sud il existe une différence non significative (P=0.96) a 6.043 Chez les annuelles, la relation est non significative au sud (P=0.67) a 8.30, par contre, au nord : une absence de relation a 11.28

Les résultats rapportent qu'il existe une corrélation entre SLA et les 2 variables altitude et exposition nous donne :

- **Chez les pérennes** : une corrélation non significative au nord . Avec un coefficient de corrélation positive r= 0.24 ; par contre, au sud, une relation significative avec un coefficient de corrélation positive r= 0.48

La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.05 au nord, ce qui indique que 5 % de la variance de SLA est influencée directement par ce facteur, également au sud**,** R^2= 0.23, donc 23 % est influencée par le même facteur, plus on monte enaltitude, plus SLA augmente (relation proportionnelle)

- **Chez les bisannuelles** : une corrélation non significative au sud. Avec un coefficient de corrélation négative r= -0.03 .par contre au nord on marque une absence de liaison

La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.0009 au sud,plus on monte en altitude, plus SLA augmente (relation proportionnel) (presque nulle)

- **Chez les annuelles** : une corrélation non significative au sud. Avec un coefficient de corrélation positive r= 0.17 .par contre au nord on marque une absence de liaison

3.5. Relation d'Altitude et LDMC en fonction des cycles de vie dans l'exposition Nordet Sud :

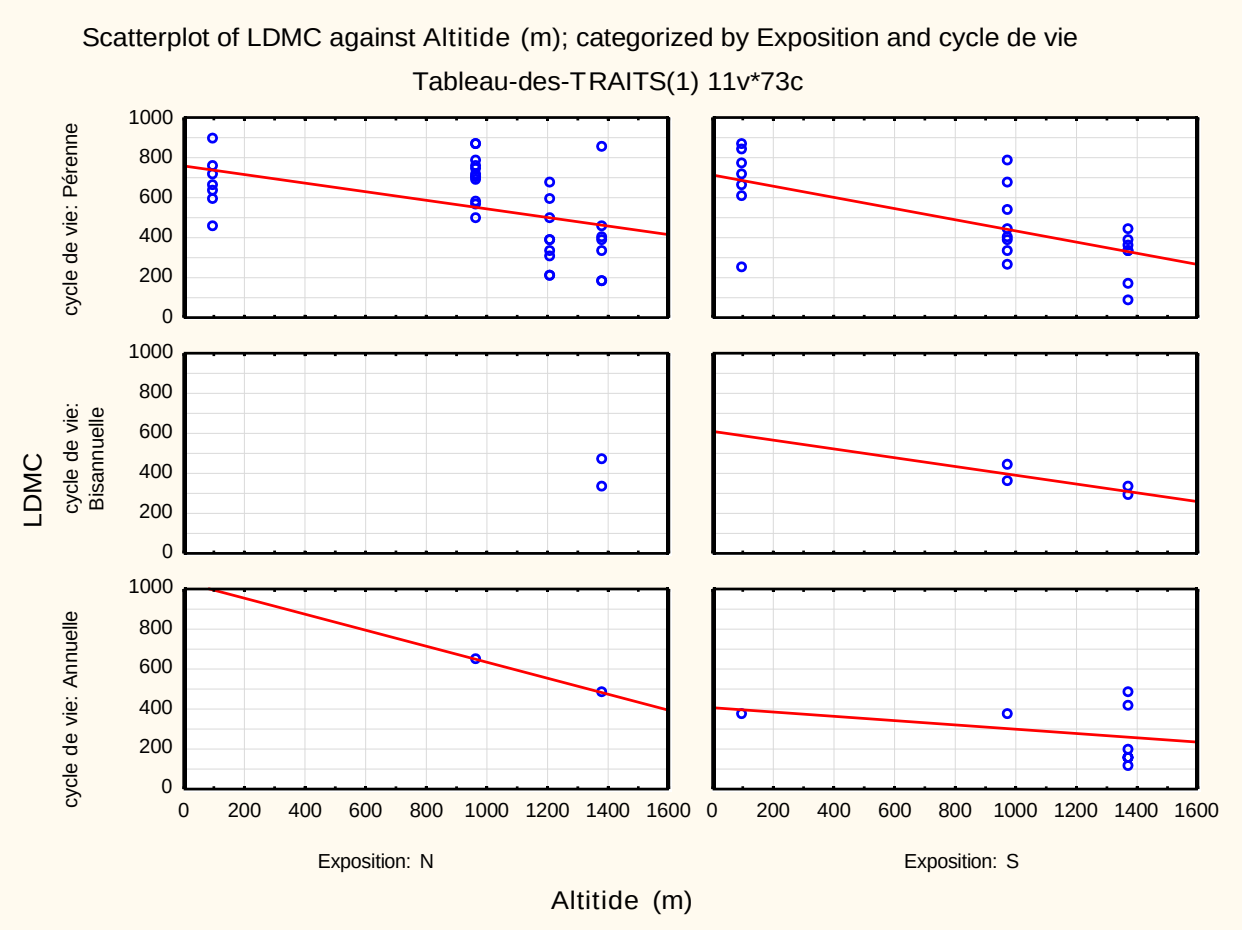


Figure 31 : Corrélation de Pearson entre LDMC et le gradient altitudinal (m) en fonction des cycles de vie selon l'exposition

Exposition: N, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):LDMC: y = 759,0465 - 0,2151*x;r = -0,4592; p = 0,0055; r^2 = 0,2109

Exposition: N, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):LDMC: Bad numerical conditions for statistics

Exposition: N, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):LDMC: y = 1034,4463 - 0,4*x;r = -1,0000; p = ---;r^2 = 1,0000

Exposition: S, cycle de vie: Pérenne Altitude (m):LDMC: y = 712,6552 - 0,2792*x;r = -0,6624; p = 0,0008; r^2 = 0,4388

Exposition: S, cycle de vie: Bisannuelle Altitude (m):LDMC: y = 610,1489 - 0,2194*x;r = -0,8163; p = 0,1837; r^2 = 0,6664

Exposition: S, cycle de vie: Annuelle Altitude (m):LDMC: y = 406,9477 - 0,1075*x;r = -0,3361; p = 0,4156; r^2 = 0,1130

Interprétation :

Les 2 graphiques ci contre représentent la variation de LDMC en fonction de l'altitude selon l'exposition nord-sud. L'analyse de variance entre LDMC et l'altitude a révélé une différence fortement significative chez les pérennes (P=0.005 au nord et P=0.0008 au sud) entre 759.04 au nord et 712.65 au sud. D'autre part, chez les bisannuelles, on remarque une absence de liaison au nord tandis qu'au sud il existe une différence non significative (P=0.18) a 610.14
Chez les annuelles, la relation est non significative au sud (P=0.41) a 406.94, par contre, au nord : une absence de relation a 1034.44
Les résultats rapportent qu'il existe une corrélation entre les trois variables LDMC, altitudeet exposition que vous trouverez ci-dessous :

- **Chez les pérennes** : une corrélation très significative au nord et au sud. Avec un coefficient de corrélation négative (r= -0.04 au nord et r= -0.66 au sud)

  La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.21 au nord, ce qui indique que 21 % de la variance de LDMC est influencée directement par ce facteur, également au sud**,** R^2= 0.43, donc 43 % est influencée par le même facteur, plus on monte enaltitude, plus LDMC diminue (inversement proportionnel)

- **Chez les bisannuelles** : une corrélation non significative au sud . Avec un coefficient de corrélation négative r= -0.81 .par contre au nord on marque une absence de liaison

La relation est représentée par une régression linéaire dont R^2 ajusté est de 0.66au sud, ce qui indique que 66 % de la variance de LDMC est influencée directement par ce facteur, plus on monte en altitude, plus LDMC diminue (inversement proportionnel)

- **Chez les annuelles** : une corrélation non significative au sud . Avec un coefficient de corrélation négative r= -0.33 .par contre au nord on marque une absence de liaison

Discussion générale :

Nos résultats montrant la réponse des traits d'espèces forestières au gradient altitude et l'exposition peuvent être utile pour expliquer l'impact des changements climatiques sur la variation des traits fonctionnels (**Thomas et al. 2004**, **Parmesan 2006**, **Thuiller et al. 2004, 2008**) et sur la base de laquelle on attendrait que la performance des traits espèces forestières soit reliée de manière plus significative aux facteurs associés à l'altitude et l'exposition (variation des température et précipitations).Le long des gradients environnementaux, une grande hétérogénéité des conditions environnementales peut être accompagnée d'une adaptation locale des traits fonctionnels des espèces forestières (**Linhart et Grant 1996**).

1. Effet de l'exposition sur la relation des traits fonctionnels des feuilles (LA, SLA, LDMC) et l'altitude :

1.1. Effet de l'exposition sur la relation du teneur en matière sèche des feuilles (LDMC) et l'altitude:

Les résultats obtenus montrent une variation des différents traits des feuilles selon l'altitudeet cette variation est la même sur les deux versants Nord et Sud. La teneur en matière sèche des feuilles des arbres variait considérablement selon le gradient altitudinal. Quelque soit l'exposition nord ou sud l'altitude élevée diminue les LDMC chez les espèces forestières. Ces espèces adoptent une conservation extrême et efficace des ressources avec une bonne protection et une bonne structuration des tissus. Par contre l'altitude faible au nord ou au sud augmente LDMC des feuilles des espèces forestière. Ces espèces adoptent une assimilation rapide associée à une croissance rapide. Il y a donc une modification de la morphologie et ou de la physiologie des feuilles en réponse a des conditions environnementales extrêmes **(Gratini et al. , 2006).** Cette adaptation peut favoriser un groupement d'espèces forestière capable via leur trait fonctionnel a bien exploiter lesressources telles que la lumière ou les nutriments, dans l'espace et/ou dans le temps et l'altitude en baisse altitude tandis que en haute altitude utilisent des tissus épaisses sur les feuilles afin de réduire la transpiration. Les travaux (**Srijana et al , 2019**) confirment en effet cette relation inversement propositionnelle entre l'altitude et LDMC. Mais seulement précise que les espèces à croissance rapide et plus courtes ont également un faible LDMC et une ténacité plus faible **(Ryser et al. 1995).** Par contre les plantes que l'on trouve dans les sites d'éclairage, d'utilisation des terres moins intensive et les sites plus chauds ont généralement des feuilles épaisses avec un LDMC élevé. **(Xu et al. 2009).**

1.2. Effet de l'exposition sur la relation la surface foliaire spécifique des feuilles(SLA), la surface foliaire (LA) et l'altitude :

La surface foliaire spécifique des espèces forestières variait considérablement selon le gradient altitudinal et cette variation est la même sur les deux versants Nord et Sud. Quelque soit l'exposition nord ou sud l'altitude élevée augmente les SLA chez les espèces forestières. Plus la valeur obtenue est élevée, plus la plante à une dynamique de croissance rapide, un potentiel photosynthétique faible et un taux de renouvellement important **(Marron N. et al. 2003**). Par contre l'altitude faible au nord ou au sud diminue SLA des feuilles des espèces forestière. Plus la valeur obtenue est faible, plus la plante adopte une dynamique de conservation des ressources acquises (**Marron N. et al. 2003**). Comme nous l'avons vu précédemment, les traits foliaires sont de très bons indicateurs sur les stratégies de croissance, de développement et de survie des espèces (**Poorter et al, 2006**). Nos résultats corroborent avec ceux de **Rosbakh et al, 2015** qui ont montré une relation positive de l'altitude avec l'indicateur SLA. La distinction se faitalors pour les valeurs de traits comme la surface spécifique des feuilles (SLA) et probablement la capacité de variation d'autres traits comme la teneur en matière sèche des feuilles (LDMC) pour permettre à une espèce conservatrice d'être présente dans des milieux plus pauvres .Nous avons observé des valeurs différentes pour des traits tels que la SLA ou la LDMC, mais la réponse à différents niveaux de ressource (lumière par exemple) est la même pour les deux aspects, nord et sud. Cette réponse des traits éco physiologiques visant à permettre aux individus de s'acclimater à différentes conditions est observée pour d'autres traits éco physiologiques importants comme le contenu en chlorophylle des feuilles par exemple les traits importants comme LDMC ou LA, que l'ont peut relier à la capacité photosynthétique des espèces (**Reich et al. 1994)** ou bien encore à leur stratégie d'utilisation des ressources (**Wright et al. 2004**, **Diaz et al. 2004**),ne diffèrent pas significativement entre les espèces. Dans ce cas, seule la surface spécifique foliaire (SLA) permet d'expliquer les différences de stratégies et de croissance.

Pour le trait surface foliaire les résultats ont été biaisé sur le versant nord ou sur le versant sud malgré que ce trait peu nous renseigner sur l'activité photosynthétique par unité de Surface foliaire. La haute altitude occasionne la réduction de la taille des feuilles sur le versant nord suite au vagues de froids **(Macek et al ; 2009),** ce qui explique la diminution du poids frais et poids sec à la haute altitude **Yang et al. 2008**, nous avons constatés que le Poids sec et le Poids frais sont inversement proportionnels à

l'altitude. Selon les mêmes auteurs, la réduction de la taille des feuilles ainsi que leurs Poids Sec et Poids frais sur les versants nord et sud est les conséquences de l'acclimatation des espèces aux radiations ultra- violettes et la diminution des réactions chimiques impliquées dans la photosynthèse. Donc la sècheresse induit la fermeture des stomates a fin de réduire la transpiration des feuilles et empêcher les déficits hydriques et en plus entrainent un excès d'énergie aux niveaux des chloroplastes qui ne peut pas êtres dégagées. Cela induit une oxydation d'après (**Yang et al. 2009**), il y a donc une modification de la morphologie et ou de la physiologie des feuilles en réponse a des conditions environnementales hétérogènes**.**

2. Effet d'exposition et de cycle de vie sur la relation des traits des feuilles et l'altitude:

Parmi les diverses cycle de vie, les espèces pérennes était dominant dans la forêt naturelle de Tamzguida tandis que différentes catégories éphémères et biannuelles étaient moins dominantes. Cela pourrait être dû au fait que les b ne poussent pas bien sous la canopée en raison de la difficulté d'intensité lumineuse à atteindre le sol (**Whittaker et al. 2001), (Panthi et al, 2007).** Le cycle de vie et la variation des traits des feuilles peuvent être à la fois des adaptations et des réponses au broutage par différents herbivores ou une adaptation des espèces dans leur manière de passer la mauvaise saison **(Cornelissen et al, 2003).** Le long du gradient altitudinal, les espèces a cycle de vie long ou court avec LDMC élevé ont été présent dans les altitudes basses tandis que d'autres espèces hémicryptophytes avec des LDMC faible se sont avérées dominantes à plus haute altitude. Ajoutant aussi que nous avons constatés que les espèces pérennes sont aussi dominant mais avec des LDMC faible et des feuilles réduites et SLA élevés.

Un résultat similaire d'augmentation des herbes à des altitudes plus élevées a été trouvé par **Wana et Beierkuhnlein (2009)**. Dans les hautes terres du sud-ouest de l'Éthiopie. La distinction des cycles de vie nous renseigne sur les adaptations spécifiques aux conditions environnementales telles que le climat et le vent. (**Rowe, N. and Speck, T. 2005)**, **(Dalacho, 2009)**. +, le partage de l'énergie solaire.(**Baldocchi et al, 2004**), l'efficacité de l'utilisation de l'eau **(Breshears, Barnes, 1999**), et le partage des ressources **(Cody, 1991)**,dans l'écosystème. En fin concernant les espèces qui ont un cycle de vie pérenne obéissent a cette relation inversement proportionnelle entre les traits des feuilles (LDMC, poids frais, poids sec) et l'altitude. Par contre nous avons constatés que les espèces avec un cycle de vie

annuel ou biannuel obéissent a cette relation inversement proportionnelle entre les traits des feuilles (LDMC, poids frais, poids sec) et l'altitude. Donc une variabilité temporelle peut se superposer également à la variabilité spatiale des conditions environnementales, et cela d'autant plus que la durée de vie de l'espèce est grande.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Nous pouvons conclure a partir de nos résultats issus de la présente étude que le gradient altitudinal et l exposition ont un effet significative sur les traits foliaires et le cycle de vie étudiés ce qui nous permet de confirmer notre hypothèse proposée.

A cet effet 7 stations au long d'un transect nord sud a la région de Tamesguida ont été choisies et ont permis d'effecteur des relevés phytoécologiques et de mesurer cinq traits fonctionnels. Dans ce travail, nous avons trouvé 55 espèces reparties sur 8 types biologiques ou le couvert végétal a montré de grande variabilité, l'étude de la répartition des espèces pérennes, bisannuelles et annuelles ont été prélevés durant toute la période d'échantillonnage.

Nous avons testé l'effet de l'exposition sur la relation de l'altitude et les traits des feuilles des espèces forestière et le cycle biologiques des espèces. Quel que soit l'exposition nord ou sud nous avons constaté une différence significative avec un p value qui est supérieur a 0,05. En suite nous déterminés la nature de la relation entre ces traits avec l'altitude dans les deux exposition. Les résultats ont montré que les traits fonctionnels végétatifs relatifs à la tolérance

(tel que LDMC, SLA ,LA,PS,PF) et a l'évitement de la sécheresse (cycle de vie et les types biologiques) possédant des relations significatives quel que soit l exposition:

- LDMC, PS, PF ont une relation inversement proportionnelle avec l'altitude par contre cette relation est proportionnelle avec SLA des microphanérophytes ;

-en fin cette relation sur le nord ou le sud est inversement proportionnelle et plus précisément significative chez les espèces forestières avec le cycle de vie pérenne tandis que elle est sans effet chez annuels et les biannuels.

L'étude de variation des traits fonctionnels selon un gradient altitudinal et l'exposition a permis de définir la stratégie des espèces forestières de survire dans les hautes altitudes en utilisant une variation dans la morphologiques des feuilles (faible LDMC, SLA élevé..) et de cycle de vie (pérenne) lies à la d'adaptation aux conditions défavorables. Tandis que les espèces forestières qui vivent dans les basses altitudes favorisent une variation dans la morphologique des feuilles LDMC élevé et SLA faible) et de cycle de vie (pérenne) lies à la compétition aux conditions favorables. Ces espèces forestières utilisent ces deux stratégies quelques soit l'exposition nord

ou sud. La corrélation statistique entre les indices justifié la forte sensibilité des espèces à la variation spatiale des facteurs environnementaux.

Bibliographie :

Albert C.H., Thuiller W., Yoccoz N.G., Soudant A., Boucher F., Saccone P., et al. 2010.-Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation. J Ecol.,98, 604-613. Doi: 10.1111/j.1365-2745.2010.01651.x

Armstrong, R.A., Eperjesi F., Gilmartin B., 2002.- The application of analysis of variance (ANOVA) to different experimental designs in optometry. Ophthal. Physiol. Opt., 22, 248–2**.**Vision Sciences, Aston University, Birmingham B4 7ET, UK

B. Huntley, A. S. van Jaarsveld, G. F. Midgley, L. Miles, M. A. Orlega Huerta, A. TowsendPeterson, O. L. Phillips, and S. E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. Nature 727:145-148

Barbero, M., Quézel, P. & Loisel, R. 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méditerranéenne XII (3), 194-216.

Barboni D.et al. 2004.- Relationships between plant traits and climate in the Mediterranean region : A pollen dataanalysis. J VegSci., 15, 635-646.

BARRY J-P., CELLES J-C. et FAUREL L., 1974 - Carte internationale du tapis végétal. Ech: 1/1000000. Alger. 1 carte

Berrached, R., 2017. Contribution à l'étude spatio-temporelle des stations à armoise blanche (Artemisia herba-alba Asso.) des hautes plaines steppiques et études phrénologiques. Universdes Sciences et de la Technologie Houari Boumediene p 57-63.

BOUTALEB N., 1998.- Contribution à l'étude de la diversité biologique de quelques formations végétales de l'Atlas Blidéen. Mém. Ing. Ecologie et environnement. U.S.T.H.B, Alger, 151p. +ann.

Boutaleb A., 2014. Contribution a l'élaboration de la carte de sensibilité aux incendies dans la partie centrale de l'atlas blidéen et prévention des risques p 03-13

Chehma A., Djebar MR., Hadjaiji F., Rouabeh L., 2005.- Étude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. Sécheresse, 16 (4), 275-285

Chevalier R., Gautier G., Archaux F. 2010. - Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversitévégétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bonschoix. Rev. For.Fr., LXII, 141-154

Cornelissen, J.H.C.et al,2003- A Handbook of Protocols for Standardized and Easy Measurement of Plant Functional Traits Worldwide. Australian Journal of Botany, 51, 335-380. https://doi.org/10.1071/BT02124

Daget PH., 1989 - De la réalisation des plans d'échantillonnage en phytosociologie générale. Quelques algorithmes d'allocation. Biocénoses T.4. N.1(2). pp 98-118

Damascos M.A., Daniel B., Ezcurra C., Martinez P., Brion C., 2008.- Plant phenology, shootgrowth, and branching pattern in Mulinum spinosum (Apiaceae), a cushion shrub of the aridPatagonian steppe of Argentina. J Arid Environ., 72, 1977-1988.

Debrach J., 1953. - Notes sur les climats du Maroc occidental -, Maroc méd., n°342: 14 p.

Delassus L., 2015. - Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Brest: Conservatoire botanique national de Brest, 25 p. + Ann

Diaz, S et al, 2004. The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. Journal of vegetation science 15:295-304.

Djaballah, F., 2008. Effet de deux méthodes d'aménagement « Mise en défens et plantation » sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de larégion de Djelfa

P.23-24

Du G., Qi W., 2010.- Trade-offs between flowering time, plant height, and seed size within andacross 11 communities of a QingHai-Tibetan flora. Plant Ecol., 209, 321-333
Ecology 85:1688-1699

F. Grassein , 2009- '' Mécanismes de variation des traits fonctionnels dans les prairies des Alpes'', Thèseréalisé au sein du Laboratoire d'Ecologie Alpine et de la Station Alpine Joseph Fourier, Mention Biodiversité-Ecologie-Environnement, Université Joseph Fourier,Grenoble, France .

Fahim, H., 2017. Effets de l'altitude sur certains caractères foliaires de Pistacia lenstiscus à la région de M'chedallah W. Bouira.

Fort F. (2010) : Caractérisation fonctionnelle de huit Poaceae– Relationsentre traits foliaires et racinaires, Master 2 rechercheFonctionnement des écosystèmes, INRA (Toulouse),. 35 p

Gelman A., 2013.- P values and statistical practice. Epidemiology, 24(1), 69-72. Doi: 10.1097/EDE.0b013e31827886f7

Godron M., 1971. Comparaison d'une courbe aire-espèces et de son modèle. Oecol. Plant., 6,189-193.

Goldberg, D., and **K. Landa. 1991**. Competitive effect and response: Hierarchies and correlated traits in the early stages of competition. Journal of ecology 79:1013- 1030.

GondArd H., Jauffret S., Aronson J., Lavorel S. (2003) : «Plant functional types: a promising tool for management and restoration of degraded lands», Applied Vegetation Sci.,6, 223-234

Gounot M., "Méthodes d'étude quantitatives de la végétation" 1 vol., 314p., Ed. Mass. Paris, (1969)

Gounot M., 1961.- Les méthodes d'inventaires de la végétation. Bull. Serv. Carte phytogéogr.,
Série B. Carte des groupements végétaux. CNRS. T VI, Fas. 1, 7-73

Gounot M., 1969 - Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Masson éd., Paris. pp 1-314

Grassein, F., 2009. Mécanismes de variation des traits fonctionnels dans les prairies des Alpes. Université Joseph Fourier – Grenoble 1 Ecole Doctorale Chimie et Sciences du Vivant.

Guinochet M., 1973 : Phytosociologie. Paris. Ed. Mass.et Cie .227p.

Halfaoui et al, 2018.Conséquences de la dégradation des formations végétales de larégion de Tamezguida, wilaya de Médéa. Rev. Agrobiol. 1165–1178.

Halfaoui, F., 2017. Application du SIG dans la cartographie des formations végétalesde la région deTamezguida, Wilaya de Médéa.p . 15,17,25-31

Halimi A., 1980 - L'Atlas Blidéen : climat et étages végétaux. O.P.U. Alger. 484 P

https://doi.org/10.3126/hjs.v4i6.983

Keddy, P. A., and **B. Shipley. 1989**. Competitive Hierarchies In Herbaceous Plant-Communities. 234-241. Oikos 54:234-241.

Kendall, M., Gibbons, J.D., 1990.- Rank correlation methods, 5e Edition. EdwardArnold, London, 260 p

Kerroum, Z., 2014. Contribution à l'Etude phytoécologique des groupements à matorralsde BOURICHE (Daïra de Youb- Wilaya de Saida).p.55,56,60

Laurencelle, L., 2009- Le tau et le tau-b de Kendall pour la corrélation de variables ordinale simples ou catégorielles. Tutorials in Quantitative Methods for Psychology, 5(2), 51-58

Linhart, Y. B., and **M. C. Grant. 1996**. Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 27:237-277

Macek, P., Mackova, J., and De Bello, F., 2009. Morphological and ecophysiological traits shaping altitudinal distribution of three Polylepistreeline species in the dry tropical Andes.

Maestre F.T., 2004.- On the importance of patch attributes, environmental factors and past human impacts as determinants of perennial plant species richness and diversity in Mediterranean semiarid steppes. Diversity and Distributions, 10(1), 21-29

Maire R., 1926. Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (notice). Gouv. Gén. Alger, Baconnier, 78p

Meddour R., 2011 - La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-blanqueto-tüxenienne.Université de Tizi Ouzou, Algérie, 40 p

MEKHALDI, B., 2017. Utilisation des systèmes d'information géographiques dans l'étude des écoulements superficiels (cas du bassin du Sebaou).

Melouani, N., 2014. Contribution a l'étude phytoécologique et dynamique de la végétation après incendie dans l'atlas blidéen. N° d'ordre : 06/2014-M/S.B. p25

Moussaouali B., Hamdi Aïssa B. (2017) : «Utilisation de traits fonctionnels pour caractériser l'adaptation de Sulla coronaria L. aux conditions agroécologiques du Sahara algérien en culture irriguée», Fourrages, 232, 341-345

Navas, M.-L., and **J. Moreau-Richard. 2005**. Can traits predict the competitive response ofherbaceous Mediterranean species. Acta oecologia 27:107-114

OMRANE, Z., 2017. Aménagements anti-érosif des terres agricoles des piémonts

Nord-Ouest du Dahra (W. Mostaganem).

P. et al. (2013) : «New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide», Australian J. of Botany, 61, 167-234

Palacio S., **Milla R., Albuixech J., Pérez-Rontomé C., Camarero J.J., Maestro M., et al., 2008.-**Seasonal variability of dry matter content and its relationship with shoot growth andnonstructural carbohydrates. New Phytol., 180, 133-142. Doi: 10.1111/j.1469 8137.2008.02569.x

Panthi, M., Chaudhary, R.P. and Vetaas, O.R. (2007) Plant Species Richness and Composition in a Trans-Himalayan Inner Valley of Manang District, Central Nepal. Himalayan Journal of Sciences, 4, 57-64.

Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 37:637-669

Pérez -H Arguindeguy N., Díaz S., g Arnier e., L AvoreL S., P oorter H., Jaureguiberry Perspectives in Plant Ecology, Evolution and systematics 9:137- 15

Poorter L, Bongers F 2006 -Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. Ecology 87, 1733–1743. doi:10.1890/0012-9658(2006)87[1733:LTAGPO]2.0.CO; Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges.

Quezel P., Santa S., 1962-1963.- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 Tomes, CNRS., Paris, 1170 p.

Rakotomalala R., 2008.- Comparaison de populations Tests non paramétriques. Université Lumière Lyon 2, 189 p

Rakotomalala R., 2013.- Comparaison de populations Tests paramétriques. Université LumièreLyon 2, 101 p

Rakotomalala R., 2015. Analyse de corrélation. Étude des dépendances – Variables quantitatives. Université Lumière Lyon 2, 99 p

RAMEAU, J-C, 1988 : Le tapis végétal. Structuration dans l'espace et dans le temps

Raunkiaer, C. 1934. Life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford

Reich, P. B., M. B. Walters, D. S. Ellsworth, and C. Uhl. 1994. Photosynthesis- nitrogen

Reich, P. B., M. B. Walters, D. S. Ellsworth, and C. Uhl. 1994. Photosynthesis-nitrogenrelations in Amazonian tree species. Oecologia 97:62-72.

Rowe, N. and Speck, T. (2005) Plant Growth Forms: An Ecological and Evolutionary Perspective. New Phytologist, 166, 61-72. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01309.x

Dalacho, H.D.W. (2009) Plant Species and Functional Diversity along Altitudinal Gradients, Southeast Ethiopian Highlands. Ph.D. Thesis, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany.

Baldocchi, D., Xu, L. and King, N. (2004) How Plant Functional Type, Weather, Seasonal Drought, and Soil Physical Properties Alter Water and Energy Fluxes of an Oak-Grass Savanna and an Annual Grassland. Agricultural and Forest Meterology, 123, 13-39. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2003.11.006

Cody, M.L. (1991) Niche Theory and Plant Growth Form. Vegetation, 97, 39-55.

Olivero, L.S. (2011) Functional Trait Approach to Assess the Ecological Processes of Drought Tolerance and Water Use Efficiency in Silvopastoral Systems of Rivas Department, Nicaragua. Master of Science Thesis, The Tropical Agricultural Research and Higher Education Center, Turrialba, Costa Rica, 74.

Rosbakh, S., Römermann, C., & Poschlod, P. 2015. Specific leaf area correlates with temperature: new evidence of trait variation at the population, species and community levels. Alpine Botany, 125(2), 79-86

Roselt/OSS CT1, 2008, Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Collection Roselt/OSS, CT n° 1, Tunis, 171 p.

Ryser, P. and Lambers, H. (1995) Root and Leaf Attributes Accounting for the Performance of Fast- and Slow-Growing Grasses at Different Nutrient Supply. Plant and Soil, 170, 251- 265. https://doi.org/10.1007/BF00010478

Shapiro, S.S., Wilk, M. B., Chen, H. J., 1968.- A comparative study of various tests ofnormality. Journal of the American Statistical Association, 63, 1343-1372.

Srijana, S., 2019. Variation des traits fonctionnels des plantes le long gradient altitudinal ettypes d'utilisation du sol dand parc national et zone tampon de Sagarmatha , Népal.

Sun S., Frelich LE., 2011.- Flowering phenology and height growth pattern are associated withmaximum plant height, relative growth rate and stem tissue mass density in herbaceous grassland species. J Ecol., 99, 991–1000. Doi: 10.1111/j.1365-2745.2011.01830.x

Thomas, C. D., A. Cameron, R. E. Green, M. Bakkenes, L. J. Beaumond, Y. C. Collingham, B. F. N. Erasmus, M. Ferreira de Siqueira, A. Grainger, L. Hannah, L. Hughes,

Thuiller, W., **et al, 2008.** Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and systematics 9:137- 152.

Thuiller, W., S. Lavorel, G. Midgley, S. Lavergne, and T. Rebelo. 2004. Relating planttraits and species distributions along bioclimatic gradients for 88 Leucadendron taxa. végétation après incendie dans l'atlas blidéen

Wana, D. and Beierkuhnlein, C. (2009) The Relative Abundance of Plant Functional Types along Environmental Gradients in the Southwest Ethiopian Highlands. Journal of Tropical Ecology, 54-83.

Westoby M., 1998. - A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. Plant and Soil,199, 213–227.

Whittaker, R.J., **Willis, K.J. and Field, R. (2001**) Scale and Species Richness: Towards a General, Hierarchical Theory of Species Diversity. Journal of Biogeography, 28, 453-470. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x

Wright, I. J., P. B. Reich, M. Westoby, D. D. Ackerly, Z. Baruch, F. Bongers, J. Cavender-Bares, T. Chapin, J. H. C. Cornelissen, M. Diemer, J. Flexas, E. Garnier, P. K. Groom, J. Gulias, K. Hikosaka, B. B. Lamont, T. Lee, W. Lee, C. Lusk, J. J. Midgley, M.-L. Navas, U. Niinemets, J. Oleksyn, N. Osada, H. Poorter, P. Poot, L. Prior, V. I. Pyankov, C. Roumet, S. C. Thomas, M. G. Tjoelker, E. J. Veneklaas, and R. Villar.**2004**. The worldwide leaf economics spectrum. Nature 428:821-827

Xu, F., Guo, W., Wei, Y. and Wang, R. (2009) Leaf Morphology Correlates with Water and Light Availability: What Consequences for Simple and Compound Leaves? Progress inNatural Science, 19, 1789-1798. https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2009.10.001

Yang Y., Yao Y., He H. 2008. Infleunce of ambiant and enhanced ultraviolet- B radiationon the plant growth and physiological properties in two contrasting populations of Hippo phaerhamnoides. J. Plant Res.121 :377-385

Yang Y., Yao Y., He H. 2009. Infleunce of ambiant and enhanced ultraviolet- B radiation on theplant growth and physiological properties in two contrasting populations of Hippo phaerhamnoides. J. Plant Res.121 :377-385

Annexe :

Tableau récapitulatif des espèces et les moyennes des traits mesurées pour les 7 stations :

Espèce	Type biologique	Cycle de vie	LA	PF	PS	SLA	LDMC	ALT	EXP
Pinus halepensis	Mésophanérophytes	Pérenne	106.6	0.099	58	1.837	585.858	1209	NorD
Bupleurum spinosum	Nanophanérophytes	Pérenne	36.6	0.005	1	36.6	200	1209	NorD
Calicotome spinosa	Nanophanérophytes	Pérenne	53.3	0.010	3	17.766	300	1209	NorD
Cedrus atlantica	Phanérophytes	Pérenne	13.3	0.006	3	4.433	500	1209	NorD
Asparagus acutifolius	Nanophanérophytes	Pérenne	103.3	0.042	16	6.456	380.952	1209	NorD
Ferula communis	Hémicryptophytes	Pérenne	33.3	0.005	1	33.3	200	1209	NorD
Rubus ulmifolius	Nanophanérophytes	Pérenne	263.3	0.141	55	4.787	390.070	1209	NorD
Quercus suber	Mésophanérophytes	Pérenne	306.6	0.279	188	1.630	673.835	1209	NorD
Cupressus arizonica	Phanérophytes	Pérenne	10	0.0003	0.1	100	333.333	1209	NorD
SUBRA NORD									
Rosa canina	Nanophanérophytes	Pérenne	136.6	0.039	13	10.507	333.333	1383	NorD
Cytisus villosus	Nanophanérophytes	Pérenne	93.3	0.025	4	23.325	160	1383	NorD
Crataegus oxyacantha	Microphanérophytes	Pérenne	33.3	0.028	11	3.027	392.857	1383	NorD
Alliaria petiolata	Thérophytes	Bisannuelle	580	0.411	182	3.186	442.822	1383	NorD
Prunus avium	Phanérophytes	Bisannuelle	156.6	0.091	3	52.2	32.967	1383	NorD
Ricinus communis	Nanophanérophytes	Pérenne	1830	1.350	546	3.351	404.444	1383	NorD
Quercus ilex	Phanérophytes	Pérenne	246.6	0.411	35	7.045	85.158	1383	NorD
Bupleurum spinosum	Nanophanérophytes	Pérenne	10	0.010	2	5	200	1383	NorD
Quercus canariensis	Nanophanérophytes	Annuelle	1796.6	1.464	705	2.548	481.557	1383	NorD
Ferula comminus	Hémicryptophytes	Pérenne	10	0.003	2	5	666.666	1383	NorD
SOMMET NORD									
Iva axillaris	Hémicryptophytes	Annuelle	36.6	0.004	2	18.3	500	1374	Sud
Carduus tenuiflorus	Hémicryptophytes	Annuelle	246.6	0.136	15	16.44	110.294	1374	Sud
Lysimachia foemina	Thérophyte	Annuelle	136.	0.05	11	12.4	200	137	Sud

			6	5		18		4	
Quercus canariensis	Nanophanérophyte	Annuelle	1390	1.337	638	2.178	477.1	1374	Sud
Cytisus villosus	Nanophanérophyte	Pérenne	86.6	0.014	5	17.32	357.142	1374	Sud
Verbascum thapsus	Hémicryptophyte	Bisannuelle	1676.6	1.003	330	5.0806	329.012	1374	Sud
Cerinthe major	Thérophytes	Pérenne	820	0.491	77	10.649	156.822	1374	Sud
Cynoglossum Officinale	Hémicryptophytes	Bisannuelle	150	0.089	26	5.769	292.134	1374	Sud
Lonicera etrusca	Nanophanérophytes	Pérenne	783.3	0.324	125	6.266	385.802	1374	Sud
Teucrium scorodonia	Hémicryptophytes	Pérenne	133.3	0.098	44	3.029	448.979	1374	Sud
Bupleurum Spinosum	Nanophanérophytes	Pérenne	40	0.010	1	40	100	1374	Sud
Quercus ilex	Phanérophytes	Pérenne	356.6	0.238	78	4.571	327.731	1374	Sud
Rosa canina	Nanophanérophytes	Pérenne	43.3	0.016	6	7.216	375	1374	Sud
Fedia cornucopiae	Thérophytes	Annuelle	206.6	0.144	21	9.838	145.833	1374	Sud
Ferula communis	Hémicryptophytes	Pérenne	20	0.006	1	20	166.666	1374	Sud
SOMMET SUD									
Ampelodesmos mauritanicus	Hémicryptophyte	Pérenne	1510	1.351	1174	1.286	868.985	970	Nord
Rubus ulmifolius	Nanophanérophytes	Pérenne	426.6	0.182	134	3.183	736.263	970	Nord
Pteridium aquilinum	Géophyte	Pérenne	520	0.308	173	3.005	561.688	970	Nord
Ferula communis	Hémicryptophytes	Pérenne	20	0.006	3	6.666	500	970	Nord
Ricinus communis	Nanophanérophytes	Pérenne	3506.6	2.042	1595	2.1984	781.096	970	Nord
Rosa canina	Nanophanérophytes	Pérenne	60	0.023	16	3.75	695.652	970	Nord
Calicotome spinosa	Nanophanérophytes	Pérenne	26.6	0.013	9	2.955	692.307	970	Nord
Bupleurum spinosum	Nanophanérophytes	Pérenne	10	0.004	3	3.333	750	970	Nord
Smilax aspera	Nanophanérophytes	Pérenne	200	0.114	81	2.469	710.526	970	Nord
Lysimachia foemina	Thérophytes	Annuelle	110	0.033	21	5.238	636.363	970	Nord
Teucrium scorodonia	Hémicryptophytes	Pérenne	296.6	0.181	127	2.335	701.657	970	Nord
Crataegus Oxyacantha	Microphanérophytes	Pérenne	136.6	0.053	46	2.969	867.924	970	Nord
Thapsia garganica	Hémicryptophytes	Pérenne	186.6	0.125	72	2.591	576	970	Nord
MESO NORD									

Teucrium flavum	Chaméphyte	Pérenne	100	0.034	14	7.142	411.764	973	Sud
			536.6	0.086	33	16.260	383.72	973	Sud
			890	0.248	83	10.722	334.677	973	Sud
Helminthotheca Echioides	Hémicryptophytes	Bisannuelle	1426.6	2.344	1533	0.930	654.010	973	Sud
Juniperus oxycedrus	Nanophanérophytes	Pérenne	13.3	0.006	2	6.65	333.333	973	Sud
Pinus halepensis	Mésophanérophytes	Pérenne	36.6	0.042	29	1.262	690.476	973	Sud
Artemisia Absinthium	Hémicryptophytes	Pérenne	233.3	0.170	75	3.110	441.176	973	Sud
Prunus avium	Phanérophytes	Bisannuelle	176.6	0.05	18	9.811	360	973	Sud
Quercus coccifera	Nanophanérophytes	Pérenne	186.6	0.083	44	4.240	530.120	973	Sud
Cistus monspeliensis	Chaméphyte	Annuelle	33.3	0.016	0.6	55.5	37.5	973	Sud
			1316.6	0.281	22	59.818	78.291	973	Sud
MESO SUD									
Nerium oleander	Microphanérophytes	Pérenne	743.3	1.265	750	0.991	592.885	727	Nord
Olea europaea	Mésophanérophytes	Pérenne	176.6	0.116	53	0.332	456.896	727	Nord
Acorus calamus	Géophytes	Pérenne	4603	4.230	2811	1.637	664.539	727	Nord
Pinus halepensis	Mésophanérophytes	Pérenne	66.6	0.025	18	3.7	720	727	Nord
Ceratonia siliqua	Mésophanérophytes	Pérenne	336.6	0.269	213	1.580	791.82	727	Nord
Pistacia lentiscus	Nanophanérophytes	Pérenne	86.6	0.067	42	2.061	626.865	727	Nord
Ampelodesmos mauritanicus	Hémicryptophytes	Pérenne	1216	1.387	1228	0.990	885.364	727	NorD
THERMO NORD									
Ceratonia siliqua	Mésophanérophytes	Pérenne	553.3	0.6	426	1.298	710	876	Sud
Acorus calamus	Géophytes	Pérenne	2530	2.05	1347	1.878	657.073	560	Sud
Juniperus oxycedrus	Nanophanérophytes	Pérenne	10	0.004	1	10	250	560	Sud
Lysimachia foemina	Thérophytes	Annuelle	30	0.008	3	10	375	560	Sud
Rosa canina	Nanophanérophytes	Pérenne	250	0.150	115	2.173	766.666	560	Sud
Pistacia lentiscus	Nanophanérophytes	Pérenne	133.3	0.115	95	1.403	826.086	560	Sud
Neriumo leander	Microphanérophytes	Pérenne	520	0.655	398	1.306	607.633	560	Sud

Ampelodesmos mauritanicus	Hémicryptophytes	Pérenne	1676	2.071	1800	0.931	869.145	560	Sud
THERMO-SUD									



Rosa canina



Thapsia garganica



Pistacia lentiscus



Ferula communis



Pinus halepensis