

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BLIDA 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Projet fin d'étude En vue de l'obtention du
Diplôme de MASTER

Option : Phytopharmacie et protection des végétaux

Thème

***Influence des caractéristiques physico-chimiques d'un sol sous
Cèdre sur la diversité faunique dans le Parc National de Chrèa***

Présenté par : LADJALI Bahdja

Jury :

M ^{me} BABA AISSA K.	M.A.A	U.S.D. Blida 1	Présidente
M ^r DJAZOULI Z.E.	Professeur	U.S.D. Blida 1	Promoteur
M ^{me} LEMITI S.	M.A.B	U.S.D. Blida 1	Co- promoteur
M ^{me} ZEMOURI S.	M.A.A	U.S.D. Blida 1	Examinatrice

Année Universitaire : 2017/2018

INTRODUCTION

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Chapitre II : Présentation du milieu d'étude

Chapitre III : Matériel et méthodes

Chapitre IV : Résultats

Conclusion

Discussion

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Données bibliographiques sur le Cèdre de l'Atlas

I.1.1 Généralités sur l'espèce : Cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica* Manetti 1855)

Le Cèdre de l'Atlas est une essence endémique des montagnes de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie). Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (**Benckroun, 1993; M'hirit et al., 2006, Terrab et al., 2006**). La configuration de l'aire naturelle de l'espèce et sa variabilité écologique ont favorisé une différenciation de morphotypes divers et d'écotypes adaptés à une gamme étendue de climats et de substrats géologiques (**Harfouche et Nedjahi, 2003**).

Le genre *Cedrus*, appartenant à la famille des pinacées, est considéré comme étant le plus ancien après le genre *Pinus* (**Gaussen, 1967**). Il recouvre quatre (04) espèces (**Boudy, 1950; M'hirit, 1994 ; De Vilmorin, 2003 et M'hirit et Benzyane, 2006**), qui occupent des surfaces inégales dans l'étage montagnard de la région méditerranéo-himalayenne. Ces quatre espèces sont :

- *Cedrus atlantica* Manetti 1855: Cèdre de l'Atlas est endémique des montagnes nord africaines (Maroc, Algérie).
- *Cedrus libani* Barrel 1823: Cèdre du Liban est présente en Asie mineure, au Liban et en Turquie
- *Cedrus deodora* London 1830: Cèdre de l'Himalaya, sa répartition est plus confinée. En effet, elle ne couvre que quelques dizaines d'hectares dans l'île de Chypre.
- *Cedrus brevifolia* Henry 1908: Cèdre de Chypre Enfin, *Cedrus deodara* est la plus répandue des espèces, elle peuple une partie de l'Inde, de l'Afghanistan et du Népal (**Toth, 2005**).

En termes de surface, le Maroc et la Turquie sont au premier plan avec plus de 130.000 ha dans chacun des deux pays (**M'hirit et Blerot, 1999**).

I.1.2 Taxonomie de Cèdre de l'Atlas

Du point de vue taxinomique, botaniques et dendrologiques, plusieurs auteurs ont décrit le Cèdre (**Maire, 1952 ; Quezel et Santa, 1962 ; Derridj, 1990**). Sans rentrer dans les détails, le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) répond à la systématique suivante :

Embranchement	Spermaphytes
S/ Embranchement	Gymnospermes
Classe	Vectrices
Ordre	Coniférales
S/ Ordre	Abiétales
Famille	Pinacées
Genre	Cedrus
Espèce	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti
Non français	Cèdre de l'Atlas
Nom berbère	Bignoun. Ithguel
Nom Arabe	El Arz où Medded

I.1.3 Les caractéristiques de Cèdre de l'Atlas

I.3.1. Les caractères botaniques de l'espèce

Le Cèdre de l'Atlas est par excellence, l'essence noble de l'Afrique du Nord, par la majesté de son port et sa longévité qui peut dépasser les milles ans (**Boudy, 1950**).

- **Le port** : c'est un arbre de haute taille, dépassant souvent 50m, et en moyenne 40m dans les peuplements soit anciens en sol profond, soit serrés (**Boudy, 1952 ; Toth, 1990**). Le port de l'arbre est pyramidal avec un fût droit, cime régulière et pointue à flèche courbée quand il est jeune ou d'âge moyen, il prend une forme tabulaire en vieillissant (**Boudy, 1952**).
- **Les racines** : Les racines sont très étendues et ramifiées. De plus, elles sont pivotantes ce qui assure une bonne stabilité de l'arbre (**Toth, 1970**).
- **L'écorce** : L'écorce lisse avec une couleur jaune brun à l'état jeune, devient grisâtre et forment crevassée à l'état adulte (**Ledant, 1975**). (fig.2)
- **Les feuilles** : aiguilles persistantes 3-4 ans, aigues, assez rigides, 15 à 20mm, leur couleur allant du vert clair foncé ou glauque jusqu'au bleu. Sur rameaux longs sont isolées et soudées à l'écorce ; sur rameaux courts sont par rosettes (**Toth, 1990**). (fig.1)
- **Les branches** : elles naissent isolement sur le tronc et portent une multitude de petits rameaux qui se situent tous dans le même plan, finissant par donner à l'arbre sa silhouette tabulaire et irrégulière (**Boudy, 1950, Boudy, 1952; M'herit, 2006**). Les rameaux ne sont jamais verticillés, ils sont de deux sortes: Les rameaux longs de couleur grise jaunâtre pubescents qui ne poilent que des aiguilles isolées pendant la première année. Les rameaux courts trapus, insérés sur les précédents et terminés par un bouquet d'aiguilles très nombreuses et très serrées. (**Arbez et al, 1987**).

- **Les organes reproducteurs** : le cèdre est une espèce monoïque. Floraison en automne ; les fleurs mâles sont des chatons cylindriques dressés, jaunes verdâtres ; les fleurs femelles : chatons ovoïdes (cônes) dressés, vert bleuâtre (**Jacamon, 1987**).
- **Les fruits** : la maturité des cônes dure 2 ans après la floraison, de couleur brune violacée, ils ont 5-8 cm de dimension. Atteignent au plus 10 cm (**Quezel et Santa, 1962**). Les grands cèdres d'âge relativement avancé portent un grand nombre de cônes de 1 à 2 ans qui donnent pratiquement des graines fertiles (**Toth,1973**).
- **Les graines** : assez grosse, pointue et longue avec une aile développée sub-triangulaire, de 8 à 12 cm de Longueur et de couleur marron roux à marron clair. (**Khanfouci, 2005**).
- **Les fleurs** : le cèdre est une espèce monoïque et la floraison a lieu en automne. Les fleurs males sont des chatons cylindriques dressés, jaunes verdâtres et les fleurs femelles sont des chatons ovoïdes (cônes) dressés, vert bleuâtre (**Jacamon, 1987**).



Fig.1 : Feuilles et connes de Cèdre de l'Atlas



Fig.2 : Le port et l'écorce de Cèdre.

I.1.3.2 Les caractères anatomiques de bois :

L'étude de la qualité du bois a concerné plusieurs propriétés que nous avons jugées intéressantes dans le cas du cèdre, au vu de ses utilisations actuelles et potentielles. Les caractéristiques prises en considération sont : Comme chez tous les résineux, les trachéides longitudinales forment la plus grande masse du bois de cèdre de l'Atlas, Les ponctuations aréolées sont très nombreuses, grandes et circulaires vues sur une section radiale ; Les rayons ligneux sont nombreux dans le bois de cèdre de l'Atlas. Ils sont unisériés ou bisériés, les parois transversales et tangentielles des cellules du parenchyme des rayons sont épaisses et abondamment ponctuées (**El Azzouzi et Keller ,1998**).

I.1.4 Aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas

Le cèdre de l'Atlas est une espèce essentiellement montagnarde, elle occupe actuellement des surfaces d'importance inégale qui forment spontanément trois blocs géographiques distincts: l'Afrique du Nord, l'Asie Mineure et l'Himalaya (**M'hirit, 2006**).

I.1.4.1. Aire naturel

Le Cèdre de l'Atlas est une essence caractéristique des montagnes de L'Afrique du Nord et plus précisément du Maroc et de l'Algérie (**Boudy, 1950**): Au Maroc : le cèdre de l'Atlas occupe deux blocs, le premier dans le grand Atlas oriental et Moyen Atlas avec une superficie de 116.000ha, le second dans le Rif occidental et central avec une superficie de 15.000 ha (**M'hirit, 1982**). En Algérie: l'aire du Cèdre de l'Atlas est très morcelée ; elle est répartie en îlots dispersés d'importance inégale, la cédraie algérienne occupe deux zones climatiques différentes:

- Une zone sèche, caractérisée par les conditions climatiques les plus sévères et soumise aux influences sahariennes (Aurès).
- Une zone humide qui bénéficie d'un climat particulièrement favorable localisée plus près de la mer (Pradal, 1979 ; Abdessemed, 1981).

Le Cèdre de l'Atlas couvre en Algérie une superficie de 30.400 ha, dont les plus importantes 17.000 ha) se situent dans les Aurès, ainsi que sur les monts de Hodna (8.000ha). Le reste de la cédraie est réparti dans l'Atlas Tellien (Djurdjura 2.000 ha Babors, 1300 ha, Ouarsenis 100ha et l'Atlas Blidéen 1000 ha. (Boudy, 1950 et M'hirit, 1993). (fig3)

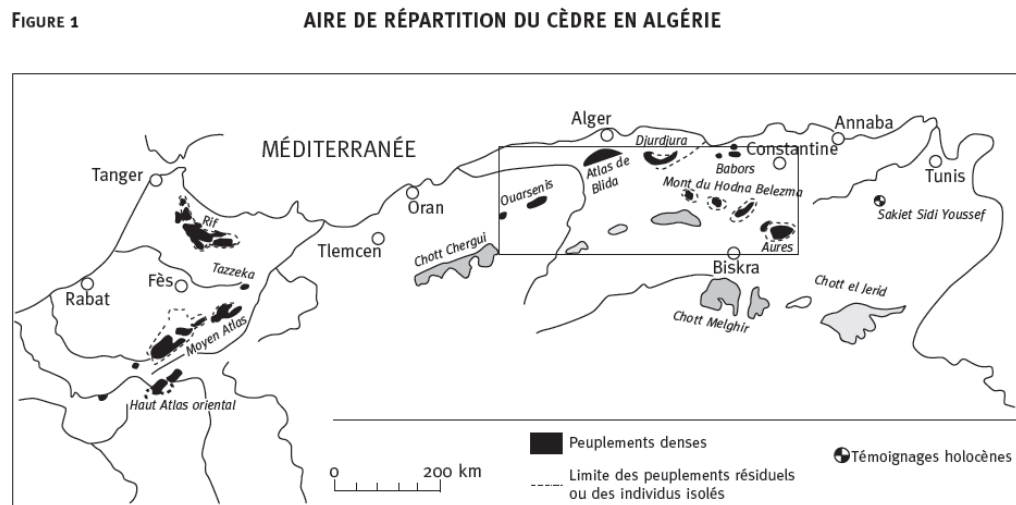


Fig.3 : Aires naturel de répartition géographique du Cèdre de l'Atlas (YHIET DJALLOULI, 2010)

I.1.4.2 Aire d'introduction

Le Cèdre de l'Atlas a été depuis longtemps l'une des espèces de reboisement les plus utilisées dans la région méditerranéenne (Ripert et Boisseau, 1994). Dans le sud de la France, le Cèdre de l'Atlas fut introduit pour la première fois en 1862 sur une superficie de 10-15 ha dans le reboisement de la forêt communale de Bédoin (Vaucluse) et dans la chênaie pubescente du Mont-Ventoux (Toth, 1971, 1994). Aussi, Il a été également introduit en Portugal en 1935 (Toth, 2005), en Italie en 1964 (Brunetti et al., 2001, Andrea et Roberto, 1994), en Espagne, les États Unis M'hirit (1994), la Bulgarie en 1876 (Delkov et Grozev, 1994) et en Hongrie en 1955 (Csaba, 1994) et en Tunisie (Dahman et Khouja, 1994 ; Lasram,1994).

I.1.5 Caractéristiques écologiques

Le Cèdre de l'Atlas est une essence de montagne, les conditions écologiques du Cèdre varient selon plusieurs facteurs dont les plus importants sont l'altitude, le climat, le substrat et l'exposition.

I.1.5.1 Les exigences climatiques

Le Cèdre de l'Atlas est une essence qui s'accommode aux différents bioclimats. Il s'individualise en effet, entre les bioclimats semi-arides, subhumides, humides et per-humide. Alors que, sa zone préférée est située d'après **Boudy (1952)** en bioclimat humide froid. Cette essence est relativement sciaphile pouvant vivre entre -20 °C et $+39\text{ °C}$ (**Boudy, 1950**) et pouvant résister sans dommages à des températures de -25 °C (**Gaussen, 1967 in Khanfouci, 2005**). Le Cèdre de l'Atlas a besoin d'une pluviométrie annuelle comprise entre 500 et 1500mm (**Ducrey, 1994**). En Algérie, les cédraies des Aurès sont à la limite des étages semi-aride et sub-humide (**Abdessemed, 1981 ; BOUDY, 1950**), recevant une tranche pluviométrique modeste variant de 500 à 700 mm/an (**Khanfouci, 2005**). Les cédraies du Djurdjura, des Babors, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja sont plus humide, recevant d'après **Derridj (1990) in Khanfouci (2005)** de 1100 à 2100 mm/an de pluie. Le Cèdre de l'Atlas ne se retrouve pas au Maroc en étage semi-aride. En gros, il est estimé que les trois quarts des cédraies du Maroc sont dans l'étage humide froid, avec 850 à 1200 mm d'eau, ainsi que toutes celles du Rif (**Boudy, 1950**). Du point de vue écologique, le cèdre aurasien est donc très différent du cèdre marocain (**Boudy, 1950**).

I.1.5.2 Les exigences édaphiques

En Algérie, une grande part des cédraies se concentre sur des roches mères siliceuses et bien en moindre proportion sur roches calcaires (**Boudy, 1950**). Ainsi, le Cèdre n'est pas totalement indifférent à la nature du substrat comme il est classiquement admis. A la lumière des résultats de **Nedjahi (1994)**, les substrats marneux et calcaires sont défavorables à la bonne production ligneuse, par le fait que, les premiers sont lourds, très humides et se dessèchent rapidement par contre les seconds sont peu favorables à la rétention de l'eau. Ce même auteur rapporte que, la préférence du cèdre est pour le substrat dolomitique, basaltique, gréseux et schisteux.

I.1.5.3 L'altitude

Dans l'ensemble de son aire naturelle, les cédraies s'observent entre 1 500 et 2600m d'altitude. Cette tranche altitudinale correspond aux étages de végétation suivants (**Benabid, 1994**).

-Supra méditerranéen qui s'insère entre 1400 et 1800m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie; entre 1600 et 2000m dans le Moyen Atlas et les Aurès et entre 1700 et 2100m dans le Haut Atlas oriental.

-Montagnard méditerranéen qui succède au premier et qui occupe les niveaux altitudinaux compris entre 1800 et 2300m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie; entre 2000 et 2500m dans le moyen Atlas et les Aurès et entre 2100 et 2600m dans le haut Atlas oriental.

En dehors de leur aire naturelle, des cédraies installées en France, au niveau des stations du mont ventoux, saumon et menerbes se comportent idéalement à des altitudes de 300 à 800 m (**Sabatier et al., 2003**).

I.1.5.4 L'exposition

L'exposition joue un rôle très important dans la répartition et dans la vie de la plupart des cédraies. En Algérie, les vents dominants sont de direction Nord-Ouest, ce qui fait que ces deux versants sont exposés à une pluviométrie plus importante que les versants sud qui sont exposés aux vents chauds et secs (Sirocco) et à un ensoleillement quasi permanent. On rencontre de ce fait les plus belles cédraies sur les versants Nord. Leur limite inférieure est plus basse que celle de l'exposition Sud. Cette dénivellation est due à la variation d'humidité (**Emberger, 1938**).

I.1.6 Les associations végétales

Les espèces végétales associées au Cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. C'est ainsi qu'en zone semi-aride de l'Atlas moyen marocain et sur substrat basaltique et à 1900-2100m d'altitude, sur sol profond et en exposition ouest, **Ezzahiri et al. (1994)** ont relevé le groupement végétal suivant : *Cedrus atlantica*, *Buplerum montanum*, *Acer monspessulanum*, et *Rosa canina*. Alors qu'à une altitude de 1800-1900 m, sur sol calcaire compact et superficiel, le groupement végétal devient : *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Paeonia corallina*. En Algérie, dans les Aurès le faciès est caractérisé par les espèces suivantes (**Halitim, 2006**) : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus thurifera*, *Ampelodesmamauritanica*. et *Fraximus xanthoxyoides*. Dans les Monts de Chréa sur l'Atlas Blidéen et dans les Babors le faciès plus humide est caractérisé par les espèces suivantes (**Halitim, 2006**): *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Chênezeen (Quercus mirbeckii)* et *If (Taxus baccata)*.

I.1.7 Régénération

La régénération du cèdre est soumise à des contraintes climatiques étroites, déterminées par les exigences de la plante vis-à-vis de l'eau du sol et du froid (**Lecompte et Lepoutre, 1975**). La graine de Cèdre ne peut pas germer que si la température maximale journalière avoisine les 10°C pendant 7 à 10 jours (**Lepoutre et Pujos, 1963 ; Aussenac, 1984**); avec une tranche pluviométrique d'au moins 700 à 800 mm, se manifestant par des pluies d'été (pendant la période de croissance) (**Boudy, 1952**). Mais, si des sécheresses précoces et prolongées surviennent durant cette période, la croissance des jeunes semis peut être atténuée, avec une mortalité probables dans la plupart des cas (**Bentouati, 1993**). La régénération du Cèdre exige un sol meuble et suffisamment profond, pour être

capable de retenir l'eau en saison sèche (**Boudy, 1952**). L'absence d'un tabis herbacé qui peut entrer en concurrence vitale avec les jeunes semis, assure une meilleure régénération du cèdre (**Boudy, 1952**).

I.1.8 Caractéristiques des cédraies

Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une espèce montagnarde méditerranéenne caractérisée par un bioclimat humide ou sub-humide à hiver froid. Les communautés végétales de l'espèce sont définies en fonction du bioclimat, de l'altitude et des substrats géologiques. Nous avons: La cédraie sapinière dans les Babors (*Abies numidica* - *Cedrus atlantica*) et dans le Rif (*Abiesmaroccana* - *Cedrus atlantica*). La cédraie à chêne vert dans le Djurdjura et au Moyen Atlas Marocain (*Cedrus atlantica*, *Quercus ilex* avec *Ilex aquifolium*, *Acer monspessulanum*, *taxus baccata*). La cédraie mésophyte dans l'Ouarsenis et moyen Atlas Marocain avec le chêne zen (*Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*). La cédraie orophile dans les Aurès et le Moyen Atlas Oriental Marocain avec les genévriers (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Pinus halepensis* et des xérophytes épineux) (**M'hirit, 1982**).

I.1.9 Importance économique :

Le Cèdre de l'Atlas, depuis son existence forme une source vitale des populations et assure une activité économique très importante, du fait de ses qualités remarquables : sa longévité, sa résistance à la compression et sa bonne production de bois (**Benhalima, 2004**). Depuis plusieurs centaines d'années, le cèdre de l'Atlas servait à la construction des toitures, planchers, charpentes (**Benhalima, 2004**), voies ferroviaires (**Boudy, 1950**), sans compter les nombreux produits qui sont tirés de son bois : goudron, diverses essences employées en pharmacie et en parfumerie, etc. En outre, il donne un très joli bois de menuiserie (**Boudy, 1952**). En effet, la production du bois d'œuvre pour l'ensemble des forêts marocaine est principalement le fait de la cédraie, à raison de 78 % à 82 % (**M'hirit, 2006**).

I.2 Introduction à la faune du sol

Pour donner une idée de l'importance de la vie dans les sols, disons que, dans un bon sol renfermant 4 % en poids de matières organiques, l'ensemble des êtres vivants peut constituer 20 % de cette matière organique. D'après les différents auteurs (**Quastel, 1955; Bessard, 1960; Seifert, 1965 et al.**), les Champignons et les Algues pourraient représenter dans le sol hypothétique environ 1 kg de matière vivante au mètre carré, les Bactéries 1 kg, les Actinomycètes 300 g, les vers de terre 100 à 200 g, les autres métazoaires 50 à 100 g et les Protozoaires 10 à 20 g, soit un total approximatif de 2,5 kg de matière vivante au mètre carré, dont 10 % environ pour la faune. Plusieurs embranchements du règne animal ont d'importants rameaux adaptés à la vie dans les sols. Arbitrairement, on parle souvent, selon la taille des animaux, de

microfaune, mésofaune, macrofaune et mégafaune. On classe les animaux du sol, ou *pédofaune*, en quatre catégories, selon leur taille.

I.2.1 La microfaune

Ce sont des animaux très petits ayant une taille inférieure à 0,2mm. Ils vivent généralement dans un film d'eau (espèces hygrophiles) et présentent le plus souvent des formes de résistance à la sécheresse par enkystement ou vie ralentie. Les Protozoaires et les Nématodes constituent l'essentiel de la microfaune, avec comme groupes secondaires les Rotifères, les Tardigrades et les petits Turbellariés.

-Les Protozoaires : organisme unicellulaire uninuclées ou plurinuclées. Trois Embranchements possèdent des formes libres dans le sol : Eb/ Rhizopodes ; Eb/ Flagellés ; Eb/ Ciliés. La nutrition des Protozoaires est très diversifiée. Ils ont besoin de carbone et d'azote organique. Ils sont soit osmotrophes (c'est-à-dire qu'ils se nourrissent d'aliments dissous qu'ils absorbent à travers leur membrane) ou phagotrophes (se nourrissent à partir de particules qu'ils peuvent ingérer). La majorité des protozoaires du sol se nourrissent de bactéries, mais il en est qui se nourrissent de champignons (**Bachelier, 1978**).

-Les Nématodes : Némathelminthes (ou vers ronds) à corps filiforme. La classe des Adenophora renferme de très nombreux Nématodes libres (**Bachelier, 1978 ; Satanuszek, 2001**). Les Nématodes jouent un grand rôle dans le sol ; ils sont surtout abondants dans les sols riches en matière organique et qui ont une bonne rétention d'eau (se rencontrent dans les 10 à 20 premiers centimètres). La plupart des Nématodes libres se nourrissent de bactéries, de champignons, d'algues et de jus organiques. Les nématodes prédateurs se nourrissent de protozoaires, de rotifères, de tardigrades, de petits oligochètes et d'autres nématodes.

-Les Rotifères et les Tardigrades : ce sont des petits animaux de taille inférieure à 1mm, ils existent dans les mousses, les lichens et les litières. Les Rotifères se nourrissent d'Algues unicellulaires et de Bactéries ; leur rôle semble être insignifiant. Les Tardigrades sont toujours des espèces muscicoles (**Coineau, 1974 ; Bachelier, 1978**).

-Les Turbellariés : plathelminthes (ou vers plats) sont des petits animaux qui ont une taille dépassant rarement 1mm; ils sont carnivores mais leur rôle est négligeable (**Coineau, 1974 ; Bachelier, 1978**).

I.2.2 La mésofaune (ou encore meiofaune)

Ce sont des animaux qui ont une taille comprise entre 0,2 et 4mm. Les collemboles et les Acariens constituent l'essentiel de la mésofaune ; d'autres insectes Aptérygotes de moindre importance accompagnent des Collemboles, ce sont les Protoures, les Diploures et les Thysanoures. Se rangent aussi dans la

Mésafaune les Enchytréides, les Symphyles et les petits insectes ou leurs larves. En subéraie, la mésafaune est surtout représentée par les acariens et les Collembolés (**El Aalami, 1978 ; 2007**).

-Les Acariens : sont des Arthropodes appartenant au sous-embranchement des Chélicertes à la classe des Arachnides, ils se caractérisent par une partie postérieure du corps non segmentée largement rattachée à la partie antérieure (Cephalothorax). Ils consomment les débris végétaux (les cellules et les tissus des feuilles). Les Oribates sont parmi les plus typiques, ils ont un corps globuleux sclérifié, brun-clair ou brun-roux (**Coineau, 1974 ; Bayatogokh, 2001**).

-Autres Arachnidaes: certaines espèces de pseudoscorpions vivent dans le sol, d'autres dans le bois mort en décomposition. Les pseudoscorpions récoltés sont des espèces du genre *Obesium* ; elles se nourrissent de la matière organique en décomposition (**El Alami, 1987 ; 2007**).

-Les collembolés : sont des insectes Aptérygotes de tailles moyenne 1 à 10 mm. Leur corps est soit allongé segmenté (Arthropléones) ou globuleux non segmenté (Symphyléones). Les pièces buccales sont broyeuses ou suceuses. Les antennes de 4 à 6 articles. Abdomen de 6 segments sur le 4ème segment d'une furca servant d'appareil saltatoire. Ce sont le plus souvent des phytophages ou des saprophages qui consomment le bois mort et divers débris végétaux, certains sont mycétophages (**Bachelier, 1978 ; Coineau, 1974 ; Ponge, 1983 ; 2000 ; Sadaka, 2000**).

-Les protoures : ce sont des insectes dépigmentés. Pièces buccales de type piqueur. Pas de cerques à l'extrémité de l'abdomen. Ce sont des réducteurs de la matière organique, essentiellement détritiphages. Ils sont abondants dans les milieux humides riches en matière organique en voie de décomposition tels que les litières et les horizons humiques des sols forestiers les mousses, le bois en décomposition, les nids souterrains des petits Mammifères etc. (**Bachelier, 1978 ; Coineau, 1974**).

-Les diploures: ce sont des formes allongées dépigmentées aveugles. Abdomen de 11 segments terminé par deux cerques. Ils vivent dans les lieux humides (terre, mousse, abris pierreux). Ces insectes sont soit carnivores (famille des Jassidae) se nourrissent de collembolés, d'acariens et de petites larves d'insectes principalement les larves de diptères. D'autres (famille des Compodeidae) sont détritiphages mycétophages ou se nourrissent de petites larves d'insectes, principalement les larves de diptères (**Coineau, 1974 ; Ponge, 1983 ; 2000**).

-Les Thysanoures : insectes plus ou moins aplatis, abdomen de 11 segments terminé par 2 longs cerques et un filament médian multiarticulé. Plusieurs espèces vivent dans les fourmilières. En général, ils se nourrissent de débris végétaux et

animaux, de pollen et de spores de champignons (**Coineau, 1974 ; Bachelier, 1978**).

-Les Insectes ptérygotes : parmi les insectes appartenant au groupe de la mésofaune on cite les coléoptères comme ceux de la famille des Curculionidae qui vivent dans la litière et l'horizon humique des sols ; ils se nourrissent de détritiques végétaux et de racines. Les coléoptères du groupe de la mésofaune sont en majorité représentés par les staphylinidae qui ont été prélevés en fin de saison sèche ; ce sont des prédateurs de larves d'insectes notamment les diptères; ils vivent dans les détritiques et sous les écorces (**El Alami, 1987**).

Les larves des Thysanoptères se nourrissent de champignons, de végétaux vivants et de petits animaux. Les Psocoptères, ce sont des microphages se nourrissant de spores, de moisissures et de petits débris organiques (**Coineau, 1974 ; Bachelier, 1978**).

-Les Enchytreides : ce sont des petits vers Oligochètes. Ils demeurent dans la litière et les horizons supérieurs quand le sol est humide, s'enfoncent en profondeur dès que le sol devient sec. Ils se nourrissent de tissus végétaux plus ou moins dégradés. Dans les horizons humiques, les Enchytreides reprennent les déjections des Microarthropodes et les convertissent en boulettes fécales (**Soddy et al., 1984 ; Coineau, 1974 ; Bachelier, 1978**).

-Les Symphyles : ce sont des petits Myriapodes détritiphages. Certaines espèces sont phytophages s'attaquant aux racines succulentes ; ils se nourrissent aussi de champignons et de bactéries, d'autres participent dans la dégradation des litières et l'ingestion des microorganismes morts. Ils sont euédaphiques (**Coineau, 1974 ; Bachelier, 1978**).

1.2.3 La macrofaune

Cette catégorie comprend les animaux qui mesurent entre 4 et 80mm. Elle est constituée par les vers de terre. Les insectes supérieurs, les Myriopodes, de nombreux Arachnides, des Mollusques, quelques crustacés et quelques autres groupements fauniques d'importance secondaire (**Coineau, 1974 ; Bachelier, 1978 ; Soddy et al., 1984 ; Satanuszek, 2001**).

-Les vers de terre : ce sont les vers annelés (Annelides) se nourrissent essentiellement à partir des débris végétaux qu'ils ingèrent mélangés à la terre. Les vers de surface (comme les Lumbricus) qui vivent au milieu des litières en décomposition apparaissent plus pigmentés que ceux qui vivent en profondeur (ex : Allobophora) et qui ingèrent les matières minérales. Inter-tropicaux ou subtropicaux, les Mollusques, quelques Crustacés et quelques autres groupements de moindre importance.

I.2.4 La mégafaune : renferme enfin les animaux de grande taille ; animaux dont l'activité pédologique se limite essentiellement à une remontée des matériaux correspondant à la confection des terriers : crabes de terre, taupes, rats, lapins, marmottes, tatous d'Amérique, oryctéropes d'Afrique, etc.

I.3 Action sur les caractéristiques biologiques des sols :

La faune a aussi une influence marquée sur la biochimie des sols et ses diverses caractéristiques biologiques. De nombreux chercheurs se sont intéressés à la composition enzymatique des sols pour mieux en définir l'activité biologique. En enrichissant le potentiel enzymatique des sols, la faune a une action catalytique sur leur activité biologique, mais cette action se manifeste encore de bien d'autres façons. La faune contribue fortement à la dissémination des bactéries et des spores. Du fait qu'ils intègrent de la terre en un point, se déplacent et rejettent la terre en un autre point, les vers contribuent à la dispersion des bactéries, des kystes de Protozoaires ou de Nématodes, et des spores de champignons qui ont résisté au passage dans leur tube digestif. **Hutchinson et Kamel (1956)**, ayantensemencé des sols stérilisés avec des champignons déterminés, ont constaté, au bout d'un certain temps, une contamination bien plus grande des sols où avaient été introduits simultanément quelques vers de terre. **Bunyea (1931)** a aussi montré le rôle des vers dans la propagation du nématode responsable de la syngamose des volailles (infection des trachées, bronches et poumons des oiseaux par *Syngamus trachea*).

I.4 Action sur les propriétés chimiques du sol

La faune influence les caractéristiques chimiques des sols par des voies très variées. Concernant, par exemple, le cycle de l'azote, les animaux participent non seulement à la minéralisation de l'azote organique par leur digestion, mais ils constituent aussi par eux-mêmes une réserve d'azote souvent très importante et mobilisable à leur mort. Certaines augmentations saisonnières de l'azote des sols sont ainsi dues à une diminution brutale des animaux par suite de l'apparition de conditions hostiles et leur existence. La mortalité de saison sèche des vers de terre peut apporter aux cultures jusqu'à la moitié de leurs besoins en azote (**Satchell, 1960**). Evidemment, en absence de vers de terre ou d'autres animaux, la même quantité de litière, à dégradation égale, libérera la même quantité d'azote, mais cet azote risque plus d'être lessivé ou livré à la dénitrification dans le cas d'une dégradation microbienne qu'au sein des rejets de vers où les éléments fins le retiennent et grâce auxquels il se trouve mieux réparti dans le profil. La présence d'une faune des sols abondante, et principalement la présence des vers de terre, mite fortement la (faim d'azote) des sols quand on y incorpore de la paille ou du fumier pauvre.

Discussion

Les sols forestiers sont aussi diversifiés que la végétation qui les recouvre. Ils peuvent être superficiels ou profonds, riches ou pauvres. La couverture végétale exerce une influence très nette sur les processus de formation du sol. Les sols forestiers possèdent de grandes quantités de matière organique accumulées en surface et dont la dégradation progressive participe à la formation de l'humus. Le sol est un excellent habitat pour la faune il peut contenir plusieurs milliers d'entre eux (**Bongers, 1990**).

La présente étude compte l'une des premières réalisée sur la pédofaune associé au cèdre d'atlas (*Cedrus atlantica*) dans le parc national de chréa. Ce travail met en évidence l'influence des quelques caractéristiques physico-chimiques sur la pédofaune du sol forestier. Au total, ce sont des analyses provenant de 144 prélèvements du sol dans les deux versant (Nord et sud) de la station des quatre bancs située au centre de Chréa, et sur trois niveaux pédologiques H1(0-10cm) et H2(10-20cm) dans deux sites de prélèvements (canopée et hors canopée). Elle nous a permis de recenser sept (07) taxons du mésophone qui sont : les chilopodes; les larves de lombric ; les iules ; les nématodes et trois types d'acarien (*Oribatides sp* ; *Gamasides sp* et *Phytosoiides sp*), ces individus sont répartis dans les deux premiers horizons pédologiques avec une variation de PH vers l'acidité ($PH \leq 5,5$) pendant la saison d'hivers dans le versant Nord canopée à l'horizon H1 (0-10cm) et en automne dans le Nord hors canopée au même horizon pédologique, et une tendance vers les valeurs basique du PH ($PH \leq 8,5$) dans le versant Sud canopée dans les horizons H2 (10-20cm) et H3 (20-30cm) pendant le mois d'aout avec un type de sol Limon- sableux pour les horizons H1 (0-10cm) et de type Argilo- sableux pour les horizons H2 (10-20cm) et H3 (20-30cm) quelque soit l'exposition (nord- sud) et les sites de prélèvement (sous canopée et hors canopée).

Les résultats obtenus se rapprochent de ceux obtenus par (**Pousin et Ponge, 1984**) dans la répartition de la pédofaune, ils ont étudié les peuplements de microarthropodes (Insectes Collemboles et Acariens Oribates) dans trois humus forestiers acides de la Forêt d'Orléans (Loiret, France), ils ont travaillé sur trois peuplements : *Quercus petraea* ; *Pinus sylvestris* et un peuplement mixte sur quatre horizons pédologiques (0-1cm ; 1-3cm ; 3-6cm ; 6-10cm) et d'après leurs résultats que les stations des résineux est assez acide ($PH \leq 3,29$) par rapport aux feuillus et aux peuplements mixtes, et les espèces de microarthropodes se trouvent dans les horizons de profondeur.

D'après (**Satchell, 1960**), la faune influence les caractéristiques chimiques des sols par des voies très variées. Concernant, par exemple, le cycle de l'azote, les animaux participent non seulement à la minéralisation de l'azote organique par leur digestion, mais ils constituent aussi par eux-mêmes une réserve d'azote souvent très importante et mobilisable à leur mort. Certaines augmentations saisonnières de l'azote des sols sont ainsi dues à une diminution brutale des animaux par suite de l'apparition de conditions hostiles et leur existence. La mortalité de saison sèche des vers de terre peut apporter aux cultures jusqu'à la moitié de leurs besoins en azote.

Arpin et al (2011) ont travaillé sur la mésophone et la microfaune en milieu forestier et ils constatés que les Acariens se réparties au mois de janvier et les Collemboles au mois d'octobre dans le niveau 0-5cm de profondeur, en comparant avec nos résultats ; Les plus importantes densités sont dans les premiers horizons pédologiques H1 (0- 10cm) et H2 (10-20cm) et diminuent dans les horizons profonds H3 (20-30cm).

La faune du sol a aussi une influence marquée sur la biochimie des sols et ses diverses caractéristiques biologiques. De nombreux chercheurs se sont intéressés à la composition enzymatique des sols pour mieux en définir l'activité biologique. En enrichissant le potentiel enzymatique des sols, la faune a une action catalytique sur leur activité biologique, mais cette action se manifeste encore de bien d'autres façons. (**Gobat et al., 2003**)

Hutchinson et kamel (1956), ayant ensemencé des sols stérilisés avec des champignons déterminés, ont constaté, au bout d'un certain temps, une contamination bien plus grande des sols où avaient été introduits simultanément quelques vers de terre.

Pour donner une idée de l'importance de la vie dans les sols, disons que, dans un bon sol de renfermant 4 % en poids de matières organiques, l'ensemble des êtres vivants peut constituer 20 % de cette matière organique. D'après les différents auteurs (**Quastel, 1955; Bessard, 1960; Seifert, 1965 et autres**), dans le sol de Chréa le taux de matière organique est très élevé ($M.O \geq 80\%$) dans les deux premiers horizons H1 et H2 dans le versant nord.

L'analyse de la variance montre des différences significatives pour le taux de matière organique et le pH dans le temps selon l'exposition et les horizons pédologiques et les sites de prélèvements (canopée et hors canopée).

La classification hiérarchique d'abondance CHA, montre que les taxons sont classés en trois groupes pour le versant nord canopée et deux groupes

pour les autres versant, ces groupes sont influencés par le taux de pH, de la matière organique et le type de sol par rapport à la profondeur (H1, H2 et H3), l'exposition (Nord, Sud) et le lieu de prélèvement (sous canopée, hors canopée)

L'exploitation des différents résultats nous induit à dire que les valeurs de diversité du sol de la cedrais sont élevés dans les horizons H1 (0-10cm) est diminue sensiblement en allant vers la profondeur (10-20 et 20-30cm), cette diversité est influencée par les caractéristiques physico-chimique du sol (pH, matière organique et texture), les saisons, l'exposition (Nord, Sud), les sites de prélèvements (sous canopée, hors canopée) et les horizons pédologiques (H1, H2, H3).

INTRODUCTION

La forêt est considérée comme un écosystème ayant des rôles multiples qu'il convient de conserver ou de restaurer. C'est un conservatoire de biodiversité excellent parce qu'il existe plus d'espèces animales et végétales dans ce biotope que dans les milieux ouverts (DAJOZ, 2007), en plus, chaque élément vivant a un rôle précis pour l'écosystème forestier que nous devons pas interrompre pour préserver le correct fonctionnement.

Au sein de l'écosystème forestier, la plupart des organismes joue un rôle important de recyclage et d'incorporation de grandes quantités de matière organique depuis la surface du sol vers les horizons inférieurs. Dans la forêt, la faune du sol forme un réseau trophique complexe dans lequel les animaux peuvent être classés dans différentes catégories selon leur régime alimentaire (Yeates et al, 1993).

Le parc national de Chrèa (Atlas Blidéen) est parmi les régions les plus riches en matière de biodiversité, Les formations forestières du parc sont à base du cèdre de l'Atlas (1200 ha) qui est l'essence noble des hautes montagnes de l'Algérie (Boudy, 1950) et a toujours suscité un intérêt en raison de ses nombreuses qualités forestières (Lanier, 1976).

Les forêts de *Cedrus atlantica* formant l'un des paysages remarquables des montagnes d'Algérie et du Maroc. Ces peuplements constituent un capital forestier de première importance à plusieurs points de vue écologiques, sociaux, économiques et touristiques (QUEZEL et Medail, 2003). Et le sol de ce massif montagneux abrite de nombreux représentants de la faune appelée pédofaune, cette communauté rassemble les organismes présents de manière permanente ou temporaire dans le sol, à sa surface, ou dans les annexes (bois mort, sous les pierres...). Elle est représentée par de nombreux taxons comprenant eux même des centaines voire des milliers d'espèces (Bachelier, 1978).

Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés à la richesse et la diversité faunistique et floristique des forêts dans l'Atlas Blidéen (Halimi, 1980) dans la cédraie de Belazma (Athmani, 1988) et dans le parc national de Chrèa (Larid, 1989 ; Doumandji et Doumandji- Mitiche, 1993 et Mazari, 1995). Cependant, Les connaissances sur la pédofaune des forêts et notamment celle associée au cèdre du parc de Chrèa sont inexistantes ainsi nous avons entrepris cette étude novatrice qui vise à connaître l'influence des caractéristiques physico-chimiques d'un sol sous Cèdre de l'atlas sur la diversité pédofaunistique dans le Parc National de Chrèa en fonction des

profondeurs (horizons pédologiques), des expositions (Nord, Sud) et des endroits de prélèvement (canopée et hors canopée).

Nous avons conçu notre travail en quatre chapitres distincts. Nous présentons le premier chapitre par une synthèse bibliographique sur *Cedrus atlantica* avec une introduction de la pédofaune. Dans le second chapitre, on présente le milieu d'étude (PNC), qui est suivi par le matériel et méthodes. Par ailleurs, les résultats sont étudiés dans le chapitre quatre. Enfin nous clôturons par une discussion suivie d'une conclusion.

Chapitre II : Présentation du milieu d'étude

II.1 Présentation de la région d'étude : Le parc National de Chréa

II.1.1 Historique

Le parc national de chréa est un établissement public à caractère administratif créé en 1983 par le décret n°83-641 du 23-07-1983. L'idée de sa création remonte à 1912 sous l'impulsion de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, le 03-09-1925 le parc est créé par arrêté gouvernemental du 17-02-1921 fixant le statu-type des parcs nationaux en Algérie (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

II.1.2 Localisation géographique et administrative

Le parc National de Chréa, situé à 50 km au Sud-ouest d'Alger. Il s'étend sur une aire de 26 587 ha le long des parties centrales de la chaîne de l'Atlas Tellien, comprises entre les latitudes 36°19' à 36°30' Nord, et les longitudes 2°38' à 3°02' Est. Il renferme les forêts sectionnées de Sidi EL Kbir et celle de Ghellaie et de Tega (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

Situé à mi-distance entre trois Wilayas, le parc National de Chréa chevauche entre les Wilayas de Blida, Médéa et Ain Defla, Selon le décret n°91-306 du 24 août 1991 (figure 1).

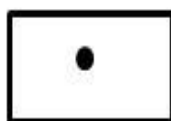
- **Wilaya de Blida** : comporte près de 17857ha, soit 67,1% de la superficie totale. Elle regroupe principalement les reliefs septentrionaux des Djebel Mouzaia, Gueroumène et Ferroukha.

- **Wilaya de Médéa** : comporte près de 8650ha, soit 32,6% de la superficie totale, elle regroupe en particulier les reliefs méridionaux des Djebel Mouzaia, les versants nord et sud et adret des Djebel Azrou Mouch, de SIDI Mohamed, ainsi que toutes les topographies de Koudiat El Kalàa, Koudiat Alloua, et Koudiat El Guettera..

- **Wilaya d'Ain Defla** : elle couvre une surface de 80ha soit 0.30% de la superficie totale. Elle couvre la pointe occidentale du Djebel Mouzaia à la hauteur du Kef Ennhal surplombant vers le Sud de la localité Tamezguida (**Plan de gestion du PNC, 2014**).



Limite de PNC



zone d'étude de chr a

Fig.4 : Carte géographique du parc national de Chr a (PNC) (Google Earth, modifié).

II.1.3 Le milieu physique du Parc National de Chr a

II.1.3.1 Géologie

C'est un massif montagneux composé des crêtes centrales de l'Atlas Blidéen. La ligne de crêtes du massif oscille entre 1400 et 1600 m d'altitude, sur une longueur approximative de 8 km, et culmine au Koudiat Sidi Abdelkader à 1629m. Son orientation générale E-NE, W-SW entraîne une dissymétrie climatique et forestière, entre les deux versants d'adret et d'ubac. Au point de vue lithologique, le massif est très homogène et composé essentiellement de schistes du Crétacé inférieur, plus ou moins argileux par endroits (**Faurel, 1947**), donnant naissance sous les Cédraies à des sols bruns lessivés (**Killian et Martin, 1957**).

II.1.3.2 Relief

Le parc national de chr a regroupe le relief montagneux composé respectivement d'est en ouest des monts de Hammam Meloune, des crêtes de

Chr ea et des monts de Mouzaia, il enregistre une dénivelée très important marquée par le point culminant à 1627 m à Koudiat Sidi Abdel Kader (Crêtes de Chr ea) et le point le plus bas 217m (Chiffa) (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

II.1.3.3 Sol

Les sols de la région forestière de Chr ea sont constitu es de schistes marneux, en alternance avec des plaquettes de quartzites (**Larid, 1989**). Sur les fortes pentes, les sols sont domin es par des éléments grossiers, tels que les cailloux et les graviers. Les argiles et les limons sont présents en faible proportion. Dans les poches de ravins, ils sont très pauvres en phosphore, en calcaire et en chlore (**Halimi, 1980**).

II.1.3.4 Hydrologie

Le Parc National de Chr ea occupe les parties amont de 02 bassin versants :   l'est le bassin versant de l'oued EL Harrach s'étendant sur 12.4500 ha, et à l'ouest le bassin versant de l'oued Mazafran s'étendant sur 14.137 ha (**Anonyme b, SD**).

Le Parc National de Chr ea totalise une longueur de chevelu hydrographique évaluée à 657 km linéaire soit une densité hydrographique de 24.71 ml/ha avec ce potentiel hydrique, il participe à l'alimentation en eau potable de sa région environnante et contribue aussi au ressourcement continu de la nappe phréatique de la Mitidja avec près de 01 milliard de m³ par an (**Anonyme b, SD**).

Le réseau hydrographique est caract eris e par la présence :

- D'oueds   écoulement permanent (Chiffa, Tamada,...)
- De cascade d'eau (Merdja, Chiffa,...)
- De réserves naturelles d'eau (Oued EL Harrach, Oued Chiffa,...)
- D'un lac de haute altitude situ e à 1230 m au niveau de Djebel Tamesguida.
- De nombreuses sources et points de résurgences (**Anonyme b, SD**).

II.1.4 Données climatiques de la région d'étude

Le climat représente un des facteurs les plus importants. Son importance se manifeste par la répartition des biomes à l'échelle de la planète (Braque, 1988), en effet il est utile de connaitre la durée de la saison sèche, les quantités des précipitations et les différents facteurs climatiques (gelée, neige, vent,...) pour avoir une idée précise sur le climat de la région.

II.1.4.1 La température

La température représente un facteur limitant de toutes premières importances, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 1984**).

A cette raison le tableau 1 représente les températures mensuelles de la région de chréa .

Tableau 1 : Températures mensuelles minimales (m), maximales (M) et moyennes de Chréa de 2002 à 2012.

Mois												
T°(C)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
m	-0,9	-0,4	1,1	3,2	6,9	11,2	15,7	15,9	12,3	7,7	2,7	0,3
M	6,7	7,9	9,9	12,8	17,4	22,7	28,5	28,5	23,2	17	10,8	7,5
M+m/2	2,9	3,7	5,5	8	12,1	16,9	22,1	22,2	17,7	12,3	6,7	3,9

(Anonyme b, 2016).

T : Température en degré Celsius

M : Température maximale

m : Température minimale

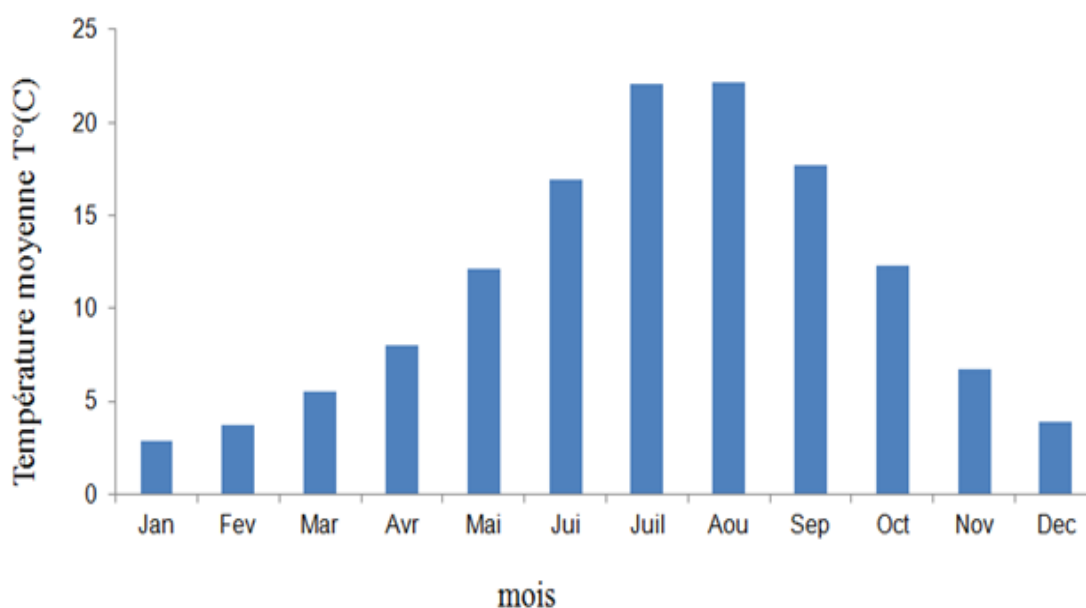


Fig. 5 : Histogramme des températures moyennes mensuelles de la région de Chréa 2002-2012.

D'après l'histogramme ci-dessus, le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne de 2,9°C, une température maximale de 6,7°C, et une température minimale de -0,9°C. Le mois le plus chaud est août avec une température moyenne de 22,2°C, une température maximale de 28,5°C, et une température minimale de 15,9°C (figure 2).

II.1.4.2 Les précipitations

D'après **Mercier (1999)**. La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental dans le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestre. La quantité pluviométrique et sa dispersion a une influence considérable sur la biologie des espèces animales (**Mutin, 1977**). Elle agit sur la vitesse de développement de la faune, sur leurs longévités et leurs fécondités (**Dajoz, 1971**). La station de Chréa (1550m) reçoit des précipitations de près de 1400mm/an (**Halimi, 1980**).

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles de Chréa de 2002 à 2012. (**Anonyme b, 2016**).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	133	92	105	79	70	30	6	10	39	76	136	140

D'après le tableau 2, on constate que le mois le plus arrosé est le mois de décembre avec une moyenne de 140 mm et le mois le plus sec est le mois de Juillet avec une moyenne de 6 mm, dont la période pluvieuse se concentre particulièrement durant les mois d'octobre au mois de mai.

II.1.4.3 La neige

La couche de neige qui en moyenne est de 15 a 20 cm, atteint parfois 50 cm .Les moyennes annuelles des jours d'enneigement dans le Parc national de Chréa atteignent la fréquence moyenne de 26 jours pour Chréa, et de 20,2 jours pour le lac de Mouzaia.

Le mois de janvier reçoit les plus fortes chutes de neige et le mois de mars l'emporte sur la persistance (**Boutaleb, 1998**).

II.1.4.4 Le vent

Dans le Parc National de Chréa, ce sont les vents du Nord-Ouest qui prédominent. En ce qui concerne le sirocco, il se manifeste un à trois jours/an (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

II.1.4.5 Le brouillard

Le brouillard est relativement fréquent dans les parties hautes du Parc national qui sont souvent plongées dans les nuages. Pour le col de Chréa, les observations faites sur une dizaine d'années seulement ont donné 104 jours/an de brouillard. (**Halimi ,1980**).

II.1.4.6 La gelée

Les gelées blanches se manifestent surtout en Septembre. Elles apparaissent en automne et disparaissent au début du printemps (fin Mars début Avril). Le risque de gelées blanches commence lorsque le minimum moyen tombe au dessous de 10 C° (Anonyme a, 2016).

II.1.4.7 La grêle

Quant à la grêle, elle tombe durant presque toute la période allant de Décembre à Mars (Lac de Mouzaia, Hakou Ferraoun, Médéa) (Anonyme a, 2016).

II.1.5 Synthèse des données climatiques

II.1.5.1 Diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls dans la région de Chréa

Le diagramme ombrothermique de F. Bagnouls et H.Gausсен permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique de la région d'étude.

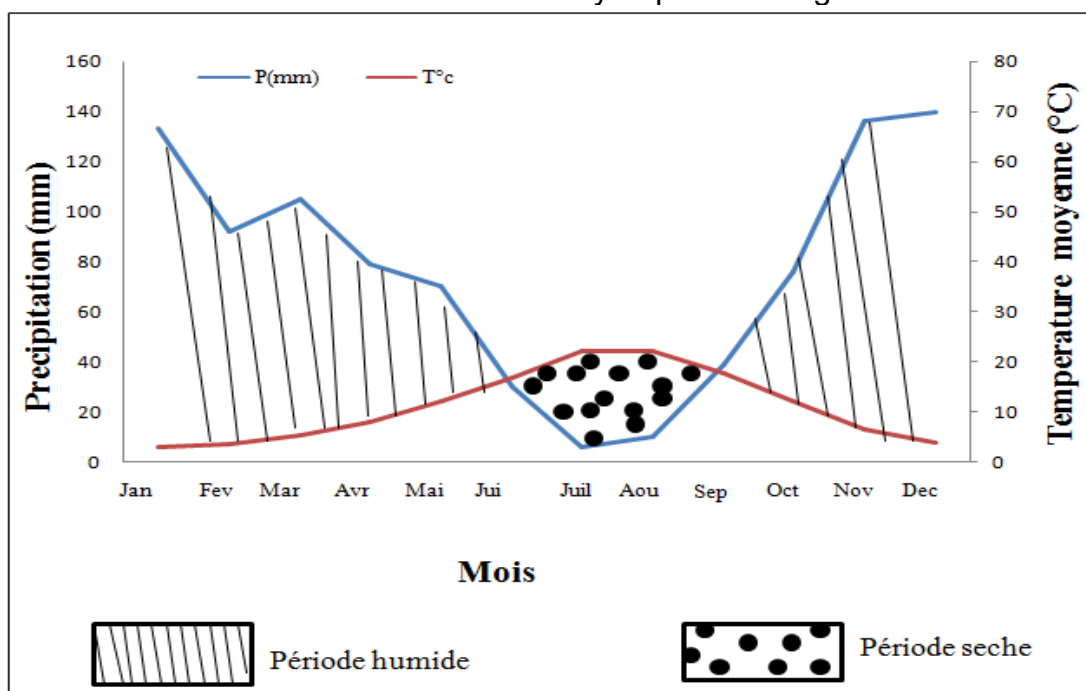


Fig.6 : Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Chréa de l'année 2002 à 2012.

D'après la figure 6, le diagramme ombrothermique de la station de Chréa montre la présence de deux périodes bien distinctes. La première période est humide s'étale de septembre jusqu'à la fin de mai. La seconde est sèche s'étale de mois de juin jusqu'au début du mois d'septembre.

II.1.5.2 Climagramme et quotient pluviométrique d'Emberger

Le but du Climagramme est de situer la région d'étude dans un étage bioclimatique qui lui correspond (**Dajoz, 1971**), et afin de caractériser le climat méditerranéen, EMBERGER a proposé un quotient pluviométrique Q3 à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{Q3 = 3.43 P / (M-m) \text{ (Stewart, 1969)}}$$

Avec :

Q3: Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : Hauteur des précipitations annuelle exprimée en (mm)

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en degrés Celsius.

m : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid exprimée en degrés Celsius.

D'après les données climatiques des années 2002- 2012 :

P= 874 mm

M= 31°C

m= 0,3 °C

Le quotient pluviométrique de la région d'étude est égal à **Q3** = 94,64 pour une période de 10 ans, soit de 2002 à 2012. En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger, la région d'étude se situe dans l'étage bioclimatique Sub-humide à hiver frais avec m=0,3°C (fig. 7).

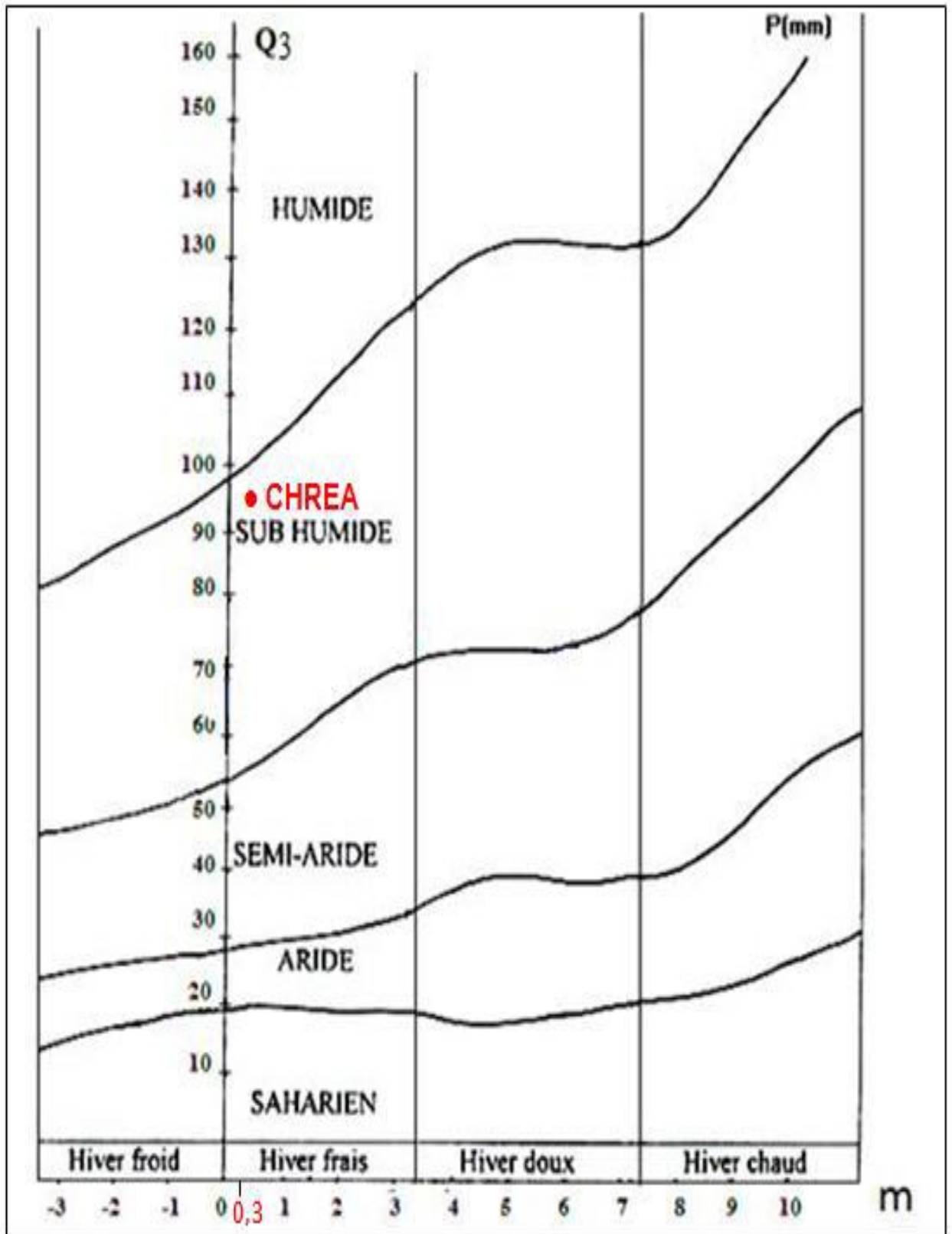


Fig.7 : Place de la station d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER.

II.1.6 Le Milieu biotique du PNC

II.1.6.1 La flore du Parc National de Chréa

Le Parc National de Chréa reforme un tapis végétal couvrant près de 22,673 ha de sont territoire soit un taux de boisement de 85% .Le reste représente les terrains dénudés occupés par l'homme, par l'agriculture et ayant été irréversiblement érodé tableau 3.

Tableau 3 :L'occupation du sol par les différentes strates végétales au niveau du Parc National de Chréa.

Occupation	Nature	Surface (ha)	Taux (%)
Strate Arborescente	Cèdre	1292,95	4,86%
	Chêne vert	172,80	0,60%
	Pin d'Alep	3345,02	12,58%
	Maquis arboré (à P.A.)	588.85	2.21%
TOTAL		5399,62	20,31%
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (à PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
TOTAL		17273.78	64.97%
Terrains Dénudés	Terrains nus	2787,72	10,49
	Terrain rocheux	91,10	0,30
	Bad Land	31,90	0,10
TOTAL		2910,72	10,95%
Autres	Terrains cultivés	728,35	2,74%
	Habitat	192,48	0,72%
	TPF	56,35	0,10%
	Lacs	26,10	0,92%
TOTAL		1003,28	3,77%
TOTAL GENERAL		26 .587	100%

(Plan de gestion du PNC, 2014)

II.1.6.1.1 Étagement de la végétation :

Le Parc National de Chréa se distingue par un fonctionnement bioclimatique caractérisé par :

1. Un étage thermoméditerranéen :

À bioclimats humides doux couvrant les zones altitudinales comprises 200 et 600 m d'altitude. Il se localise sur le versant Nord (djebel Feroukha, djbel Tamezguida). Cet étage caractérise par les formations qui se trouvent au-dessus des gorges de la Chiffa, à Sidi EL Madani et Sidi Zerhaimi. Le Thya y est très répandu dans cette région (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

2. Un étage mésoméditerranéen

Représenter par un bioclimat humide tempéré et humide frais couvrant toutes les zones entre 600 et 1000 m d'altitude. Cet étage caractérisé par une présence massive de chênes sclérophylles (Chêne vert et Chêne liège) (**Plan de gestion du PNC, 2014**)

3. Un étage supraméditerranéen

Avec un bioclimat perhumide frais couvrant les zones supérieures à 1000 m d'altitude. Cantonné principalement sur les versants nord du djebel Mouzaia et de Chréa .il permet le développement des formations sylvestre, la cédraie etc... (**Anonyme b, SD**)

II.1.6.1.2 Formations végétales du Parc National de Chréa

Cependant, la végétation du PNC demeure variée et diversifiée. On y rencontre les différentes formations principales suivantes :

1. La Formation du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica*)

Le cèdre de l'Atlas a été depuis longtemps l'une des espèces de reboisement les plus utilisées dans la région méditerranéenne (**Ripert et Boisseau, 1994**). Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (**Benchekroun, 1993 ; M'hirit et al, 2006 ; Terrab et al, 2006**). C'est un arbre de grande taille, susceptible de dépasser les 50 m de haut. Le cèdre occupe les sommes schisteux du parc, il se développe sur une superficie de 1200 ha sur le djebel Gueroumène et la forêt de Beni Salah embrassant sur une partie le versant Nord du parc. En Algérie, on le retrouve le cèdre sur les sols gréseux, sur les schistes et les sols calcaires (**Bariteau et al, 1990 in Khanfouci, 2005**). Il occupe l'étage méditerranéen supérieur (1350m à1600m d'altitude), et évolue dans le bioclimat perhumide frais (Boudy, 1950).

2. La Formation du chêne vert (*Quercus ilex*)

Le chêne vert est un arbre de montagne, rustique et extrêmement plastique. Il est sans conteste l'essence dominante du parc, nous le retrouvons aussi bien sous les régimes du maquis que de futaie ; en formation dense et claire que pure et en mélange. Occupant sur notre territoire, la tranche altitudinale de 700m à 1400m voire 1500m, sous les ambiances bioclimatiques subhumide, humide et localement perhumide tempérée et fraîche. Le chêne vert sur le territoire du parc, se présente en peuplements vigoureux, denses (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

3. La Formation du Chêne liège (*Quercus suber L*)

Le chêne liège est un arbre qui développe normalement dans les régions à fortes précipitation (dans des régions humides et relativement chaudes), sur un sol sablonneux ou schisteux, meuble et profond. Elle se développe entre 400 et 700m d'altitude, sur le versant nord du djebel Feraoun et djebel Gueroumène et atteint les 1100m au djebel Tamezguida (**Meddour, 1992**).

4. La Formation du chêne Zeen (*Quercus faginez Lamk. Ou Quercus mirbekii*)

Le chêne zeen n'existe sur le territoire du parc qu'à l'état résiduel. On le trouve sur les altitudes de 300 à 450m au niveau des stations fraîches et humides du djebel Tamezguida. Quelque bouquet subsiste sur le versant Nord du djebel Mouzaia à une altitude de 1200m à 1400m (**Meddour, 1992**). D'autres pieds ou bouquets de chêne zeen sont observés sur des sites humides comme celui concernant l'oued Chiffa et le long des ravins frais et humides, faisant partie du cortège de la ripisylve, qui compte un grand nombre d'espèces végétales telles que : Laurier tin, et Laurier noble... etc (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

5. La Formation à pin d'alep (*Pinus halepensis Mill*)

Le pin d'Alpe occupe la plus grande superficie de l'Atlas Blidéen. Il est caractérisé par son adaptation à la sécheresse et à la haute température (**Halimi, 1988**). Dans les forêts de pin d'Alpe, on peut rencontrer les espèces arbustives suivantes : Pistachier, Diss, Ciste, Filère, Romarin... etc. On le retrouve notamment sur djebel Feraoun. Il se présente au niveau de trois zones : Imma Hlima, El Hamdania, Djebel Mouzaia, donc sur les versants des Sud, on peut rencontrer le pin d'Alep à Imma Hlima à l'état pur accompagné du pistachier, de Diss de Bruyère et du *Calycotome spinosa*. Cette station est d'environ 564ha. A El Hamdania, il couvre une superficie d'environ 4325 ha couvrant le Djebel Azrou mouch jusqu'à Takitount. Sur Djebel Mouzaia, il couvre 2025 ha à l'altitude de 900 m (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

6. La Formation de Thuya de Barbarie

C'est une essence forestière, surtout abondante dans la partie occidentale de l'Algérie, toutefois, le thuya existe par des pieds isolés ou par petits bouquets sur le territoire du parc. Il se rencontre le long de l'oued dans les altitudes de 287m et 703m (**Bensaada, 1988 in plan de gestion du PNC**) où il forme des peuplements clairs mélangés avec le lentisque, l'olivier, le caroubier.

7. La Formation à ripisylves

Les formations ripisylves sont des formations particulières à caractère zonal, liées strictement aux ravins et fonds de vallons. On les retrouve aux abords des oueds plus ou moins permanents. Elles sont caractérisées par des conditions écologiques propres à elle, de par leur ambiance humide et fraîche essentiellement. De ce fait, la végétation qui y pousse est souvent particulière. On y rencontre des espèces telles que : les saules, le houx, le frêne, le châtaignier, l'érable, le laurier noble, le micocoulier, et l'orme. Dans les régions, de Meurdja, de Chréa, nous y avons trouvés du laurier rose (*Nerium oleander*), du laurier noble (*Laurus nobilis*), du saule (*Salix pedicallata*) (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

II.1.6.2 La faune du Parc National de Chréa

Le patrimoine faunistique du parc national de Chréa est important, il représente 20% de la richesse faunistique nationale, se compose d'invertébrés et de vertébrés. Fait l'objet de plusieurs études, notamment par **Meftah (1985)**, **Bazi (1988)**, **Larid (1989)**, **Mazari (1995)**, ...etc.

II.1.6.2.1 Les vertébrés

1. La faune mamelle

Au Parc national de Chréa les mammifères forment la classe des vertèbres la plus évoluée, donc 22 mammifères ont été recensés dont le singe magot (*Macaccasyllvanus*) qui est une espèce endémique à l'Afrique du Nord. Il évolue et prolifère dans les conditions toutes naturelles dans la partie occidentale du parc national, notamment dans les gorges de la Chiffa et Djebel Mouzaia, zone classée réserve intégrale au parc.

Certaines espèces sont abondantes (le chacal doré, le sanglier et le renard roux...) d'autre sont disparu (la hyène rayé, le lynx caraca, le lion de l'atlas,...) (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

2. La faune aquatique (les poissons)

Cinq espèces ont été inventoriées dans les oueds Megtaâ et Chiffa. Ce sont des espèces d'eau douce dont deux anguillides, Ex: anguille, le barbeau, tarche, carpe... (**Anonyme a, SD**).

3. Les amphibiens

Les 08 espèces d'amphibiens répertoriées appartiennent pour la majorité à la famille des Anoures. La grenouille rieuse a été observée au niveau des gorges de la Chiffa et du lac Mouzaïa. Par contre la grenouille verte est rencontrée au lac de Mouzaïa (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

4. Les reptiles

Les 07 espèces recensées représentent 22,5% de la richesse nationale, comme le Caméléon commun, tortue grecque, les Lézards (ocellé, agile, murailles) qui sont très abondants et qui sont des animaux insectivores (**Plan de gestion du PNC, 2014**).



Tortue grecque Huppe fasciée Le geai des chênes Singe magot



Grenouille verte Lézard ocellé Aigle royal



Hyaen Renard Chacal



Coccinelle d'Algérie Coliascrocea Barbeau algérien Poisson d'eau douce

Fig.8 : La faune présente au niveau du Parc National de Chréa (P.N.C., 2010)

II.1.6.2.2. Les invertébrés

1. L'arthropodaufaune

Plus de 360 espèces d'invertébrés réparties sur la classe des Insectes (340 espèces), pour la classe des *Arachnides* (18 espèces), pour les crustacés (02 espèces), les Myriapodes (06 espèces). certain espèces n'ayant pu être identifié (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

2. Les crustacés

Deux espèces trouvées dans cette classe appartenant à deux ordres, *Oniscus asper* de l'ordre des Isopodes dans toutes les stations au niveau du cèdre et *Eriocheir* sp de l'ordre des Décapodes dans les gorges des Chiffa. (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

3. Les Myriapodes

Dans cette classe, nous avons trouvé six (6) espèces qui ont été observées au niveau de la cédraie pure et la forêt de Ben Ali, comme la scolopendre curmelée, scutigère véloce. Appartiennent à 5 familles qui réparties entre 2 ordres : *Diplopodes*, *Chilopodes* (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

4. Les Annélides

D'après (Mazari ,1995) une seule espèce a été observée appartenant à la classe des Hirudinés. il s'agit de *Hirudo sanguinellis*, parasite externe des vertébrés terrestres, qui a été trouvé au niveau du Lac de Mouzaia (Plan de gestion du PNC, 2014).

5. Les mollusques

Onze espèces appartenant à six familles de l'ordre des pulmonés et sous ordre des *Stylommatophores* ont été trouvées surtout au niveau des Gorges de la Chiffa. il s'agit des *Helicidae*, *Hellicellidae*, *Enidae* et *Stenogyridae* (**Plan de gestion du PNC, 2014**).

II.1.7 Le patrimoine touristique et paysager

Le parc national de Chréa, l'un des plus beaux au monde, occupe une superficie importante sur les hauteurs de Blida, le long des parties centrales de l'Atlas Tellien. Connu pour ses belles forêts, sa diversité faunistique, son hauteur de plus de 1500m et son orientation permettent aux pentes du sommet de retenir la neige entre le mois de décembre et le mois de mars (selon les années). On peut jouir d'un panorama époustoufflant sur le massif et les forêts environnants.

A une cinquantaine de kilomètres d'Alger et des grands centres urbains du centre du pays, il attire autant en hiver qu'en été et accueillera à bras ouvert une foule de visiteurs qui viennent respirer un bol d'air sain, se promener, marcher le

long de courts sentiers pédestres, faire du ski, visiter l'écomusée, découvrir la beauté des pics et des crêtes, et en particulier : la gorge du ruisseau des Singes, le sentier du col des fougères et les forêts de cèdres millénaires au cours de courtes randonnées pédestres sans oublier un détour et changer d'air juste aux portes de la capitale (**Anonyme b, 2016**).



Fig.9 : Vue paysagère de la station de Chréa.

Remerciement

Avant tout je remercie Dieu Tout Puissant qui m'a donné la force et la foi qui m'ont permis de réaliser ce travail, qui nous a aidé et nous accordés par sa volonté toute la force afin de poursuivre nos recherche sur notre projet de fin d'étude

Nos énorme gratitude à Monsieur DJAZOULI Z.E., pour avoir bien accepté de diriger notre travail, pour sa patience et surtout pour tout ce qu'il a apporté directement ou indirectement à notre formation, pour ses bons conseils qu'elle nous a promulgué. Et également à ma Co-promotrice LEMITI S., pour tous ces efforts qu'elle a accordés pour la réalisation de cette recherche.

Nous exprimons nos reconnaissances à Mme BABA AISSA K., pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le jury de ce mémoire. Qu'elle trouve là, nos profonds respects.

Nos sincères remerciements vont à Mme ZAMMOURI, pour avoir bien accepté de faire partie du jury et pour l'effort qu'elle a déployé pour examiner ce mémoire.

Et un grand merci à tous ceux qui nous ont aidés dans l'aboutissement de ce travail, pour l'aide qui nous ont apporté, leurs conseils et leurs encouragements .les travaux sur terrain n'auraient pu être réalisés sans leurs aides précieuses.

À la fin je remercie l'ensemble des enseignants de L'Option : phytopharmacie et protection des végétaux.

Dédicaces

Je dédie tout mon travail aussi modeste qu'il soit et à la grande valeur qu'il me représente aux deux êtres qui me sont chers: mes parents MANSSOUR et FATIMA Z.; qui ont toujours été disponibles, qui m'ont tout donné sans rien attendre au retour, qui ont apaisé mes peines et qui ont fait de ma vie un éternel moment de bonheur, d'amour et d'affection.

A toute ma famille, ma frères MOHAMED et ma sœurs AMEL, mes amis (es) et à tous ceux qui ont croisé mon parcours de loin ou de près et qui ont fait que m'apporter d'avantage

À tous les étudiants de la promotion 2018/2017
Option : phytopharmacie et protection des végétaux.

Bahdja

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Table Des Matières

Liste Des Abréviations

Liste Des Figures

Liste Des Tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

INTRODUCTION..... 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Données bibliographiques sur le Cèdre de l'Atlas.....	3
I.1.1 Généralités sur l'espèce	3
I.1.2 Taxonomie de Cèdre de l'Atlas.....	3
I.1.3 Les caractéristiques de Cèdre de l'Atlas.....	4
I.1.3.1. Les caractères botaniques de l'espèce.....	4
I.1.3.2. Les caractères anatomiques de bois	6
I.1.4 Aires de répartition géographique du cèdre de l'Atlas	6
I.1.4.1. Aire naturel	6
I.1.4.2 Aire d'introduction	7
I.1.5 Caractéristiques écologiques	7
I.1.5.1 Les exigences climatiques	8
I.1.5.2 Les exigences édaphiques	8
I.1.5.3 L'altitude	9
I.1.6 Les associations végétales	9
I.1.7 Régénération	9

I.1.8	Caractéristiques des cédraies.....	10
I.1.9	Importance économique	10
I.2	Introduction à la faune du sol	10
I.2.1	La microfaune.....	11
I.2.2	La mésofaune.....	11
I.2.3	La macrofaune.....	13
I.2.4	La mégafaune	14
I.3	Action sur les caractéristiques biologiques des sols	14
I.4	Action sur les propriétés chimiques du sol.....	14

Chapitre II : Présentation du milieu d'étude

II.1	Présentation de la région d'étude.....	15
II.1.1	Historique.....	15
II.1.2	Localisation géographique et administrative.....	15
II.1.3	Le milieu physique du Parc National de Chréa.....	14
II.1.3.1	Géologie.....	14
II.1.3.2	Relief.....	14
II.1.3.3	Sol.....	17
II.1.3.4	Hydrologie.....	17
II.1.4	Données climatiques de la région d'étude	17
II.1.4.1	La température.....	17
II.1.4.2	Les précipitations.....	19
II.1.4.3	La neige.....	19
II.1.4.4	Le vent.....	19
II.1.4.5	Le brouillard.....	18
II.1.4.6	La gelée.....	20
II.1.4.7	La grêle.....	20
II.1.5	Synthèse des données climatiques.....	20
II.1.5.1	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	20
II.1.5.2	Climagramme et quotient pluviométrique d'Emberger.....	21
II.1.6	Le Milieu biotique du PNC.....	23
II.1.6.1	La flore du Parc National de Chréa.....	23
II.1.6.1.1	Étagelement de la végétation.....	24

II.1.6.1.2 Formations végétales du Parc National de Chréa.....	24
II.1.6.2 La faune du Parc National de Chréa.....	26
II.1.6.2.1 Les vertébrés.....	26
II.1.6.2.2. Les invertébrés.....	28
II.1.7 Le patrimoine touristique et paysager.....	28
Chapitre III : Matériel et méthodes	
III.1 Objectifs.....	30
III.2 Présentation des sites d'étude	30
III.2.1 Station des quatre bancs.....	30
III.3 Méthodologie	30
III.3.1 L'échantillonnage.....	31
III.3.2 Outils d'échantillonnage.....	31
III.3.3 Méthodes d'échantillonnage.....	32
III.4 Méthode d'installation de BERLESE.....	32
III.5 Méthodes d'analyse physico-chimique du sol.....	33
III.5.1 Matériels d'analyse physico-chimique du sol	33
III.5.2 Détermination du pH.....	34
III.5.3 Détermination de la matière organique (MO).....	34
III.5.4 Détermination de la granulométrie.....	35
III.6 Exploitation des résultats.....	36
Chapitre IV : Résultats	
IV.1. Disponibilité de la pédofaune.....	37
IV.2 Variation temporelle du potentiel d'hydrogène (pH) d'un sol forestier sous cèdre.....	37
IV.3. Variation temporelle de la matière organique (M.O) d'un sol forestier sous cèdre.....	39
IV.4. Variation de la granulométrie d'un sol forestier sous cèdre.....	39
IV.5 Etude comparée de la variation du potentiel d'hydrogène selon l'orientation et les horizons pédologiques.....	42
IV.6 Variation du potentiel d'hydrogène ph de la direction Sud et Nord.....	43

IV.7 Etude comparée de la variation du taux de la matière organique selon l'orientation et les horizons pédologiques.....	43
IV.8 Variation du taux de la matière organique de la direction Sud et Nord.....	44
IV.9 Disponibilité temporelle de la pédofaune selon les versants et les horizons pédologiques.....	45
Discussion.....	48
Conclusion.....	51
Les références bibliographiques	53

LISTE DES ABREVIATION

- PNC** : Parc National de Chr ea
- Q3** : Quotient pluviométrique d'EMBERGER
- P** : Hauteur des précipitations annuelle exprim e en (mm)
- M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprim e en degrés Celsius
- Fig.** : figures
- m** : Moyennes des températures minimales du mois les plus froids exprimés en degrés Celsius
- T** : Température
- H** : Horizon
- MO** : Matière Organique
- DCA** : Detrended Correspondence Analyse
- A** : Argile
- LF** : Limon Fan
- LG** : Limon Grossier
- SF** : Sable Fan
- SG** : Sable Grossier
- H1** : horizons(0-10cm)
- H2** : horizons(10-20cm)
- H3** : horizons(20-30cm)

Liste des figures

Fig.1 :	Feuilles et connes de Cèdre de l'Atlas.....	5
Fig.2	Le port et l'écorce de Cèdre.....	6
Fig.3 :	Aires naturel de répartition géographique du Cèdre de l'Atlas (YHIET DJALLOULI, 2010).....	7
Fig.4 :	Carte géographiques du parc national de Chréa (PNC) (Google Earth, modifié).....	16
Fig.5	Histogramme des températures moyennes mensuelles de la région de Chréa 2002-2012.....	18
Fig.6 :	Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Chréa de l'année 2002 à 2012.....	20
Fig.7 :	Place de la station d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER.....	22
Fig.8 :	La faune présente au niveau du Parc National de Chréa (P.N.C., 2010).....	27
Fig.9 :	Vue paysagère de la station de Chréa.....	29
Fig.10 :	Station des quatre bancs.....	30
Fig.11 :	Station de prélèvement.....	31
Fig.12 :	Outils pour l'échantillonnage de sol.....	31
Fig.13 :	Appareil de BERLESE.....	32
Fig.14 :	Phase de séchage, broyage et tamisage des échantillons de sol au laboratoire.....	33
Fig.15 :	Phase de mesure de pH.....	34

Fig.16 : Phase du dosage de la matière organique.....	35
Fig.17 : Phase d'analyse de la granulométrie.....	36
Fig.18 : Groupes taxonomiques inventoriés.....	37
Fig.19 : Variation temporelle du taux de Ph d'un sol forestier sous cèdre.....	38
Fig.20 : Variation temporelle du taux de la matière organique d'un sol forestier sous cèdre.....	40
Fig.21 : Histogramme de pourcentage Variation de la granulométrie d'un sol forestier sous cèdre.....	41
Fig.22 : Variation temporelle globale des pH sous cèdre.....	42
Fig.23 : Analyse de la variance type ANOVA d'un pH.....	43
Fig.24 : Analyse de la variance ANOVA GLM de la matière organique.....	44
Fig.25 : Analyse de la variance de type ANOVA de la matière organique.....	44
Fig.26 : Projection des abondances de la pédofaune et des caractéristiques physico-chimiques des différents horizons pédologique sur les deux axes de la DCA du versant Nord.....	46
Fig.27 : Projection des abondances de la pédofaune et des caractéristiques physico-chimiques des différents horizons pédologique sur les deux axes de la DCA du versant Sud.....	47

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Températures mensuelles minimales (m), maximales (M) et moyennes de Chréa de 2002 à 2012.....	18
Tableau 2 :	Précipitations moyennes mensuelles de Chréa de 2002 à 2012. (Anonyme b, 2016).....	19
Tableau 3 :	L'occupation du sol par les différentes strates végétales au niveau du Parc National de Chréa.....	23

Influence des caractéristiques physico-chimiques du sol sous Cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti 1855) sur la diversité faunique dans le parc national de chréa

Résumé

Cette première étude sur l'influence des caractéristiques physico-chimique du sol sous *Cedrus atlantica* dans le parc national de Chréa, a révélé une diversité de 07 taxons qui sont représentés par chilopodes; les larves de lombric ; les iules ; les nématodes et trois types d'acarien (*Oribatides sp* ; *Gamasides sp* et *Phytosoiides sp*), ces individus sont répartis dans les deux premiers horizons pédologiques, avec une variation de pH ($5.5 \leq \text{pH} \leq 8$) et un taux de matière organique de ($\text{M.O} \geq 80 \%$). La classification hiérarchique d'abondance CHA, montre que les taxons sont classés en trois groupes pour le versant nord canopée et deux groupes pour les autres versants. Les résultats obtenus sont élevés dans les horizons H1 est diminué sensiblement en allant vers la profondeur, cette diversité est influencée par les caractéristiques physico-chimique du sol (pH, matière organique et texture), les saisons, l'exposition (Nord, Sud), les sites de prélèvements (sous canopée, hors canopée) et les horizons pédologiques (H1, H2, H3).

Mots clés :

Pédofaune, *Cedrus atlantica*, Chréa, Paramètres physico-chimique du sol (pH, M.O, texture).

Influence of the physico-chemical characteristics of the soil under cedar on the faunal diversity of the soil in Chr a National Park

Abstract

This first study on the influence of physico-chemical characteristics of soil under *Cedrus Atlantica* about organisms soil in Chr a National Park, Revealed a diversity of 07 taxa that are represented by centipedes The larvae of earthworm The nematodes and three types of mites (*Oribatides sp* ; *Gamasides sp* et *Phytosoiides sp*), These individuals are divided into the first two soil horizons, A variation in ph ($5.5 \leq \text{ph} \leq 8$) and an organic matter rate of ($\text{M. O} \geq 80\%$). The hierarchical classification of abundance Shows that the taxa are classified into three groups for the canopy North Slope and two groups for the other slopes The results obtained are high in the H1 Horizons is noticeably diminished by going to the depth, This dives is influenced by the physico-chemical characteristics of the soil (PH, organic matter and texture), Seasons, Exposition (north, south), sampling sites (under canopy, off-canopy) and soil horizons (H1, H2, H3).

Keywords:

Organisms of soil, *Cedrus atlantica*, Chr a, physico-Chemical soil parameters

اثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المتواجدة أسفل أشجار الأرز الأطلسي على تنوع الكنبيات التي تعيش في التربة
بالمحمية الوطنية للشريعة

ملخص

هذه أول دراسة علي تأثيرات خصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المتواجدة أسفل أشجار الأرز الأطلسي في المحمية الوطنية للشريعة الذي كشف عن 7 أنواع تتمثل في (يرقة دودة الأرض و الديدان الخيطية المرتبطة كينوبود) (*Oribatides sp ; Gamasides sp et Phytosoiides sp*) وثلاث أنواع من عنكبوتيات هذه الأفراد هي موزعة على المستويين الأولين للبيدالوجيا مع تغيرات في الـ pH ($5.5 \leq pH \leq 8$) ونسبة المئوية للمادة ($MO \geq 80\%$), التصنيف التدريجي لغزارة , معروضة حيث هي مقسمة على ثلاثة مجموعات العضوية من اجل الناحية الشمالية المخزية للجذور و 2 مجموعات من أجل الناحية الأخرى ,النتيجة أعطت ارتفاع في العمق الأول وتناقص ملموس في اتجاه العمق, هذا التنوع له تأثير بالخصائص الفيزيائية و pH , نسبة المادة العضوية وتركيبية التربة) الكيميائية للتربة (الفصول ,الاتجاه (شمال,جنوب) موضع العينة (القرب أو البعد من الجذور)و المستوى البد ولوجي(العمق)

كلمات المفتاح

الأرز الأطلسي ,شريعة ,معلم فيزيائي و كيميائي للتربة (درجة الحموضة , المادة العضوية ,تركيبية التربة)

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1 Objectifs

Le but de notre travail est de connaître l'influence quelques caractéristiques physico-chimiques d'un sol sous Cèdre de l'atlas sur la diversité faunique dans le Parc National de Chrèa en fonction des profondeurs, des expositions et des endroits de prélèvement (canopée et hors canopée).

III.2 Présentation des sites d'étude

III.2.1 Station des quatre bancs

Située à latitude Nord $36^{\circ}25'52''$ et longitude Est $2^{\circ}53'16''$, Les principales espèces végétales associées au cèdre au niveau de cette station sont : *Quercus ilex* pour les strates arborescentes, *Cadinus sp*, *Sedum Villasum*, *Senicio Vulgaris*, *Paranychia Argenta*. Les arbres sont peut serrés et la litière est épaisse.

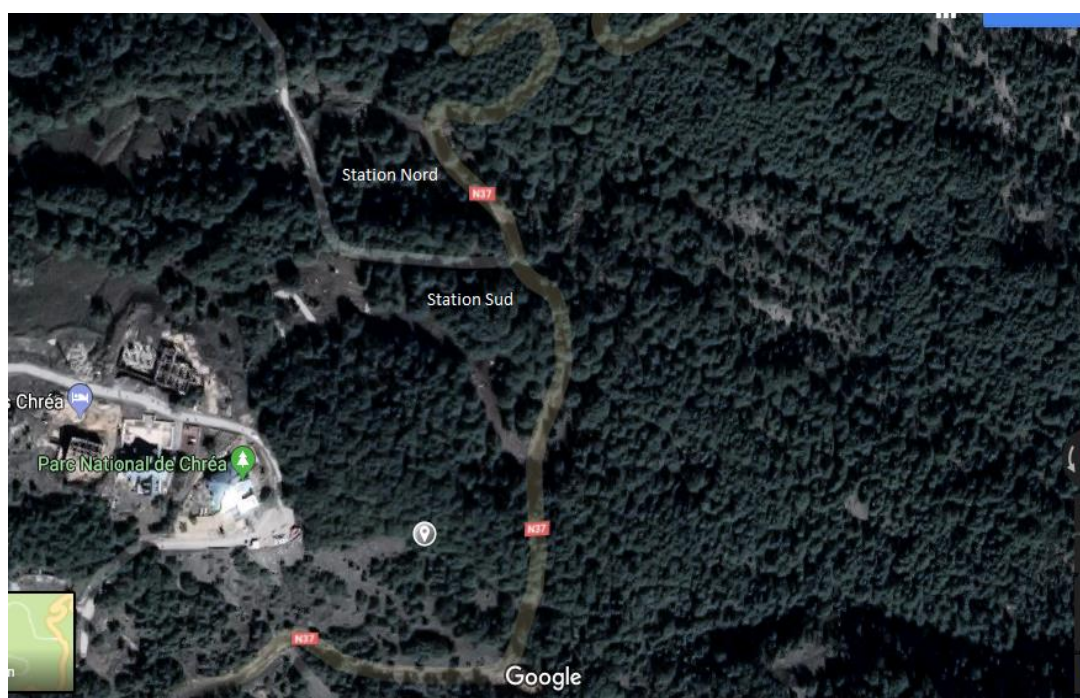


Fig.10 : Station des quatre bancs extrait de Google Earth .

III.3 Méthodologie

Pour la réalisation de notre travail expérimental nous avons passé par les étapes suivantes:

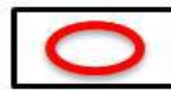
- Sorties sur terrain et prélèvement des échantillons de sol.
- Inventorier la pédofaune du sol par la méthode de BERLESE.
- Analyser quelques paramètres physico-chimiques du sol.

III.3.1 L'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons a été réalisé dans la station de Chrèa (précisément dans la station des quatre bancs) qui se trouve au centre du parc près de la station de ski d'une distance de 400 m et à une altitude de 1550 m (Fig.11)



Canopée



Non canopée

Fig.11 : Station de prélèvement (Original, 2017).

III.3.2 Outils d'échantillonnage

Les outils utilisés pour échantillonner sont représentés sur la Fig. (11). Ils comprennent une binette, une pelle en plastique, une règle, des sachets en plastique et des étiquettes, des marqueurs permanents pour mentionner (la date, l'endroit de prélèvement, la profondeur et la direction).



Fig.12 : Outils pour l'échantillonnage de sol (original 2016).

III.3.3 Méthodes d'échantillonnage

Les échantillons de sol ont été réalisés à travers un profil pédologique dans deux lieux de la station de prélèvement. Des échantillons effectués dans un peuplement fermé dans la rhizosphère des cèdres endroit nommé « Canopée » et des échantillons réalisés dans un peuplement de cèdre dégagé loin des racines endroit nommé « non canopée ». Pour chaque lieu (canopée et non canopée), les prélèvements ont été accomplis en fonction des expositions (Sud et Nord) et de trois horizons pédologiques ou profondeurs <verticales> : H1 (0-10cm) ; H2 (10-20cm) et H3 (20-30cm).

Dans le terrain après élimination des cailloux et des gros débris végétaux de la surface de prélèvement on a creusé la terre à l'aide d'une binette pour prélever les échantillons de sol aux différentes profondeurs. A l'aide d'une règle on mesure la profondeur à échantillonner, le sol est prélevé par une petite pelle en plastique. Les échantillons de sol de chaque horizon sont mis séparément dans des sachets en plastique hermétiquement fermés et référenciés qui seront ensuite transportés au laboratoire. Les sorties se sont étalées sur une période de 12 mois, allant de 15 Janvier 2016 au 18 Décembre 2016, avec une moyenne d'une sortie par mois.

III.4 Méthode d'installation de BERLESE :

Après avoir transportés les échantillons au laboratoire où ils seront mis dans des appareils appelés : BERLESE TULLGREN (**Fig.13**). Dans chaque entonnoir en plastique, on place des tamis à mailles 2 mm dans lesquels on met les échantillons de sol. Un flacon, contenant de l'eau et une faible quantité de détergent (10ml de formaldéhyde pour 1litre d'eau), ferme la base de l'entonnoir.

Les échantillons sont progressivement desséchés au moyen d'une lampe placée au dessus. Les animaux fuyant la sécheresse finissent par tomber dans le flacon de récolte. Et après 15 jours de dessèchement on fait les observations des contenus des flacons sous une loupe binoculaire et on obtient des résultats de la pédofaune de notre sol.



Fig.13 : Appareil de BERLESE (Anonyme, 2016)

III.5 Méthodes d'analyse physico-chimique du sol

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de pédologie du département de Biotechnologie de la faculté de sciences de la nature et de la vie à l'université de Blida 1.

III.5.1 Matériels d'analyse physico-chimique du sol

- Broyeur
- Tamis
- Balance de précision
- Gus + masque
- Béchers.
- Agitateurs
- Loupe binoculaire.
- Pissette.
- Entonnoir.
- Fiole jaugée.
- appareille D'un PH Mètre
- Burette +support
- Entonnoir
- Erlenmeyer
- Plaque chauffant
- Verre de montre
- Pipette graduée+poire à pipeter
- pipette de Robinson
- bouteille
- capsule
- l'étuve
- thermomètre

Les échantillons de sols prélevés sont séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2 mm (**Fig.14**) et par la suite analysés



Fig.14 : Phase de séchage, broyage et tamisage des échantillons de sol au laboratoire.

III.5.2 Détermination du pH :

Le pH est mesuré par le biais d'un pH mètre avec extrait de sol dilué d'un rapport sol/ eau (1/ 2.5). **Fig. (15).**



Fig.15 : Phase de mesure de pH.

III.5.3 Détermination de la matière organique (MO) par méthode d'Anne :

La méthode de détermination de la matière organique est réalisée par le dosage du carbone organique, oxydé à chaud (105C°) par le mélange de 10 ml de bichromate de potassium 1N et 15 ml d'acide sulfurique concentré, pendant 5 mn, puis l'excès du bichromate est titré par une solution de sel de Mohr 0.2N, avec du diphénylamine et de l'acide phosphorique concentré (**Fig.16**).



Fig.16 : Phase du dosage de la matière organique.

III.5.4 Détermination de la granulométrie :

Les fractions granulométriques sont déterminées par la méthode internationale de sédimentation à la pipette de Robinson. Elle consiste à détruire la matière organique par attaque à l'eau oxygénée à 30 volumes, puis dispersée les particules de sol par l'hexa-méta-phosphate de sodium, pour prélever par la suite les particules fines (argiles, limons) grâce à la pipette de Robinson et récupérer les particules grossières (sables fins et sables grossiers) par tamisage



Fig.17 : Phase d'analyse de la granulométrie.

III.6 Exploitation des résultats :

Les données recueillies sur les résultats de la pédofaune du sol par la méthode de BERLESE et les analyses physico-chimiques sont analysés statisquement par :

- Analyse de la variance type ANOVA : pour montrer les variations des parametres étudiés avec l'exposition (nord-sud) et les sites de prélèvement (canopée- hors canopée).
- Analyse de la variance type GLM : pour montrer les relations de différenciation entre le temps, l'exposition, les sites de prélèvement et les horizons pédologiques.
- Analyse multivariées (DCA) pour detrminder les groupes obtenus par la projection des abondances de pédofaune et des caractéristiques physico-chimiques du sol sous cèdre.

Chapitre IV : Résultats

Notre approche estime l'abondance de la pédofaune en fonction des quelques analyses physico-chimiques de sol de la station d'étude du Parc National de Chr ea dans les versants Nord et Sud ces résultats sont relatifs à la disponibilité des espèces p dofauniques repr sent es en fonction des horizons pédologiques.

IV.1. Disponibilité de la pédofaune

Les investigations  tal es sur 144 prélèvements de sol durant 12 mois de terrain (soit une sortie par mois et 12 échantillons par sortie). Les résultats de BERLESE ont affiché la présence de sept (07) groupes taxonomiques de la pédofaune : les acariens (*Oribatides sp*, *Gamasides sp* et *Phytosoiides sp*), les nématodes, les larves de lombric, les Chilopodes et les iules. (fig.18). Nous essayerons dans ce chapitre d'estimer leur abondance par rapport aux caractéristiques physico-chimiques du sol (PH, matière organique et granulométrie).

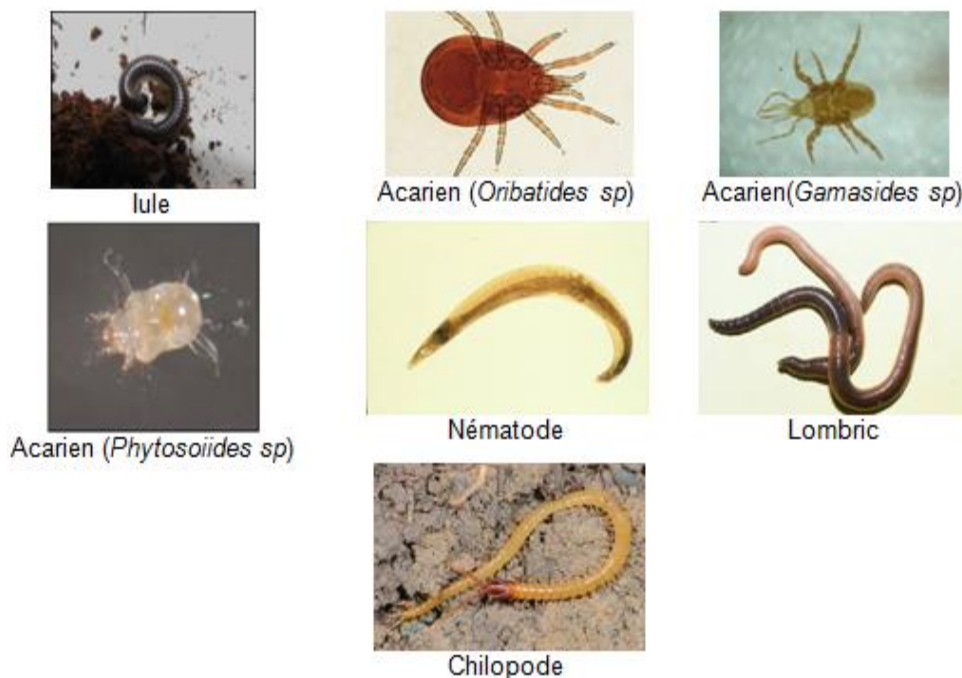


Fig. 18 : Groupes taxonomiques inventoriés

IV.2 Variation temporelle du potentiel d'hydrogène (pH) d'un sol forestier sous cèdre

Les résultats représentés montrent que le PH durant toute l'année dans les sites de prélèvement (sous Canopée et hors canopée) quelque soit l'exposition (Sud ou Nord) en fonction du temps et des horizons pédologiques (fig.19). Nous notons d'une part, une variation de PH vers l'acidité ($\text{PH} \leq 5.5$) pendant la saison d'hivers (décembre, janvier et février) dans le versant Nord canopée à l'horizon H1 (0-10cm) et en automne dans le Nord hors canopée au même horizon pédologique. D'autres parts, nous signalons une tendance vers les valeurs basiques du PH ($\text{PH} \leq 8,5$) dans le versant Sud canopée dans les horizons H2 (10-20cm) et H3 (20-30cm) pendant le mois d'aout.

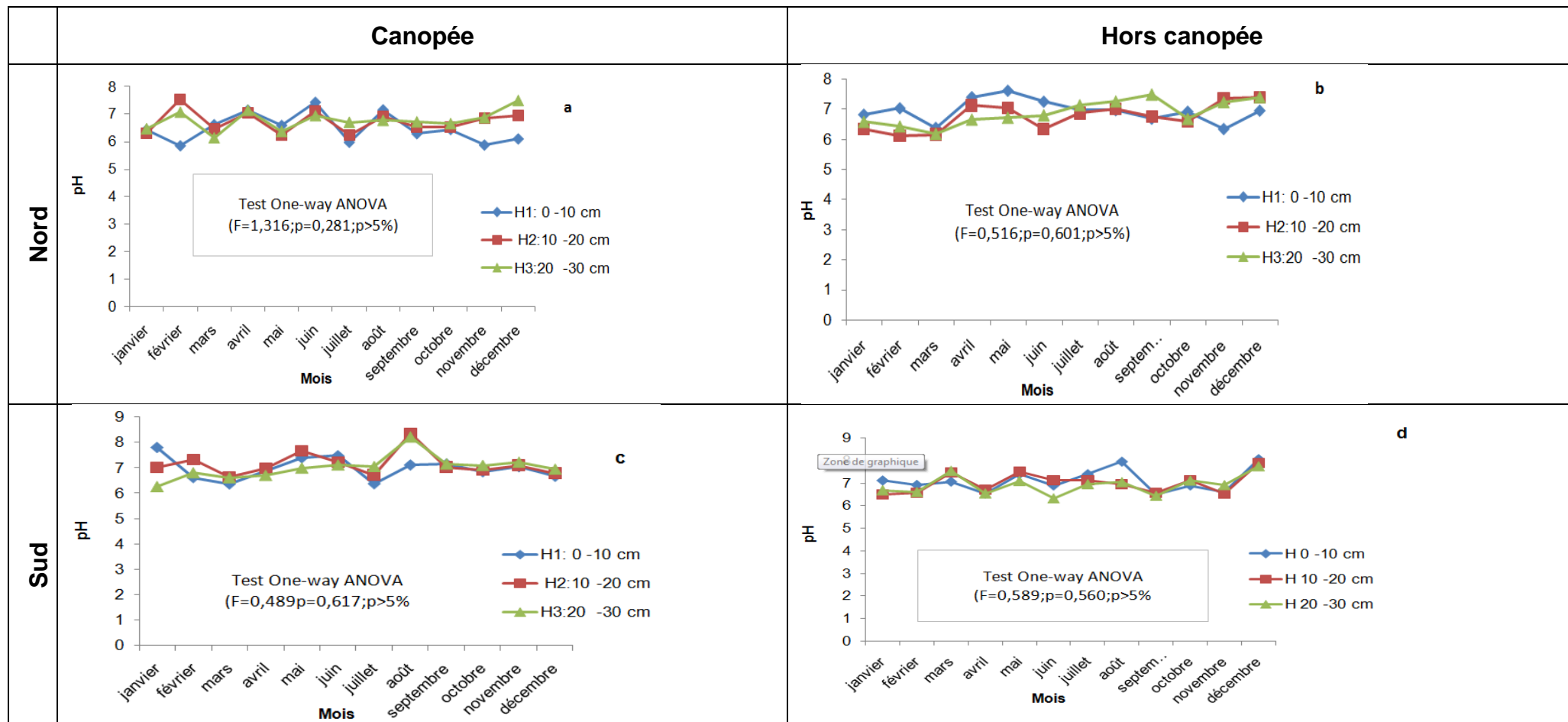


Fig.19 : Variation temporelle du taux de Ph d'un sol forestier sous cèdre

IV.3. Variation temporelle de la matière organique (M.O) d'un sol forestier sous cèdre

Les résultats représentés par la **fig. (20)** montre la présence d'un changement marginal en matière du taux de la matière organique, il est plus faible durant les mois Mai et Juin dans les sites de prélèvement (sous Canopée et hors canopée) quelque soit l'exposition (Sud ou Nord) et les horizons pédologiques, Alors qu'une augmentation du taux de la matière organique s'affiche durant le mois de Septembre dans le versant Nord canopée et le Sud canopée et hors canopée dans les trois horizons pédologiques (H1, H2, H3). Avec un taux très élevé ($M.O \geq 80\%$) dans les deux premiers horizons H1 et H2 dans le versant nord.

IV.4. Variation de la granulométrie d'un sol forestier sous cèdre

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules (sable grossier, sable fin, limon grossier, limon fin et l'argile).

Les résultats présentés par la **fig. (21)** montrent que le pourcentage des particules du sable grossier et du sable fin sont les plus élevés dans les deux sites de prélèvement (sous Canopée et hors canopée) quelque soit l'exposition (Sud ou Nord) et les horizons pédologiques (H1, H2, H3). En revanche, une augmentation des proportions des particules d'argile est signalée dans le versant Nord canopée au niveau du troisième horizon pédologique H3 (20-30cm) (**fig.21a**)

Les résultats de la granulométrie d'après le triangle textural (d'après soils survey manuel) reflète que le sol de notre station d'étude est de type Limon-sableux pour les horizons H1 (0-10cm) et de type Argile sableux pour les horizons H2 (10-20cm) et H3 (20-30cm) quelque soit l'exposition (nord- sud) et les sites de prélèvement (sous canopée et hors canopée).

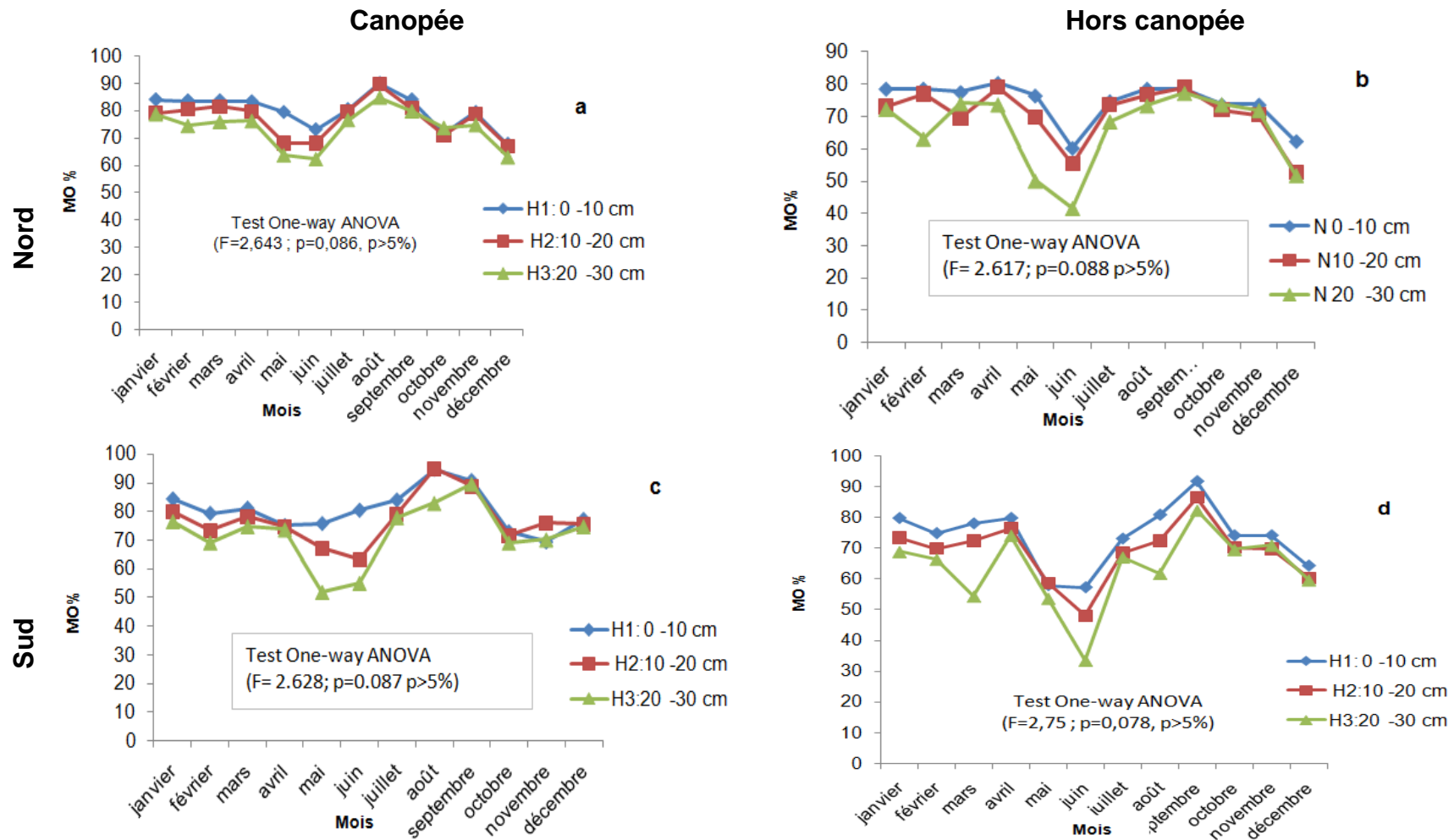


Fig.20 : Variation temporelle du taux de la matière organique d'un sol forestier sous cèdre

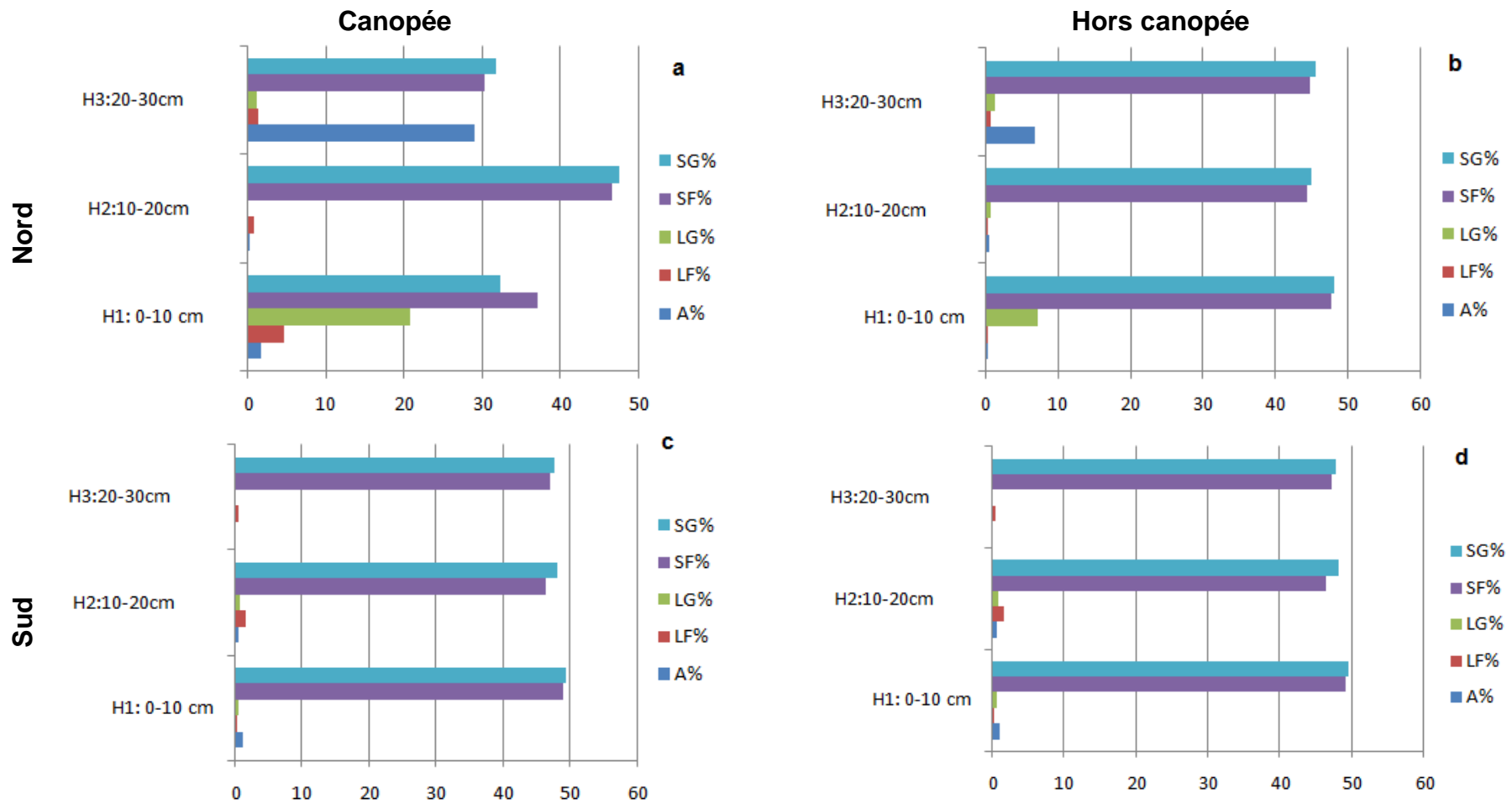


Fig.21 : Histogramme de pourcentage Variation de la granulométrie d'un sol forestier sous cèdre.

IV.5 Etude comparée de la variation du potentiel d'hydrogène selon l'orientation et les horizons pédologiques

L'analyse de la variance type GLM a montrée une différence très significative des valeurs de PH dans le temps à partir du mois d'août jusqu'au mois de septembre (**fig.22a**), où le PH est plus acide au Nord et au Sud canopée et hors canopée dans les trois horizons pédologiques (H1, H2, H3).

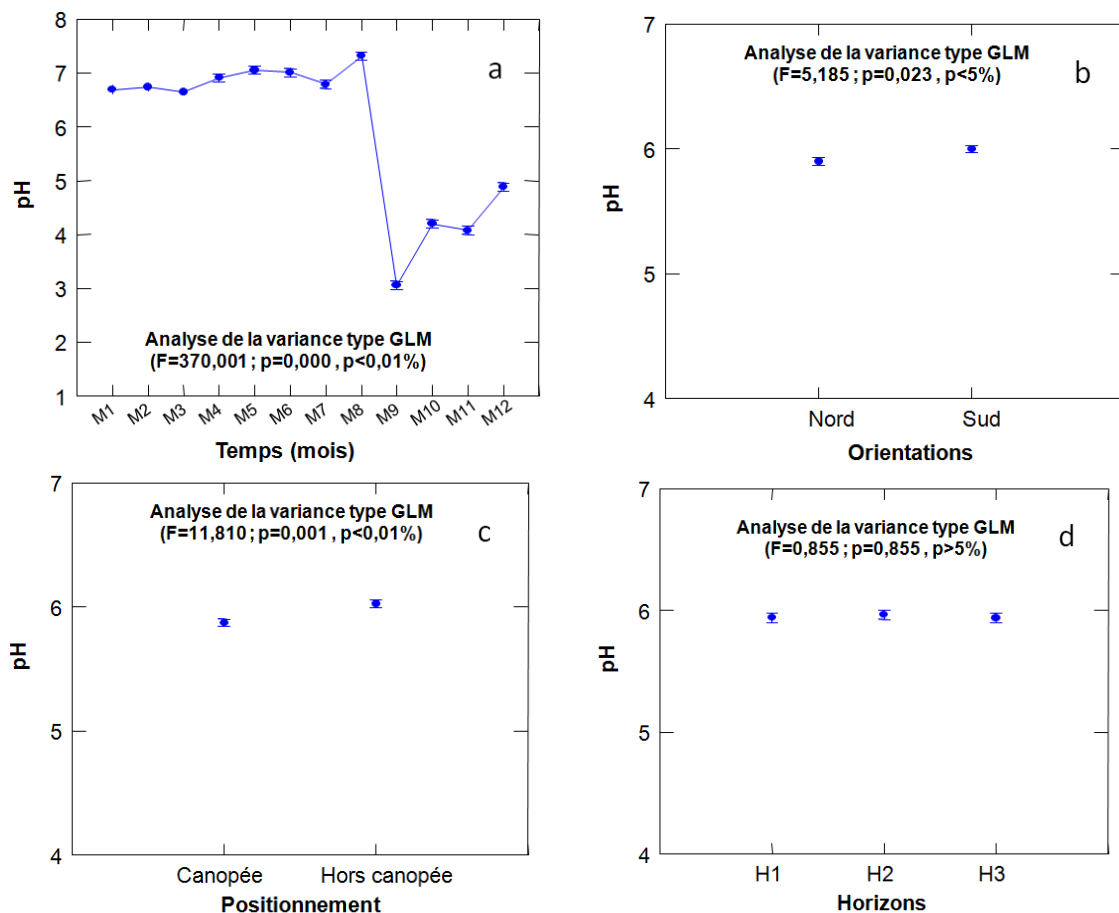


Fig. 22 : Variation temporelle globale des PH sous cèdre.

Cette interaction entre le PH et les paramètres de temps, orientations (nord, sud), positionnement (canopée, hors canopée) et les horizons pédologiques (H1, H2, H3) nous informe que le PH est en générale plus au moins neutres dans les différents versants et les horizons pédologiques.

IV.6 Variation du potentiel d'hydrogène ph de la direction Sud et Nord

Les résultats obtenus d'analyse de la variance type ANOVA montre l'interaction du facteur de PH par rapport à l'exposition ou l'orientation (nord et sud) et au positionnement ou les sites de prélèvement (canopée et hors canopée) (**Fig.23**).

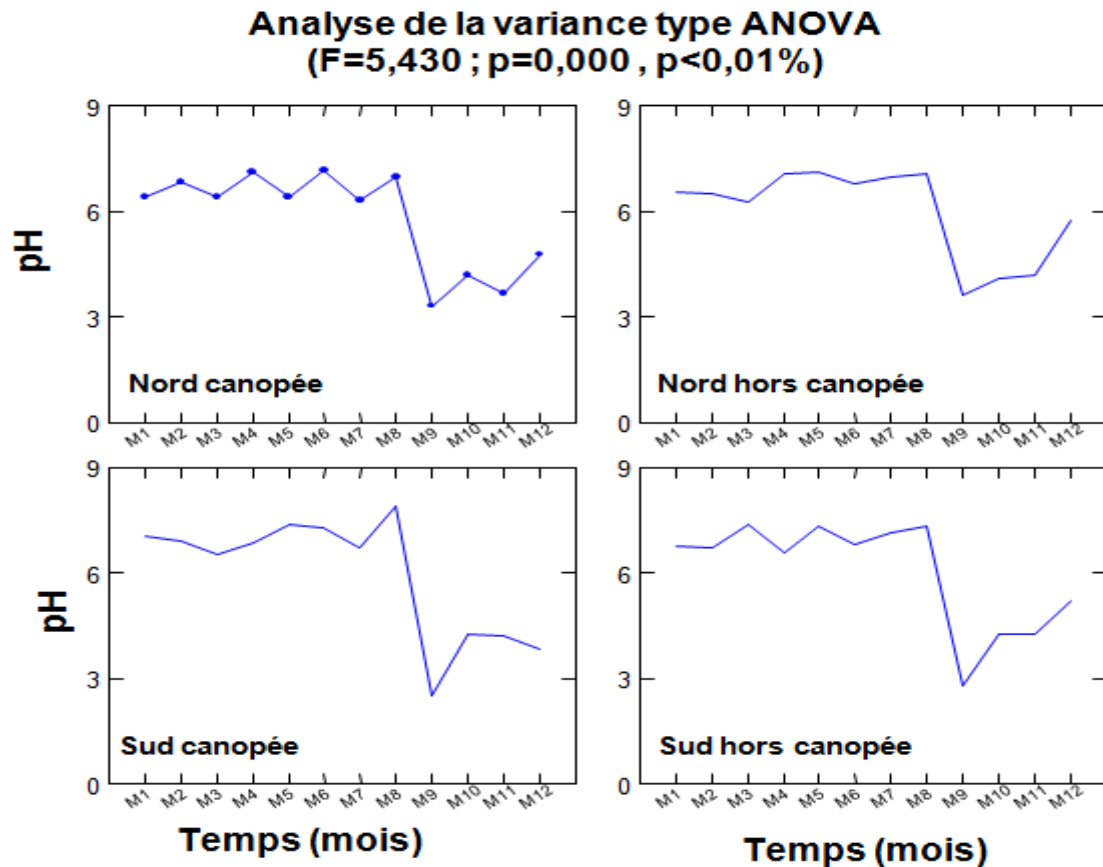


Fig.23 : Analyse de la variance type ANOVA d'un PH.

Cette variance montre une différence très significative des valeurs de PH par rapport aux paramètres étudiés (le temps, l'orientation et l'exposition) qui illustre un taux de PH plus élevé au mois d'avril et juin au nord canopée; et mois d'août pour le sud canopée et une baisse de taux de PH au mois de septembre qui va plus au moins remonté pour les mois qui suivent au ensemble des expositions (nord, sud) et des sites de prélèvement (canopée, hors canopée).

IV.7 Etude comparée de la variation du taux de la matière organique selon l'orientation et les horizons pédologiques

L'analyse de la variance type GLM a montrée une différence très significative des pourcentages de matière organique dans le temps, le taux est plus dans le versant nord que le versant sud et dans les endroits de prélèvement canopée que la hors canopée dans les trois horizons pédologiques (H1, H2, H3) avec un pic au mois de septembre (**fig. 24**).

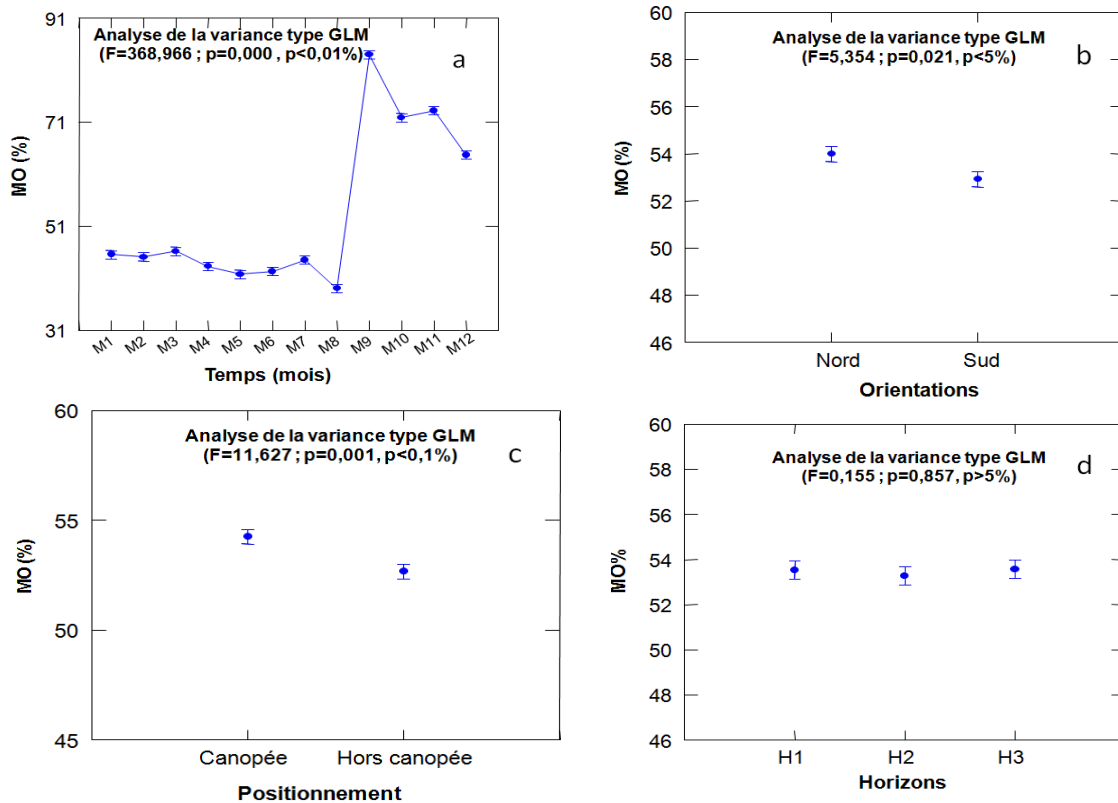


Fig. 24 : Analyse de la variance ANOVA GLM de la matière organique.

IV.8 Variation du taux de la matière organique de la direction Sud et Nord

L'analyse de la variance de type ANOVA appliquée au taux de matière organique des versants nord et sud (**fig. 25**), montre une différence très significative rapport aux paramètres étudiés; qui démontre un taux de matière organique plus au moins élevés dans les deux versants (nord et sud) et quelque soit les horizons pédologiques avec un pic au mois de septembre.

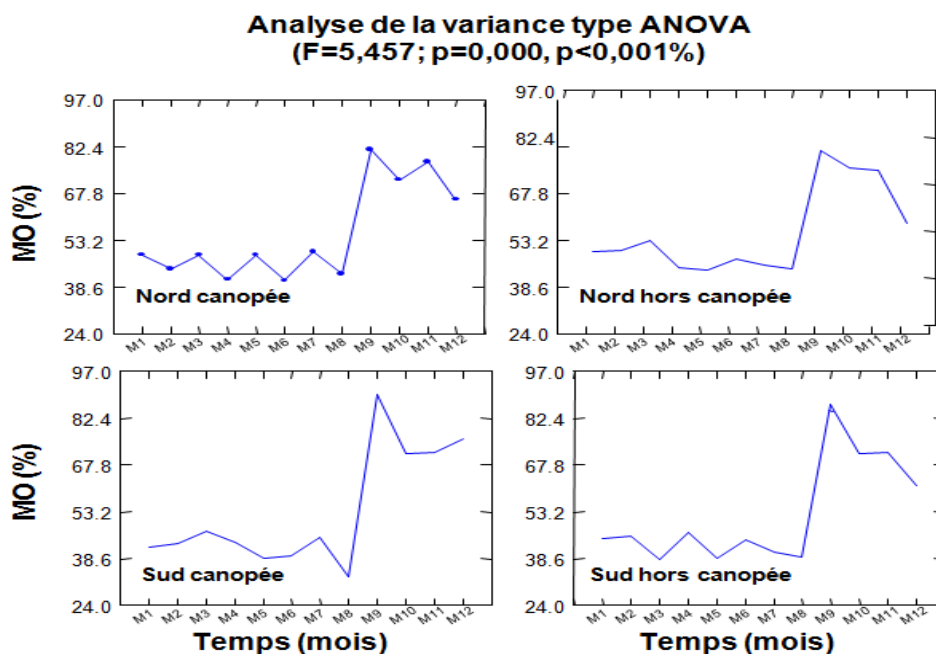


Fig. 25 : Analyse de la variance de type ANOVA de la matière organique.

IV.9 Disponibilité temporelle de la biodiversité selon les versants et les horizons pédologiques

Les données relatives à la distribution de la pédofaune et les caractéristiques physico-chimiques des horizons pédologiques projetés dans le plan factoriel de l'analyse multivariance DCA nous montre qu'à travers une similarité de (-2).

La classification hiérarchique d'abondance CHA montre la présence dans :

Le versant Nord sous canopée: illustre trois groupes, le premier groupe assemble les trois types d'acariens (*Oribatides sp*, *Phytosoiides sp* et *Gamasides sp*) avec les chilopodes et les larves de lombric durant les mois de mars, avril et novembre, décembre dans les trois horizons pédologiques, le deuxième groupe assemble les nématodes avec les iules durant les mois d'octobre, novembre et décembre, le troisième regroupe le taux de matière organique et le pH dans les différents horizons pédologiques pendant les mois de prélèvements de nos échantillons (**fig. 26a**).

Le versant Nord hors canopée : illustre deux groupes le premier est représenté par les nématodes et les iules affiliés au mois de janvier dans l'horizon H1 (0-10cm), et le deuxième par les trois types d'acariens (*Oribatides sp*, *Phytosoiides sp* et *Gamasides sp*) plus les larves de lombric et les chilopodes affiliés aux différents mois de l'année avec une influence du taux de la matière organique et du pH au niveau des deux premiers horizons (H1, H2) (**fig.26b**).

Le versant Sud sous canopée: Deux groupes sont signalés, le premier groupe assemble les trois types d'acariens (*Oribatides sp*, *Phytosoiides sp* et *Gamasides sp*) avec les larves de lombric durant les mois d'avril, octobre et novembre, dans deux horizons pédologiques (H1, H2), le deuxième groupe assemble les nématodes, les iules et les chilopodes durant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre, dans les trois horizons pédologiques (H1, H2 et H3) (**fig. 27a**).

Le versant Sud hors canopée : représenté par deux groupes : le premier groupe illustre les chilopodes avec les iules au mois de mai et juin dans l'horizon H1, H2 et H3. Et le deuxième groupe est représenté par les chilopodes avec les trois types d'acariens (*Oribatides sp*, *Phytosoiides sp* et *Gamasides sp*) durant les mois de janvier, avril et octobre (**fig. 27b**).

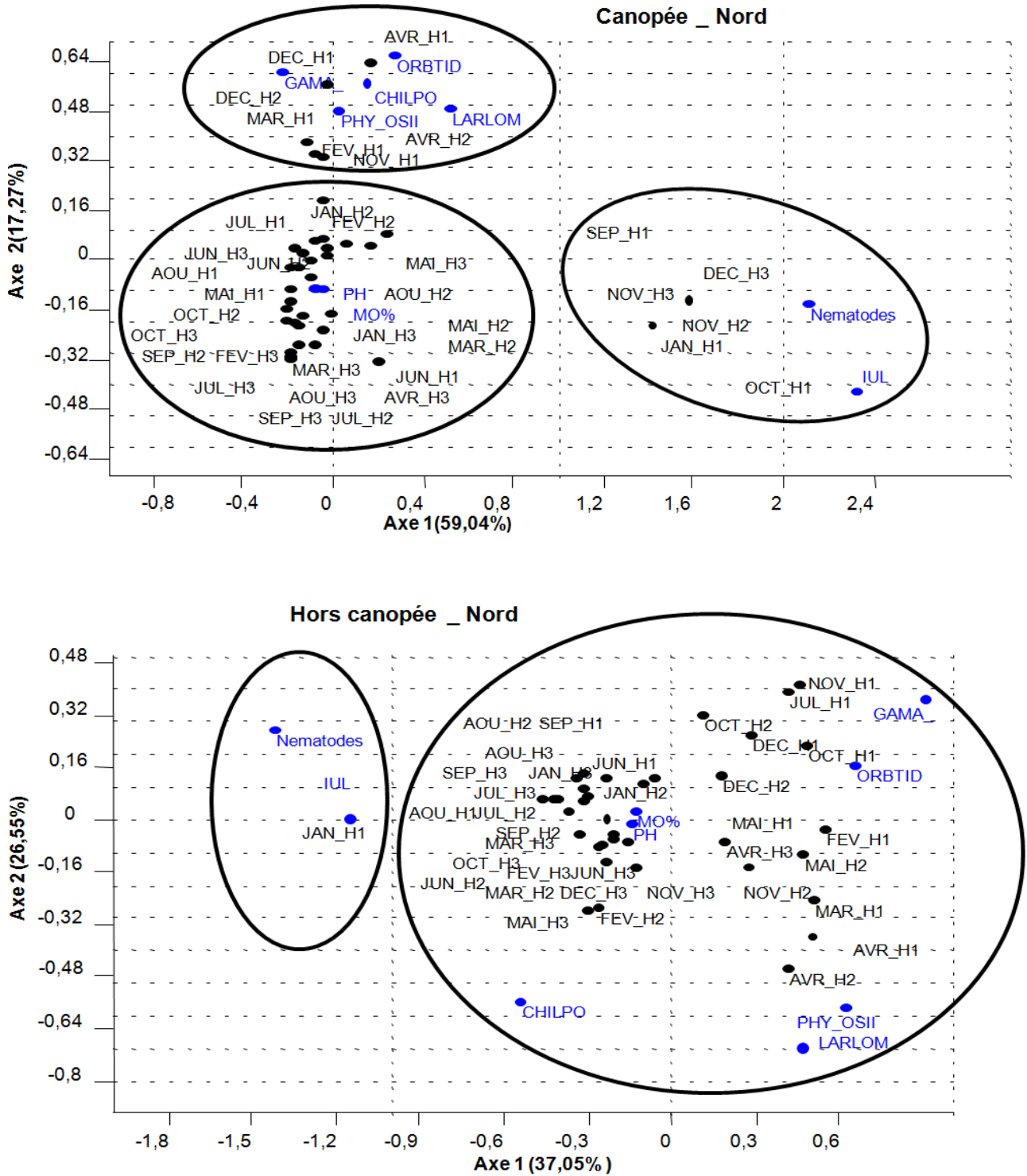


Fig. 26: Projection des abondances de la pédofaune et des caractéristiques physico-chimiques des différents horizons pédologique sur les deux axes de la DCA du versant Nord

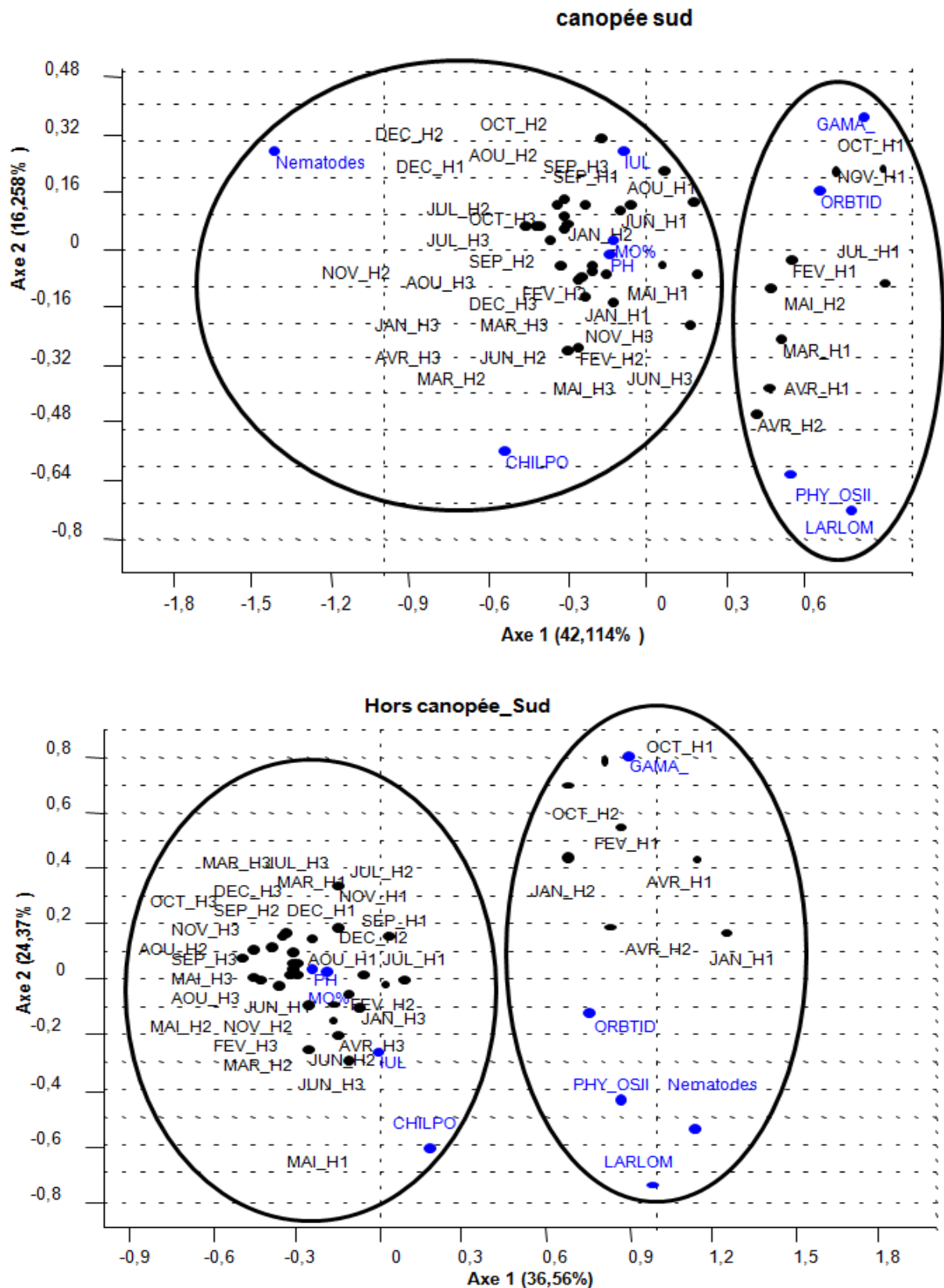


Fig. 27: Projection des abondances de la pédofaune et des caractéristiques physico-chimiques des différents horizons pédologique sur les deux axes de la DCA du versant Sud

Conclusion

Au terme de cette première étude sur la pédofaune sous cèdre dans le parc national de Chréa. Ce sont des analyses provenant de 144 prélèvements du sol dans les deux versant (Nord et sud) de la station des quatre bancs située au centre de Chréa, et sur trois horizons pédologiques H1(0-10cm) et H2(10-20cm) dans deux sites de prélèvements (canopée et hors canopée).

Cette étude nous a permis de recenser sept (07) taxons qui sont : les chilopodes; les larves de lombric ; les iules ; les nématodes et trois types d'acarien (*Oribatides sp* ; *Gamasides sp* et *Phytosoiides sp*), ces individus sont répartis dans les deux premiers horizons pédologiques avec une variation de pH vers l'acidité ($\text{pH} \leq 5.5$) pendant la saison d'hivers dans le versant Nord canopée à l'horizon H1 et en automne dans le Nord hors canopée au même horizon pédologique, et une tendance vers les valeurs basique du pH ($\text{pH} \leq 8,5$) dans le versant Sud canopée dans les horizons H2 et H3 pendant le mois d'aout ; avec le taux de matière organique très élevé ($\text{M.O.} \geq 80 \%$) dans les deux premiers horizons H1et H2 ; et un type de sol Limon- sableux pour les horizons H1 et Argilo- sableux pour les horizons H2 et H3 quelque soit l'exposition et les sites de prélèvement.

La classification hiérarchique d'abondance CHA, montre que les taxons sont classés en trois groupes pour le versant nord canopée et deux groupes pour les autres versants, ces groupes sont influencés par le taux de pH, de la matière organique et le type de sol par rapport à la profondeur, l'exposition et le lieu de prélèvement.

L'exploitation des différents résultats nos induit à dire que les valeurs de diversité du sol de la cedrais sont élevés dans les horizons H1 est diminue sensiblement en allant vers la profondeur, cette divesité est influencée par les caractéristiques physico-chimique du sol (pH, matière organique et texture), les saisons, l'exposition (Nord, Sud), les sites de prélèvements (sous canopée, hors canopée) et les horizons pédologiques (H1, H2, H3).

En perspectives, il serait intéressant d'exploiter ces résultats et poursuivre ce travail dans le but de viser de nouvelles stations de cèdre de l'atlas dans le parc national de Chrèa et d'autres essences forestière telles que les pinèdes afin de recenser de nouveaux taxons et illustrer d'autres influences dans le but les protéger du dépérissement.

Références

- ABDESSEMED, K. 1981**- Réflexion sur les cédraies algériennes. *Bull. Tech. Forest. N° 6, 7 – 10Pp.*
- ARBEZ, M. FERRANDES, P. et UYAR, N. 1987**- Contribution à l'étude de la variabilité géographique des cèdres. *Ann. Sci. For.* 35(4) : 265–284Pp.
- Arpin et al (2011)**- Réflexion sur la mésophone et la microfaune en milieu forestier. *An. Sci. For. (special).* 71-82 p
- ANDREA C. et ROBERTO M., 1994.** Growth performances of a thinned atlas cedar (*Cedrus atlantica Man.*) Stand. *Ann. Rech. For. Maroc, T(27) : 281-293.*
- Anonyme, 2014** -Plan de gestion du PNC, 157p.
- Anonyme a, SD,** le parc National de Chréa un sanctuaire faunistique. Ministère de l'agriculture et de développement rural direction générale des forêts. Prospectus.
- Anonyme b, SD,** un territoire d'exception biologique à préserver, Parc National de Chréa .Ed. Mab Réserve de la biosphère, 16 p.
- Anonyme b ,2016** : <http://www.fr.climat-data.org> .
- Bazi A., 1988 – Contribution à l'étude de l'avifaune du parc national de Chréa: station de Ghellaï, abondance, diversité spécifique et origine biogéographique.** Thèse.Ing.Agro. Inst.agro., El Harrache, 70p.
- BENABID, A. 1994**- Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). *In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (special).* 61-76 p
- BENCHEKROUN, F. 1993**- L'économie de la cédraie marocaine et son impact sur le développement des collectivités locales. *Annales des Recherches Forestières du Maroc 27(special).* 714-724Pp.
- BENHALIMA S., 2004** - Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl.) *Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc).* Thèse Doc., Univ. Moh. V- Agdal, Rabat, 107 p.
- BENTOUATI, A. 1993**- Première approche à l'étude de la croissance et de la productivité du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Bélezma. *Thè. Mag.Uni. Batna.* 249p.
- Bongers,S 1990** Les sols forestiers possèdent de grandes quantités de matière organique, 284 p
- Boutaleb N., 1998**- *Contribution à l'étude de la diversité biologique de quelques formations végétales de l'Atlas Blidéen.* Mém. Ing. Ecologie et environnement. Univ. Sci. Tech. Houari Boumediene, Alger, 151p.
- BOUDY, P. (1952)**- *Guide forestier en Afrique du Nord.* Edit La Maison rustique, Paris, 288p.

- BOUDY, P. 1950-** *Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières*. Ed. Larose, T2. 619p.
- CSABA. M, 1994-** Results of introduction trials with *Cedrus atlantica* in Hungary. *Ann. Rech. For. Maroc (27) (special)*. 220-222p
- DAJOZ. R, 2007-** *Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*. 2 ème Ed. Tec et Doc. Lavoisier. 648p.
- régionale, *Revue Agrobiologia 2015; N°7, 5_7p.*
- DAHMAN M. et KHOUJA M., 1994.** Résultats des essais d'acclimatation du cèdre en Tunisie. *Ann. Rech. For. Maroc T(27) (spécial)*. 129-137p.
- Dajoz R., 1971-** *Précis d'écologie* .Ed. Dunod, Paris, 343P.
- DE VILMORIN G.B., 2003-** *Histoires d'arbres*. Ed. Jean-paul Gisserot. Paris, 280p.
- DELKOV A et GROZEV O, 1994-** Résultats de l'introduction du *Cedrus atlantica Manetti* en Bulgarie de Sud-Ouest. In : le cèdre de l'atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7_11 Juin 1933. *Ann. Rech. For. Maroc 27 5spécial)*. 174-185.
- DERRIDJ. A., 1990-** Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. *Thè. Doc : Uni. Paul sabtier. Toulouse*. Pp : 112-122.
- DUCREY. M, 1994-** Adaptation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au climat méditerranéen. Aspect écophysologique de sa réaction à la sécheresse. *Ann. Rech. For. Maroc. T27 (spécial)* 139-153Pp.
- EMBERGER, L. 1955** - Un e classification biogéoaraphiqu e de s climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Fac. Se. 7(11):* 3-43Pp.
- EMBERGER L, 1938-** Contribution à la connaissance des cédraies et en particulier du Deodora et du cèdre de l'Atlas. *Rev. Bot. Appl et Agri N°198*. 192p.
- EZZAHIRI M., BELGHAZI B. et BAHMAD M., 1994-** Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. *Ann. Rech. For, T(27) : 259-268Pp.*
- Faurel L., 1947.** Note sur la Cédraie de l'Atlas de Blida (Algérie), ses sols et ses associations végétales. C.R. Conf. Pédologie Médit., Alger-Montpellier, 474-477.
- GAUSSEN. H, 1967-** Les gymnospermes actuelles et fossiles. Faculté des sciences de Toulouse, *Fasc. 7, 477p.*
- Gobat et al., 2003.** La faune du sol a aussi une influence marquée sur la biochimie des sols et ses diverses caractéristiques biologiques. *An. Sci. For. (special)*. 41-72 p
- Halimi A., 1980-** L'Atlas Blidéen : Climats et étages végétaux. Ed. O.P.U, Alger, 523p.
- HALITIM S, 2006.** Le cèdre en danger. *Lettre de Belezma, n°10.* 2p.
- HARFOUCHE A. et NEDJAH A., 2003-** Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbre. *Rev. For. Fr. Vol. 55, n°2, 113-122Pp.*

- Hutchinson P. et kamel S., 1956**- ayantensemencé des sols stérilisés avec des champignons déterminés, ont constaté, au bout d'un certain temps, *Ann. Rech. For.*, T(34) : 190-208Pp.
- JACAMON M., 1987**- Guide de Dendrologie : arbres, arbustes, arbrisseaux des forêts françaises Tome I : Conifères, Ecoles Nationale du Génie rural, des eaux et des forêts. Uni. Paul Sabatier. Toulouse. Pp : 112-122.
- KHANFOUCI (M.S.), 2005**- Contribution a l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le massif du Belezma. *Thè. Mag. Uni. Batna*. 63 p
- KHANFOUCI M. S., 2005** - Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le massif de Bélezma. *Mémoire Mag., Dép. Agr. Batna*. 249 p.
- Killian CH. et Martin M., 1957**. Erosion, humification, respiration des sols dans le massif de Chréa. *Bull. Soc Hist. Nat. Afr. Nord*. 48 (5/6): 385-402.
- Larid D., 1989**- *Comparaison entre trois stations au Mont Mouzaïa dans le Parc National de Chréa*. Thèse Ing.Agr., El Harrach, 152p.
- LASRAM M, 1994**- Le cèdre de l'atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'atlas. Ifrane (Maroc), 7_11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial)*. 304- 306Pp.
- LECOMPTE M. et LEPOUTRE B., 1975** - Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le Moyen Atlas Basaltique (Maroc). *Ann. Rech. For. Maroc*, t.5. 153-282.
- LEDANT J.P., 1975**. Essences forestières Algériennes Endogènes et Exogènes. Notes de cours de dendrologie, Alger, 133p.
- LEPOUTRE B. et PUJOS A., 1963** - Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de Cèdre. *Ann. Rech. For. Maroc*, t.7. 23-54Pp.
- M'HIRIT O, 1982**. Etude écologique et forestière des cédraies du Rif Marocain : Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'atlas. *Ann. Rech. For. Maroc*2(1). 499p.
- M'HIRIT O, 1993**. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Présentation générale et état des connaissances a travers le réseau Silva Mediterranea "Le Cèdre". *In* : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial)*. Pp : 4-21
- M'HIRIT O. et BENZYANE M., 2006**- *Taxonomie et répartition historique*, in M'HIRIT O, le cèdre de l'Atlas. Ed. Mardaga. 13-26Pp.
- M'HIRIT O. et BLEROT P., 1999**- *Le grand livre de la forêt marocaine*. Ed. Mardaga, 280p.
- M'HIRIT O., 1982**- Études écologiques et forestières des cédraies du Rif Marocaine : essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'Atlas. *Ann. Rech. For. Maroc. Vol. 2*. 499 p.
- M'HIRIT O., BENZYANE M., et BLEROT P. 2006**-*Le cèdre de l'Atlas : Mémoire du temps*, Éd. Mardaga. 245p.

- M'HIRIT O., 1994-** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) présentation générale et état des connaissances a travers le réseau Silva mediterranea "Le cèdre". *Ann. Rech. For. Maroc, T (27)*. 3-21Pp.
- MAIRE, R., 1952 –** *Flore de l'Afrique du Nord*. Encyclopedie biologie volume 1. Paul Lechevalier Editeur, Paris-366p.
- Meftah T., 1985-** *Etude des grands mammifères de Gellai Parc National de Chréa*. Thèse Ing.Agro., Inst.Nat.Agro., El Harrach, 116p.
- Mercier A., 1999-** L'importance du fonctionnement morpho-dynamiques de la cour d'eau sur les habitats des éphémères l'exemple d'une rivière de montagne : l'Ariège (Pyrénées centrale françaises), *Ephemera*, vol. 1 (2) pp : 111-117.
- Meddour R., 1992-** Régénération naturelle de *Cedrus atlantica* Man. et de divers pins après incendie dans l'arboretum de Meurdja (Algérie). *Forêt méditerranéenne*, 13 : 275-287pp.
- Mutin G., 1977-** *La Mitidja, décolonisation et espace géographique*. Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 606p.
- Meddour R., 1992-** Régénération naturelle de *Cedrus atlantica* Man. et de divers pins après incendie dans l'arboretum de Meurdja (Algérie). *Forêt méditerranéenne*, 13 : 275-287pp.
- NEDJAH A.1994 –** Etude de la croissance radiale des provenances du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. *Ann. Rech. For., T (27)*: 451-462
- PRADAL F, 1979-** Variabilité génétique et écophysiological du cèdre. Résumé. *INRA département Forêt*. Nancy.
- Quastel, 1955; Bessard, 1960; Seifert, 1965 et autres-** Pour donner une idée de l'importance de la vie dans les sols, *Ann. Rech. For. T(96) (spécial)*. 120-131p.
- QUEZEL. P, MEDAIL.F, 2003-** *Ecologie et biologie des forêts du bassin méditerranéen-* Elsevier, 517p.
- QUEZEL .P et Santa .S, (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales désertiques .C.N.R.S.Paris
- Ramade F., 1984-** Eléments d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris, 397p.
- RIPERT C. et BOISSEAU B., 1994-** Écologie et croissance du cèdre de l'Atlas en Provence. CMAGREF. 156-171p.
- SABATIER S., BARADAT P. and BARTHELEMY D., 2003 -** Intra- and interspecific variations of polycyclism in young trees of *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière and *Cedrus libani* A. Rich (Pinaceae). *Ann. For.Sci.*, 60: 19-29Pp.
- batna : Cas de la d édraie de Belezma. *Mem. Mag. Uni. Hadj Lakhdar, Batna*, 115p.
- TERRAB A., PAUN O., TALAVERA S., TREMETSBERGER K., ARISTA M., et 109-STUESSY T.F. 2006-** Genetic diversity and population structure in natural populations of Moroccan Atlas cedar (*Cedrus atlantica*; Pinacea)

determined with cpSSR markers. *American Journal of Botany* 93(9). Pp: 1274-1280.

-**TOTH J., 1973**- Le Cèdre dans quelques pays du pourtour Méditerranéen et dans deux autres pays a grande importance forestière. Forêt méditerranéenne. *T. II. N° 1.* 1980.

-**TOTH J., 1970**- Plus que centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France. *Rev. For. Fr*, vol. 22, (3). Pp : 355-364.

-**TOTH J., 1990**- Le cèdre III. Intérêt paysage. Cédraie touristique. Forêt privée. N° 195. 8p.

-**TOTH J., 1994**- Le cèdre de l'atlas en France : Croissance et production dans les dispositifs anciens. *Ann. Rech. For. Maroc, T (27)* : 321-335p.

-**TOTH J., 2005**- *Le cèdre de France - Etude approfondie de l'espèce*. Ed. L'harmattan. Paris 207p.

-**YAHIN et DJELLOULI. Y, 2010**- Groupements forestiers et pré-forestiers à *Cedrus atlantica* Manetti d'Algérie : état des connaissances et dynamique des syntaxons. *Rev. For. Fr. LXII.* 309p.

-<http://bugguide.net>

-<http://fr.wikipedia.org>

-<http://biodiversidadvirtual.org>

-<http://flickr.com>

-<http://wordpress.com>

-<http://hear.smugmug.com>

-<http://flickrriver.com>

-<http://agroatlas.ru>

-<http://quebecnature.biz>