

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique

Université de Blida



Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département Biotechnologie

Mémoire fin d'étude en vue de l'Obtention du Diplôme de Master II en
Science de la Nature et de la Vie.

Option : Phytopharmacie appliquée

Thème

**Etude de la diversité des nématodes sous cèdre (*Cedrus atlantica*)
dans le parc National de Chréa**

Présenté Par :

TAIEB SOLIMANE Soumia

TAMI Hanifa

Devant le jury :

M ^{me} SABRI K	M.A.A	U.B 1	Présidente
M ^{me} NEBIH D	M.C.B	U.B 1	Promotrice
M ^{me} LEMITI S	Doctorante	U.B 1	Co promotrice
M ^{me} OUANIGHI H	M.A.A	U.B 1	Examinatrice

Année universitaire 2015 -2016

CHAPITRE I: Présentation de la région d'étude : Le parc National de Chréa

I.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).

I.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).



Fig.1. Carte géographiques du parc national de Chréa (PNC) (Google Earth, modifié).

I.3. Le milieu physique du Parc National de Chréa

I.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).

I.3.2. Relief

Le parc national de chréa regroupe le relief montagneux composé respectivement d'est en ouest des monts de Hammam Meloune, des crêtes de Chréa et

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

I.3.3. Sol

Les sols de la région forestière de Chréa sont constitués de schistes marneux, en alternance avec des plaquettes de quartzites (Larid, 1989). Sur les fortes pentes, les sols sont dominés 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).

I.3.4. Hydrologie

Le Parc National de Chréa occupe les parties amont de 02 bassin versants : à 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 Chréa 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 caractérisé par la présence :

- D'oueds à 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 situé à 1230 m au niveau de Djebel Tamesguida.
- De nombreuses sources et points de résurgences (Anonyme b, SD).

I.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 connaître 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.

I.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

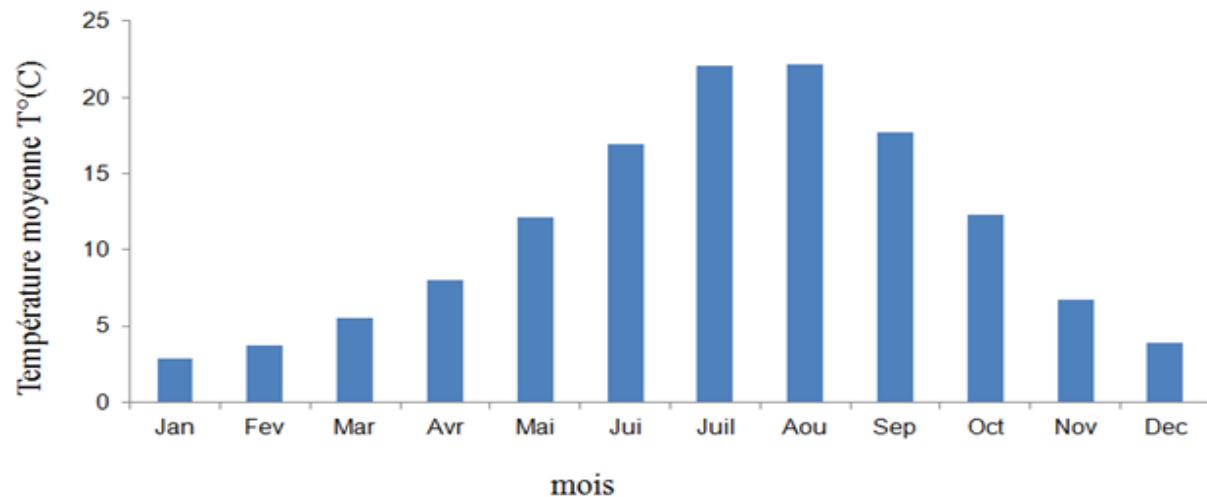


Fig. 2. Histogramme des températures moyennes mensuelles de la région de Chréa 2002-2012.

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).

I.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.

I.4.3. La neige

La couche de neige qui en moyenne est de 15 à 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).

I.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).

I.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).

I.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).

I.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).

I.5.Synthèse des données climatiques

I.5.1. Diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls dans la région de Chré

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

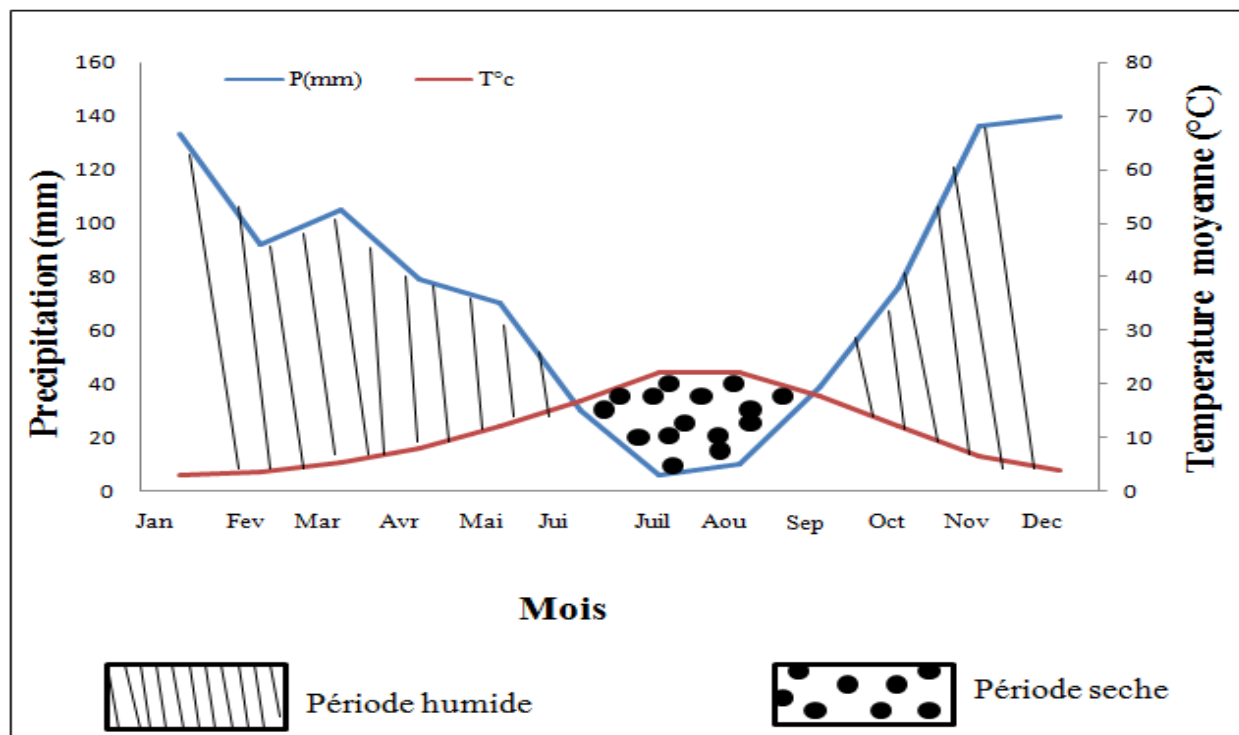


Fig.3. Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Chréa de l'année 2002 à 2012.

D'après la figure 3, 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.

I.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 :

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

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 (figure 4).

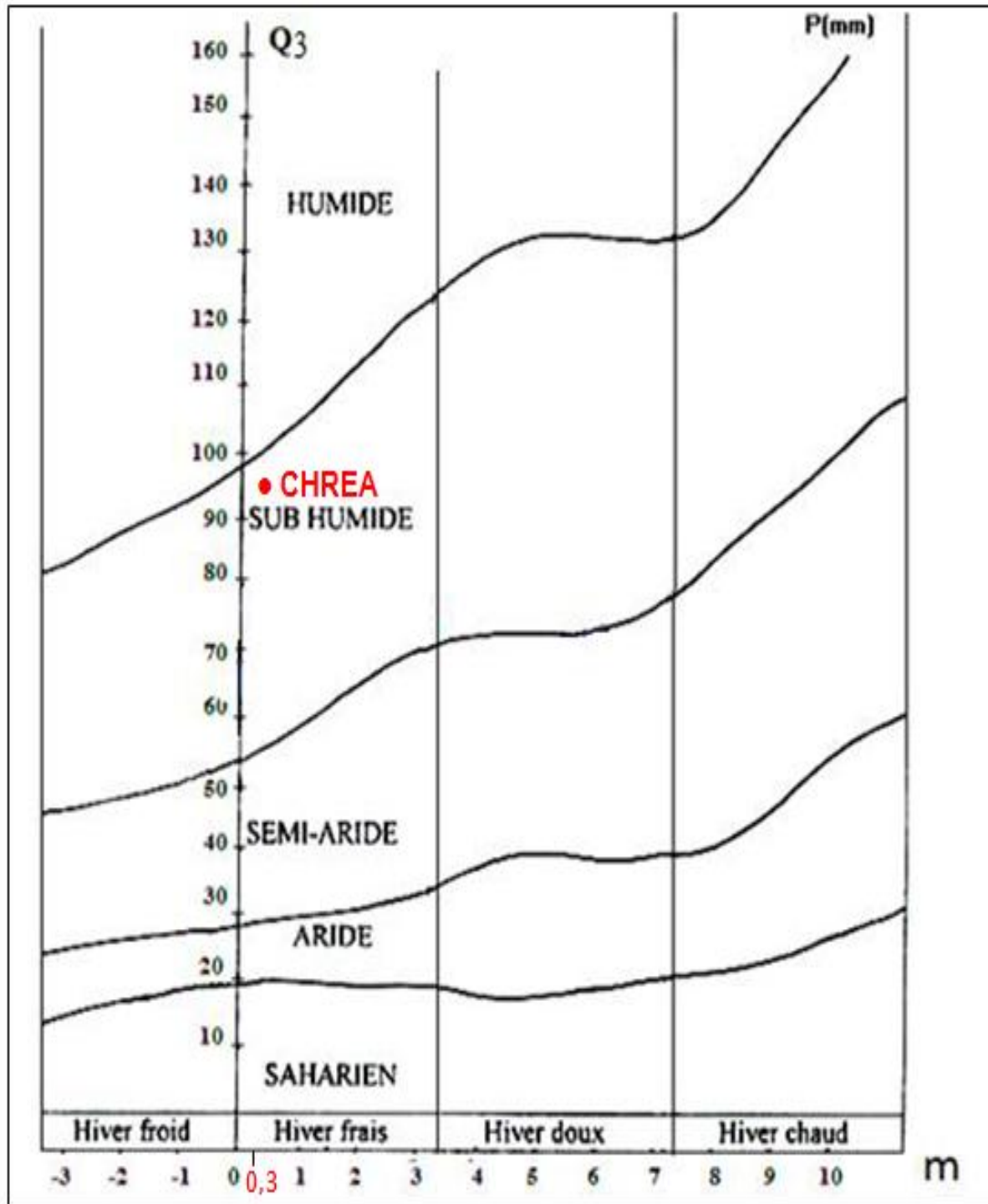


Fig.4. Place de la station d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER.

I.6. Le Milieu biotique du PNC

I.6.1. La flore du Parc National de Chr a

Le Parc National de Chr a reforme un tapis végétal couvrant près de 22,673 ha de son 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 Chr a.

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 (� PA)	588,85	2,21%
TOTAL		5399,62	20,31%
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (� PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
TOTAL		17273,78	64,97%
Terrains D�nud�s	Terrains nus	2787,72	10,49
	Terrin 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).

I.6.1.1.Étagement de la végétation :

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

I.6.1.1.1. 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 (Anonyme b, SD).

I.6.1.1.2. 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) (Anonyme b, SD)

I.6.1.1.3. 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)

I.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 :

I.6.1.2.1. 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 sommets 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 à 1600m d'altitude), et évolue dans le bioclimat perhumide frais (Boudy, 1950).

I.6.1.2.2. 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).

I.6.1.2.3. 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 chauds), 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).

I.6.1.2.4. 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).

I.6.1.2.5. 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).

I.6.1.2.6. 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.

I.6.1.2.7. 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 pedicellata*) (Plan de gestion du PNC, 2014).

I.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.

I.6.2.1. Les vertébrés

I.6.2.1.1. La faune mammale

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 (*Macacasyllvanus*) 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).

I.6.2.1.2. 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, tache, carpe... (Anonyme a, SD).

I.6.2.1.3. 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).

I.6.2.1.4. 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).

I.6.2.2. Les invertébrés

I.6.2.2.1. L'arthropodaufaune

I.6.2.2.1.1. Les arachnides et les insectes

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). certaines espèces n'ayant pu être identifiées (Plan de gestion du PNC, 2014).

I.6.2.2.1.2. Les crustacés

Deux espèces trouvées dans cette classe appartenant à deux ordres, *Oniscus murius* 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).

I.6.2.2.1.3. 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).

I.6.2.2.2. Les Annélides

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

I.6.2.2.3. 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).

I.7. Le patrimoine touristique et paysagère

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 époustouflant 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).

V. 11. 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 les nématodes et 100 cm³ de sol peuvent contenir plusieurs milliers d'entre eux, la diversité de ce groupe de nématodes pourrait révéler leur utilité comme indicateur de perturbation des forêts (Bongers, 1990). Les omnivores en particulier ont été reconnus comme des indicateurs de milieu perturbés (Freckman et Caswell, 1985).

La présente étude compte l'une des premières réalisée sur la nématofaune associée au cèdre d'atlas (*Cedrus atlantica*) dans le parc national de chréa. L'inventaire révèle la présence de 10 taxons. Ils sont représentés par *Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Dorylaimus*, *Ecumnicus*, *Eurydorylaimus*, prédateur (*Mononchidae*) et les bactérivores. Nos résultats rejoignent d'un point de vue taxons rencontrées dans l'écosystème forestiers des caraïbes (Quénéhervé, 2005), de la Côte d'Ivoire (Nandjui *et al.*, 2007) et dans différentes forêts dans le monde, étude comparative accomplie par Arpin *et al.* (2011). Selon les investigations de Wasilewska (1971), le genre *Helicotylenchus* a été identifié en chênaie atlantique. Dans différentes essences forestières en Indiana (U.S.A.) Johnson *et al.* (1972) affirment que parmi les 175 espèces rencontrées les nématodes Dorylaimides, Tylenchides et l'espèce *Helicotylenchus platyurus* sont largement distribuées. Par ailleurs, Boag (1974) a montré qu'il y a une certaine homogénéité dans la répartition des principaux genres *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus* et *Paratylenchus* dans les forêts d'Ecosse qui comprennent (Hêtres, Bouleaux, Chênes, Conifères).

La répartition globale des taxons montre qu'une forte densité est enregistrée dans la canopée de la cédraie direction sud et la profondeur (0-10cm). Les travaux de Nielsen (1949), Egunjobi (1971), Yuen (1966) et Bassus (1967) signalent que la faune nématologique est concentrée dans les 10 premiers cm du sol avec un maximum dans l'horizon 0-3 cm.

Le modèle GLM montre des différences significatives pour la répartition des nématodes dans le temps selon les directions et les profondeurs. Les plus fortes densités sont enregistrées dans la direction Sud et l'exposition canopée. Les abondances des nématodes sont inversement proportionnelles aux horizons prospectés. Les plus importantes densités sont dans les premières couches (0-10cm) et diminuent dans les profondes (20-30cm). Nos résultats concordent avec les travaux de Price et Siddiqi (1994) qui dévoilent que 80% de la nématofaune est comprise entre 0 et 15 cm ; et ceux d'Arpin *et al.* (1980) qui rajoutent que les nématodes en forêts sont généralement concentrés dans les 10 premiers centimètres du sol.

La communauté de nématode présente des fluctuations temporelles. Les fortes densités sont enregistrées en Janvier, Mars et avril. Les données de Sohlenius (1972) relatives à la forêt de pins en suède ont dévoilé un pic hivernal observé en février. Alors que dans le climat plus tempéré (Pologne, France) les quelques prospections ont montré que la nématofaune présente un maxima en Mars-Avril et un minima en Janvier (Yeates, 1972). Les groupes qui abondent sous cèdre dans le parc national de Chréa sont les bactérivores suivi par les fungivores et les phytophages, les plus faibles sont les prédateurs –omnivores. Wasilewska (1971) affirme que dans la forêt de Kampinos (Pologne) la dominance des nématodes bactériophages dans les premières couches du sol tandis que les phytoparasites abondent en profondeur. En outre, la présence des végétaux accroît le nombre des phytoparasites et des nématodes mycophages. La comparaison d'un moder (Chênaie atlantique, Sénart) et d'un mull calcique (Charmaie, Parc de Brunoy) montre que les phytoparasites représentent 43% de la faune à Sénart et 4% seulement à Brunoy où les espèces bactériophages dominant (42%). D'autre part dans l'humus de type moder tous les groupes fonctionnel subissent une régression numérique avec la profondeur, ce phénomène étant identique dans le mull sauf pour les espèces phytophages dont la densité croît depuis la litière jusqu'à -10 cm (Wasilewska, 1971).

Le diagramme des fréquences - abondances (Fortuner et Merny, 1973), montre que les taxons sont classés en trois groupes (fréquents peu abondants et peu fréquent peu abondants et peu fréquents abondants). Généralement, quelque soit la profondeur, la direction et le lieu de prélèvement, le groupe des nématodes

bactérovores occupe toujours la position fréquent et abondant. Pour les nématodes fungivores (*Ditylenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* et *Aphelenchoides*) et les prédateurs-omnivores (*Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Eurydorylaimus*) sont pour la plupart classés dans les groupes « fréquent et peu abondant » et « fréquent et abondant ». Pour les phytophages cas de *Pratylenchus* il pullule sous canopée sud de la cédraie (abondant et peu fréquent). Par contre sous non canopée il est peu fréquent et peu abondant dans la couche (0-10cm) dans les deux directions (Sud et Nord) et devient abondant et fréquent à la profondeur (20-30cm) direction sud. Pour le *Helicotylenchus*, il est peu abondant mais fréquent dans les horizons (0-10 et 10-20cm), mais dans la couche profonde (20-30cm) direction nord il se classe dans le groupe « peu fréquent et peu abondant ». L'étude de Quénéhervé (2009) dans les zones de forêts à la Martinique dévoile que le genre *Helicotylenchus* est plus fréquemment rencontré. Selon ce même auteur, il serait probable que les taxons qui sont fréquent peu abondant sont dans des conditions écologiques particulièrement défavorables à leur multiplication.

L'exploitation des différents indices écologique montre que la richesse ne présente pas de différence significative dans la cédraie. Cependant la diversité et l'équitabilité sont fortement affectées par le facteur profondeur. Les valeurs de diversité sont élevés dans la couche (0-10cm) est diminuée sensiblement en allant vers la profondeur (10-20 et 20-30cm). Alors l'effet inverse est enregistré pour l'équitabilité les communautés de nématodes des couches profondes (20-30cm) tendent vers l'instauration d'un équilibre entre espèces par rapport aux couches superficielles (0-10cm). Ces états de la nématofaune de la cédraie seraient en relation avec la qualité et la disponibilité des ressources alimentaires, les relations biotiques avec les microorganismes du sol et les facteurs physico chimique du milieu (Norton et Niblack, 1991).

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu le bon Dieu de nous avoir donné le courage, la force et la patience pour mener ce travail jusqu'au bout.

Nous exprimons nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice, Mme NEBIH D. Maitre de Conférence B au département de Biotechnologie université Blida1 pour l'aide précieuse qu'elle nous a apporté tout au long de la préparation de ce mémoire.

Nous tenons à remercier également Mme LEMITI S. doctorante pour son aide et ces conseils.

Nous remercions chaleureusement Mme SABRI K, Maitre assistante A au département de Biotechnologie Blida1 d'avoir accepté de présider le jury

Mme OUANIGHI H. Maitre assistante A au département de Biotechnologie université Blida d'avoir accepter d'examiner ce travail.

Nous remercions aussi le Pr. Belkahlia H. qui nous a accueillie dans le laboratoire de Virologie ainsi l'ingénieur Walid pour sa disponibilité.

Nous remercions également Mme DJEMAI A. responsable de laboratoire de Zoologie, pour sa gentillesse et sa disponibilité.

Enfin, à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

Soumia et Hanifa.

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** ; qui ont toujours été disponibles pour moi, 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, , mes frères Karim et Abdelatif, mes sœurs Wahiba, Hakima, Karima , Romaiassa , 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.....

A mes amis : Melissa, Asma, Soumia, Marwa, Zineb, Karima, Fatima, Amira, Djihad, Imén , Amel, Wafae, Abdelkader, Islam, Amine et Bilel.....que je remercie pour leur soutien.

A mon binôme Hanifa.

À tous les étudiants de la promotion 2015/2016

Option : phytopharmacie appliquée.

SOUMIA

Dédicace

Je remercie le Dieu tout puissant qui m'a donné la force et le courage de réaliser ce thème.

Je dédie ce modeste travail fruit de cinq ans d'études :

Aux deux personnes qui comptent le plus dans ma vie :

Mon père qui m'a apporté soutien, confort et m'a permis d'aller vers le chemin de la lumière et ma très chère mère en reconnaissance de son amour sans limite que dieu les protège.

A ma grande mère.

A mes très chers frères: Islam, Mohamed.

A mes très chères sœurs : Amina, Nesrine.

A toutes mes amis fidèles : Asma, Karima, Melissa, Sara, Imane, Amira, Amel, Islam, Abdou, Ismahane, Chahra, Bilal, Hamid, Zezou, Zineb...

A mes adorables tantes paternelles et maternelles

A tous ceux qui me connaissent et qui m'aiment et que j'aime

A mon binôme Soumia.

Hanifa

Table des matières

REMERCIEMENT

DEDICACE

Table des matières

LISTE DES ABREVIATION

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

RESUME

OBSTRACT

ملخص

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I: Présentation de la région d'étude : Le parc National de Chréa.....	3
I.1.Historique.....	3
I.2. Localisation géographique et administrativ.....	3
I.3. Le milieu physique du Parc National de Chréa.....	4
I.3.1. Géologie.....	4
I.3.2. Relief.....	5
I.3.3. Sol.....	5
I.3.4. Hydrologie.....	5
I.4. Données climatiques de la région d'étude.....	6
I.4.1. La température.....	6
I.4.2. Les précipitations.....	8
I.4.3. La neige.....	8
I.4.4. Le vent.....	8
I.4.5. Le brouillard.....	9

I.4.6. La gelée.....	9
I.4.7. La grêle.....	9
I.5. Synthèse des données climatiques.....	9
I.5.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls dans la région de Chréa.....	9
I.5.2. Climagramme et quotient pluviométrique d'Emberge.....	11
I.6. Le Milieu biotique du PNC.....	12
I.6.1. La flore du Parc National de Chréa.....	12
I.6.1.1.Étage de la végétation.....	14
I.6.1.1.1. Un étage thermoméditerranéen.....	14
I.6.1.1.2. Un étage mésoméditerranéen.....	14
I.6.1.1.3. Un étage supraméditerranéen.....	14
I.6.1.2. Formations végétales du Parc National de Chréa.....	14
I.6.1.2.1. La Formation du cèdre de l'atlas (<i>Cedrus atlantica</i>).....	14
I.6.1.2.2. La Formation du chêne vert (<i>Quercus ilex</i>).....	15
I.6.1.2.3. La Formation du Chêne liège (<i>Quercus suber L</i>).....	15
I.6.1.2.4. La Formation du chêne Zeen (<i>Quercus faginea Lamk.Ou Quercus mirbekii</i>).....	15
I.6.1.2.5. La Formation à pin d'alpe (<i>Pinus halepensis Mill</i>).....	16
I.6.1.2.6. La Formation de Thuya de Barbarie.....	16
I.6.1.2.7. La Formation à ripisylves.....	16
I.6.2. La faune du Parc National de Chréa.....	17
I.6.2.1. Les vertébrés	17
I.6.2.1.1. La faune mammale.....	17
I.6.2.1.2. La faune aquatique (les poissons).....	17
I.6.2.1.3. Les amphibiens	17

I.6.2.1.4. Les reptiles.....	18
I.6.2.2.1. L'arthropodaufaune.....	18
I.6.2.2.1.1. Les arachnides et les insectes.....	18
I.6.2.2.1.2. Les crustacés.....	18
I.6.2.2.1.3. Les Myriapodes.....	18
I.6.2.2.2. Les Annélides.....	18
I.6.2.2.3. Les mollusques.....	19
I.7. Le patrimoine touristique et paysagère.....	19
Chapitre II : Données bibliographiques sur les nématodes associées aux forets.....	20
II.1. Généralités sur les nématodes.....	20
II.2. Comportement des nématodes phytophages vis-à-vis des plantes.....	21
II.2.1. Les parasites internes.....	22
II.2.2. Les parasites externes	24
II.3. La diversité trophique des nématodes.....	24
II.3.1. Les nématodes omnivores	25
II.3.2. Les nématodes bactériophages.....	25
II.3.3. Les nématodes prédateurs	25
II.3.4. Les nématodes fungivores.....	25
II.3.5. Les nématodes phytophages	26
II.4. Modes de survie des nématodes.....	27
II.4.1. L'anhydrobiose.....	27
II.4.2. L'enkystement.....	27
II.4.3. La migration verticale.....	28
II.5. Les nématodes dans les écosystèmes naturels « foret ».....	28

Chapitre III : Matériels et Méthodes.....	30
III.1. Objectifs	30
III.2. Méthodologie.....	30
III.3. Echantillonnage.....	30
III.3.1 .Sites d'échantillonnage.....	30
III.3.2. Outils d'échantillonnage.....	31
III.3.3. Méthodes d'échantillonnage.....	32
III.4.1. Le matériel d'extraction	32
III.4. Extraction des nématodes.....	32
III.4.2. Procédé d'extraction des nématodes	34
III.4.3. Le passage actif	35
III.4.4. Le dénombrement ou comptage des nématodes.....	36
III.5. Exploitation des résultats.....	36
III.5.1. Analyses de variance (SYSTAT vers. 7.0, SPSS 1997).....	36
III.5.2. Diagramme des Fréquences-abondances.....	37
III.5.3. Exploitations des indices écologiques.....	38
Chapitre IV : Résultats et discussion.....	39
IV.1. Évaluation des l'abondance et la structure de la nématofaune associée au cèdre de l'Atlas.....	39
IV.1.1. Inventaire des nématodes rencontrés.....	39
IV.1.2. Répartition globale des nématodes.....	45
IV.1.3. Répartition temporelle des nématodes sous canopée.....	46
IV.1.4. Répartition temporelle des nématodes sous non canopée.....	47
IV.1.5. L'analyse de la variance GLM des variations temporelle des nématodes sous cèdre	49
IV.1.6. Variation temporelle des groupes trophiques sous la canopée du cèdre.....	49

IV.1.6.1. Dans l'exposition Sud.....	49
IV.1.6.2. Dans l'exposition Nord.....	50
IV.1.7. Variation temporelle des groupes trophiques sous non canopée du cèdre.....	51
IV.1.7.1. La direction Sud.....	51
IV.1.7.2. La direction Nord.....	52
IV.1.8. L'analyse de la variance GLM des variations temporelle des groupes trophiques sous cèdre.....	53
IV.1.9. Structure des communautés sous canopée de la cédraie	54
IV.1.10. Structure des communautés sous non canopée de la cédraie.....	55
IV.1.11. Diagnostic écologiques des communautés de nématodes sous cédraie.....	57
IV.1.11.1. Variation de la richesse.....	57
IV.1.11.2. Variation de la diversité (H').....	57
IV.1.11.3. Variation de l'équitabilité (J).....	58
Discussion.....	59
Conclusion.....	62
Les références bibliographiques.....	64

Liste des abréviations :

CV : Chêne vert

N: Nematode

NE : North/Est

P: Profondeur

PA : Pin d'Alep

PNC : Parc Nationale de Chréa

RS : Richesse générique

SW : South/West

T.P.F : Tranchée par feu

Liste des figures

Fig 1.	Carte géographiques du parc national de Chréa (PNC) (Google Earth, modifié).....	4
Fig 2.	Histogramme des températures moyennes mensuelles de la région de Chréa 2002-2012.....	7
Fig 3.	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Chréa de l'année 2002 à 2012.....	10
Fig 4.	Place de la station d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER.....	12
Fig 5.	Station de prélèvement (Original, 2016).....	31
Fig 6.	Outils pour l'échantillonnage de sol (original 2016).....	31
Fig 7.	Le matériel d'extraction.....	33
Fig 8.	Les étapes d'extraction (original, 2016).....	34
Fig 9.	Le passage active de nématodes (Original, 2016).....	35
Fig 10.	Le dénombrement des nématodes sous loupe binoculaire (original, 2016).....	36
Fig 11.	Morphologie de <i>Pratylenchus</i> (originale 2016).....	39
Fig 12.	Morphologie de <i>Tylenchus</i> (originale 2016).....	40
Fig 13.	Morphologie de <i>Hélicotylenchus</i> (originale 2016).....	41
Fig 14.	Morphologie de <i>Ditylenchus</i> (originale 2016).....	41
Fig 15.	Morphologie d' <i>Aphelenchus</i> (originale 2016).....	42
Fig 16.	Morphologie d' <i>Aphelencoides</i> (originale 2016).....	42
Fig 17.	Morphologie d' <i>Ecuminicus</i> (originale 2016).....	43
Fig 18.	Morphologie de <i>Dorylaimus</i> (originale 2016).....	43
Fig 19.	Morphologie d'Eurydorilaimus (originale 2016).....	44
Fig 20.	Morphologie de <i>Mononchus</i> (originale 2016).....	44
Fig 21.	Morphologie de <i>Cephalobus</i> (originale 2016).....	45
Fig 22.	Répartition globale des nématodes sur cèdre	46

Fig 23.	Variation temporelle des nématodes sous canopée	46
Fig 24.	Variation temporelle des nématodes sous non canopée.....	47
Fig 25.	Variation temporelle globale des nématodes sous cèdre.....	49
Fig 26.	Variation temporelle des groupes trophiques sous la canopée Sud.....	50
Fig 27.	Variation temporelle des groupes trophiques sous la canopée Nord.....	51
Fig 28.	Variation temporelle des groupes trophiques sous non canopée Sud....	51
Fig 29.	Variation temporelle des groupes trophiques sous non canopée Nord.....	52
Fig 30.	Variation des groupes trophiques sous cèdre dans le parc national de Chréa.....	54
Fig 31.	Structure des communautés sous canopée.....	55
Fig 32.	Structure des communautés sous non canopée.....	56

Liste des tableaux

Tableau.1.	Températures mensuelles minimales (m), maximales (M) et moyennes de Chréa de 2002 à 2012.....	6
Tableau .2.	Précipitations moyennes mensuelles de Chréa de 2002 à 2012.....	8
Tableau. 3.	Occupation du sol par les différentes strates végétales au niveau du Parc National de Chréa (Plan de gestion 2014).....	13
Tableau .4.	Diagramme de fréquence et abondance (Fortuner et Merny, 1973).....	37
Tableau.5.	Analyse de la variance Modèle « GLM ».....	49
Tableau .6.	Analyse de la variance Modèle « GLM ».....	53
Tableau.7.	Variation des indices écologiques des communautés de nématodes sous cédraie.....	57

Etude de la diversité des nématodes sous cèdre (*Cedrus atlantica*) dans le parc National de Chréa

Résumé

Cette première étude sur la nématofaune sous *Cedrus atlantica* dans le parc national de Chréa, a révélé une diversité de 10 genres. Ils sont représentés par *Tylenchus sp*, *Pratylenchus sp*, *Helicotylenchus sp*, *Ditylenchus sp*, *Aphelenchus sp*, *Aphelenchoides sp*, *Ecuminicus sp*, *Eurydorilaimus sp*, *Dorylaimus sp* et *Mononchus sp*. Les communautés de nématodes rencontrées sont réparties en quatre groupes trophique (phytophages, fongivores, bactérivores, et prédateurs–omnivores) avec une prédominance des bactérivores. Les densités globales des nématodes et groupes trophiques varient en fonction du temps, des profondeurs, des directions (Sud, Nord) et de l'endroit (canopée, non canopée). Les abondances des nématodes sont inversement proportionnelles aux horizons prospectés. Les fortes densités sont enregistrées sous canopée de la cédraie direction sud et à la profondeur (0-10cm). La communauté de nématode présente des fluctuations temporelles. Les fortes densités sont enregistrées en Janvier, Mars et avril et sont faible en décembre et février. Les indices écologiques, la diversité et l'équitabilité sont fortement affectées par le facteur profondeur contrairement à la richesse.

Mots clés : Communautés de nématodes, *Cedrus atlantica*, Chréa, Groupes trophiques, Indices Ecologiques.

Study of diversity of nematodes in cedar (*Cedrus atlantica*) in the national parc of chrea

Abstract

This first study on nematofauna under *Cedrus atlantica* in Chr ea National Park, has revealed a diversity of 10 taxa. They are represented by *Tylenchus sp*, *Pratylenchus sp*, *Helicotylenchus sp*, *Ditylenchus spp*, *Aphelenchus spp*, *Aphelenchoides sp*, *Ecuminicus sp*, *Eurydorilaimus sp*, *Dorylaimus sp*. et *Mononchus sp*. The communities of nematodes encountered are divided into four trophic groups (herbivores, fungivorous, bacterivores and predators-omnivores) with a predominance of bacterivores. Overall densities of nematodes and trophic groups vary over time, depths, directions (South, North) and location (canopy, no canopy). The abundances of nematodes are inversely proportional to prospected horizons. High densities are recorded under the canopy of cedar forests south and to depth (0-10cm). The nematode community has temporal fluctuations. High densities are recorded in January, March and April and are low in December and February. The ecological indices, diversity and fairness are strongly affected by the depth factor contrary to richness.

Keywords: nematodes Communities, *Cedrus Atlantica*, Chr ea, trophic groups, Ecological Index.

شريعة الوطنية الحظيرة في الأطلسي بالأرز المرتبطة الخيطية الديدان تنوع دراسة

ملخص

حيث الوطنية الشريعة حظيرة مستوى على الأطلسي بالأرز المرتبطة الخيطية الديدان حول الأولى الدراسة هذه يمثلها و أصناف 10 وجود عن كشفت

Tylenchus sp, Pratylenchus sp, Helicotylenchus sp Ditylenchus sp, Aphelenchus sp, Aphelenchoides sp Ecuminicus sp, Eurydorilaimus sp, Dorylaimus sp.et Mononchus sp.

المفترسة الخيطية، الديدان العاشبة الخيطية الديدان) غذائية مجموعات أربع وجود أظهر الذي المجموعات توزيع دراسة البكتيرية الخيطية الديدان غلبة مع (الفطرية الخيطية البكتيرية، الديدان الخيطية الغذاء، الديدان متنوعة و

الموقع و(شمال،جنوب) الاتجاه و العمق و الزمن بدلالة تتغير الغذائية المجموعات و الخيطية للديدان الإجمالية الكثافة (المظلة غير ،و المظلة)

و الجنوبي،الاتجاه الأرز غابات ظل تحت عالية كثافة تسجل و المنقبة الأفق مع عكسيا تتناسب الخيطية الديدان وفرة (سم0-10)العمق

بنسبة منخفضة وهي أفريل جانفي،مارس الأشهر في عالية كثافة تسجل و زمنية تقلبات تبرز الخيطية الديدان مجموعة فبراير و ديسمبر في عالية

الوفرة عكس العمق بعامل تتأثر والتوازن التنوع البيئية، المؤشرات

: المفتاحية الكلمات

مجموعات الديدان الخيطية،الأرز ، الأطلسي شريعة ، المجموعات الغذائية، المؤشرات البيئية .

Chapitre IV. Résultats et discussion.

IV.1. Évaluation des l'abondance et la structure de la nématofaune associée au cèdre de l'Atlas

IV.1.1. Inventaire des nématodes rencontrés

Les échantillons de sol ont été prélevés dans la station de Parc National de Chréa. Les analyses nématologiques ont dévoilé la présence de 10 genres. Ils sont représentés par : *Tylenchus sp*, *Pratylenchus sp*, *Helicotylenchus sp*, *Ditylenchus sp*, *Aphelenchus sp*, *Aphelenchoides sp*, *Ecuminicus sp*, *Eurydorilaimus sp*, *Dorylaimus sp*. et *Mononchus sp*.

Les densités des nématodes rencontrés varient en fonction du temps, des profondeurs, des directions (Sud, Nord) et de l'endroit (canopée, non canopée).

Les nématodes identifiés sont répartis en fonction de leur type d'alimentation en quatre groupes trophiques.

- Les nématodes phytophages (*Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*) représentés par les figures (11)(12)(13).
- Les nématodes Fungivores (*Ditylenchus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*) représentés par les figures(14)(15)(16).
- Les nématodes prédateurs– omnivores (*Ecuminicus*, *Eurydorilaimus*, *Dorylaimus*, *Mononchus*) représentés par les figures(17)(18)(19)(20).
- Les nématodes libres du sol représentés en grande partie par les bactérivores non identifiés représentés par la figure(21).
-
- **Les nématodes phytophages**

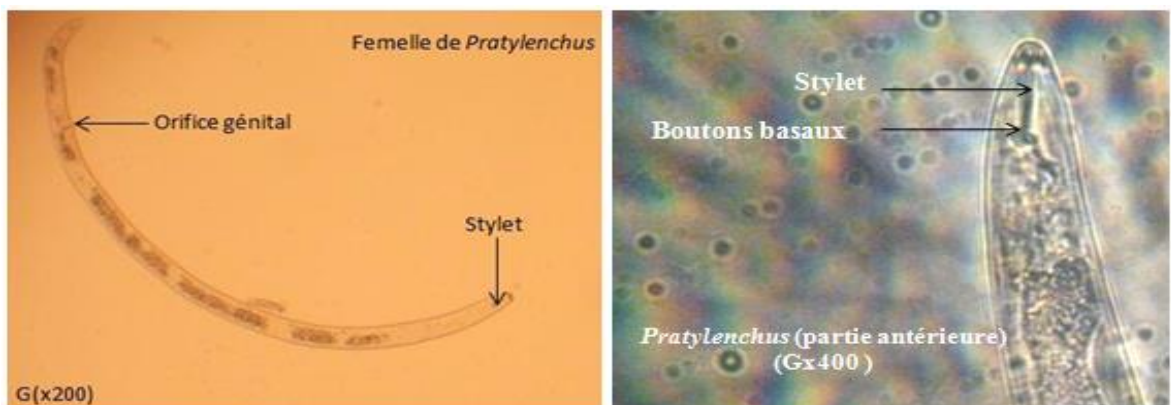


Fig.11. Morphologie de *Pratylenchus* (originale 2016)

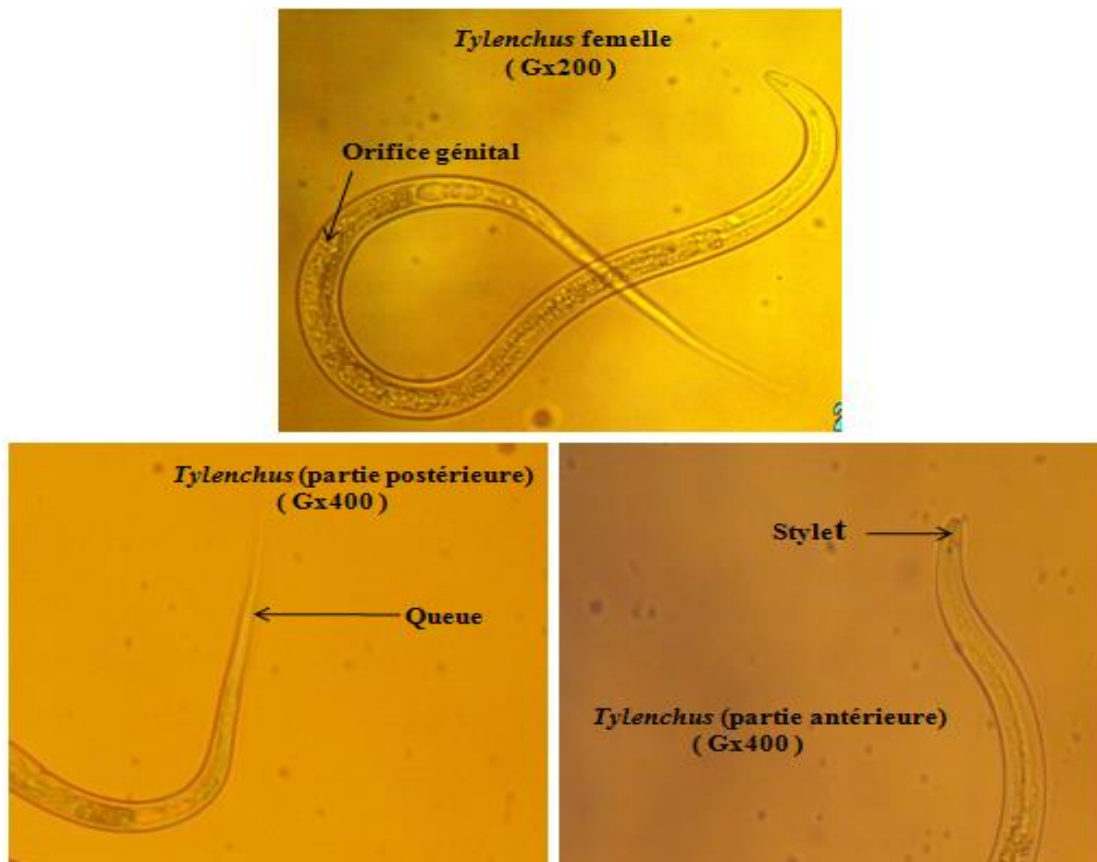


Fig.12. Morphologie de *Tylenchus* (originale 2016)

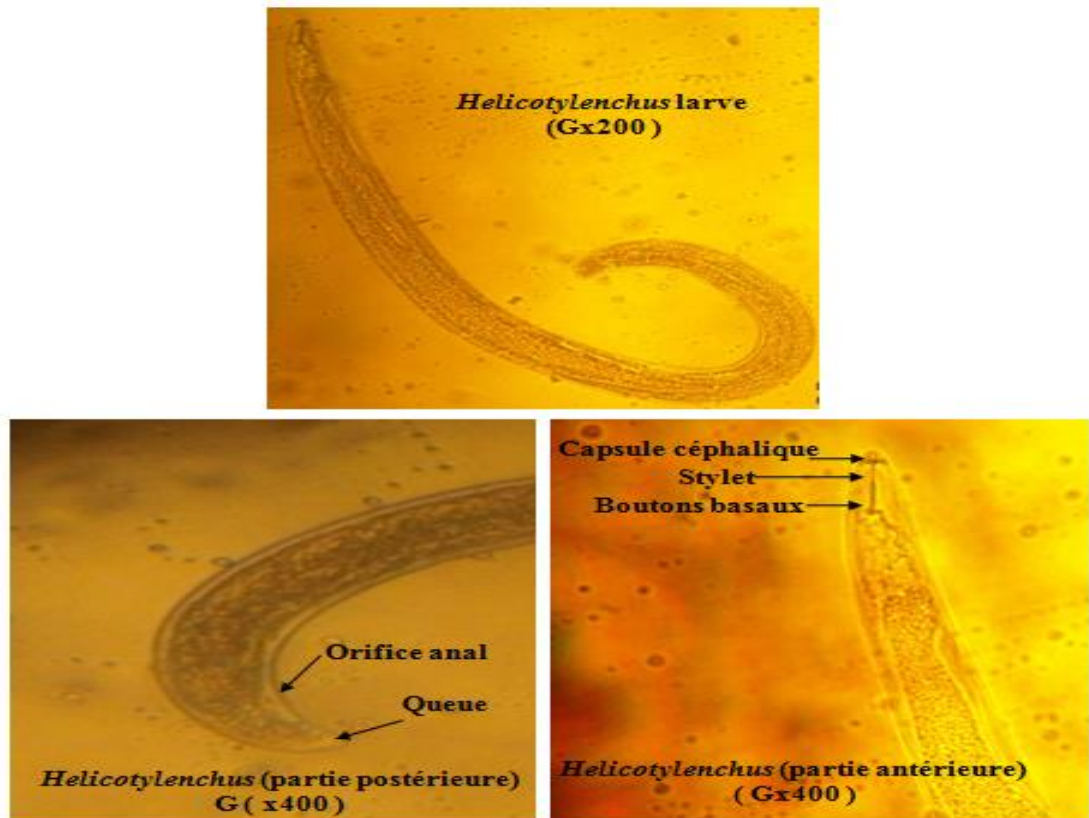


Fig.13. Morphologie de *Hélicotyhenchus* (originale 2016).

- Les nématodes fungivores

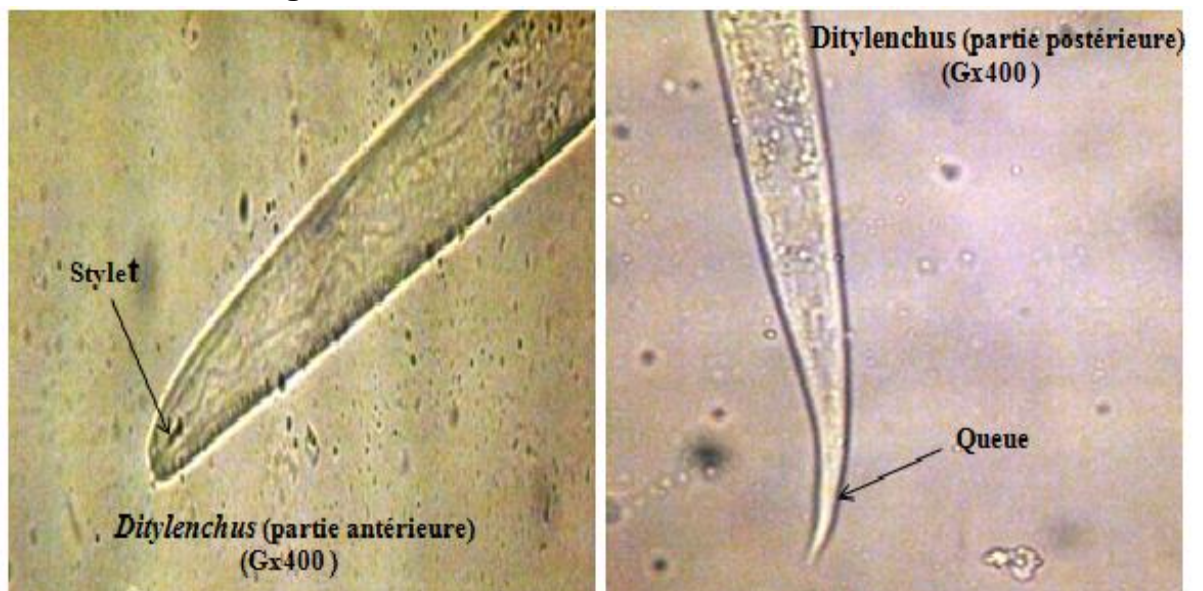


Fig.14. Morphologie de *Ditylenchus* (originale 2016)

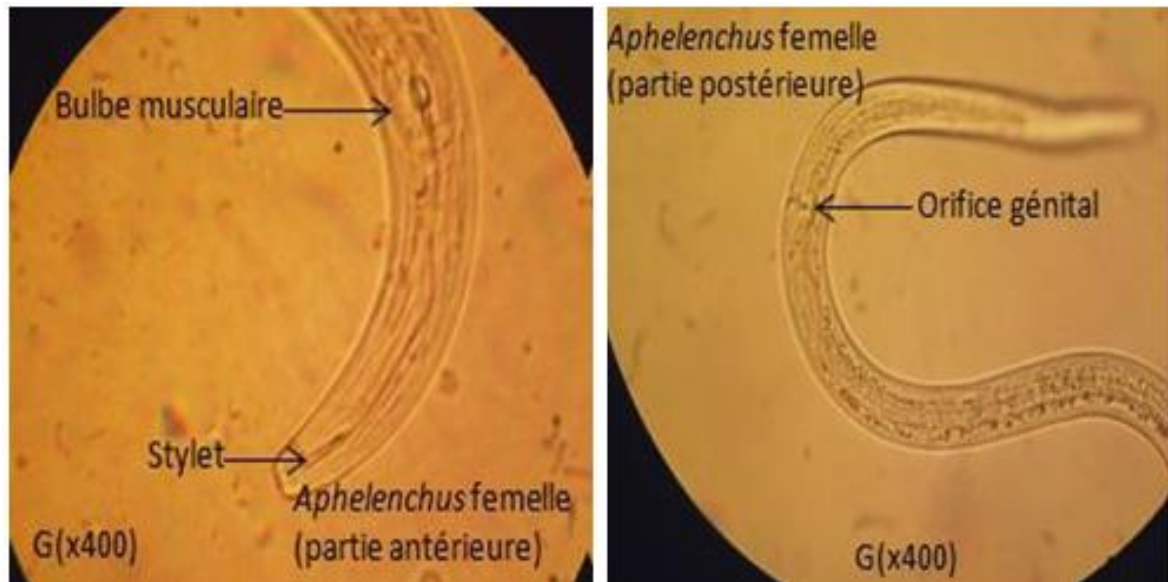


Fig.15. Morphologie d'*Aphelenchus* (originale 2016)

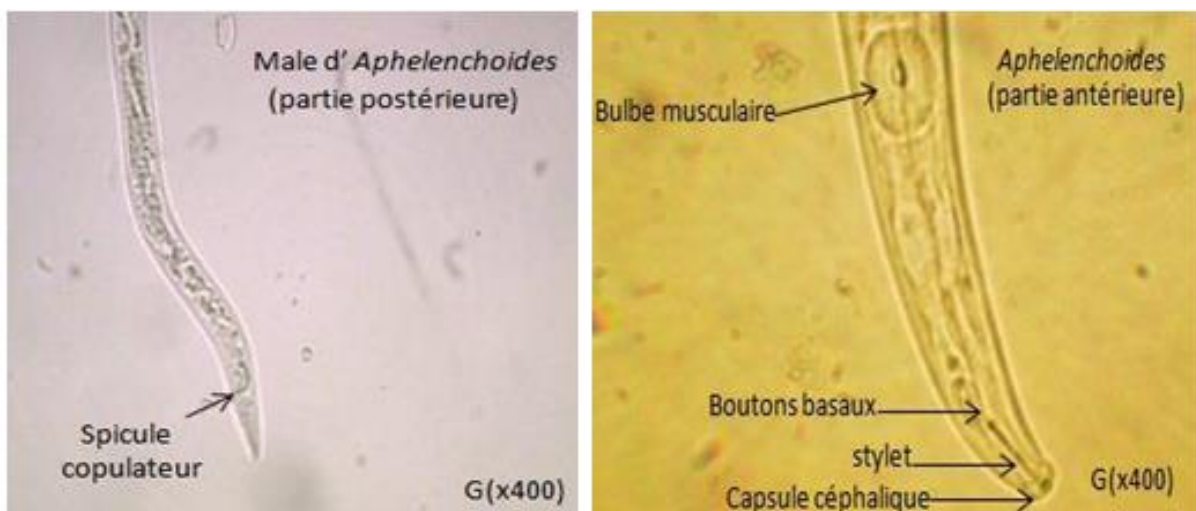


Fig.16. Morphologie d'*Aphelenchoides* (originale 2016)

- Les nématodes omnivores

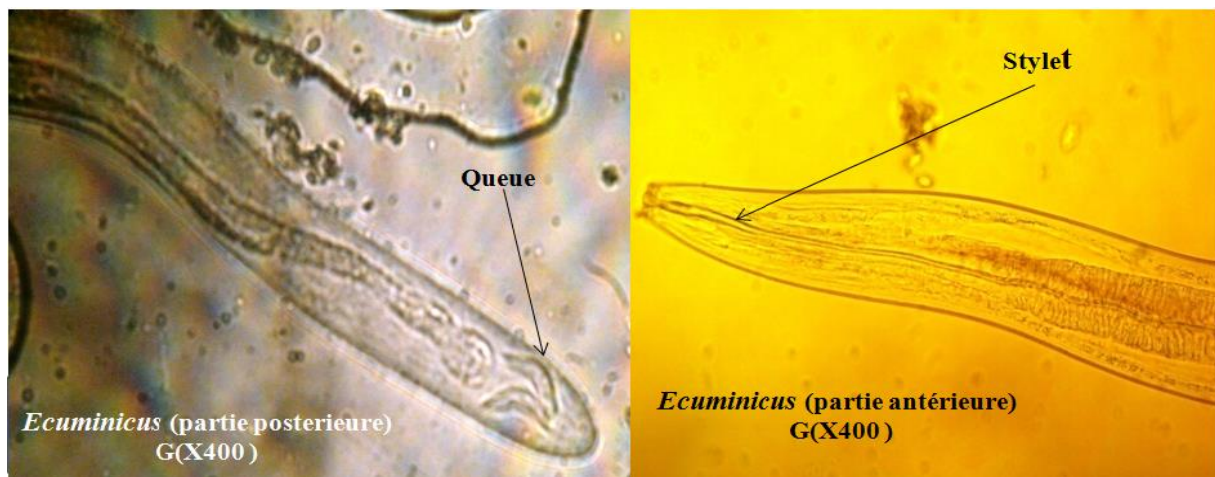


Fig.17. Morphologie d'*Ecuminicus* (originale 2016)

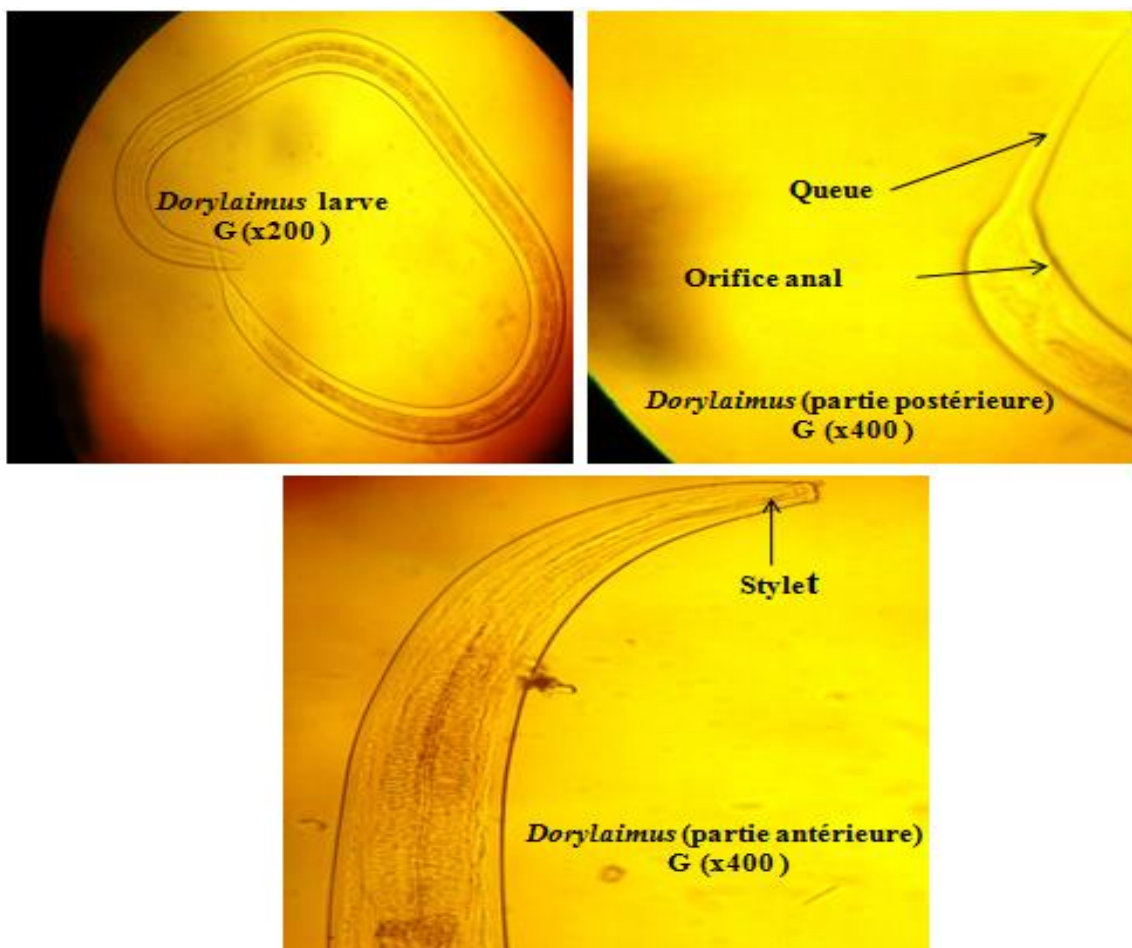


Fig.18. Morphologie de *Dorylaimus* (originale 2016)

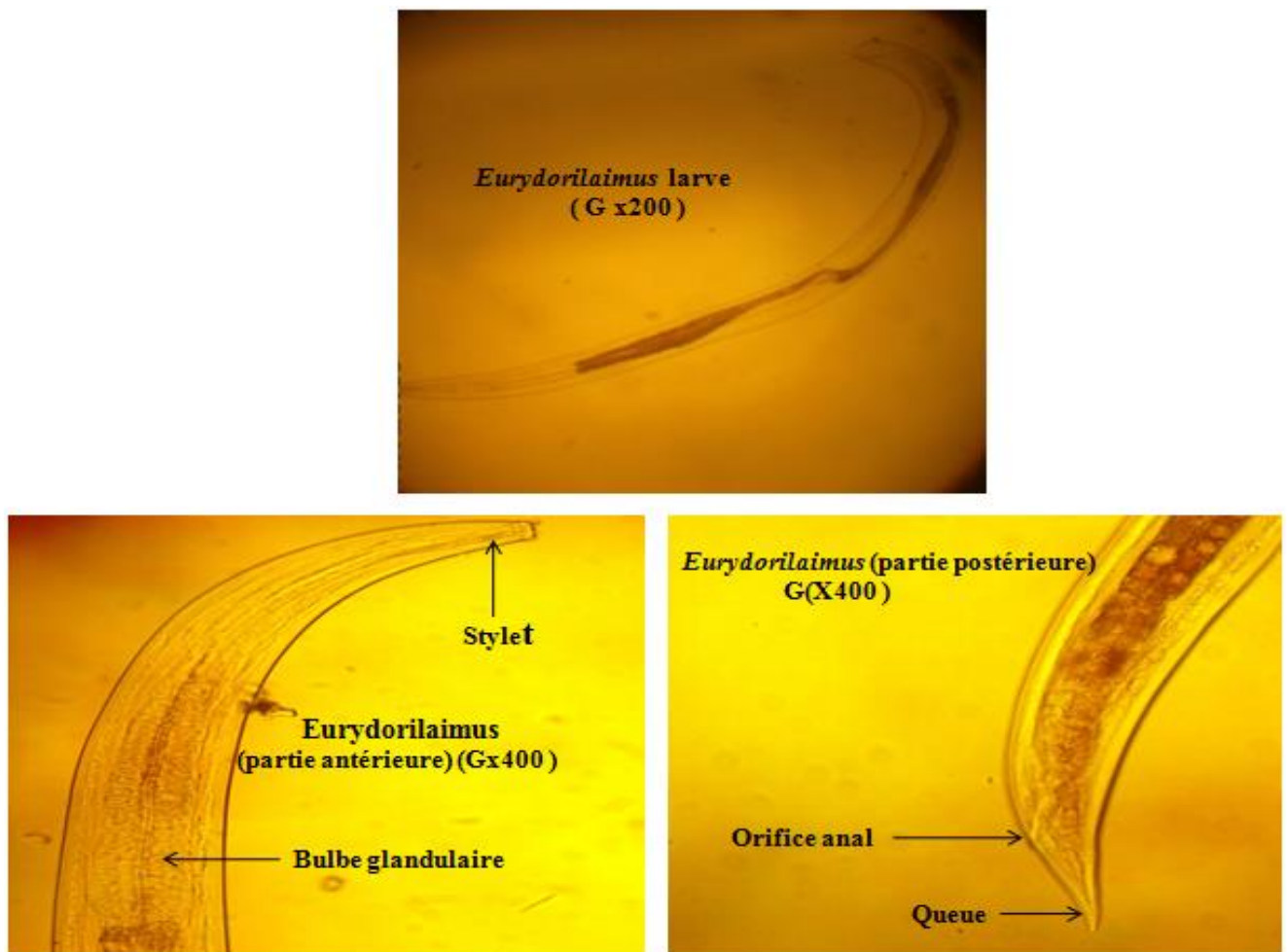


Fig.19. Morphologie d'*Eurydorilaimus* (originale 2016)

- Les nématodes prédateurs

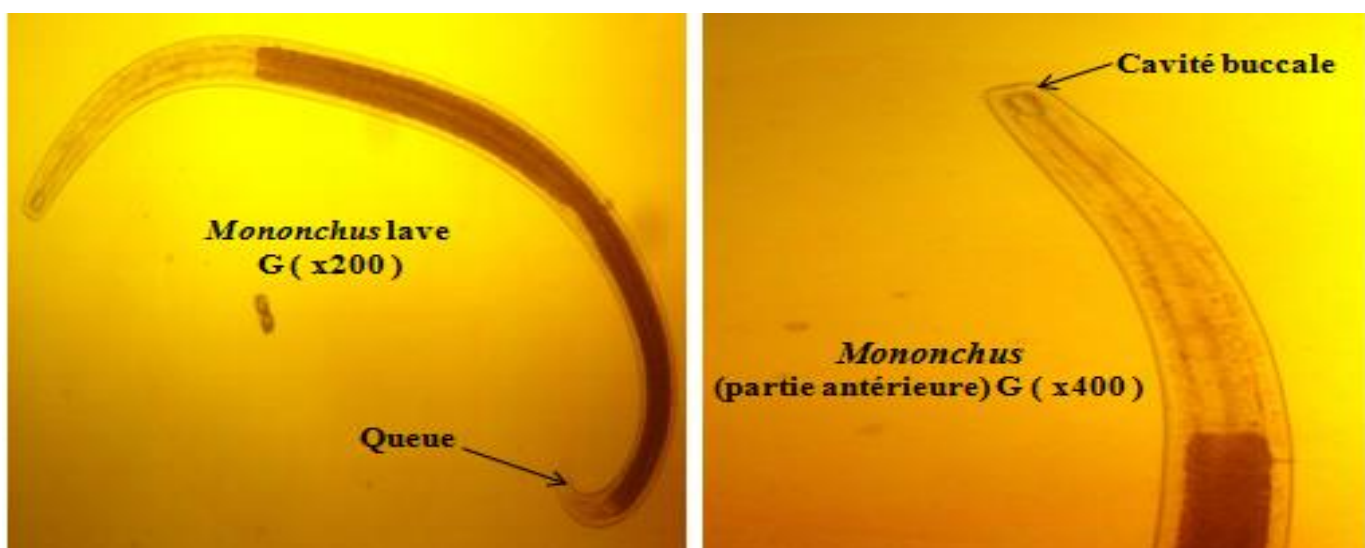


Fig.20. Morphologie de *Mononchus* (originale 2016)

- Les nématodes bactérivores

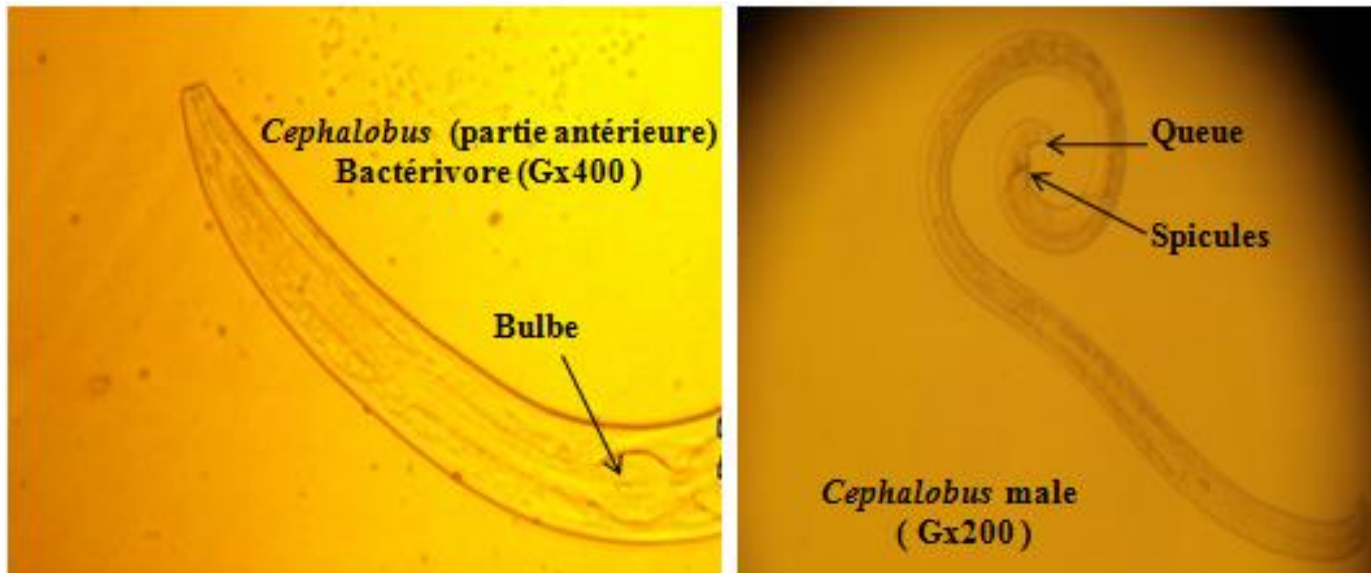


Fig.21. Morphologie de *Cephalobus* (originale 2016)

IV.1.2. Répartition globale des nématodes

Les résultats représentés par la figure (22) montre que la densité globale des nématodes est plus importante au niveau canopée quelque soit la direction et la profondeur. Par ailleurs au niveau des deux endroits de prélèvement (canopée et non canopée) les figures montrent que l'orientation sud est plus peuplée en nématode que le nord.

En ce qui concerne les profondeurs d'échantillonnage, la densité des nématodes est inversement proportionnelle aux profondeurs. Les fortes densités de nématodes sont enregistrées dans les premiers centimètres du sol (0-10cm). En effet au niveau canopée et non canopée direction sud les effectifs des nématodes sont respectivement de (18650 et 16470 N/dm³) alors que dans le nord ils sont de (12000 et 8920 N/dm³). Pour la profondeur (10-20 cm), les abondances des nématodes diminuent considérablement. Elles sont estimées à (7300 et 5800 N/dm³) respectivement pour l'orientation Sud et Nord de la canopée et de (5500 et 4800 N/dm³) pour l'exposition Sud et Nord du non canopée. Les prélèvements des profondeurs (20-30cm) ont montré les densités les plus faibles. Ces dernières sont

similaires aussi bien les endroits de prélèvement que pour les directions. Les effectifs sont inférieurs à 4300 N/dm³ pour la direction Sud et à 3080 N/dm³ pour le Nord.

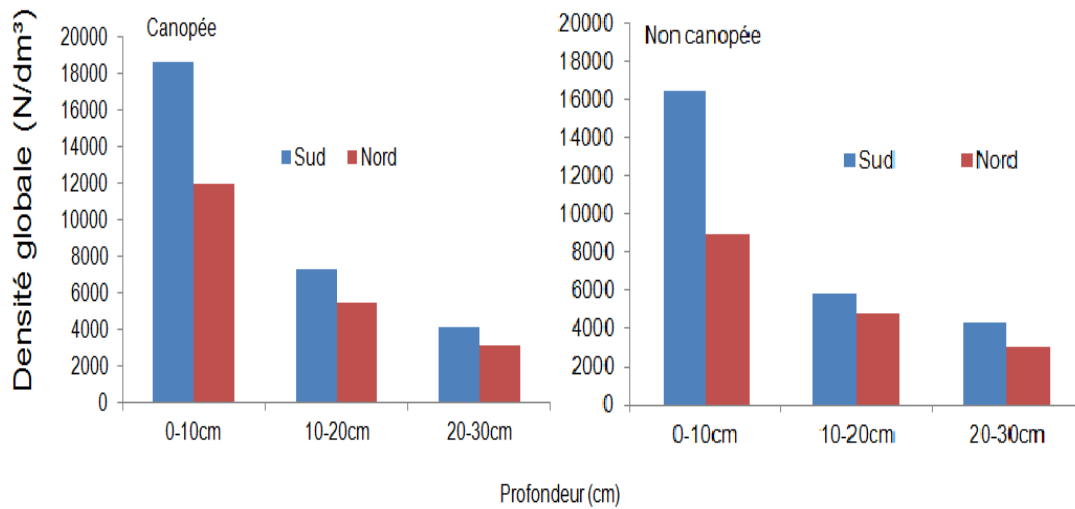


Fig. 22. Répartition globale des nématodes sur cèdre

IV.1.3. Répartition temporelle des nématodes sous canopée

Les résultats représentés par la figure (23) montre que la densité des nématodes sous Canopée quelque soit l'exposition (Sud ou Nord) variée en fonction du temps et des profondeurs. En général dans la direction sud les nématodes sont abondants en janvier et en avril, alors que dans celle du nord les effectifs sont élevés en mars. Les plus faibles densités sont enregistrées en décembre pour les deux directions, elles n'excèdent pas les 1500N/dm³.

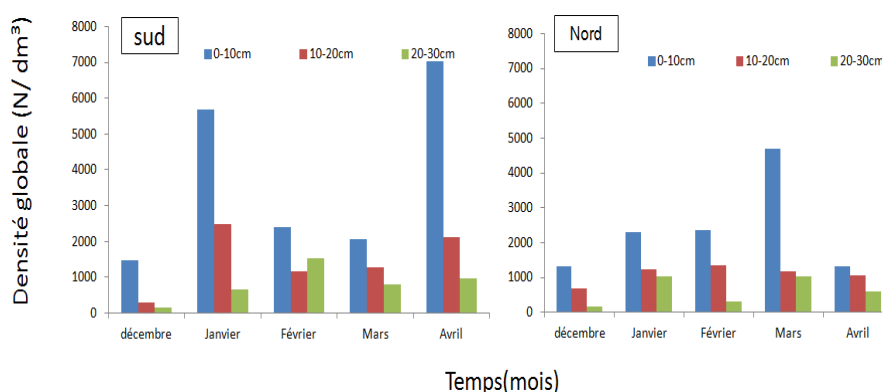


Fig. 23. Variation temporelle des nématodes sous canopée

Les populations des nématodes les plus importantes sont observées dans les premiers centimètres (0-10 cm) aussi bien dans la direction Sud que Nord. En effet à cette profondeur dans l'orientation Sud le mois d'avril et de janvier les densités sont

les plus élevées. Elles accèdent respectivement (7020 et 5680 N/dm³). Dans le Nord les nématodes atteignent leur maximum dans l'horizon (0-10cm) en mars (4700 N/dm³). Les communautés de nématodes diminuent considérablement dans les horizons profonds (10-20 et 20-30cm). En considérant les mois les plus peuplés sous canopée (janvier ; avril) dans la direction Sud et mars dans celle du Nord, nous enregistrons les abondances respectives (2470 ; 2120 et 660 ; 960 N/dm³) et (1180 et 1020 N/dm³).

IV.1.4. Répartition temporelle des nématodes sous non canopée

Les résultats représentés par la figure (24) montre que la densité des nématodes sous non Canopée variée en fonction du temps et des profondeurs quelque soit l'exposition (Sud ou Nord). Toutefois, les effectifs les plus importants sont signalés dans la direction Sud. Par ailleurs, dans le Sud les nématodes sont abondants dans les relevés de janvier et de Mars, alors que dans celle du nord les effectifs sont élevés en décembre. Alors que dans l'orientation Sud le contraire est enregistré, les plus faibles densités sont enregistrées en décembre. Pour les deux directions, elles n'excèdent pas les 1500N/dm³.

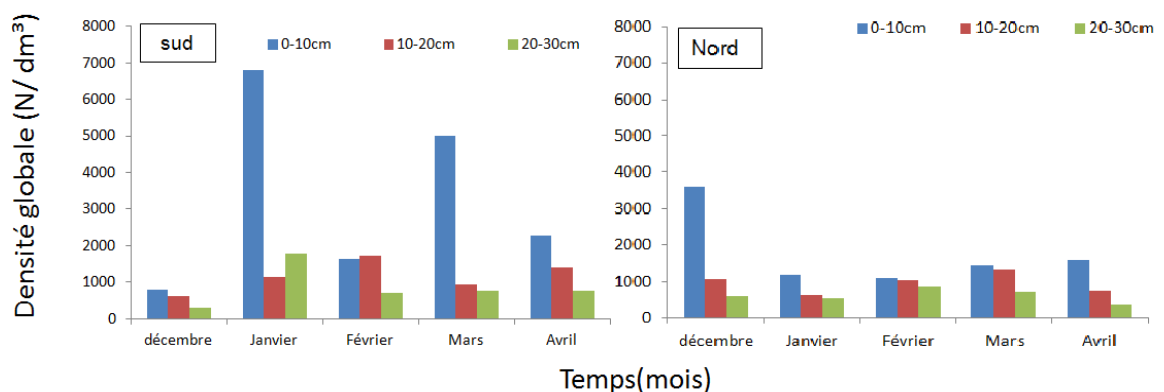


Fig. 24. Variation temporelle des nématodes sous non canopée

En considérant les profondeurs, les populations des nématodes les plus importantes sont observées dans les premiers centimètres (0-10 cm) aussi bien dans la direction Sud que Nord. En effet, à cette profondeur dans l'orientation Sud pour les mois les plus peuplés (janvier et mars), les densités respectives sont de (6790 et 5000 N/dm³). Dans le Nord les nématodes atteignent leur maximum dans l'horizon (0-10cm) en décembre (3600 N/dm³). Cependant les communautés de nématodes

diminuent remarquablement au fur et à mesure que les prélèvements sont profonds (10-20 et 20-30cm). A titre d'exemple dans la direction Sud pour les mois de janvier et mars ou la population de nématode était importante dans la couche (0-10cm), elle devient dans la profondeur (10-20cm) à 1130 N/dm³ et 940 N/dm³ et dans celle du Nord pour le décembre elle passe à 1070 N/dm³. Pour la profondeur (20-30cm) les effectifs deviennent respectivement pour ces même mois et ces directions de (1770 ; 750 et 600 N/dm³).

IV.1.5. L'analyse de la variance GLM des variations temporelle des nématodes sous cèdre

Le modèle GLM appliqué aux résultats obtenus (Tabl. 5) montre des différences significatives pour la répartition des nématodes varie dans le temps ($p=0,01$ $p<0,05$) en fonction de la direction ($p=0,006$; $p<0,05$) et de la profondeur ($p=0,000$; $p<0,05$). Par contre la est non significative en fonction des l'exposition ($p=0,291$; $p>0,05$) ($p=0,019$).

Tableau 5 : Analyse de la variance Modèle « GLM »

Source	Type III SS	df	Mean Squares	F-ratio	p-value
Exposition	1 790 963,333	1	1 790 963,333	1,124	0,291
Direction	12 300 803,333	1	12 300 803,333	7,717	0,006
Profondeur	95 369 606,667	2	47 684 803,333	29,914	0,000
Temps	19 703 953,333	4	4 925 988,333	3,09	0,019
Erreur	1,77E+08	111	1 594 069,459		

La figure (25) montre que la densité des nématodes varie sensiblement en fonction des paramètres considérés dans cette étude. Les plus fortes densités sont enregistrées dans la direction Sud et l'exposition canopée. En ce qui concerne les profondeurs, les abondances des nématodes sont inversement proportionnelles aux horizons prospectés. Les effectifs de nématodes les plus élevés ont été enregistré dans la première couche (0-10 cm), plus l'exploration va en profondeur les densités diminuent considérablement, les plus basses sont observées dans la profondeur (P3 =20-30cm). La variation des nématodes est affectée par le temps, ces derniers abondent le mois Janvier (T2) et sont faible en décembre (T1) et février (T3).

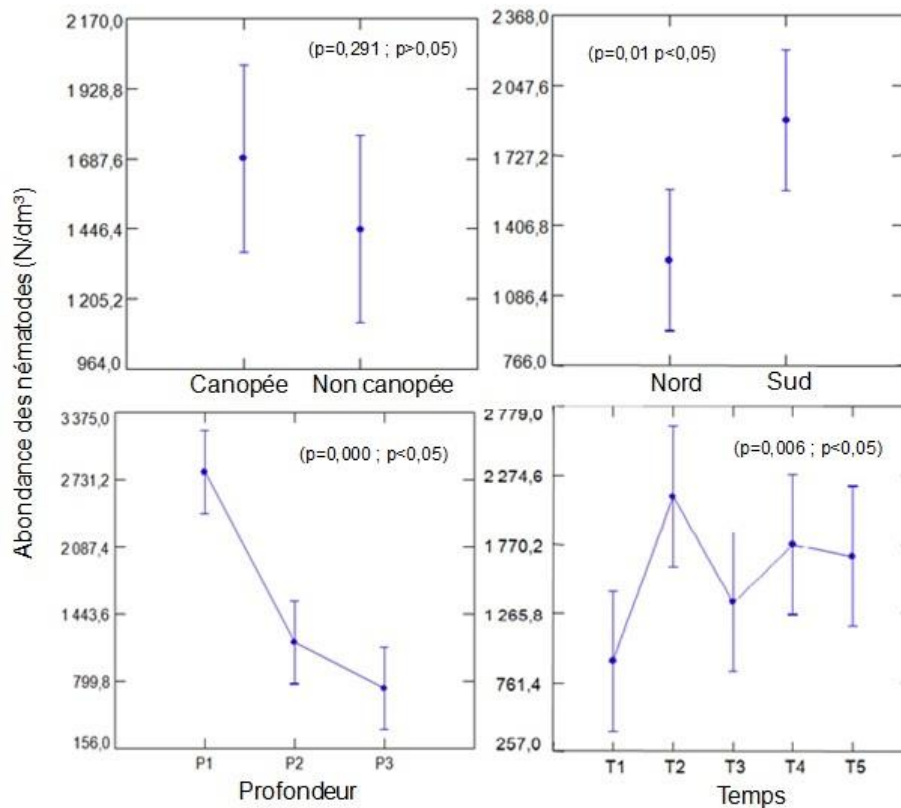


Fig. 25. Variation temporelle globale des nématodes sous cèdre

(P1 : Profondeur 0-10 ; P2 : Profondeur 10-20 ; P3 : Profondeur 20-30) ; (T1 : décembre ; T2 : janvier ; T3 : février ; T4 : Mars ; T5 : Avril).

IV.1.6. Variation temporelle des groupes trophiques sous la canopée du cèdre

IV.1.6.1. Dans l'exposition Sud

Les résultats obtenus (Fig.26) montrent la variation des groupes trophiques en fonction de la profondeur et du temps. Quelque soit le groupe trophique les densités les plus élevées sont enregistrées dans la couche (0-10cm), les plus faibles sont observées dans la couche profonde (20-30cm). Parmi les groupes identifiés nous avons noté l'abondance des bactérivores, les fungivores et les phytophages ont montré des effectifs similaires, les moins présents sont les nématodes prédateurs-omnivores.

Les groupes trophiques ont dévoilé des fluctuations dans le temps, les groupes des fungivores et phytophages ont exposé la même tendance quand à leur répartition dans le temps. Ces deux groupes abondent en janvier et décembre, notamment dans les premiers centimètres du sol (0-10cm) ; alors que leur effectifs diminuent en

février et mars dans les trois profondeurs (0-10 ; 10-20 ; 20-30 cm). Pour le groupe des bactérivores des densités importantes sont observées en avril et en janvier à la profondeur (0-10cm) elles sont respectivement de 4380 et 2480 N/dm³. Les mêmes constatations sont signalées pour le groupe des prédateurs – omnivores. Ce groupe abonde en avril dans la couche (0-10cm), l'effectif est de 1660 N/dm³. Pour ces deux derniers groupes de très faibles densités sont observé en décembre. Les valeurs n'atteignent pas 70 N/dm³.

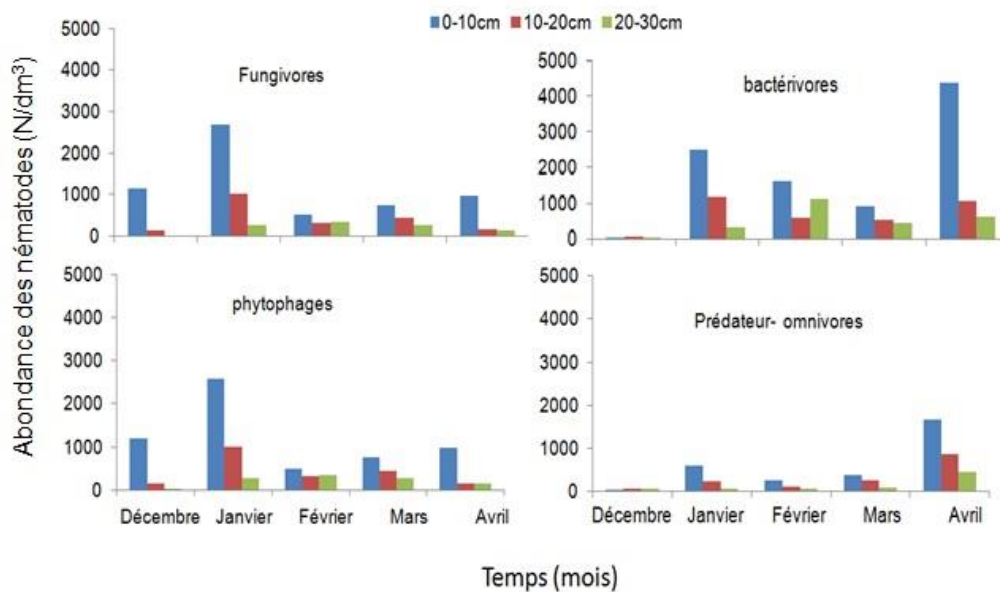


Fig. 26. Variation temporelle des groupes trophiques sous la canopée Sud

IV.1.6.2. Dans l'exposition Nord

Les résultats (Fig. 27) montrent que sous canopée direction Nord les groupes trophiques dévoilent des fluctuations en fonction de la profondeur et du temps. Pour fungivores et phytophages nous avons enregistré la même tendance. En effet, les nématodes de ces deux groupes abondent dans la couche (0-10cm) en comparaison avec la couche profonde (20-30cm). Par ailleurs, ces deux groupes pullulent dans les prélèvements des mois de mars et janvier. Les effectifs dans (0-10cm) sont respectivement de (2100 et 1550 N/dm³) pour les fungivores et de (2070 et 1450 N/dm³) pour les phytophages. En ce qui concerne les bactérivores la densité la plus importante est observée en mars dans la couche (0-10cm). Elle est de (2170 N/dm³). Le groupe le plus faible dans cette orientation est les prédateurs-omnivores. Quelque soit le temps ou la profondeur ils n'ont pas excédé les 300 N/dm³, à l'exception du mois de mars où ils atteignent les 470 N/dm³ dans les couches (0-10 et 10-20 cm).

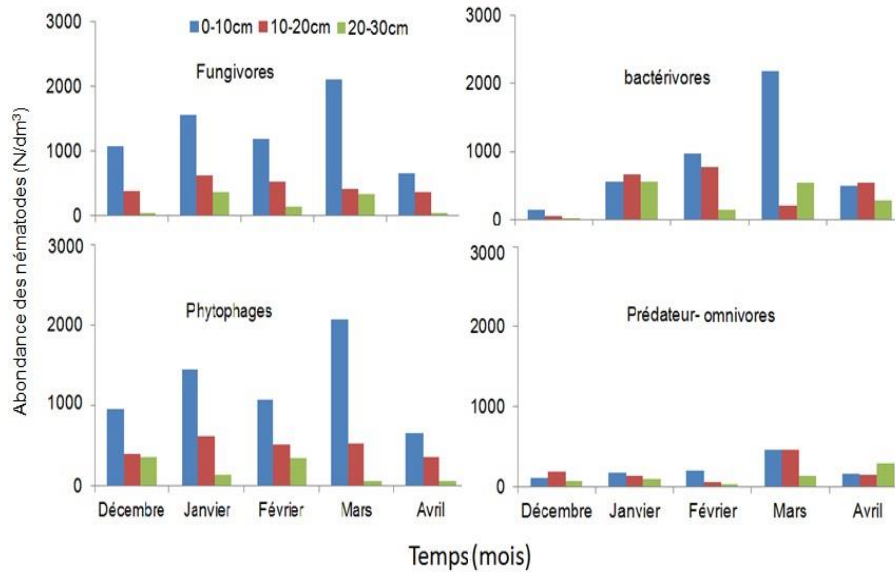


Fig. 27. Variation temporelle des groupes trophiques sous la canopée Nord

IV.1.7. Variation temporelle des groupes trophiques sous non canopée du cèdre

IV.1.7.1. La direction Sud

Les résultats obtenus sous non canopée direction Sud (Fig. 28) montrent que les groupes trophiques varient en fonction de la profondeur et du temps.

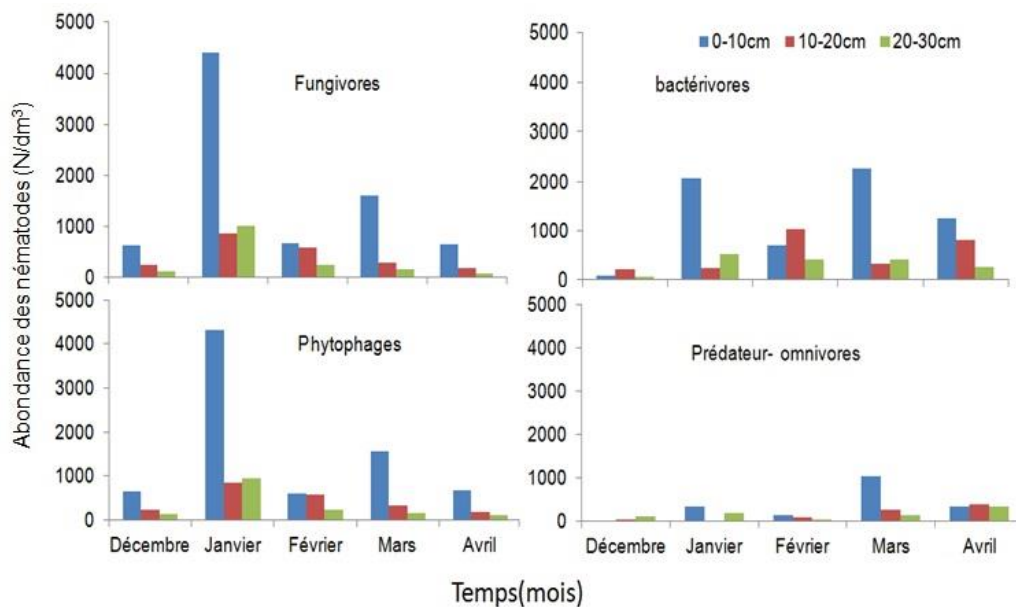


Fig. 28. Variation temporelle des groupes trophiques sous non canopée Sud

En général, quelque soit le groupe trophique les densités les plus élevées sont enregistrées dans la couche (0-10cm), les plus faibles sont observées dans la couche profonde (20-30cm). Parmi les groupes identifiés nous avons noté

l'abondance des bactérivores, les fungivores et les phytophages, les moins présent sont les nématodes prédateurs-omnivores. Les fungivores et les phytophages sont dévoilé des densités élevées le mois de janvier, les effectifs respectifs sont de 4410 et 4320 N/dm³. Pour les bactérivores des abondances sont signalées en janvier et mars, avec des valeurs de 2080 et 2250 N/dm³. Alors que les nématodes prédateurs-omnivores sont faiblement présents dans tous les relevés sauf le mois de mars (1040 N/dm³) dans la couche (0-10 cm).

IV.1.7.2. La direction Nord

Les résultats obtenus sous non canopée direction Nord (Fig. 29) montrent que les groupes trophiques varient en fonction de la profondeur et du temps.

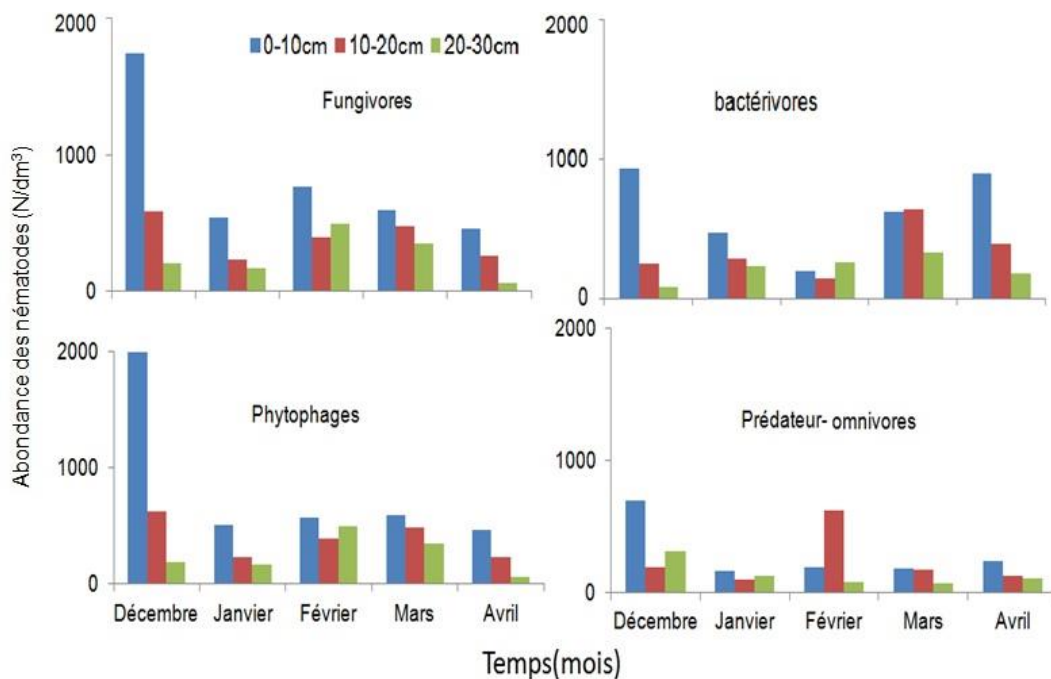


Fig. 29. Variation temporelle des groupes trophiques sous non canopée Nord

En général, quelque soit le groupe trophique les densités les plus élevées sont enregistrées dans la couche (0-10cm), les plus faibles sont observées dans la couche profonde (20-30cm). A l'exception des prédateurs –omnivores ou nous enregistrons une densité élevée le mois de février (100 N/dm³) dans la couche moyenne (10-20 cm). Le groupe des fungivores et des phytophages sont dévoilé la même tendance d'un point de vu abondance en fonction du temps et des profondeurs. Des densités élevées sont signalées en décembre, les effectifs

respectifs sont de 1750 et 1990 N/dm³. Pour les bactérivores des abondances sont signalées en décembre et avril, avec des valeurs de 920 et 880 N/dm³. Alors que les plus faibles valeurs sont enregistrées en février quelque soit la profondeur. Les nématodes prédateurs-omnivores sont faiblement présents dans tous les relevés sauf le mois de décembre (690 N/dm³) dans la couche (0-10 cm).

IV.1.8. L'analyse de la variance GLM des variations temporelle des groupes trophiques sous cèdre

Le modèle GLM appliqué aux résultats obtenus (Tabl. 6) montre des différences significatives pour la répartition des groupes trophiques ($p=0,000$; $p<0,05$). Ces derniers varient dans leur lieu de prélèvement « exposition » ($p=0,03$; $p<0,05$) en fonction du temps ($p=0,007$; $p<0,05$) des directions ($p=0,002$; $p<0,05$) et de la profondeur ($p=0,000$; $p<0,05$).

Tableau 6 : Analyse de la variance Modèle « GLM »

Source	Type III SS	dll	Mean Squares	F-ratio	p-value
Exposition	2101453,333	1	2101453,333	4,758	0,03
Direction	4129230,000	1	4129230,000	9,35	0,002
Profondeur	26770611,667	2	13385305,833	30,309	0,000
Temps	6314561,667	4	1578640,417	3,575	0,007
Groupe Trophique	14200506,667	3	4733502,222	10,718	0,000
Erreur	2,07E+08	468	441626,118		

La figure (30) montre que l'abondance des groupes trophiques varie sensiblement en fonction des paramètres considérés dans cette étude. Les groupes qui abondent sous cèdre dans le parc national de Chréa sont les bactérivores, les fungivores et les phytophages, les plus faibles sont les prédateurs –omnivores. Ces groupes pullulent dans la première couche du sol (0-10 cm), sous la canopée du cèdre et dans la direction Sud. Par ailleurs, ces derniers fluctuent dans le temps le mois Janvier (T2), Mars (T3) et avril (T5) sont les plus peuplés par rapport au mois de décembre (T1).

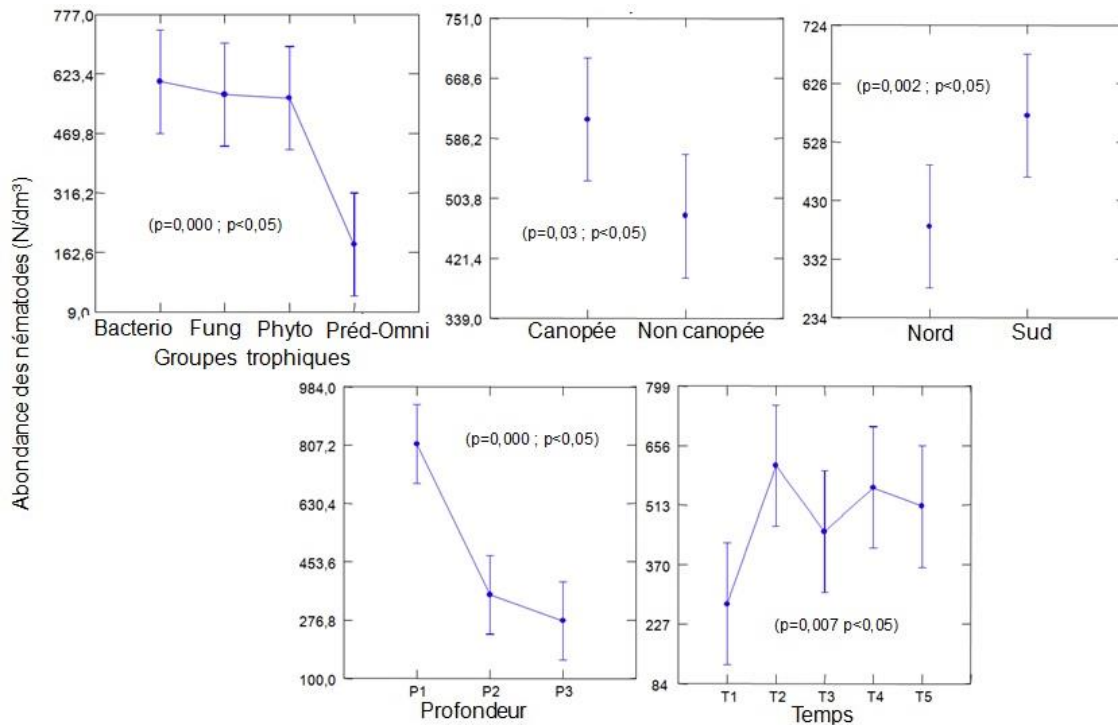


Fig. 30. Variation des groupes trophiques sous cèdre dans le parc national de Chréa

(**Phyto** : Phytophage; **Pred- omni** : Predateur- omnivore; **Fung** : Fungivore ;**Bactério** : Bactériophage);(P1 : Profondeur 0-10 ; P2 : Profondeur 10-20 ; P3 : Profondeur 20-30) ; (T1 : décembre ; T2 : janvier ; T3 : février ;T4 : Mars ;T5 : Avril).

IV.1.9. Structure des communautés sous canopée de la cédraie

Pour évaluer la structure des nématodes rencontrés sous canopée des cédraies nous avons utilisé le diagramme des fréquences- Abondances de Fortuner et Merney (1973). Les résultats représentés par la figure (31) montrent que la structure de nématodes varie en fonction de profondeur. En général sous canopée direction Sud ou Nord les nématodes identifiés représentés par *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Eurydorylaimus*, *Predateur*, *Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Tylenchus*, *Ditylenchus* et Bactérovores sont classés en trois groupes qui sont pour la plupart « peu fréquent et peu abondant », « fréquent et peu abondant », « fréquent et abondant ».

Ce type de rangement est rencontré dans direction Nord pour toutes les profondeurs. Alors que dans la direction Sud, cette répartition a été signalée que pour les nématodes de la couche moyenne (10-20 cm). Cependant pour la profondeur (0-10

cm) nous avons noté l'abondance de *Pratylenchus* mais il est peu fréquent, mais pour la couche profonde (20-30 cm), les nématodes sont classés qu'en deux groupes « peu fréquent et peu abondant » cas de *Helicotylenchus* et « fréquent et peu abondants » pour tous le reste des nématodes y compris le groupe des bactérivores.

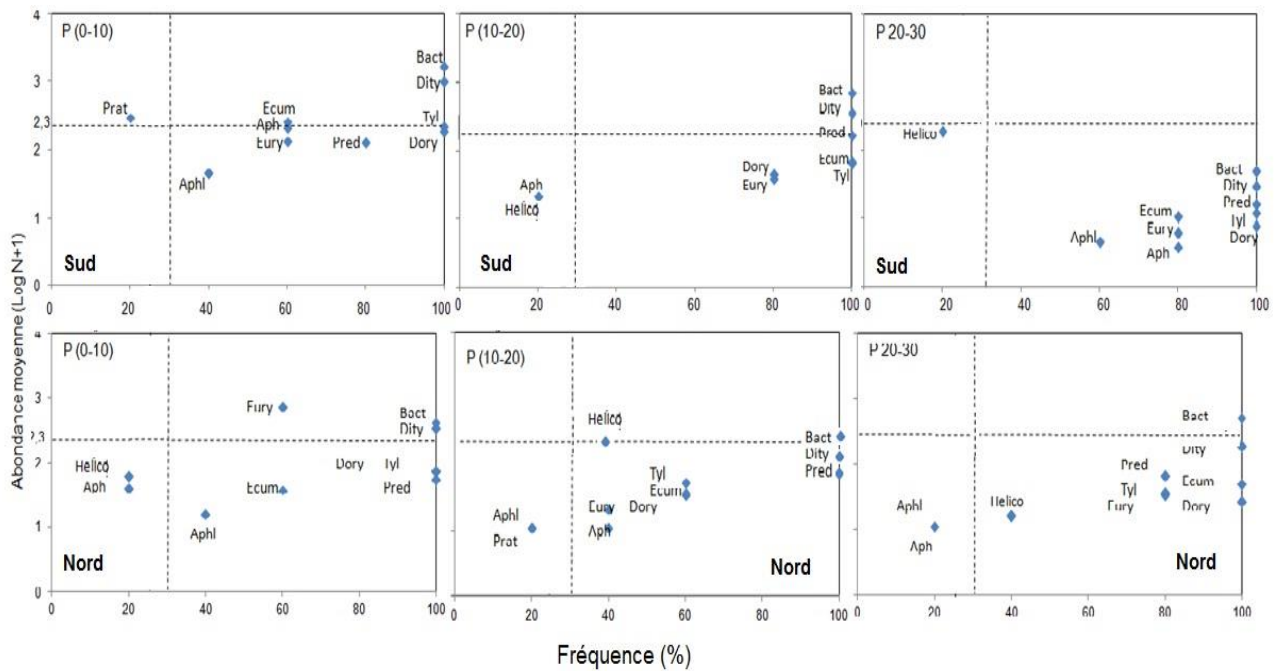


Fig. 31 Structure des communautés sous canopée

(Aph : Aphelenchus ; **Aphl** : Aphelenchoides ; **Eury** : Eurydorylaimus ; **Dity** : Ditylenchus **Dory** : Dorylaimus ; **Ecum** : Ecuminicus ; **Tyl** : Tylenchus ; **Prat** : Pratylenchus ; **Helico** : Helicotylenchus ; **Bact** : Bactérivores ; **Pred** : Prédateur).

IV.1.10. Structure des communautés sous non canopée de la cédraie

La structure des nématodes rencontrés sous non canopée des cédraies (fig. 32) montrent que cette dernière varie en fonction de la profondeur. Les nématodes identifiés « *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchus* *Aphelenchoides*, *Ecuminicus*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Eurydorylaimus*, *Ditylenchus*, Prédateur et Bactérivores » sont en général répartis en trois groupes « peu fréquent et peu abondant », « fréquent et peu abondant » et « fréquent et abondant ». A l'exception pour la profondeur (20-30 cm) de la direction sud, où nous n'avons enregistré que deux groupes « fréquent et peu abondant » et « fréquent et abondant ».

Quelque soit la profondeur et la direction, le groupe des nématodes bactérivores occupe toujours la position fréquent et abondant. Pour les nématodes fungivores (*Ditylenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* et *Aphelenchoides*) et les prédateurs-omnivores (*Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Eurydorylaimus*) sont pour la plupart classés dans les groupes « fréquent et peu abondant » et « fréquent et abondant ». Pour les phytophages cas de *Pratylenchus* il est peu fréquent et peu abondant dans la couche (0-10cm) dans les deux directions (Sud et Nord). Alors qu'à la profondeur (20-30cm) direction sud il devient abondant et fréquent. Pour le *Helicotylenchus*, ils est peu abondant mais fréquent dans les horizons (0-10 et 10-20cm), mais dans la couche profonde (20-30cm) direction nord il se classe dans le groupe « peu fréquent et peu abondant ».

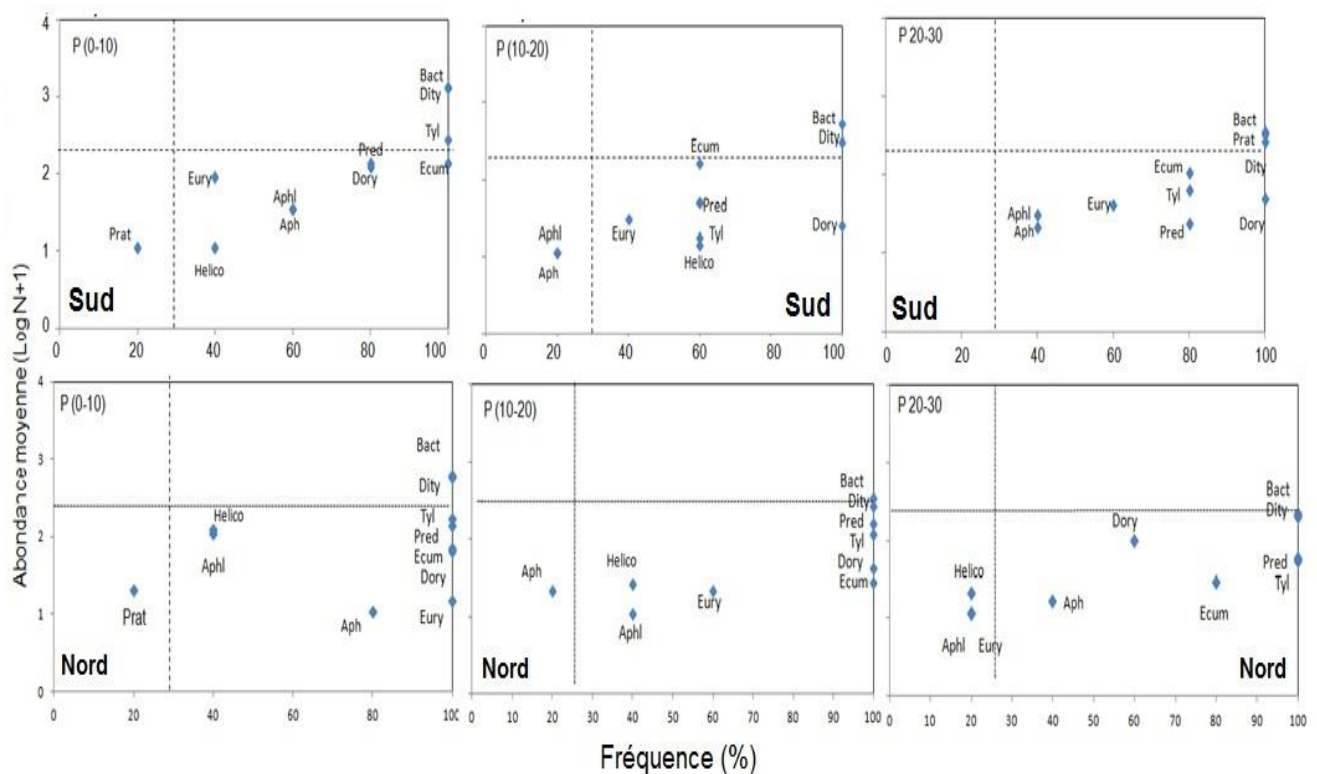


Fig. 32 Structure des communautés sous non canopée

(**Aph** : *Aphelenchus* ; **Aphl** : *Aphelenchoides* ; **Eury** : *Eurydorylaimus* ; **Dity** : *Ditylenchus* **Dory** : *Dorylaimus* ; **Ecum** : *Ecuminicus* ; **Tyl** : *Tylenchus* ; **Prat** : *Pratylenchus* ; **Helico** : *Helicotylenchus* ; **Bact** : Bactérivores ; **Pred** : Prédateur).

IV.1.11. Diagnostic écologiques des communautés de nématodes sous cédraie

Dans cette partie nous avons réalisé une analyse des indices écologiques pour caractériser les communautés de nématodes dans les stations d'étude. Ils sont représentés par l'indice de diversité de Shannon (H') ; l'indice d'équitabilité ou d'équipartition (J) ; l'indice de la richesse spécifique (RS). Évaluation des différences de ces indices dans la cédraie a été comparée par le Test de Kruskal-Wallis.

Tableau 7 : Variation des indices écologiques des communautés de nématodes sous cédraie

Lieu de prélèvement	Directions	Profondeurs	Richesse (RS)	Diversité (H')	Equitabilité (J)
canopée	Sud	(0-10 cm)	5,4	1,22	0,74
		(10-20cm)	4,6	1,13	0,75
		(20-30cm)	4,4	1,10	0,77
	Nord	(0-10 cm)	5,8	1,13	0,66
		(10-20cm)	4,7	1,01	0,66
		(20-30cm)	4,2	1,07	0,80
Non canopée	Sud	(0-10 cm)	5,8	1,12	0,65
		(10-20cm)	4,2	0,93	0,66
		(20-30cm)	4,6	1,14	0,79
	Nord	(0-10 cm)	5,8	1,30	0,74
		(10-20cm)	5,2	1,18	0,73
		(20-30cm)	4	1,04	0,78
Test Kruskal-Wallis		p -value	0,26	0,0004	3,226 10 ⁻⁵

IV.1.11.1. Variation de la richesse

L'analyse statistique par le test de Kruskal-Wallis (tableau, 7) révèle des différences non significative pour la richesse ($p=0,26$; $p>0,05$). Cet indice dans la cédraie n'est pas affecté par la profondeur, la direction et le lieu de prélèvement. Les valeurs moyennes fluctuent entre 4 et 6 espèces. En général, la richesse est plus importante dans la première couche du sol (0-10cm).

IV.1.11.2. Variation de la diversité (H')

Le tableau (7) montre que les valeurs de l'indice de diversité varient de (0,93 à 1,30) l'analyse par le test de Kruskal-Wallis a dévoilé des différences très hautement

significatives ($p=0,0004$; $p<0,05$). Cet indice est fortement affecté par le facteur profondeur. Les valeurs de diversité sont élevés dans la couche (0-10cm) est diminuée sensiblement en allant vers la profondeur (10-20 et 20-30cm).

IV.1.11.3. Variation de l'équitabilité (J)

Le tableau (7) montre que les valeurs de cet indice sont supérieures à (0,5). Elles traduisent la présence d'une tendance vers l'instauration d'un équilibre entre espèces. Les valeurs les plus élevées sont signalées dans les couches profondes (20-30cm) quelque soit la direction (Sud ou Nord) et le lieu de prélèvement (Canopée ou non canopée). Ces valeurs varient entre (0,77 et 0,80). Toutefois l'indice d'équitabilité diminue en se dirigeant vers la couche superficielle (0-10cm). D'après le test de Kruskal –Wallis l'indice d'équitabilité varie significativement entre les profondeurs ($p=3,226 \cdot 10^{-5}$; $p<0,05$).

Chapitre II. Données bibliographiques sur les nématodes associées aux forêts.

II.1. Généralités sur les nématodes

Les nématodes ou "vers ronds" sont des invertébrés qui peuplent tous les écosystèmes. Ils y sont abondants, mais il n'est pas facile d'évaluer leur importance quantitative en raison de leur petite taille. Ils forment un groupe zoologique à la fois homogène par leurs caractères et très diversifié par les milieux qu'ils colonisent. En effet, ils ont été observés dans les localités particulières comme les milieux inondés (rizières et mangroves) et aussi dans des zones très sèches comme les déserts (Freckman *et al.*, 1975 ;Fortuner, 1976). Ils sont l'une des principales composantes biotiques du sol (de Guiran, 1983). Ils constituent 50% environ de ceux qui peuplent les sols des milieux naturels en équilibre tel que la prairie permanente. La culture comme toute perturbation modifie cet équilibre et favorise les espèces qui peuvent se nourrir de plantes cultivées. En cas de monoculture, les populations peuvent atteindre des niveaux élevés et occasionner des pertes de rendement (Guiran, 1983).

Du point de vue classification, les nématodes appartiennent au phylum des Némathelminthes et à la classe des Nématodes. Il existe de 16 à 20 différents ordres au sein de cette classe. Moins d'une dizaine de ces ordres se retrouvent de manière régulière dans le sol et quatre ordres (*Rhabditida*, *Tylenchida*, *Aphelenchida* et *Dorylaimida*) sont particulièrement communs (Quénéhervé, 2005). Alors que les nématodes parasites de plantes sont relativement bien connus, la plupart des nématodes libres n'ont pas encore été étudiés. L'identification de ces groupes est très difficile et les taxonomistes capables de décrire formellement ces nouvelles espèces sont de moins en moins nombreux alors que les écologistes n'identifient pour la plupart les nématodes qu'au niveau du genre, voire de la famille (Quénéhervé, 2005). La petite taille de ces microorganismes de 200 à 2500 micromètres en longueur, est un véritable obstacle à leur identification qui demeure essentiellement basée sur des critères morphologiques (Lawton *et al.*, 1998).

On peut également classer les nématodes du sol selon leur comportement alimentaire. Cette classification est particulièrement pratique pour les écologistes afin de positionner ces espèces au sein des chaînes alimentaires. Plusieurs groupes trophiques sont ainsi identifiés dans le sol (Yeates *et al.*, 1993).

Les nématodes libres, fongivores ou parasites des plantes possèdent plusieurs attributs qui font qu'ils peuvent être pleinement utilisés comme indicateurs de plusieurs processus du sol et bio-indicateurs écologiques des habitats naturels pollués et dégradés (Wasilewska, 1979 ; Freckman, 1988 ; Neher *et al.*, 1995). En effet, avec leur cuticule perméable, les nématodes répondent aux changements des conditions du sol (Neher *et al.*, 1995). Leur petite taille et leur cycle de vie court leur permettent de répondre rapidement aux changements alimentaires (Bongers, 1990). De plus, ils sont représentés à tous les niveaux hétérotrophiques de la chaîne alimentaire. Ils sont impliqués dans les processus de décomposition, de minéralisation de l'azote (Wasilewska, 1979 ; Neher *et al.*, 1995) et aussi dans la production primaire (Wasilewska, 1996). Freckman et Ettema (1993) suggèrent que la composition du peuplement des nématodes peut être utilisée comme indicateur des changements des écosystèmes.

Le peuplement de nématodes est constitué de 50% de nématodes marins, 15% de nématodes zooparasites, 25% de microbiophages et de 10% de phytoparasites (Sadek, 1977). Les nématodes phytoparasites sont présents sous toutes les latitudes et représentent un grave problème phytosanitaire, surtout dans le monde tropical où règne en permanence un climat favorable à leur multiplication. Ces parasites affectent les rendements des cultures (Sarr, 1984). Les nématodes libres ne parasitent pas les plantes, mais participent aux cycles de décomposition de la matière organique du sol. (Lawton *et al.*, 1998).

II.2. Comportement des nématodes phytophages vis-à-vis des plantes

D'un point de vue comportement vis à vis des plantes, les nématodes phytoparasites peuvent être divisés en deux catégories d'importance inégale. La première regroupe ceux qui effectuent tout leur cycle dans le sol et qui ne s'attaquent

qu'aux racines, ce sont les plus nombreux. La seconde renferme ceux qui parasitent les parties aériennes des plantes, telles que les bulbes, les tiges et parfois les feuilles. Au cours de leur évolution, les nématodes phytophages ont vu se différencier des espèces de plus en plus adaptées au parasitisme envers les plantes (de Guiran, 1983). On trouve les parasites internes, qui pénètrent entièrement à l'intérieur des tissus où ils creusent des cavités en détruisant les cellules du cortex et en se nourrissant de leur contenu. Les parasites externes qui ne pénètrent jamais à l'intérieur des racines ; ils s'y fixent à l'aide de leur stylet. Entre les deux groupes, il existe les semi endoparasites qui se nourrissent en restant fixés en permanence par leur partie antérieure sur la racine (de Guiran, 1983).

II.2.1. Les parasites internes

Ce groupe renferme les formes les plus évoluées du parasitisme et donc les espèces les plus adaptées à ce mode de vie.

- Les endoparasites sédentaires sont capables d'envahir les tissus végétaux dès l'éclosion du second stade juvénile « stade infestant vermiforme ». Ils se déplacent dans le sol à la recherche des racines de la plante hôte, traversent les tissus végétaux afin de trouver un site nourricier. Une fois le site choisi, le juvénile s'y établit de manière permanente jusqu'à la fin de son cycle de développement en femelle adulte. Au fur et à mesure de son développement, son corps arrondi prend une forme sphérique, de citron, de rein ou ovoïde. Le nématode s'alimente sur un très petit nombre de cellules, régulées par le nématode lui-même à l'aide de substances de croissance. Certaines espèces (nématodes à kystes et nématodes à galles) conduisent à la formation de cellules géantes à l'intérieur des racines de la plante hôte. Les mâles demeurent filiformes, se nourrissant à la surface des racines pour quelques jours, pendant lesquels ils peuvent ou non féconder les femelles. Les femelles de nématodes endoparasites sédentaires produisent généralement un très grand nombre d'œufs, qui demeurent à l'intérieur de leurs corps (e.g. nématodes à kystes – *Heterodera* spp.) ou s'accumulent dans des masses d'œufs (e.g. nématodes à galles – *Meloidogyne* spp.) rattachées à leurs corps. les nématodes du

genre *Meloidogyne* illustrent ce type de parasitisme très élaboré. Dans le cycle de reproduction de *Meloidogyne*, deux phases apparaissent : la phase "sol" ou exophyte qui va de l'œuf au stade juvénile infestant de 2^{ème} stade (L2) et la phase endophyte, qui se déroule à l'intérieur des tissus, après la pénétration du stade infestant (de Guiran et Netscher, 1970 ; de Guiran 1983).

- Les endoparasites migrants ces nématodes présentent tous les stades mobiles à l'exception de l'œuf. Les nématodes traversent les tissus végétaux de cellule en cellule, ou peuvent quitter les tissus végétaux à la recherche de nouvelles sources alimentaires. Au cours de leur migration et de leur alimentation, ces nématodes pondent des œufs soit à l'intérieur du cortex racinaire soit dans le sol environnant les racines. Les cellules endommagées sécrètent des toxines qui peuvent tuer les cellules adjacentes, conduisant à la formation de petites tâches ou de lésions nécrotiques. Des champignons et des bactéries, agents de pourriture secondaire des racines, sont souvent associés aux déplacements et aux points d'entrée créés par les nématodes endoparasites migrants (de Guiran, 1983).
- Les semi-endoparasites sédentaires, tous les stades juvéniles se rencontrent dans le sol. Les œufs pondus par les femelles matures sont libérés dans le sol et donnent à l'éclosion des L2. Ceux-ci vont subir trois mues et devenir soit des mâles, soit des femelles immatures qui se fixent à la racine en enfonçant leur partie antérieure dans les tissus végétaux. Elles y restent et s'enflent postérieurement, la partie postérieure du corps de la femelle reste dans le sol cas de *Rotylenchulus borealis* et nématode des citrus *Tylenchulus semipenetrans* (Anonyme, 1986).
- Les semi-endoparasites migrants le cycle débute dans le sol, les J4 après la dernière mue donnent des adultes qui s'accouplent. Les œufs pondus libèrent des L2 qui partent à la recherche de racines nourricières cas de *Scutellonema cavenessi* et *Helicotylenchus dihystera*. Les nématodes pénètrent dans la racine et y effectuent deux mues pour devenir des J4 puis retournent au sol (de Guiran, 1983).

II.2.2. Les parasites internes

Les nématodes ectoparasites s'alimentent de manière externe, à la surface des plantes, généralement sur les poils absorbants ou le tissu cortical externe des racines. On les retrouve souvent en très grand nombre sans que cela soit un problème. Cependant, ils peuvent occasionner de sérieux dommages aux plantes souffrant de stress d'origine biotique ou abiotique (e.g. attaque fongique ou faible disponibilité en eau). Les exemples de nématodes ectoparasites sont : les nématodes 'annelés' (*Criconemoides* spp.) et le nématode agent du bout blanc sur le riz (*Aphelenchoides besseyi*). Il est également bien reconnu que certains nématodes ectoparasites sont des agents importants de transmissions de virus aux plantes (*Xiphinema* ; *Longidorus* ; *Trichodorus* et *Paratrichodorus*) (de Guiran, 1983).

II.3. La diversité trophique des nématodes

Les nématodes sont un ensemble écologiquement hétérogène d'où la nécessité d'une division en différentes fractions (Sohlenius, 1980). Les groupes fonctionnels et trophiques de nématodes peuvent être distingués principalement par les organes associés avec les modes alimentaires variés. Les niveaux trophiques utilisés permettent de distinguer les saprophages (omnivores, bactériophages et prédateurs), les fongivores et les phytophages (Wasilewska, 1971 ; Niblack, 1989 ; Bernard, 1992 ; de Goede, 1993 ; Neher *et al.*, 1995). La distribution des groupes de nématodes à travers les écosystèmes est hautement variable. L'abondance des groupes trophiques de nématodes change avec les conditions environnementales du sol (Sohlenius, 1980). Les indicateurs peuvent être basés sur les espèces caractéristiques d'un peuplement, les groupes d'espèces ou les groupes trophiques (Wasilewska, 1979 ; di Castri et Younes, 1990). Selon di Castri et Younes (1990), les espèces ou les groupes d'espèces (agrégations, peuplements) sont les meilleurs indicateurs des propriétés de l'environnement à une échelle locale ou pour les dimensions spatio-temporelles réduites. Plusieurs indicateurs peuvent fournir des indices potentiels de changement de l'environnement à une échelle régionale.

II.3.1. Les nématodes omnivores :

Ces nématodes omnivores posent des problèmes de classification puisqu'ils réunissent plusieurs groupes trophiques (Bernard, 1992 ; Neher et Campbell, 1994). Les consommateurs d'algues sont également classés dans ce groupe (Freckman et Caswell, 1985 ; Neher *et al.*, 1995). Ils sont pratiquement inexistantes dans les agro-systèmes, représentés en faible nombre dans les zones naturelles et abondants dans les prairies. Les omnivores appartenant à l'ordre des *Dorylaimida* sont considérés comme indicateurs des écosystèmes perturbés (Freckman et Caswell, 1985).

II.3.2. Les nématodes bactériophages

Ces nématodes constituent le groupe le plus abondant dans le sol (Freckman et Caswell, 1985 ; Hofman et Jacob, 1989). Les bactériophages ont un effet majeur sur la productivité de la plante en agriculture. En effet, une augmentation des effectifs de leur peuplement traduit une augmentation de l'azote du milieu (Griffiths *et al.*, 1992). Leur abondance indique une intense activité bactérienne de décomposition de la matière organique animale et végétale (Freckman et Caswell, 1985 ; de Goede, 1993 ; Wasilewska, 1996).

II.3.3. Les nématodes prédateurs

Ce groupe est constitué d'espèces polyphages appartenant à plusieurs ordres. Ils se nourrissent de protozoaires, de bactéries, de spores de champignons, de rotifères, de tardigrades, d'autres nématodes, etc... (Freckman et Caswell, 1985). Ces prédateurs choisissent leur proie en fonction de l'épaisseur et de la structure de sa cuticule, de sa mobilité et de sa résistance. Les endoparasites migrants semblent être les cibles de choix, puis viennent les ectoparasites corticaux et enfin, les ectoparasites épidermiques (Freckman et Caswell, 1985).

II.3.4. Les nématodes fungivores :

Ces nématodes se nourrissent indifféremment de plusieurs espèces de champignons (parasites, saprophytes et symbiotes). Ces mycophages constituent une catégorie de microbiophages, migrent et se reproduisent dans les sites du sol,

où la nourriture est disponible en quantité importante (Hofman et Jacob, 1989). Quoique leur contribution dans la biologie des sols ne soit pas encore pleinement comprise, les nématodes fongivores communs et abondants dans les sols jouent indéniablement un rôle dans le maintien de la balance vitale microbienne (Morgan-Jones et Rodriguez-Kabana, 1985). Certains taxa de ce groupe n'ont pas un régime alimentaire fixe puisqu'ils peuvent se comporter également en phytoparasites. C'est le cas de *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides* spp et *Ditylenchus africanus*. Cette dernière espèce cause des dégâts sur l'arachide en Afrique du sud (Venter *et al.*, 1992). Comme les bactériophages, plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer leur abondance tel que l'accumulation et la décomposition de la matière organique (Wasilewska, 1996), la teneur en argile (Yeates et Bird, 1994) et l'amendement organique (Wasilewska, 1976). Dans certains cas, l'augmentation de leur abondance indique une acidité du milieu due à l'apport de fertilisants minéraux (Wasilewska, 1979).

II.3.5. Les nématodes phytophages

Le parasitisme, mode de vie très répandu dans le monde animal et végétal, est une association permanente ou temporaire entre deux êtres différents. Le parasite ne pouvant survivre qu'aux dépens de son hôte qui lui assure toujours le couvert et parfois le gîte. Contrairement au prédateur qui doit tuer sa proie pour se nourrir, le parasite ne prélève sur son hôte que ce qui lui est nécessaire pour survivre. En général, la présence d'un parasite ne met pas trop en danger la vie de son hôte car, de la survie de l'hôte dépend celle du parasite. L'association hôte-parasite n'est nécessaire qu'au parasite, qui seul en tire bénéfice. Les nématodes phytoparasites se nourrissent sur les bulbes, tubercules, feuilles ou racines. Ils peuvent directement affecter la croissance et la vigueur des plantes (Robertson et Freckman, 1995). Dans ce groupe, on retrouve les nématodes parasites de plantes (ou phytophages) qui sont relativement les mieux étudiés. Ce groupe comprend la plupart des Tylenchida ainsi que quelques genres des Aphelenchida et des Dorylaimida. La cavité buccale comporte un stylet qui est utilisé pour perforer les cellules végétales lors de l'alimentation. Les ectoparasites restent dans le sol et s'alimentent à la surface des

racines tandis que les endoparasites pénètrent dans les racines pour y vivre et s'alimenter.

II.4. Modes de survie des nématodes

Pour passer cette mauvaise saison et les conditions défavorables, les nématodes phytoparasites s'adaptent en prenant des formes de résistance. Bien plus que d'autres groupes animaux, les nématodes sont probablement plus résistants dans les conditions environnementales adverses. Les diverses formes peuvent être.

II.4.1. L'anhydrobiose :

Les nématodes sous cet état se déshydratent et se plasmolysent, dès les premières pluies, ils entrent en activité et d'importantes populations se reconstituent rapidement grâce aux adultes qui s'accouplent ou par reproduction parthénogénétique. Ce mode de résistance est très adapté en conditions climatiques marquées par une longue saison sèche de 9 mois (Demeure *et al.*, 1979 ; Demeure, 1980; Demeure *et al.*, 1980; Gaur, 1988; Baujard et Martiny, 1991). L'anhydrobiose concerne les phytoparasites comme les espèces *Aphelenchus avenae*, *Criconemella ornata*, *Scutellonema cavenessi* et *Helicotylenchus dihystera*. Ce mode de résistance est de règle également dans les genres *Meloidogyne*, *Tylenchorhynchus*, *Rotylenchulus*, *Ditylenchus*, *Hemicycliophora* et *Pratylenchus* (Demeure, 1978 a, b ; Saeed et Rossner, 1984; Gaur, 1988; Antoniou, 1989; Gaur et Perry, 1991) et chez les Rhabditides. Ces derniers sont réactivés plus rapidement et demeurent viables plus longtemps que les Tylenchides en stade anhydrobiotique (Gaur, 1988).

II.4.2. L'enkystement

Ce sont des formes particulières de résistance. Dans ce cas, seules les femelles adultes sont concernées : les œufs restent à l'intérieur du corps de la femelle à la mort de celle-ci, la cuticule se transforme en un kyste protecteur. Quand les conditions redeviennent favorables, les œufs libèrent des L2. Ces formes de résistance se rencontrent chez les espèces du genre *Heterodera* et *Globodera* (de Guiran, 1983).

II.4.3. La migration verticale

Au fur et à mesure que le sol se dessèche, le nématode migre en profondeur pour trouver de l'humidité et il remonte dans les horizons superficiels dès le début de l'hiver, cas de *Meloidogyne* spp (Prat, 1984), *Aphasmatylenchus straturatus* (Germani et Luc, 1982) et certains *Hoplolaiminae* (Baujard *et al.*, 1987). Pendant la saison sèche, *Aphasmatylenchus straturatus* est concentré entre l'horizon moins 40 et moins 50 cm, zone où sont localisées les racines du ligneux *Butyrospermum parkii* (karité) à l'intérieur desquelles, le nématode a été observé ; le karité apparaît comme l'hôte naturel de ce nématode (Gennani et Luc, 1982).

II.5. Les nématodes dans les écosystèmes naturels « forêt »

Les nématodes existent dans la plupart des habitats, mais sont souvent ignorés en raison de leur taille microscopique. Dans un mètre carré de forêt peut contenir plusieurs millions de nématodes (Luc *et al.*, 2005). La nématofaune des forêts est généralement concentrée dans les 10 premiers centimètres du sol, avec un maximum dans l'horizon 0-3 cm (Arpin *et al.*, 1980). Selon Price et Siddiqi (1994), 80% de la nématofaune est comprise entre 0 et 15 cm. Cette distribution verticale des nématodes est variable et elle dépend chez les nématodes phytoparasites de l'enracinement et chez les nématodes libres de la distribution de la ressource (Nicholas, 1975). L'étude de Wasilewska (1971), dans la forêt souligne la dominance des nématodes bactériophages dans les premières couches du sol tandis que les phytoparasites abondent en profondeur ; en outre, la présence des végétaux accroît le nombre des phytoparasites et des nématodes mycophages.

Les sols forestiers sont souvent numériquement plus pauvres que les zones des prairies comme le démontrent certains travaux dont notamment ceux de Nielsen (1949), Egunjobi (1971), Yuen (1966), Bassus (1967). Le passage de la forêt à la prairie tend à accroître principalement le nombre d'espèces phytoparasites. En général les sols à humus doux sont plus riches que les sols acides ou les forêts marécageuses. Les forêts sous climat tempéré présentent une nématofaune à

densité plus élevée que celles des régions tropicales. Les nématodes *Dorylaimida* subissent un stress important dans les sols perturbés mal drainés par contre les *Tylenchida* globalement sont indifférents à ce phénomène mais au niveau spécifique, les *Tylenchus sp.* (Souvent mycophages) sont dominants dans les sols bien drainés à couverture de Chênes tandis que *Tylenchorhynchus silvaticus* et *Helicotylenchus platyurus* (Phytophages) le sont respectivement dans les sols plus compacts (Erables) et inondés (Peupliers) (Arpin et al, 1980). Dans une étude portant sur les nématodes des forêts d'Ecosse (Hêtres, Bouleaux, Chênes, Conifères) Boag (1974) a montré qu'il y a une certaine homogénéité dans la répartition des principaux genres. La distribution des genres *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus* et *Paratylenchus* est cependant restreinte aux sites les plus secs.

INTRODUCTION

Les forêts sont des écosystèmes d'une grande richesse spécifique, présents sous des conditions climatiques, géographiques et écologiques variées. Au sein de l'environnement 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 Chréa est parmi les régions les plus riches en matière de biodiversité, Les formations forestières du parc national de Chréa (Atlas Blidéen) sont à base du cèdre de l'Atlas (1200 ha) qui est l'essence noble des hautes montagnes de l'Algérie (Boudy, 1950) et la faune qu'abrite ce massif montagneux est aussi importante que diversifiée.

Alors les nématodes qui associé au cèdre de l'atlas (*Cedrus Atlantica*) sont l'un des taxons les plus abondants parmi les invertébrés du sol (plusieurs dizaines de millions d'individus par mètre carré), comme les Protozoaires, sont des animaux hydrophiles (Maldague, 1958). Ils sont classés en quatre groupes trophiques, sont les bactérivores, les fongivores, les prédateurs-omnivores, les phytophages. Ces groupes sont utilisés comme indicateurs de la qualité des milieux marins et terrestres. Il est difficile d'identifier les nématodes au niveau des espèces, mais il est relativement simple de distinguer les différents groupes trophiques en se basant sur la forme et la taille de leurs pièces buccales parce que La détermination spécifique des nématodes rencontrés dans le sol est une tâche délicate et ardue mais nécessaire (N'déye, 1994).

Les nématodes sont considérés comme très importants dans la chaîne alimentaire du sol. Les facteurs environnementaux tels que la disponibilité des ressources, la

Introduction

composition de la végétation et les conditions abiotiques (type de sol, par exemple) déterminent les espèces de nématodes et les groupes fonctionnels présents. Par ailleurs, les nématodes peuvent avoir des actions inattendues telles que celle de transporter d'autres organismes au sein du sol (Jeffery et al ,2010).

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 Chréa (Larid, 1989 ; Doumandji et Doumandji- Mitiche, 1993 et Mazari, 1995). Cependant, Les connaissances sur la nématofaune des forêts et notamment celle associée au cèdre du parc de Chréa sont inexistantes ainsi nous avons entrepris cette étude novatrice qui vise à identifier les nématodes du cèdre de l'atlas (*Cedrus Atlantica*), à évaluer la structure de ces communautés et estimer la diversité et la richesse en tenant compte de divers paramètres comme le temps, la profondeur, les expositions et le lieu des prélèvements (canopée et non canopée).

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1. Objectifs

Le but de notre travail est d'inventorier d'une part les nématodes associés au cèdre de l'atlas (*Cedrus Atlantica*) dans le Parc National de Chrèa et évaluer la structure des communautés, la diversité globale temporelle des nématodes en fonction des profondeurs, des expositions et endroits de prélèvement (canopée et non canopée).

III.2. Méthodologie

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

- Sorties sur terrain et prélèvement des échantillons de sol.
- Extraction des nématodes du sol par la méthode de flottaison et de sédimentation, méthodes des seaux, (Dalmasso, 1966).
- Caractérisations des nématodes rencontrés (dénombrement et identification) à la loupe binoculaire en se basant sur la clé d'identification de Jacob et Middepijns (1988).

III.3. Echantillonnage

III.3.1 Sites d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons a été réalisé dans la station de Chrèa (précisément les 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 (figure 5).

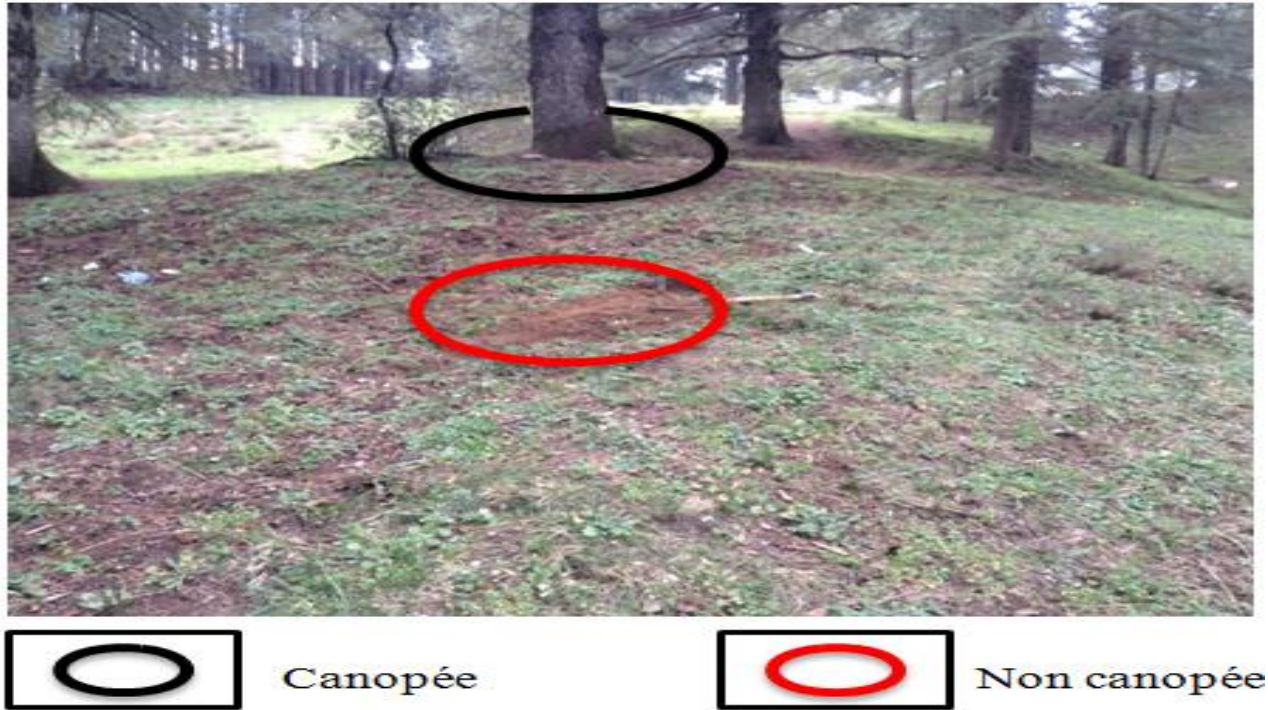


Fig.5. Station de prélèvement (Original, 2016).

III.3.2. Outils d'échantillonnage

Les outils utilisés pour échantillonner sont représentés sur la figure (6). 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. 6. 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 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 accompli en fonction des directions (Sud et Nord) et de trois profondeurs (0-10 ; 10-20 et 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 a échantillonné, 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 transporter au laboratoire. Les sorties se sont étalées sur une période de cinq mois, allant de 28 décembre 2015 au 28 avril 2016, avec une moyenne d'une sortie par mois.

III.4. Extraction des nématodes :

La méthode d'extraction utilisée est celle des seaux de Dalmasso (1966), dite méthode de flottaison et sédimentation. Elle est basée sur les différences de densité entre les nématodes et les différentes parties du sol. Elle nous permet d'extraire les nématodes de différente taille du sol en superposant des tamis à différentes mailles. Cette méthode est très rudimentaire et demande un équipement minimal, elle est peu coûteuse.

III.4.1. Le matériel d'extraction :

Le matériel d'extraction est représenté dans la figure 7 et il comprend :

- tamis de 2 mm.
- tamis de 90 μ .
- 2 seaux de 10 l chacun.

- Bâton.
- Béchers.
- Entonnoirs.
- Des tubes à essai de 100 ml.
- Tamis avec filtre kleenex.
- Pissette d'eau.
- Cellule de comptage gradué.
- Loupe binoculaire.
- Pipette.



Fig.7. Le matériel d'extraction (Original,2016).

III.4.2. Procédé d'extraction des nématodes

Les sols sont préalablement bien homogénéisés au laboratoire sur un plateau. A partir de ces échantillons, on prépare dans un béccher 250 ml de terre. Cette quantité est déposée et délayée à travers le tamis (2mm) dans une petite bassine (figure 8), ce tamis va retenir les gros cailloux, le sable grossier et les débris organiques. Le contenu de la bassine est ensuite transvasé dans un seau en plastique qui est complété à 7 litres d'eau. A l'aide d'un bâton on mélange le contenu du seau pour mettre en suspension les nématodes et les particules du sol. On laisse quelques secondes pour que l'eau se stabilise sans qu'elle ne s'arrête totalement de tourbillonner, on verse le surnageant à travers le tamis de 0.9 μm qui va retenir les nématodes. On récupère successivement le contenu de chaque tamis à l'aide d'un jet d'eau de pissette dans un cristallisoir. On répète l'opération 3 fois pour récupérer le maximum de nématodes. Pour chaque échantillon on procède à deux extractions (02 répétitions) à raison de 250 ml de sol chacune.

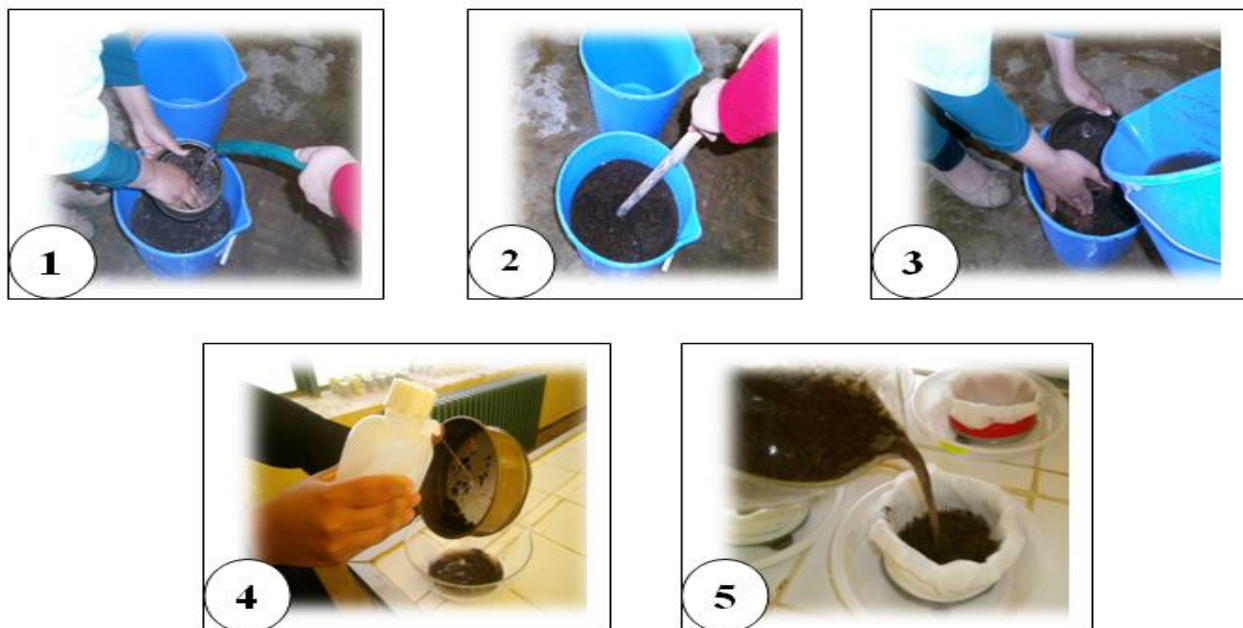


Fig.8. Les étapes d'extraction (original, 2016).

1. Passage du sol à travers le tamis de 2 mm.
2. Mélanger le contenu du seau à l'aide d'un bâton.

3. Passage du contenu du seau à travers le tamis de 0,9 μm .
4. Rinçage du contenu du tamis 0,9 μm à l'aide d'une pissette.
5. Mettre le contenu du cristalliseur dans un tamis à papier filtre.

III.4.3. Le passage actif

On procède à la purification par passage actif des nématodes (figure 9) car la solution obtenue après extraction est boueuse. Il est impossible d'observer les nématodes à ce stade.

Pour cela on prépare les tamis en plastique avec des filtres Kleenex humidifiés. On fait passer le contenu du cristalliseur pour chaque échantillon, à travers les tamis précédemment préparés celui-ci est placé au préalable dans une assiette en plastique. On met la solution obtenue dans les tamis avec les filtres kleenex. On laisse la diffusion pendant 3 jours. Une fois le séjour achevé, le contenu de chaque assiette en plastique est récupéré dans un tube à essai de 100 ml, puis on le laisse se décanter pendant 1 heure. Ensuite il sera réajusté à la graduation adéquate à 25 ml.



Fig.9. Le passage active de nématodes (Original, 2016).

III.4.4. Le dénombrement ou comptage des nématodes

Pour évaluer la densité totale et celle des taxons dans nos échantillons. Nous prélevons 5 ml après homogénéisation des tubes à essai. Ils sont déposés dans la cellule de comptage pour le dénombrement et l'identification morphologique basée sur l'observation de certains caractères discriminants sous loupe binoculaire tel que la présence ou l'absence du stylet, sa longueur et sa forme; la forme de la tête ; de la queue ; la longueur du corps ; la disposition de la glande œsophagienne par rapport à l'intestin. Les populations de nématodes du sol sont exprimées en nombre de nématode par 1L de sol (Merny et Luc, 1969) figure10.



Fig.10. Dénombrement des nématodes sous loupe binoculaire (original, 2016).

III.5. Exploitation des résultats

Les données recueillies sur les populations des nématodes recensées sont analysées afin d'émaner les caractéristiques majeurs. Pour cela nous avons fait appel à divers méthodes d'analyses.

III.5.1. Analyses de variance (SYSTAT vers. 7.0, SPSS 1997)

Ce type d'analyse est appliqué afin d'émaner si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions étudiées. Il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans

certain cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution.

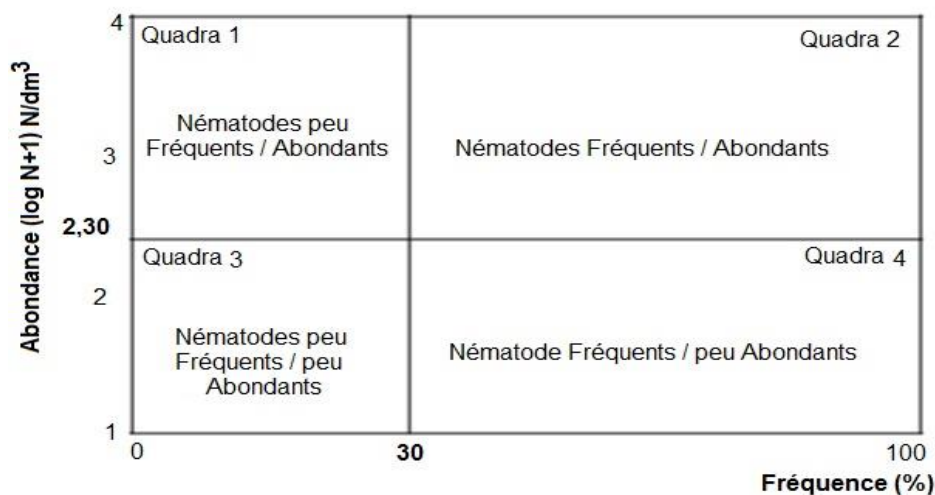
Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (GLM).

III.5.2. Diagramme des Fréquences-abondances

Fréquence: Correspond au pourcentage d'échantillon dans lesquels le genre ou l'espèce a été trouvée. Le seuil de fréquence dans le sol est 30% (Tabl. 4).

Abondance: Correspond au logarithme décimal $\log(N+1)$, où N est la moyenne des effectifs des taxons dans les échantillons où ils ont été trouvés. Le seuil d'abondance est de $200N/dm^3$ de sol; ($\log 200=2.30N/dm^3$) (Tableau 4).

Tableau 4: Diagramme de fréquence et abondance (Fortuner et Merny, 1973).



III.5.3. Exploitations des indices écologiques

Les communautés de nématodes sont analysées par les indices suivants : Indice de Shannon-Weaver (H'), l'indice d'équitabilité (J) et la Richesse générique (RS) sont analysés à travers le logiciel PAST (compare Diversity).

Conclusion

Au terme de cette première étude sur la nématofaune sous cèdre dans le parc national de Chréa, les résultats obtenus font ressortir dans une diversité de 10 genres. Ils sont représentés par *Tylenchus sp*, *Pratylenchus sp*, *Helicotylenchus sp*, *Ditylenchus sp*, *Aphelenchus sp*, *Aphelenchoides sp*, *Ecuminicus sp*, *Eurydorilaimus sp*, *Dorylaimus sp*. et *Mononchus sp*.

Les nématodes identifiés sont répartis en fonction de leur type d'alimentation en quatre groupes trophiques.

- Les nématodes phytophages (*Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*).
- Les nématodes Fungivores (*Ditylenchus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*).
- Les nématodes prédateurs–omnivores (*Ecuminicus*, *Eurydorilaimus*, *Dorylaimus*, *Mononchus*)
- Les nématodes libres du sol représentés en grande partie par les bactérivores non identifiés.

Les densités globales des nématodes et groupes trophiques varient en fonction du temps, des profondeurs, des directions (Sud, Nord) et de l'endroit (canopée, non canopée). La répartition globale des taxons montre qu'une forte densité sous canopée de la cédraie direction sud et la profondeur (0-10cm). Les abondances des nématodes sont inversement proportionnelles aux horizons prospectés.

La communauté de nématode présente des fluctuations temporelles. Les fortes densités sont enregistrées en Janvier, Mars et avril et sont faible en décembre et février. Les groupes qui abondent sous cèdre dans le parc national de Chréa sont les bactérivores suivi par les fungivores et les phytophages, les plus faibles sont les prédateurs –omnivores.

Le diagramme des fréquences - abondances montre que les taxons sont classés en trois groupes (fréquents peu abondants et peu fréquent peu abondants et peu fréquents abondants). Le groupe des nématodes bactérivores occupe toujours la position « fréquent et abondant ». Pour les nématodes fungivores (*Ditylenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* et *Aphelenchoides*) et les prédateurs-omnivores

Conclusion

(*Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Eurydorylaimus*) sont pour la plupart classés dans les groupes « fréquent et peu abondant » et « fréquent et abondant ».

Pour les phytophages cas de *Pratylenchus* il est abondant et peu fréquent sous canopée sud de la cédraie. Par contre sous non canopée il est peu fréquent et peu abondant dans la couche (0-10cm) quelque soit la direction (Sud et Nord) et devient abondant et fréquent à la profondeur (20-30cm) direction sud. Pour le *Helicotylenchus*, il est peu abondant mais fréquent dans les horizons (0-10 et 10-20cm), mais dans la couche profonde (20-30cm) direction nord il se classe dans le groupe « peu fréquent et peu abondant ».

L'exploitation des différents indices écologique montre que la richesse ne présente pas de différence significative dans la cédraie. Cependant la diversité est élevée dans la première couche (0-10cm) est diminuée sensiblement en allant vers la profondeur (10-20 et 20-30cm). Alors que l'équitabilité est importante dans les horizons profonds (20-30cm) ou la communauté des nématodes tend vers l'instauration d'un équilibre entre espèces par rapport aux couches superficielles (0-10cm).

En perspectives, il serait intéressant de poursuivre ce travail et de visé d'autres essences forestières telles que les pinèdes afin de rechercher le nématode inféodé au pin le *Bursaphelenchus xilophilus* responsable du dépérissement de ces arbres, sur cèdre ce nématode n'a pas été détecté.

Les References bibliographiques

- **Anonyme a , 2016** : <http://www.parcnationalchrea.dz>.
- **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 ,2016** : <http://www.fr.climat-data.org> .
- **Anonyme b, SD**, un territoire d'exception biologique à préserver, Parc National de Chréa .Ed. Mab Réserve de la biosphère, 16 p.
- **Anonyme, 1986**. Plant-Parasitic Nematodes of Bananas, Citrus, Coffee, Grapes and Tobacco. *Comm. Projects Manager Union Caraibe-Agriculture Products Company*. Inc. P.O. Box 12014. Reseach. Triangle Park USA ,71 p.
- **Anonyme, 1986**. Plant-Parasitic Nematodes of Bananas, Citrus, Coffee, Grapes and Tobacco. *Comm. Projects Manager Union Caraibe-Agriculture Products Company*. Inc. P.O. Box 12014. Reseach. Triangle Park USA ,71 p.
- **Anonyme**, 2014 -Plan de gestion du PNC, 157p.
- **Antoniou, M, 1989**. Arrested development in plant parasitic nematodes. *Benaki, Phyto. Inst. Kiphissa, Creece. Helminth. Abstract.*, 58: 19 p.
- **Arpin P, Kilbertus G, Ponge J, Vannier G.1980**. Importance de la microore et de la microfaune en milieu forestier. Pesson, P. *Actualit_es d'_ecologie foresti_ere: sol, ore,faune, Gauthier-Villars*, pp.87-150.
- **Bassus W. (1967)** – Der Einfluk von Meliorations- und Düngungsmaknahmen auf die Nematodenfauna verschiedener Waldböden, *Pedobiologia*, **7**, 280–295.
- **Baujard P. & Martiny B, 1991**. Données nouvelles sur le nématode *Tylenchorhyncus germanii* (Gerrnani & Luc, 1984) Fortuner & Luc, 1987 (Nematoda : Belonolaimidae) II. Études au laboratoire. *Afro-Asian Journa. Nematol.*, 1 : 94-100.
- **Baujardp.; Berthou F.; Bodian N.; Martiny B.; Pariselle A. & Sarr E, 1987**. Rapport d'activité du Kaymor (Sine-Saloum, Sénégal). CIRAD, D.R.M./L-PM.5, 40 p.

- **Bazi A., 1988** – *Contribution à l'étude de l'avifaune du parc national de Chr a: station de Ghellai, abondance, diversité spécifique et origine biogéographique.* Thèse.Ing.Agro. Inst.agro., El Harrache, 70p.
- **Benchekroun F., 1993.** L' conomie de la cédraie marocaine et son impact sur le développement des collectivités locales. *Annales des Recherches Forestières du Maroc 27(spécial).* Pp : 714-724.
- **Bernard E.C. 1992.** Soil nematode biodiversity. *Biology and Fertility of Soils*, 14: 99-103.
- **Boag B., 1974** – Nématodes associated with forest and woodland trees in Scotland, *Ann. Appl. Biol.*, **77**, 41–50.
- **Bongers T., 1990.** The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, 83 :14-19.
- **Boudy P., 1950.** Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, T2. pp : 529-619.
- **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.
- **Braque R., 1988.** Biogéographie des continents. Masson.- 470p.
- **Dajoz R., 1971-** *Précis d' cologie* .Ed. Dunod, Paris, 343P.
- **Dalmasso A., 1966** - Méthodes simples d'extraction des nématodes du sol. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 3, pp.473-478.
- **Demeure Y., 1978a.** Influence des températures élevées sur les  tats actifs et anhydrobiotiques du nématode *Scutellonema cavenessi*. *Rev. Nématol.*. 1 : 13-19.
- **Demeure Y., 1978b.** Les causes de la survie de certains nématodes phytoparasites (*Scutellonema cavenessi* et *Meloidogyne* spp.) pendant la saison sèche dans le Sahel sénégalais. Thèse de Doctorat de Spécialité (3eme cycle) de Sciences Biologiques Appliquées, Université Claude Bernard, Lyon 1,105p.
- **Demeure Y.,1980.** Biology of the plantparasitic nematode *Scutellonema cavenessi* Sher, 1964 : anhydrobiosis. *Rev. Nématol.*, 3 : 283-289.

- **demeure y.; Netscher C. & Quénéhervé P., 1980.** Biology of the plant-parasitic nematode *Scutellonema cavenessi* Sher, 1964 : reproduction, development and life cycle. *Rev. Nématol.*, 3 : 213-225.
- **Demeure Y.j & Freckman D.W. & Vangundy S.D. ,1979 .** Anhydrobiotic coiling of nematodes in soil. *J. Nematol.*. II : 189-195.
- **Di castri F. & Younes T., 1990.** Fonction de la diversité biologique au sein de l'écosystème. *Acta OEcologica*. II : 429-444.
- **Doumandji S. et Doumandji-Mitiche B., 1993-** Les mantes du parc national de Chréa. *Ann.Soc. Entomol.Fr.*, 29 (1), pp.105-106.
- **Egunjobi O.A., 1971 –** Soil and litter nematodes of some New-Zealand forests and pastures, *N. Z. J. Sci.*, 14, 568–579.
- **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.
- **Fortuner R et Merny G .,1973 -** les nématodes parasites les racines associés au riz en Basse-Casamance (Sénégal) et en Gambie. *Cahier ORSTOM, Série Biologique*, 21, pp.3-30.
- **Fortuner R.,1976** Etude écologique des nématodes dans les rizières du Sénégal. *Cahier SORSTOM. série biologie*: II,179-192.
- **Freckman D.W. 1988.** Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. *Agriculture. Ecosystems and Environment*.24: 195-217.
- **Freckman D. W.Mankau R.& Ferris H., 1975.** Nematodes Community Structure in Desert Soils : Nematodes Recovery. 1. *Nematol.*, 7 : 343346.
- **Freckman D.W. & Ettema H.C., 1993** Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture. Ecosystems and Environment*, 45 : 239-261.
- **Freckman, D.W. & caswell, E. 1985.** The ecology of nematodes in agroecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, 23 :275-296.
- **Gaur H. S. & Perry R. P., 1991.** The role of moulted cuticle in the dessication survival of adults of *Rotylenchulus reniformis*. *Rev. Nématol.*, 14: 491-496.
- **Gaur H. S., 1988.** Dissemination and mode of survival of nematodes in dust storms.*Indian 1. Nematol.*, 18 : 94-98.

- **Germani G. & Luc M., 1982b.** Etudes sur la "chlorose voltaïque" des légumineuses due au nématode *Aphasmatylenchus straturatus* Germani. II. *Rev. Nématol.* 5 : 139-146.
- **Goede (DE) R., 1993.** *Terrestrial nematodes in a changing environm* Department of Nematology. Agricultural University, Wageningen, 137 p.
- **Griffiths B.S.; Welschen R.; Vanar END Onk J.J.C.M. & LamberS, H., 1992.** The effet of nitrate supply on bacteria and bacterial feeding faunain the rhizosphere of different grass species. *Oecologia.*, 91 : 253 259.
- **Guiran (DE) G. & Netscher C., 1970.** "Les nématodes du genre *Meloidogyne*, Parasites de cultures tropicales." *Cahiers. ORSTOM, Série Biologie*, 11 : 151-180.
- **Guiran (DE) G., 1983.** *Nématodes, les ennemis invisibles. Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés.* La Littorale, S. A. beziers, 40 p.
- **Halimi A., 1980-** *L'Atlas Blidéen : Climats et étages végétaux.* Ed. O.P.U, Alger, 523p.
- **Hofman T.W. & Jacob JJ., 1989** .Distribution and dynamics of mycophagous and microbivorous nematodes in potato fields and their relationship to sorne food sources. *Ann. Appl. Bio.*• 115 : 291-298.
- **Jaccob J.J. et Middepiaats W.C.T., 1988** - Fascicule de détermination des principaux nématodes phytoparasites au stéréoscope, cours de nématologie, TSP, Vol. 2, Niamey, Niger, 175 p.
- **Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Peres G., Römbke J. et van der Putten W. H. 2010.** Atlas européen de la biodiversité du sol. ed. 2013, Commission européenne, Bureau des publications de l'Union européenne, Luxembourg pp 10-103.
- **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.
- **Lawton, J.H., Bignell, D.E., Bolton, B., Bloemers, G.F., Eggleton, P., hammond, P.M., Hodda, M., Holt, R.D., Larsen, T.B., Mawdsley, N.A., Stork,**

- N.E., Srivastava, D.S. & Watt, A.D., 1998.** Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, 391 :72-76.
- **Luc M., Sikora R.A. & Bridge J., 2005.** Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, 2nd edition, CAB International, Wallingford, UK.
 - **M'hirit O., Benzyane M., et Blerot P., 2006.** Le cèdre de l'Atlas : Mémoire du temps, Éd. Mardaga. 245p.
 - **Maldagume., 1958.** - Relations entre microfaune et microflore du sol dans la région de Yangambi (Congo belge). *Agricultura*, Louvain, 6, no, p. 339-351.
 - **Mazari G., 1995-** *Etude faunistique de quelques stations du parc national de Chréa*. Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 165p.
 - **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.
 - **Meftah T., 1985-** *Etude des grands mammifères de Gellaï 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.
 - **Merny G et Luc M., 1969** - Les techniques d'échantillonnage des peuplements de nématodes dans le sol. In: problèmes d'écologie, Paris, France, pp.237-272.
 - **Jones M G. & Kàbana R. (1985).** Phytonematode pathology: fungal modes of action. A perspective. *Nematropica*, 15: 107-114.
 - **Mutin G., 1977-** *La Mitidja, décolonisation et espace géographique*. Ed. Off. Pub. Univ., Alger, 606p.
 - **Neher D.A.; Peck S.L.; Rawlings J.O. & Campbell C.L., 1995.** Measures of nematode community structure and sources of variability among and within agricultural fields. *Plant and Soil*, 170, 187-201.
 - **N'déye N. 1994,** Caractérisation spatio temporelle des nématodes phytoparasites de la zone protégée da Mbour. Mémoire de D.E.A. De biologie animale. université de Cheikh Anta Diop de Dakar. faculté des Sciences et Technique, 48 p.

- **Neher D.A. & Campbell C.L., 1994.** Nematode communities and microbial biomass in soils with annual and perennial crops. *Applied Soil Ecology*, 1 : 17-28.
- **Neher D.A.; Peck S.L.; Rawlings J.O. & Campbell C.L., 1995 .** Measures of nematode community structure and sources of variability among and within agricultural fields. *Plant and Soil*, 170, 187-201.
- **Niblack T.L., 1989.** Applications of nematode community structure research to agricultural production and habitat disturbance.1. *Nemlltol.* 21 : 437-443.
- **Nicholas W.L., 1975 –** *The biology of free-living nematodes*, Clarendon Press, Oxford, 220 p.
- **Nielsen O.C., 1949 –** Studies on the soil microfauna. II. The soil inhabiting nematodes, *Nat. Jutl.*, 2.1, 1-132.
- **Price N.S., Siddiqui M.R., 1994,** Rainforest nematodes with particular references to the Korup National Park, Cameroon. *Afro-Asian Journal of Nematology*, 4 :117-128.
- **Quénéhervé P., 2009-**Les nématodes dans les écosystèmes forestiers des Caraïbes. Richesse biologique ou risqué phytosanitaire? . pp1-19
- **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. Pp : 156-171.
- **Robertson G.P. & Freckman D.W., 1995.** The spatial distribution of nematode trophic groups across a cultivated ecosystem. *Ecology*: 76 : 1425-1432.
- **Sadek M.A., 1977.** *Plant Nematology an Agriculture Training Aid*. Department of food and agriculture division of plant industry laboratory Nematology, California. Library of congres, 157 p.
- **Saeed M. & Rossner J., (1984).** Anhydrobiosis in five species of plant associated nematodes. 1. *Nemalol.*, 16 : 119124.
- **Sohlenius B., 1980.** Abundance, biomass and contribution to energy flow by soil nematodes in terrestrial ecosystems. *Oikos*, 34: 186-194.
- **Stewart P.,1969.** -Climat de l'Algérie .Inst., Météo, Phy., globe de l'Algérie ,Alger,219p.

- **Venter C; Waele (DE), D & Van edoen C. F., 1992.** Plant-parasitic nematodes on field crop in South Africa. IV : groundnu\ *Fund. Appl. Nematol.* 15 : 714.
- **W asilewska L., 1996.** Bioindication based on soil nematodes. Ins\ of Ecol. Polish Academy of Sciences (PAS). Dziekanow Lesny near Warsaw 01-15Lomianki, Poland. 19 p.
- **Wasilewska, L., 1989** – Impact of human activities on nematodes, in Ecology of arable land, c.chalholm and L. Bergstrom, Ed. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp.123-132.
- **Wasilewska L., (1979).** The structure and function of soil nematodes communities in natureal ecosystem and agrosystem. Ins\ Of Ecol. Polish Academy of Sciences (PAS). Dziekanow Lesny near Warsaw 01- 150 Lomianki, Poland. 19 p.
- **Wasilewska L.,(1971).** Nematodes of the dunes in the Kampinos Forest. II. Community structure based on numbers of individuals. state of biomass and respiratory metabolism. *Ekol. Pol*, 19: 651-688.
- **YEATES G.W. & BIRD A.F., 1994.** Some observations on the influence of agricultural practices on ùle nernatode faunae of some South Australian soils. *FUllc1. Appt. Nematol.*, 17: 133-145.
- **Yeates G.W., Bongers T., Degoede R.M.G., Freckman, D.W., Georgieva S.S., 1993,** Feeding habits in soil nematode families and genera- an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25 :315-331.
- **Yuen P.H., 1966** – The nematoda fauna of the regenerated woodland and grassland of Broadbalk wilderness, *Nematologica*, 12, 195–214.