الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار- عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT

Spécialité: BIOLOGIE VEGETALE

Intitulé

Cartographie des champignons au niveau du Parc National d'El Kala (Nord Est Algérien)

Presentée par: Mlle. Radia DJELLOUL

Membre de Jury:

BRINIS Louhichi (Pr.)	**Président**	**Université Badji Mokhatr –Annaba-**
SAMRAOUI Boudjemaa (Pr.)	**Directeur de thèse**	**Université 8 Mai 45 Guelma**
FORTAS Zohra (Pr.)	**Examinateur**	**Université d'Oran**
DJEMAI Rachid (Pr.)	**Examinateur**	**Université Badji Mokhatr –Annaba-**
BEDIAR Arifa (Pr.)	**Examinateur**	**Université Badji Mokhatr –Annaba-**
SLIMANI Ali (MCA)	**Examinateur**	**Université El Tarf**

Année universitaire: 2013/2014

Remerciements

Les recherches qui font l'objet de cette thèse ont été réalisées au sein du laboratoire de « Biologie végétale et cryptogamie », Faculté de Pharmacie, Université HENRI POINCARE, NANCY, sous la responsabilité du Pr. **HENY Max**. Je lui suis reconnaissante de m'avoir accueilli au sein de son laboratoire de recherche.

Je tiens également à remercier le Président de la Société Lorraine de Mycologie, Monsieur **LILLBERT**, de m'avoir aidé dans l'identification des champignons récoltés.
Mes remerciements s'adressent également à Monsieur **Pierre ROUX**, Pharmacien-Mycologue, à la Ste Sigolène, d'avoir contribué à la réalisation de ce modeste travail, ses encouragements, sa disponibilité, en me faisant partager son expérience et ses connaissances scientifiques.

J'exprime mes remerciements au Professeur **SAMRAOUI Boudjemaa** qui a accepté de diriger et de finaliser cette thèse, ainsi que pour ces conseils et sa disponibilité.

J'exprime mon estime et mes remerciements aux membres de mon jury :
Le Professeur **BRINIS Louhichi** de me faire l'honneur de présider le jury de ma thèse. Je le remercie également pour ses conseils et son soutien.
Professeurs **FORTAS Zohra**, **BEDDIAR A.**, et **DJEMAI Rachid** ainsi que le Dr. **SLIMANI Ali**, d'avoir pris de leur temps pour examiner ce travail.

Je souhaite également remercier très chaleureusement :
Les Professeurs **OUAKID Mohamed** et **BENSOUILAH Mourad** pour tous les efforts fournis afin de finaliser ce travail. Je leur exprime ma plus profonde gratitude pour le temps qu'ils m'ont consacré.
Mon ami et collègue, **SEMAR Faouzi** d'avoir contribué dans la réalisation de ce travail, pour ses conseils et sa patience.
Monsieur **ATEK A.** de m'avoir accueilli au sein de son laboratoire et m'aider à réaliser les analyses pédologiques.

Je remercie tous mes ***collègues*** de l'***Universitaire d'El Tarf*** et de ***l'Université d'Annaba.***

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 01

PREMIERE PARTIE : Présentation du Parc National d'El Kala et des stations d'étude 03

I- Cadre de l'étude 03

II- Situation géographique et administrative 03

III- Description du Parc National d'El Kala 04

III-1- Relief 04

III-2- Les sols 05

III-3- Géologie et géomorphologie 05

III-4- Le réseau hydrographique 08

III-5- Cadre Climat 10

III-5-1- La température 10

III-5-2- Les précipitations 11

III-5-3- L'hygrométrie 11

III-5-4- Le vent 12

III-5-5- Synthèse climatique 12

III-5-5-1- Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1953) 12

III-5-5-2- Le climagramme d'EMBERGER (1955) 13

III-6- Les unités écologiques 14

III-7- Biodiversité 19

III-7-1- La Faune 19

III-7-2- La flore 19

VI- Choix des sites d'étude 21

SECONDE PARTIE : Le choix d'un protocole (Taxinomie, Myco-écologie et Méthodes d'étude 24

Chapitre I : Taxinomie des champignons 24

I- Systématique des champignons et cadre taxinomique de l'étude 24

I-1- Les classifications systématiques des champignons 24

I-1-1- Classification morphologique 24
I-1-2- Classification morpho-anatomique 24
I-1-3- Classification phylogénétique actuelle 25
I-2- Les classifications pratiques des champignons : « Macromycètes » et « Micromycètes » 26
I-3- Choix des groupes étudiés : les champignons supérieurs 27
II- Ecologie et sociologie des champignons 28
II-1- Aspects et limites de l'étude écologique des champignons 28
II-2- Les études myco-écologiques 29
II-3- Choix d'une orientation d'étude 32

Chapitre II : Méthodologie de travail : Choix d'un protocole d'échantillonnage 34
I- Choix des sites d'étude 34
II- Choix du protocole d'échantillonnage 35
III- Caractérisation des placettes 36
III-1- Végétation 36
III-2- Caractérisation pédologique 37
III-3- Caractérisation du niveau hydrique 37
IV- Relevés mycologiques 38
IV-1- Fréquence des visites 38
IV-2- Prélèvement et détermination des carpophores 39
IV-3- Interprétation de l'abondance des carpophores 40
IV-3-1- Indice d'abondance 40
IV-3-2- Indice de Shannon 41

TROISIEME PARTIE : Résultats et Interprétation 43

Chapitre I : Analyse globale de l'inventaire mycologique 43
I- Analyse méthodologique des prospections mycologiques : Nombre d'espèces et nombre de prospection 43
II- Diversité fongique des espèces recensées 47
III- Analyse phénologique 84
IV- Statut trophique des communautés fongiques (ou « mode de vie ») 85

V- Analyse fonctionnelle : spectre biologique 99
VI- Valeur patrimoniale des espèces recensées 105

Chapitre II : Ecologie des champignons 116
I- Analyse des données myco-écologiques 116
I-1- Analyse des variables descriptives 123
I-1-1- Choix des variables descriptives 123
I-1-2- Description des placettes par les variables retenues 125
I-1-2-1- Description placettes – variables biogéographiques (altitude) 128
I-1-2-2- Description placettes – variables environnementales (Acidité du sol) 130
I-1-2-3- Description placettes – variables environnementales (Matière organique du sol : carbone total) 132
I-1-2-4- Description placettes – variables environnementales (Caractérisation hydrique) 135
I-1-2-5- Description placettes – variables environnementales (Variables floristiques) 137
I-1-2-6- Description placettes – variables environnementales (Valeur du sodium Na) 139
I-1-2-7- Description placettes – variables environnementales (Valeur du potassium K) 142
I-1-2-8- Description placettes – variables environnementales (teneur en magnésium Mg) 144
I-1-2-9- Description placettes – variables environnementales (teneur en calcium Ca) 147
I-1-2-10- Description placettes – variables environnementales (teneur en azote N) 149
I-1-2-11- Description placettes – variables environnementales (texture du sol) 151
I-2- Corrélations espèces – variables 157
I-2-1- Corrélations abondance des carpophores – variables biogéographiques (Altitude) 157
I-2-2- Corrélations abondance des carpophores – Variables environnementales 160
I-2-2-1- Acidité du sol (pH) 160
I-2-2-2- Matière organique du sol 160
I-2-2-3- Caractérisation hydrique 162

I-2-2-4- Corrélations abondance des carpophores – variables floristiques 163
I-2-2-5- Corrélations abondance des carpophores – la valeur de Potassium (K) 167
I-2-2-6- Corrélations abondance des carpophores – la valeur du Sodium (Na) 168
I-2-2-7- Corrélations abondance des carpophores – variable teneur en Magnésium (Mg) 169
I-2-2-8- Corrélations abondance des carpophores – variable teneur en Calcium (Ca) 170
I-2-2-9- Corrélations abondance des carpophores – variable teneur en Azote total (N) 171
I-2-2-10- Corrélations abondance des carpophores – variable texture du sol 173

DISCUSSION GENERALE 180

CONCLUSION GENERALE 184

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 189

ANNEXES
ANNEXE 1 : Fiches Descriptives Des Stations
ANNEXE 2 : Méthodes d'identification des champignons

Liste des figures

N° de la figure	Intitulé de la figure	N° de page
01	Carte des limites administratives du Parc National d'El Kala	03
02	Carte géographique du Parc National d'El Kala	07
03	Carte du réseau hydrographique du Parc National d'El Kala	09
04	Le diagramme ombrothermique de la région d'El Tarf (2004 - 2010)	13
05	Le climagramme d'Emberger	
06	Carte des unités écologiques du Parc National d'El Kala	18
07	Carte de la végétation du Parc National d'El Kala	20-21
08	Carte de répartition des stations d'échantillonnage	23
09	Nombre de sorties par nombre d'espèces par parcelle	46
10	Représentation de l'inventaire par groupe taxinomique	47
11	Les différentes familles mycologiques représentées au niveau du Parc National d'El Kala	48
12	Bilan des inventaires	49
13	Comparaison de l'inventaire en fonction des différents groupes taxinomiques	50
14	Répartition du nombre d'espèces et du nombre de prospections	85
15	Répartition des espèces en fonction des statuts trophiques	99
16	Répartition des parcelles par valeur du spectre biologique	104
17	Répartition des espèces entre les catégories désignées par UICN	106
18	Photo *Agaricus porphyrizon*	116
19	Photo *Alnicola umbrina*	116
20	Photo *Alnicola escharoides*	116
21	Photo *Amanita crocera* var. *subnudipes*	116
22	Photo *Psathyrella olympiana*	116
23	Photo *Simocybe centunculus*	116
24	Photo *Clitocybe phaeophtalma var. werneri*	116
25	Photo *Abortiporus biennis*	116
26	Photo *Clitocybula lenta*	117
27	Photo *Ganoderma resinaceum*	117
28	Photo *Entoloma heterocystis*	117
29	Photo *Entoloma melanochroum*	117
30	Photo *Hygrocybe conica* var. *chloroides*	117
31	Photo *Lactarius cistophilus*	117
32	Photo *Lepiota brunneoincarnata*	117
33	Photo *Macrolepiota procera*	117
34	Photo *Mycena speirea*	118
35	Photo *Mycena algeriensis*	118
36	Photo *Mycena chlorinosma*	118
37	Photo *Calvatia utriformis*	118
38	Photo *Psilocybe appeliculosa*	118
39	Photo *Lactarius lilacinus*	118
40	Photo *Russula odorata*	118

41	Photo *Scleroderma polyrhizum*	118
42	Analyse factorielle globale Relevés – Espèces (coordonnées relevées). Données analysées : indice d'abondance	120
43	Analyse factorielle globale Relevés – Espèces (coordonnées espèces)	122
44	Distribution de la variable « altitude » par classe	128
45	Description placettes – variables biogéographiques (altitude)	129
46	Distribution des valeurs du pH par classe	130
47	Description placettes – variables environnementales (Acidité du sol)	131
48	Distribution du taux de la matière organique par classe	132
49	Description placettes – variables environnementales (Teneur en Matière organique)	133
50	Distribution de la variable caractérisation hydrique par classe	135
51	Description placettes – variables nvironnementales (Caractérisation hydrique)	136
52	Distribution de la variable végétation par classe de recouvrement	137
53	Description placettes – variables environnementales (Variables floristiques)	138
54	Distribution de la variable teneur en Sodium (Na) par classe	140
55	Description placettes – variables environnementales (Valeur du sodium Na)	141
56	Distribution de la variable teneur en Potassium (K) par classe	142
57	Description placettes – variables environnementales (Valeur du potassium K)	143
58	Distribution de la variable teneur en Magnésium (Mg) par classe	145
59	Description placettes – variables environnementales (teneur en magnésium Mg)	146
60	Distribution de la variable teneur en Calcium (Ca) par classe	147
61	Description placettes – variables environnementales (teneur en calcium Ca)	148
62	Distribution de la variable teneur en Azote total (N) par classe	150
63	Description placettes – variables environnementales (teneur en azote N)	151
64	Distribution de la variable texture du sol par classe	152
65	Description placettes – variables environnementales (texture du sol)	153

Liste des tableaux

N° du tableau	Intitulé du tableau	N° de page
01	Moyenne des températures pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)	10
02	Moyenne des précipitations pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)	11
03	Moyenne de l'Humidité pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)	11
04	Moyenne du facteur vent pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)	12
05	Liste des sites étudiés (Conservation des forêts, El Tarf)	21
06	Définitions des macromycètes et micromycètes dans la littérature myco-écologique (Arnolds, 1992)	26
07	Différentes approches myco-écologiques d'après Arnolds 1981	30
08	Approche myco-écologiques définie par Courtecuisse (1988)	32
09	Protocole d'échantillonnage défini pour notre étude	36
10	Nombre et périodes des visites sur les sites étudiés	38-39
11	Correspondances classes d'abondance / Indice d'abondance de Barkmann / Nombre maximale de carpophores observés	41
12	Nombre de visite par parcelle	44-45
13	Tableau récapitulatif des espèces nouvellement signalée en l'Algérie	51-52-53-54-55
14	Les corrections effectuées après révision des travaux de Malençon et Bertault (1970-1975)	56-57-58-59-60-61-62
15	Les espèces non décrites dans la « *Flore du Maroc* » et récoltées au niveau du Parc National d'El Kala	63 à 80
16	Liste des espèces nouvellement signalées en Algérie	80-81
17	Liste approchée des espèces non signalées en Afrique du Nord (selon la littérature consultée)	81-82-83-84
18	Statut écologique des champignons recensés	88 à 98
19	Les valeurs du spectre biologique au niveau des 22 parcelles (SB >> 0,5)	102-103
20	Types de variables environnementales analysées	123
21	Type de variable biogéographique analysée	124
22	Description des 36 placettes visitées	125-126
23	Corrélations significatives espèces – Altitude : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (13 espèces sur un total de 79)	157-158
24	Corrélations significatives espèces – pH : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (04 espèces sur un total de 79)	160
25	Corrélations significatives espèces – Matière organique : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (25 espèces sur un total de 79)	161-162

26	Corrélations significatives espèces – caractérisation hydrique : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (13 espèces sur un total de 79)	163
27	Corrélations significatives espèces – variables végétales : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (20 espèces sur un total de 79)	164-165
28	Corrélations significatives espèces – variables teneur en Potassium (K) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (04 espèces sur un total de 79)	168
29	Corrélations significatives espèces – variable teneur en Sodium (Na) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (06 espèces sur un total de 79)	169
30	Corrélations significatives espèces – variable teneur en Magnésium (Mg) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (12 espèces sur un total de 79)	169-170
31	Corrélations significatives espèces – variable teneur en Calcium (Ca) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (16 espèces sur un total de 79)	171
32	Corrélations significatives espèces – variable teneur en Azote total (N) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (20 espèces sur un total de 79)	172-173
33	Corrélations significatives espèces – variable texture du sol : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (11 espèces sur un total de 79)	173-174

ملخص:

في عملنا هذا قمنا بالدراسة البيئية للفطريات العلوية في أراضي الحديقة الوطنية بالقالة من خلال متابعة 36 محطة موزعة إلي 30 موقع في الفترة ما بين 2004-2010.

أخذنا للعينات كان بطريقة موزعة في كل المناطق المدروسة التي هي عبارة عن سطح بيئي متجانس (الخصائص الوظيفية و التركيب البنيوي موحد للنبات) تتراوح مساحتها مابين 1000 إلى 5000 م^2 , تمت متابعة الأنواع شهريا على أكمل وجه ممكن.

304 نوع تم جمعه و تعيينه (تعريفه) خلال فترة الدراسة, تواجده في المنطقة تمت حسابه بطريقة مباشرة وجدنا أنها متعلقة بمؤشر(قرينة) للوفرة يتراوح بين 1-5 مرتبطة بسطح منطقة الدراسة.

تنوع الفطريات في المناطق المتابعة لوحظ بشكل كبير, الأراضي المشجرة بفلين البلوط أظهرت تنوعا كبيرا وكانت العينات غير كافية لتحديد تنوع الفطريات بها. أما Aulnaiesوغابات الصنوبر فهي الأكثر تجانسا ويمكن دراستها على عدد أصغر من العينات, المراعي الرطبة هي المناطق الأقل تنوعا بالفطريات ولكن بتوزيع متعادل إلى حد ما.

إن بيانات أنواع الفطريات التي حددتها الدراسة بعد تحليلها (الدراسة البيئية الفطرية) أظهرت ارتباطا مع مختلف الخصائص الحيوية للغطاء النباتي والعوامل غير الحيوية أيضا (الارتفاع، طبيعة الماء، مستوى تحلل المواد العضوية ودرجة الحموضة).

العوامل المؤثرة في توزيع الفطريات هي أساسا "النباتات"، "المواد العضوية في التربة"و" محتوى النيتروجين".

حموضة التربة لا ترتبط بشكل كبير على الرغم من أهميتها في علم بيئة الفطريات.

قائمة حمراء للأنواع المهددة أو المعرضة الانقراض استنبطت من الدراسات التي أجريت في أراضي الحديقة الوطنية بالقالة.

الكلمات الرئيسية:

الحديقة الوطنية القالة , توزيع الفطريات، الدراسة البيئية للفطريات ، الخصائص الحيوية والعوامل غير الحيوية.

RESUME

L'écologie des champignons supérieurs dans le territoire du Parc National d'El Kala, a été étudiée à travers le suivi de 36 stations réparties sur 30 sites au cours des années 2004 – 2010. Les placettes ont été étudiées selon un mode d'échantillonnage fragmenté, représentant des surfaces écologiquement homogènes (physionomie végétale uniforme) variant de 1000 à 5000m^2 de surface ; les espèces ont été recensées mensuellement, le plus exhaustivement possible.

304 espèces ont été récoltées et déterminées au cours de cette période d'étude. Leur abondance par placette a été mesurée par dénombrement direct, rapporté à un indice d'abondance (1 à 5) en fonction de la surface de la placette.

La diversité mycologique au niveau des sites visités est remarquablement observée. Les boisements de Chêne liège se révèlent très variés et l'échantillonnage n'a pas suffi à cerner leur diversité mycologique. En revanche les Aulnaies et les Pinèdes sont plus homogènes et peuvent être étudiées sur un nombre plus réduit d'échantillon. Les prairies humides sont les zones les moins riches en espèces mais les champignons présents sont répartis équitablement.

Les relevés mycologiques par espèce ont été analysés (myco-écologie) en corrélation avec diverses caractéristiques biotiques (végétation) et abiotiques (altitude, caractère hydrique, niveau de décomposition de la matière organique, pH). Les facteurs influençant la répartition des champignons sont principalement « la végétation », « la teneur en matière organique », « la teneur en azote ». Le pH du sol n'a pas donné une corrélation significative malgré son importance dans l'écologie des champignons.

Une liste rouge d'espèces menacées ou vulnérables a été proposée à l'issu des relevés effectués à travers le territoire du Parc National d'El Kala.

Mots clés :

Parc National d'El Kala, Macromycètes, Répartition des champignons, Myco-écologie, facteurs biotiques et abiotiques.

SUMMARY

The ecology of higher fungi in the territory of the National Park of El Kala, was studied by monitoring 36 plots spread over 30 peat bogs during the years 2004-2010. Plots were studied according to a sampling mode fragmented, representing ecologically homogeneous surfaces (uniform plant physiognomy) ranging from 1000 to 5000m2 superficial, and species have been collected monthly, as exhaustively as possible on these plots.

304 species were collected and identified during this study period. Abundance per plot was measured by direct counting, based on an index of abundance (1-5) depending on the surface of the plot.

Mycological diversity at the sites visited is remarkably observed. The cork oak woodlands are proving very diverse and the sample was not sufficient to identify their mycological diversity. However the Aulnaies and pine forests are more homogeneous and can be studied on a smaller sample number. Wet meadows are less species rich areas but fungi are distributed fairly. Identified by mycological species were analyzed (myco-ecology) correlated with various biotic (vegetation) and abiotic (altitude, water nature, level of decomposition of organic matter, pH).

Factors influencing the distribution of fungi are mainly "vegetation", "soil organic matter" "nitrogen content." Soil pH did not significantly correlated despite its importance in the ecology of fungi.

A red endangered or vulnerable species list was proposed from the surveys conducted through the territory of El Kala National Park.

Keywords :

National Park Of El Kala, Fungi, Distribution of fungi, Myco-ecology, biotic and abiotic factors.

INTRODUCTION GENERALE

Le Parc National d'El Kala est situé dans la partie extrême nord d'Algérie, s'étend sur une superficie de 78000 ha soit 26% de la surface de la wilaya d'El-Tarf. Hautement boisé avec plus de 69% de son territoire, il s'étend sur une bande côtière de 40Km (Samraoui et de Belair, 1997).

Ses écosystèmes très variés, le classe parmi les sites mondialement protégés. Il renferme des espèces endémiques dont quelques-unes sont en voie de disparition. Nous pouvons citer à titre d'exemple le Cerf de Barbarie, la Hyène rayée, le Chacal doré, la Châtaigne d'eau, etc.

L'étude écologique de ces écosystèmes a été amorcée par des inventaires floristiques, entomologiques, ornithologiques, qui ont progressivement montrés l'originalité de ces milieux et classées certains en site RAMSAR (Samraoui et de Belair, 1998).

Cependant, la richesse de ces habitats intéresse d'autres domaines, tels que la bryologie, l'aranéologie, lichénologie, alors que les données sur la mycologie restent rares.

Cette méconnaissance tient au fait que les champignons se manifestent surtout à l'automne, au profit d'une vie souterraine durant laquelle ils passent totalement inaperçus. Mais cette discrétion n'empêche nullement qu'ils participent à tous les niveaux au cycle de développement des peuplements arborés, arbustives et herbacés.

A la différence des végétaux supérieurs contenant de la chlorophylle et qui peuvent se nourrir de manière autonome à partir des éléments minéraux disponibles dans leur environnement (ces organismes sont dits autotrophes), les champignons sont hétérotrophes dépendant étroitement d'autres êtres vivants pour leur subsistance (F.A.O., 1995)

C'est cette particularité qui crée des relations entre les champignons et l'écosystème forestier dont ils sont tributaires. Elle les conduit à adopter, selon le mode de vie propre à chaque groupe d'espèces fongiques un comportement de symbiose avec les racines des arbres en formant des mycorhizes, parasites de blessures sur les troncs ou encore en saprophyte aux dépens de souches, de débris ligneux ou encore de la litière (Favre, 1948).

Ces avantages en font un outil descriptif particulièrement intéressant : tandis que la végétation structure le milieu, les champignons expriment son fonctionnement.

C'est ce pouvoir descriptif des conditions environnementales par les champignons dans différents milieux, que nous avons cherché de caractériser, comme complément aux informations établies par l'étude de la végétation et des associations végétales.

Le but de cette étude est d'essayer de mettre en évidence la corrélation entre la macroflore fongique et le milieu forestier (caractères de la végétation, qualité du sol, composantes du milieu).

A cet effet, nous nous sommes efforcés de choisir les différentes stations qui ont fait l'objet de l'étude au sein de peuplements aussi bien caractérisés que possible tant feuillus que conifères.

Dans un premier temps, nous avons tenté de rappeler les caractéristiques géographiques, géologiques, pédologiques mais aussi climatologiques et botaniques du Parc d'El Kala et en particulier des stations prospectés.

Après la présentation succincte des milieux d'étude et un panorama synthétique des travaux myco-écologiques et des comparaisons méthodologiques ayant présidé aux choix du protocole d'étude, notre travail s'est articulé sur les axes suivant :

- Nous avons commencé par une analyse globale de l'inventaire fongique effectué, en identifiant les principaux groupes taxinomiques ainsi que les principales familles regroupant les champignons récoltés.
- Identifier l'influence des facteurs environnementaux choisis sur la description des stations visitées.
- identifier l'influence des facteurs environnementaux sur la répartition écologique des champignons inventoriés.
- Une analyse comparative globale, synthétisant les résultats des deux précédentes études pour parvenir à une proposition de classification et de typologie des milieux étudiés sur une base mycologique.

Ces ambitions, relativisées au fil des pages qui suivent, tendent à placer les champignons au centre du fonctionnement des différents écosystèmes explorés. Cette position est en quelque sorte une réaction à l'encontre des inventaires mycologiques sans ambitions, ou des inventaires naturalistes sans prendre en considération l'importance des champignons, qui tous deux oublient que cette mycoflore est un acteur essentiel au sein des écosystèmes.

PREMIERE PARTIE

Présentation du Parc National d'El Kala et des stations d'étude

I- Cadre de l'étude :

La présente étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El Kala (PNEK), vu qu'il constitue un patrimoine naturel important par la richesse biologique de ses habitats.

D'une superficie de presque 78.000 ha, il est composé d'une mosaïque particulière d'écosystèmes, caractérisée par des zones humides dont l'ensemble constitue un complexe considéré comme unique dans le bassin méditerranéen (Benyacoub, 1993)

II-Situation géographique et administrative :

Le Parc National d'El Kala est situé à l'extrême Nord-Est algérien, il est intégralement inclus dans la Wilaya d'El Tarf, correspondant presque au tiers de la superficie globale de cette dernière (Fig. 01).

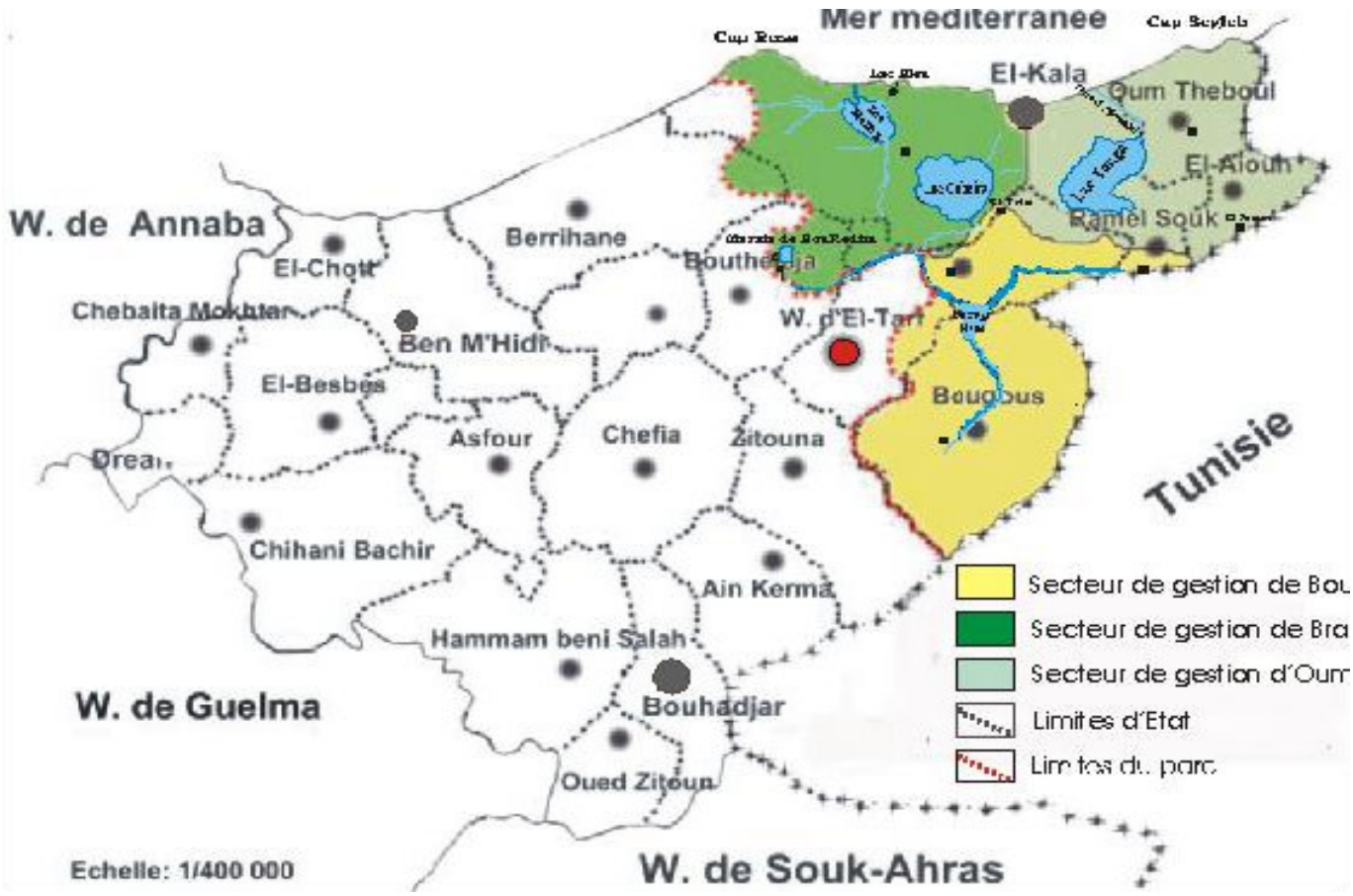


Figure 01 : Carte des limites administratives du Parc National d'El Kala

(Benyacoub et *al.*, 1998)

Le territoire du parc a été créé par décret n° 83-462 relatif à la protection de l'environnement fixant le statut type des parcs nationaux et l'arrêté ministériel n°005 CAR.M/129 BCCR/87, fixant le zonage du Parc. C'est un établissement public à caractère administratif doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

Le Parc National d'El Kala est limité :

- Au Nord, par la mer Méditerranéenne.
- Au Sud, par les contreforts des monts de la Medjerda.
- A l'Est, par la frontière Algéro-tunisienne.
- A l'Ouest, par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba.

Ses coordonnées géographiques sont : 36°52 latitudes Nord et 8°27 longitudes au niveau de la ville d'El Kala (Benyacoub, 1993).

III- Description du Parc National d'El Kala

La diversité géomorphologique, pédologique et hydraulique fait du Parc National d'El-Kala une mosaïque de milieux naturels originaux.

III-1- Le relief :

Le relief du Parc National d'El Kala se compose d'une juxtaposition de dépressions dont certaines sont occupées par des formations lacustres ou palustres et des hautes collines de formes variées. Ainsi, nous distinguons, du littoral vers le sud,

- Des formations collinaires basses (dunaires ou non) de 30 à 310m de haut (Djebel Koursi) avec une moyenne de 100m de haut, se longent sur 15km vers le sud et s'interrompent au niveau de la vallée de Oued El Kébir.
- De grandes dépressions inter-collinaires hébergent dans cet ensemble les principaux lacs Tonga, Oubeïra et Mellah.
- Au Sud le relief passe en moins de 40Km de 0 à 1200m d'altitude (Djebel Ghorra).

En effet, le relief se caractérise par un pendage important : 09% de pentes faibles, 11% moyennes et 80% fortes à très fortes, ce qui constitue exceptionnellement un paysage montagneux fortement disséqué par un réseau hydrographique dense (De Belair, 1990).

III-2- Les sols :

Les sols sont intimement liés à la nature du substrat géologique et au climat d'une part. D'autre part, à la présence ou à l'absence d'une hydromorphie, qu'elle soit permanente ou temporaire. En fonction de ces critères, nous distinguons du Nord au Sud :

Les sols dunaires :

- Sur la partie littorale, le profil est très comparable à un régosol avec un pH élevé et une teneur en matière organique faible.
- Sous cocciférales, le pH est faible, dû au lessivage des ions calcium et une faible teneur en matière organique avec apparition d'une litière, correspondant aux sols peu évolués et lessivés.
- Sur les dépressions et les parties inondées (hydromorphes), le profil présente un pH faible et une faible incorporation de la matière organique, ce qui donne une litière épaisse, ce qui donne la formation des tourbières de plusieurs mètres de profondeur.

Les sols inter-collinaires

Le profil présente un horizon B, cendreux et très lessivé, qui peut atteindre quelques mètres dans certains endroits, avec un pH acide.

Les sols des milieux forestiers :

Sous bonne couverture végétale, Chêne liège et Chêne zen, sur des terrains en pente et sur un matériel géologique homogène (grès et argile de Numidie), le profil présente un pH largement acide, une bonne humification des horizons supérieurs, avec une litière de type Mull ou Moder. Il présente les caractéristiques des sols bruns forestiers (Benyacoub, 1993).

III-3- Géologie et géomorphologie

La chronologie de la région relève des terrains géologiques d'âges différents, allant du secondaire au quaternaire récent (Fig. 02).

- Le secondaire : il afflue en plusieurs endroits surtout dans la forêt d'El Ghorra, le Cap Rosa, sur les rives Ouest du lac Tonga au lieu-dit Daia Zitouna et El Ayoune au lieu-dit Oued Djenane. Cet étage est caractérisé par des formations schisteuses plus ou moins argileuses de couleur bleue ardoise avec des passages calcaires et une microfaune d'âge Sénonien supérieur.
- Le tertiaire : il est caractérisé par des formations argileuses du type numidien, où on les rencontres dans la zone basse des versants des Monts de la Cheffia au Sud de Bouteldja, dans

les Monts de Béni Amar à Oum Tboul, dans le Cap Rosa et à Bougous. Au-dessus de ces argiles reposent les grès numidiens caractérisés par une granulométrie hétérométrique avec la présence de grains de quartz très consolidés, la couleur du grès varie du gris au jaune.

- Le quaternaire : les alluvions du quaternaire affluent en éboulis de pente, qui ne sont d'autre que le résultat des phénomènes successifs d'érosion, d'altération, de transport et de dépôt. Ce sont des éboules à bloc de grès numidiens de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres de dimension.

  Les alluvions des vallées sont étroitement liées au cours d'eau, d'où la distinction des alluvions des terrasses de Oued El Kébir, localisées dans la plaine d'El Tarf et de Bouteldja.

  Les alluvions de la haute terrasse, localisée principalement sur les hauteurs d'El Tarf, montrent des cailloux roulés, des blocs de grès numidiens, le tout enrobé dans une fraction fine de sable très riche en argile, qui semble provenir des massifs argilo-gréseux du numidien.

  Les alluvions de la moyenne terrasse se localise à El Tarf, Ain Assel, Oued El Hout, Oum Tboul et Bouteldja ; elles sont essentiellement constituées de cailloux roulés de sable fin et de limon recouvrant entièrement la surface.

  Les alluvions de la basse terrasse, se prolongent le long des rives de Oued El Kébir au niveau de la localité de Ain Assel, d'El Tarf et de Bouteldja, ainsi qu'au niveau de la plaine marécageuse d'Oum Tboul et de Oued El Hout (Benyacoub et *al.*, 1998).

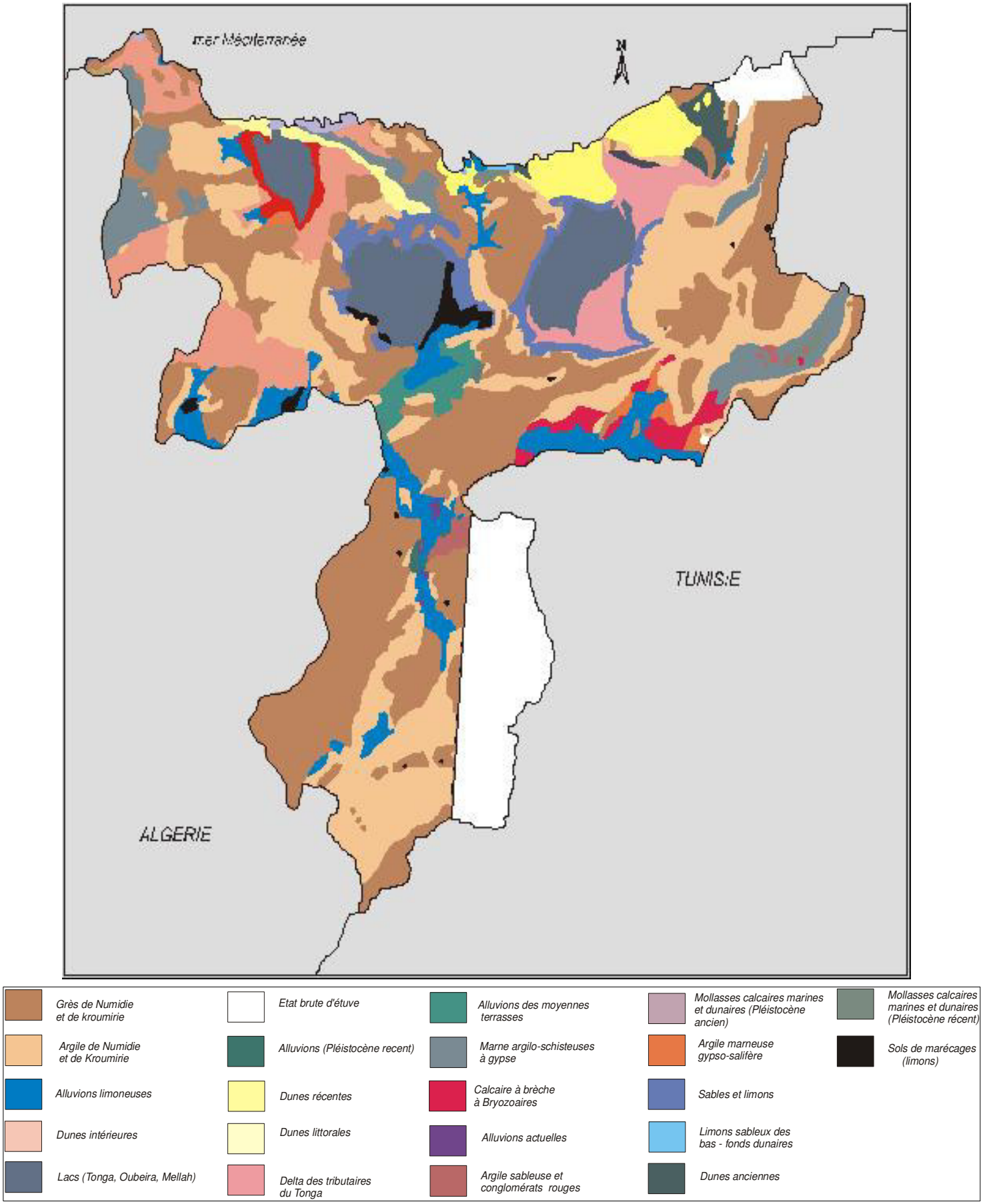


Figure 02 : Carte géographique du Parc National d'El Kala (Benyacoub et *al.*, 1998)

III-4- Le réseau hydrographique : sur le plan hydrogéologique, on distingue (Fig. 03) :

- **Les aquifères constitués de :**
  - Nappe des graviers.
  - Nappe des dunes.
  - Nappe phréatique.
  - Nappe alluvionnaire.

- **Le réseau hydrographique :** la configuration topographique de la région permet de constater trois systèmes hydrographiques :
  - ***La partie Sud-Est*** : drainée par les Oueds El-Kebir, Bougous et Ballouta.
  - ***La partie Est*** où s'écoule la majorité des cours d'eau à faible débit alimentant la plaine d'Oum-Tboul et le lac Tonga.
  - ***La partie Ouest*** parcourue par de nombreux oueds permanents dont El-Aroug, Reguibet etc…

- **Les Lacs :** cet écosystème est constitué par le complexe des zones humides qui sont représentées essentiellement par :
  - **<u>Le lac Tonga</u> :** il occupe une vaste dépression côtière d'une superficie de 2600ha et s'étend sur 7,5km de long et 04km de large, avec une profondeur moyenne de 1,5 à 2m. Ce lac est relié à la mer par le canal Messida, son bassin versant s'étend sur 155km^2. Sur le Plan ornithologique ce site est le plus important, c'est l'un des rares sites méditerranéens où nichent encore l'Erismature à tête blanche, le Filigule nyroca et la Poule d'eau.
  - **<u>Le lac Oubeira</u> :** c'est un site de 2200ha, profond de 04 mètres au maximum, son bassin versant couvre une superficie de 125km^2, en plus de son intérêt économique (pêche), ce lac est aussi important sur le plan ornithologique.
  - **<u>Le Lac Mellah</u> :** c'est une lagune de 860ha, reliée à la mer par un chenal de 900m de long, sa profondeur maximale est de 06m. Ce plan d'eau se caractérise par une diversité de situations hydrologiques (dont les gradients de salinité) qui lui confère une grande richesse halieutique et limnologique (De Bélair, 1990).
- **Les Sources :** de nombreuses sources existent sur le territoire du parc, les plus importantes sont celles de Bouglez, Bouredim et El-Bhaim qui totalisent un

débit de 150 l/s soit un débit de 12.700m^3/j. Nous pouvons citer : Ain Boumalek, Boulif, Ain Darrdara, Khanguet-Aoun, El-Hammam, Ain-Laiche, Ain-Melloul, Ain Sidi-Boutribicha (Samraoui et De Belair, 1997).

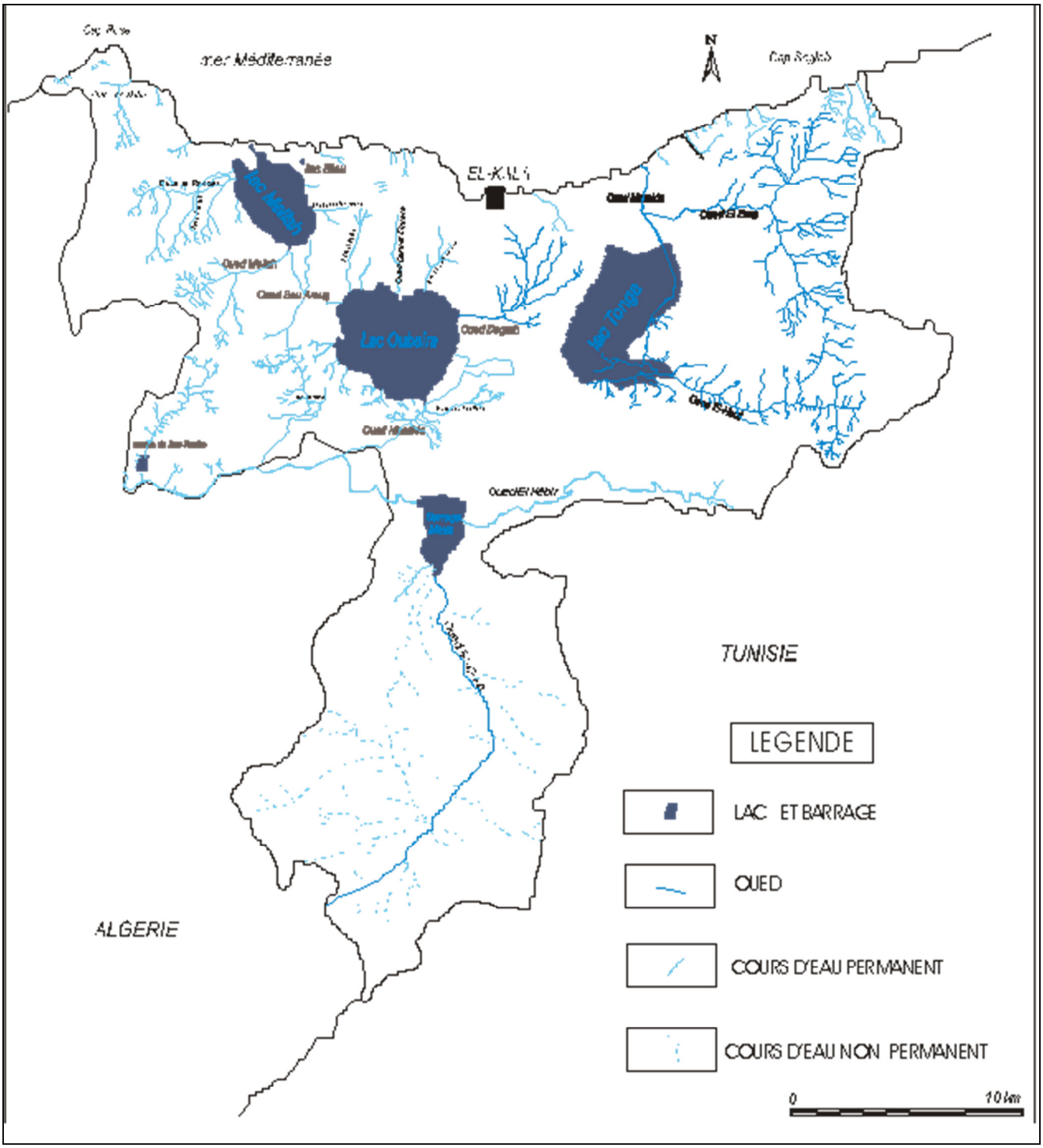


Figure 03 : Carte du réseau hydrographique du Parc National d'El Kala (Benyacoub et *al.*, 1998)

III-5- Cadre Climat :

Pour caractériser le climat de nos sites d'étude, nous avons utilisé les données météorologiques de la station météorologique d'El Kala, jugée la plus représentative.

En raison des variations climatiques de ces dernières années, nous avons pris en considération deux périodes :

- ✓ La première période s'étend sur 26 ans (1913-1938) et concerne les données de SELTZER (1913-1938) (Seltzer, 1946).
- ✓ La deuxième période s'étale sur 07ans (2004 - 2010), et concerne la période de nos prospections et étude sur le terrain.

III-5-1- La température :

La température est un facteur qui agit sur l'apparition et la poussée des champignons. Ce paramètre est fonction de l'altitude, de la distance par rapport à la mer et varie également en fonction des saisons (Ozenda, 1982).

TABLEAU 01 : Moyenne des températures pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)

Année	MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
1913-1938	T min (°C)	8.5	8.8	10.4	12	15	18.4	21.1	21.8	20.5	16.6	13	9.5
	T max(°C)	15.5	16.3	18.3	20.5	23.3	26.6	29.7	30.4	28.9	24.8	20.5	16.6
	T M+m/2	12	12.5	14.3	16.2	19.1	22.5	25.4	26.1	24.7	20.7	16.7	13.1
2004-2010	T min (°C)	9,25	9,13	9,93	12,35	15,48	17,94	21,91	23,55	19,85	17,34	12,92	8,6
	T max(°C)	16,31	16,6	17,88	20,78	23,74	27,84	30,8	30,90	28,52	26,21	20,8	17,06
	T M+m/2	12,78	12,85	13,90	16,56	19,61	22,89	26,35	27,22	22,68	21,77	16,86	12,83

D'après le tableau 01, nous constatons que le mois le plus chaud est le mois d'août pour les deux périodes citées plus haut. La température moyenne maximale « M » est de 30,4°C pour la période (1913-1938) et de 30,90°C pour la période (2003-2010).

La connaissance des températures moyennes minimales « m » est d'une grande importance car elles influent directement sur la physiologie des végétaux, et de ce fait sur l'habitat de la mycoflore.

Le mois le plus froid pour les deux périodes reste janvier, avec des valeurs moyennes minimales qui tournent entre 8,5 de 9,25°C.

III-5-2- Les précipitations :

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale qui intervient avec la température dans le développement du carpophore des champignons.

TABLEAU 02 : Moyenne des précipitations pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)

Année	MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
1913-1938	P (mm)	145	120	79	64	44	21	4	11	44	85	137	156
2004-2010	P (mm)	109,01	78,43	115,61	87,31	29,62	9,77	2,82	12,54	70,11	63,51	109,01	130,5

L'analyse du tableau 02 montre nettement que la région n'est pas aussi bien arrosée qu'elle ne l'était pendant la période de SELTZER (1913-1938) où il a été enregistré une pluviométrie de 950mm, en comparaison à la période de (2004-2010) où nous pouvons retrouver 818mm.

Il apparait donc, que la saison pluvieuse s'étale approximativement du mois d'octobre au mois de mars pour les deux périodes considérées. Les pics sont atteints au cours du même mois, en décembre, avec 156mm pour la période (1913-1938) et 130,50mm pour la période (2004-2010). Le mois le plus sec reste le mois de juillet depuis la période de SELTZER avec des valeurs ne dépassant guère la moyenne des 5mm.

III-5-3- L'hygrométrie :

La proximité de la mer jouant le rôle de condensateur des masses d'air tropical, et les zones humides depuis les marais de la Mekhada jusqu'au lac Tonga subissant une évaporation parfois intense du fait de l'ensoleillement, sont à l'origine d'une humidité atmosphérique élevée, qui durant la saison sèche favorise le maintien d'une végétation éprouvée par un important déficit hydrique (Benyacoub, 1993).

TABLEAU 03 : Moyenne d'humidité pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)

Année	MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
1913-1938	H (%)	78	78	74	75	75	78	72	73	75	77	75	78
2003-2010	H (%)	75,62	70,81	72,35	72,16	69,57	69,16	67,11	67,95	68,62	71,55	72,77	75,87

Le Parc National d'El Kala, en présence des zones humides est considéré comme un site particulièrement humide. L'analyse du tableau 03 révèle que l'humidité varie entre 72% et 78% pour la période 1913-1938, avec un maximum relevé durant l'hiver et au début de l'été. Elle oscille entre 67% et 76% pour la période 2004 - 2010, avec un pic le mois de décembre.

III-5-4- Le vent :

D'une manière générale la période hivernale se caractérise par des régimes de Nord et de Nord-Ouest forts. En revanche, la période estivale se caractérise par des vents de Nord-Est et Sud ou Sud-Est chauds. Le sirocco, qui souffle environ 14 jours par an, résulte des dépressions qui se forment sur la mer Méditerranée, il a une influence très importante sur le cycle d'eau dans la nature, il augmente l'évapotranspiration et favorise la sécheresse et l'apparition de violents incendies de forêts (Dajoz, 1971).

TABLEAU 04 : Moyenne du facteur vent pour les périodes : (1913-1938) et (2004-2010). (Station météorologique d'El Kala, 2010)

Année	MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
1913-1938	V (m/s)	2.7	2.8	2.6	2.5	2.2	1.8	1.9	1.9	2.2	2.3	2.5	2.8
2003-2010	V (m/s)	4.38	4.27	4.16	3.88	3.17	3.26	3.05	3.04	3.7	3.78	4.15	4.29

Le tableau 04 montre que les vents les plus violents soufflent en hiver et au début du printemps avec une vitesse moyenne maximale de 4.38m/s enregistrée en janvier (période 2004-2010). La comparaison des moyennes annuelles pour l'ensemble des deux périodes considérées révèle des valeurs légèrement en hausse, passant de 2.35m/s en 1913-1938 à 3.76m/s pour la période 2004-2010.

III-5-5- Synthèse climatique :

III-5-5-1- Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1953) :

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1953) est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations **(P)** et les températures **(T)**, avec **P = 2T**.

Un mois est sec lorsque le total des précipitations P (mm) est égal ou inférieur au double de la température T (°C), une période sèche est une suite de mois secs, elle peut s'exprimer par (P < 2T).

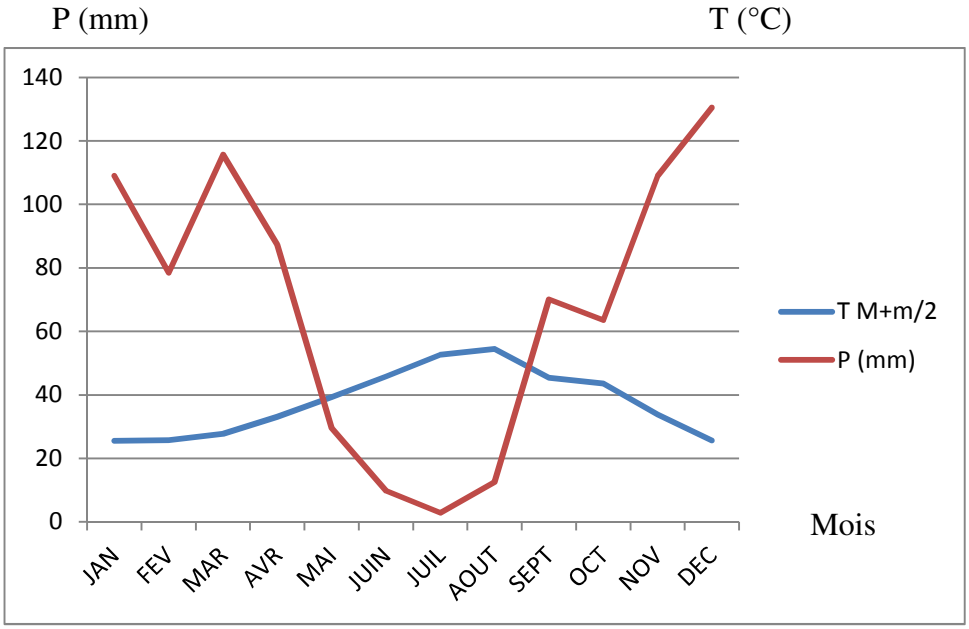


Figure 04 : Le diagramme ombrothermique de la région d'El Kala (2004 - 2010)

Le diagramme ombrothemique de Gaussen et Bagnouls (1953) (Fig. 04) pour la période 2004 - 2010 où (P = 68,18mm et M = 30,90C° et m = 8,60 C°), montre que l'année est répartie en une saison sèche allant de la mi-mai à fin septembre et une saison humide allant du début octobre à fin avril.

III-5-5-2- Le climagramme d'EMBERGER (1955) :

Le climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'**EMBERGER** (Q) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique.

Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit :

$$Q = \frac{P \times 1000}{(M+m) \times (M-m) / 2}$$

Q : le quotient pluviométrique d'EMBERGER ;

P : Pluviométrie annuelle moyenne en millimètre = 68,18 mm

M : Moyenne maximale du mois le plus chaud = 30,90 °C

m : Moyenne minimale du mois le plus froid = 8,6 °C

Après application de la formule, nous obtenons la valeur de Q2 égale à 154,80 pour la période de (2004 - 2010), ce dernier situe la région d'El Kala dans l'étage humide dans le climagramme d'EMBERGER, tandis que pour la période de (1913-1938) dans l'étage sub-humide avec un Q2 égal à 105.

III-6- Les unités écologiques :

Les unités écologiques caractérisant le territoire du Parc National d'El Kala sont les suivantes (Fig. 06) (Bougherra et Lacaze, 2008) :

- **Frange marine (UE1) :** se caractérise par un fond d'une très rare richesse halieutique et biologique (très bientôt classée en parc marin protégé). Nous pouvons rencontrer des herbiers de posidonie. Ce futur parc marin renferme :
  - 89 espèces de poissons osseux
  - 15 espèces de poissons cartilagineux
  - 66 espèces d'algues
  - 55 espèces de mollusques
  - 33 espèces de crustacées
  - 3 espèces de Brachiopodes
  - 3 espèces de Tuniciens
  - 1 espèce très abondante représentant le groupe des Phanérogames (*Posidonia oceanica*)
  - D'autres espèces : les Echinodermes (Oursins, étoiles de mer), les Rhodophytes, les Chromophytes, les Phanérogames, les Bryozoaires, des Cnidaires et enfin les Spongiaires contribuant ainsi à la diversité des fonds marins.

- **Les falaises (UE2) :** les escarpements rocheux à accès difficile procure une grande quiétude aux rapaces à savoir le balbuzard pécheur et le faucon pèlerin. Elles constituent un support terrestre pour une flore et une faune essentiellement influencées par le milieu marin.

- **La cocciferaie et Juniperaie (UE3) :** les formations végétales du cordon dunaire consolidées du littoral, jouent un rôle primordial dans la fixation du sable côtier. Ces formations végétales sont constituées d'une cocciferaie où le chêne kermès atteint 7m de hauteur. Nous distinguons dans ces zones trois groupements végétaux :
  - ***Groupe des pionniers*** représentés par *Eryngium maritimum, Agropyrum junceum et Euphorbia peplis*.
  - ***Groupe des sables mobiles***, représenté par *Pancratium maritimum et Retama bovei*
  - ***Groupe des dunes consolidées*** représenté par *Juniperus phoenicea, Juniperus oxycedrus, Quercus coccifera, Pistacia lentiscus.*

- **Les tourbières (UE4)** : les tourbières sont des milieux semi-aquatiques qui occupent les pourtours des lacs et marais. Ces milieux représentent des biotopes très favorables à un certain nombre de rongeurs et autres petits mammifères, et aussi à une multitude d'insectes aquatiques et terrestres.

- **Les pelouses, bocages et cultures (UE5)** : les milieux ouverts herbacés de la région résultent généralement de l'abandon des terres agricoles au détriment du couvert forestier, sur l'action des défrichements et des incendies. Du point de vue végétation, ces milieux se caractérisent par la présence dominante *d'Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima, Ormenis mixta, Inula squarrosa…*

- **Lacs et marais (UE6)** : cette unité englobe tous les milieux humides où l'eau est permanente ou temporaire, douce ou saumâtre, courante ou stagnante. Nous trouverons dans cette unité les lacs (Tonga, Oubeira, Bleu), les marais de Bouredim et la lagune d'El-Mellah.

- **Maquis non arboré (UE7)** : les maquis non arborés se présentent sous la forme d'une nappe buissonnante dont la hauteur est de 0,4 à 0,7m, localisés entre les massifs forestiers non dégradés, peuvent couvrir des étendues relativement importantes, là, où les conditions édaphiques sont les plus contraignantes. Ce sont des habitats relativement pauvres, dont la faune mammalienne ne compte que quelques espèces (Sanglier, Chacal, quelques rongeurs). Les oiseaux y sont surtout représentés par les Sylviidés.

- **Maquis arboré (UE8)** : ce type d'habitat se présente sous la forme d'un maquis, avec une strate buissonnante de 2m de haut en moyenne, d'une strate arborée de Chêne liège généralement de faible hauteur. Cet habitat, le plus important du parc, se caractérise principalement par son étendue puisqu'il couvre près de 20000 hectares. Il est scindé en deux principales unités et qui sont le massif des Djebels Koursi et Brabtia à l'ouest du parc et le massif de Bougous d'une superficie de 9000 hectares au sud-ouest du parc. La diversité botanique du maquis diminue par endroit sous l'action répétée des incendies avec un remplacement d'espèces de feuillues (lentisque, myrte, arbousier…) par des épineux (Calycotome).

- **Les Ripisylves et Aulnaies (UE9)**
  - **Les Ripisylves :** les cours d'eau (Oueds et sources) de la région sont jalonnés par des peuplements ripicoles diversifiés. Nous pouvons rencontrer, selon les caractéristiques du

cours d'eau (permanence, débit de l'écoulement, longueur et largeur des lits majeur et mineur, altitude et latitude), des formations d'importance et de composition différentes, marquées surtout par *Alnus glutinosa, Populus alba, Populus nigra*, *Laurus nobilis*. Les Ripisylves les plus importantes sont : Oued El Kebir, Bougous, Bourdim, Souk R'guibet, Dey graâ, Demt Rihane, Boulaâroug, Mellah, Oued el Hout et de moindre importance celles de Oued Boumerchene, Bouhchicha, El Eurg, Messida, N'hal, Oum Chtob, Ain Bergougaya et Boutribiche.

- **Les Aulnaies** : les aulnaies du Parc National d'El Kala forment un écosystème de plus haut intérêt écologique, biologique et paléo-écologique. Elles se développent sur les surfaces d'atterrissement des oueds où la permanence de l'eau sur des alluvions fluviatiles permet la formation d'une sorte de tourbe acide résultant de la mauvaise décomposition de la matière organique ou dans les zones de contact dune/lac ou au niveau des zones de résurgence des eaux souterraines accumulées dans les réservoirs constitués par les ensembles dunaires. A ce niveau, l'humidité est entretenue par une pente quasi nulle et à d'innombrables sources qui jaillissent au pied des dunes (Géhu et *al.*, 1994).

- **Pineraies (UE10) :** représentées par le Pin maritime et le Pin d'Alep, deux essences différentes constituent ce type de milieu physiologiquement presque homogène. Le Pin maritime forme des peuplements artificiels de plus grande superficie, dont les principaux sont localisés au Nord du lac Tonga et à la frontière Algéro-tunisienne. Ces deux formations ont la particularité, sauf pour celle localisée à la frontière, de croître sur sol dunaire. Les reboisements du Tonga ont été réalisés au sein du Cocciferetum et leur vigoureuse régénération par semis naturels témoigne de leur bonne acclimatation.

- **Eucalyptus (UE11) :** l'Eucalyptus occupe d'importantes superficies sur le territoire du parc national. Non entretenues, les forêts d'Eucalyptus sont denses et broussailleuses, plantées dans des maquis ou des subéraies dégradées ; elles en ont d'ailleurs gardé la structure et la composition du sous-bois. Celui-ci est caractérisé par la présence de *Calycotome villosa, Genista ferox, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Rubus ulmifolius*…etc. Cependant, ce sous-bois s'est progressivement clairsemé à mesure que les conditions édaphiques et d'ensoleillement se sont modifiées avec la croissance des arbres.

- **Subéraie (UE12)** : ce type de milieu correspond à la forêt au sens strict avec la présence de trois strates fondamentales : la strate arborée, la strate buissonnante des sous-bois et enfin, la

strate herbacée. La strate arborée, mono-spécifique, est composée de *Quercus suber* dont les sujets peuvent atteindre 8m de hauteur. Le sous-bois est haut et dense, il est caractérisé par la présence de *Phillyrea angustifolia, Pistacia lentiscus, Erica arborea, Erica scoparia*…. La strate herbacée est relativement rare du fait de la densité du sous-bois ; elle est composée de quelques graminées et de pieds épars d'Asphodèles, de Doum et de Scilles. Par contre la subéraie de montagne se caractérise par l'absence partielle ou totale de sous-bois. La strate arborée est composée essentiellement de chêne liège (*Quercus suber)* parfois en mélange avec le chêne zen formant une ambiance forestière primitive (Aouadi, 1989). Les arbres sont relativement droits et peuvent atteindre 18m pour une moyenne de 10,5m. L'absence du sous-bois, qui semble d'ailleurs assez ancien, est due à l'action combinée du défrichement pour l'installation d'un habitat sous le couvert des arbres et du pacage du bétail.

- **Zenaie (UE13)** : la forêt de chêne zen occupe généralement les expositions Nord à Nord-Ouest, vers 800 jusqu'à 1200m d'altitude. Elle se présente sous forme de futaie haute sans sous-bois, âgée, rarement jeune, accessible, et dans un état sanitaire bon à moyen. Le chêne zen (*Quercus faginea*) est la seule essence caducifoliée qui est constituée en peuplement homogène sur une superficie relativement importante dans le parc national. La strate arborée est généralement mono-spécifique. Ses arbres peuvent atteindre une hauteur de près de 30m pour une moyenne de 18m.

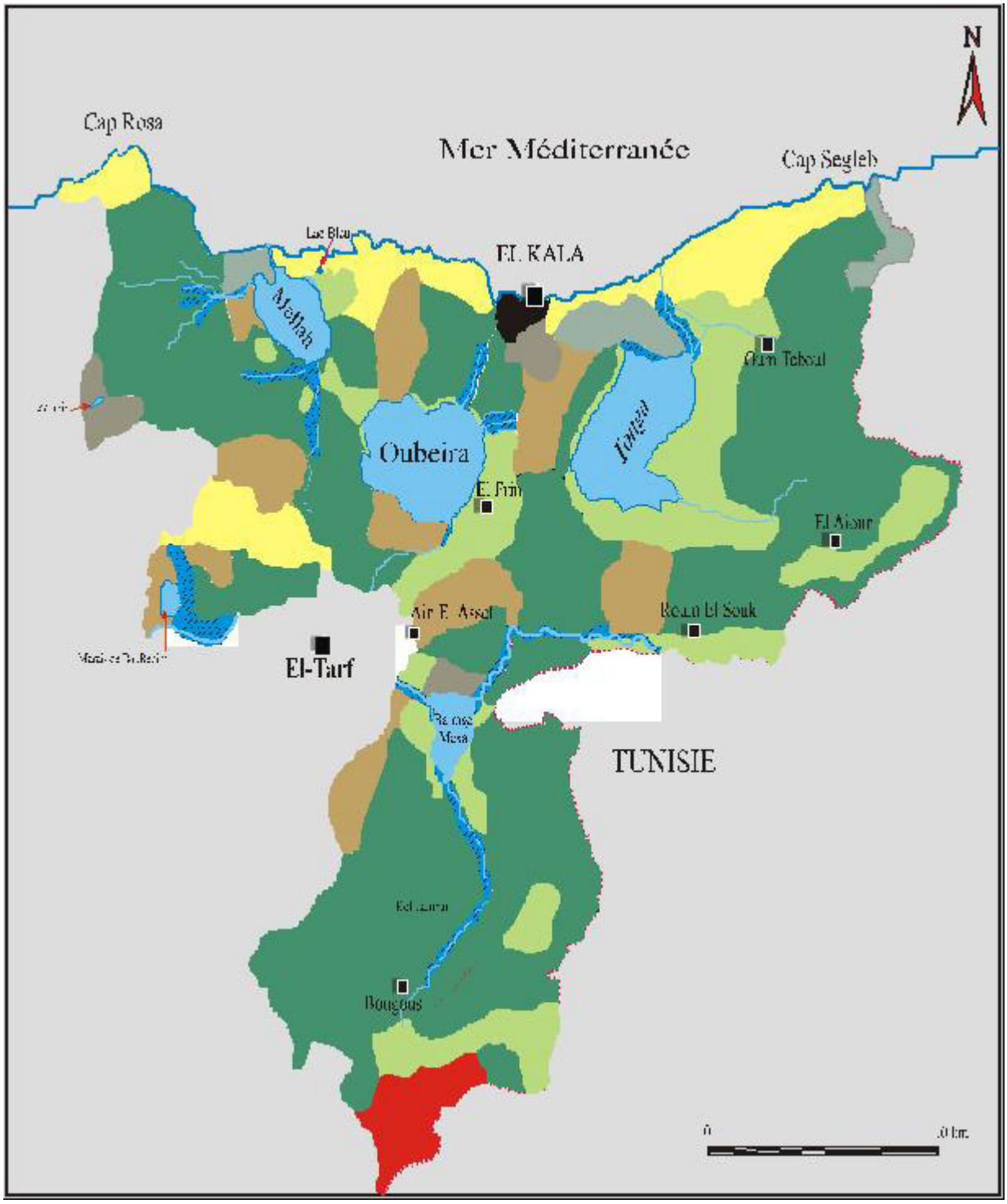


Figure 06 : Carte des unités écologiques du Parc National d'El Kala (Benyacoub et *al.*, 1998)

III-7- Biodiversité :

L'inventaire de la faune et de la flore fait paraître une biodiversité remarquable répartie à travers les quatre écosystèmes du PNEK.

III-7-1- La Faune : la faune du parc est assez riche et diversifiée par la présence de différents milieux offrant des conditions favorables (quiétude et alimentation) à l'installation de nombreuses espèces particulièrement l'avifaune (Benyacoub et *al.*, 1998).

III-7-2- La flore : le Parc National d'El Kala abrite le tiers de l'ensemble de la flore d'Algérie. Elle est représentée par les deux grands groupes du règne végétal qui sont les Cryptogames et les phanérogames. Le premier groupe est représenté par une trentaine de fougères, 98 espèces de champignons et 114 espèces lichéniques ; le deuxième groupe est représenté par 780 espèces soit environs 30% des spermaphytes de l'Algérie (Fig. 07)
En évaluant cette flore par rapport à la flore nationale nous constatons qu'elle représente 15% de la flore rare à l'échelle nationale selon Braun-Blanquet (1928).

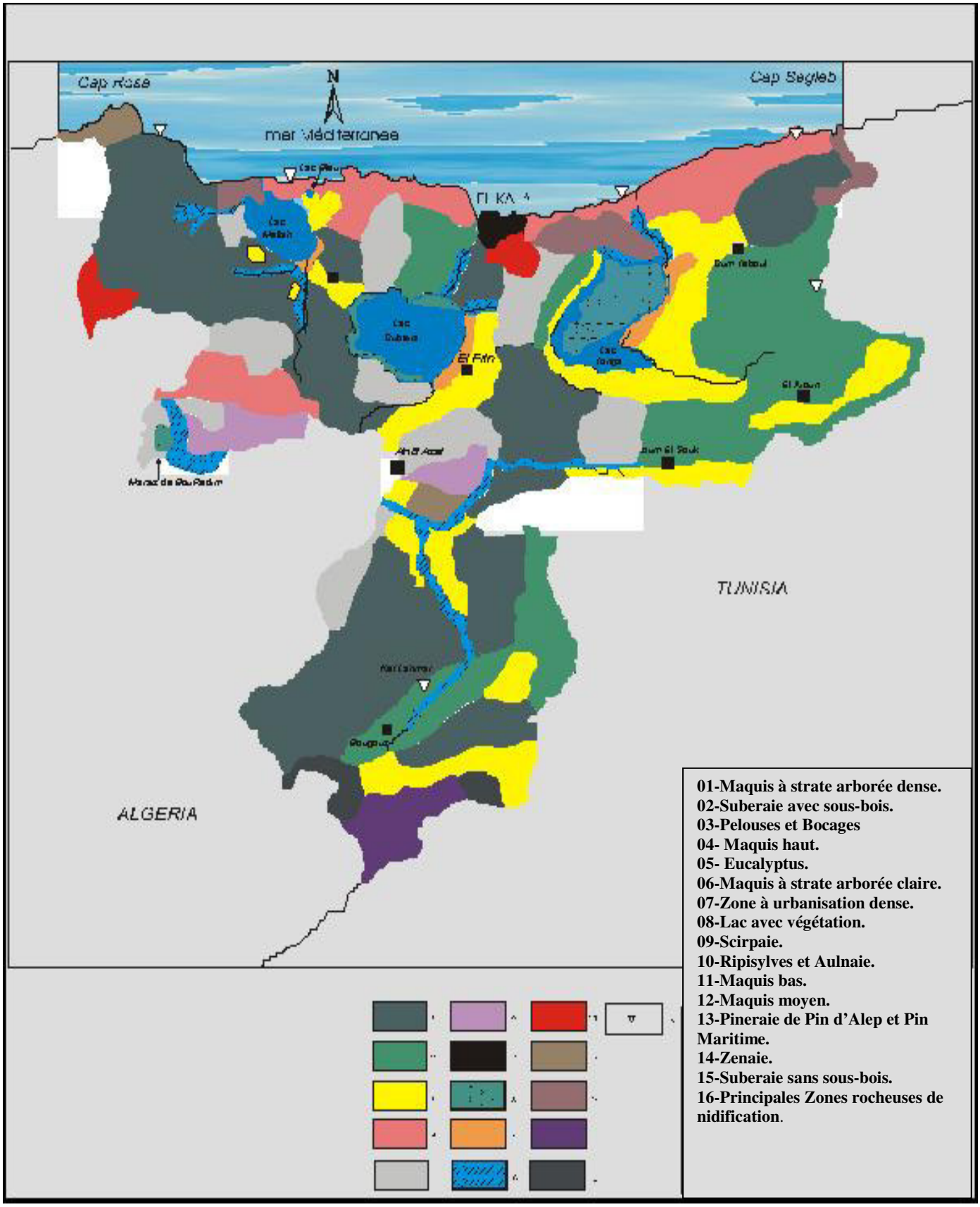


Figure 07 : Carte de la végétation du Parc National d'El Kala (Benyacoub et *al.*, 1998)

VI- Choix des sites d'étude :

Pour la réalisation de ce travail de recherche, nous avons choisi 36 stations réparties sur 30 sites.

Le tableau ci-joint regroupe l'ensemble des sites visités en précisant l'altitude, la végétation dominante, la superficie totale ainsi que l'appartenance géographique des communes.

TABLEAU 05 : Liste des sites étudiés (Conservation des forêts, El Tarf, 2010)

Code	Sites	Commune	Altitude	Végétation dominante	Superficie
SECTEUR D'OUM T'BOUL					
Aibg	Ain Bergougaya	Souarekh	460m	Chêne liège et chêne zen	113 ha
Ait	Ain Tebib	R'mel - Souk	120m	Chêne liège	342 ha
Choi	Chemin des Oiseaux	El Kala	115m	Chêne liège	800 ha
Yef	El Yefcha	Souarekh	280m	Chêne liège	190 ha
Fous	Feid Ouest	R'mel – Souk	130m	Chêne liège	200 ha
Had	Haddada	Souarekh	550m	Chêne liège + Pin maritime	318 ha
Kedm	Kef El Demna	Souarekh	594m	Chêne liège	372 ha
Masb	Mag Sbaya	El Aioun	170m	Chêne zen	119 ha
Oldj	Ouledj	Souarekh	200m	Chêne liège	350 ha
Ous	Oum Skek	El Aioun	420m	Chêne liège + Chêne zen	495 ha
Seg	Segleb	Souarekh	300m	Chêne liège	618 ha
Tga	Tonga	El Kala	160m	Pin pignon + Chêne kermes	99 ha
SECTEUR BRABTIA					
Agc	Agbet El Chair	Berrihane	NE	Pin maritime	NE
Aikh	Ain Khiar	El Tarf	NE	Eucalyptus + Aulne	NE
Bou	Boulif	El Kala	150m	Chêne liège	199 ha
Boum	Boumalek	El Kala	120m	Prairie	120 ha
Bout	Bouteldja	Bouteldja	NE	Frêne	NE
Bra	Brabtia	El Kala	346m	Chêne liège	2256 ha
Djk	Djebel El Korsi	El Kala	329m	Chêne liège	894 ha
Lcb	Lac noir	El Tarf	12m	Tourbière	05ha
Cpr	Cap Rosa	El Kala	117m	Chêne liège + Eucalyptus	1500 ha
Mri	Mridima	El Kala	120m	Système dunaire	200 ha
Oub	Oubeira	El Kala	130m	Acacia + Eucalyptus	303 ha
Righ	Righia	Berrihane	20m	Aulne	600ha
Cal	Route de la Calle	El Kala	NE	Pin maritime	NE

Vicl	Vieille Calle	El Kala	87m	Pin maritime	629 ha
SECTEUR DE BOUGOUS					
Dray	Dar El Ayadi	Bougous	NE	Chêne liège + Chêne zen	NE
Elfe	El Feden	Bougous	NE	Chêne zen	NE
Etol	El Toual	Bougous	NE	Chêne liège + Chêne zen	NE
Parbio	Parcelle Biologique (El Ghora)	Bougous	NE	Chêne liège + Chêne zen	NE

Nous retrouverons ci-dessus la carte de répartition des différentes stations (Fig. 08), où nous pouvons constater que nous avons essayé d'explorer le maximum du territoire du Parc National d'El Kala.
Une fiche descriptive a été élaborée pour chaque site exploré et visité (Annexe 1).

Figure 08 : Carte de répartition des stations d'échantillonnage

SECONDE PARTIE

Le choix d'un protocole (Taxinomie, Myco-écologie et Méthodes d'étude)

CHAPITRE -I-

Taxinomie des champignons

I- Systématique des champignons et cadre taxinomique de l'étude :

I-1- Les classifications systématiques des champignons :

Conformément aux principes établis par Darwin (1873), la classification systématique, d'abord peu hiérarchique, s'est efforcée de se rapprocher de la phylogénie évolutive. Toutefois, l'impossibilité de distinguer les caractères apomorphes plésiomorphes sur les organismes si peu différenciés a conduit à établir une classification très artificielle, où les « champignons » représentent un groupe défini par défaut (ni chlorophylliens, ni mobile).

L'avènement des analyses moléculaires a profondément modifié la classification des champignons. Les lichens, considérés à présent comme des champignons à part entière, représentent plus un groupe autonome. A l'inverse, les myxomycètes et les oomycètes, traditionnellement étudiés par les mycologues, sont désormais exclus du règne fongique.

I-1-1- Classification morphologique :

Dans cette systématique en usage depuis Fries (1821) jusqu'au début du XXe siècle, deux règnes (animal et végétal) sont distingués. Les champignons inclus dans le règne végétal, se situent parmi les Cryptogames non vasculaires, formant un thalle enfoui dans le substrat.

La classification interne aux *fungi*, hautement artificielle puisque fondée sur des convergences d'aspect, a rapidement été remise en question par l'observation microscopique.

Classification proposée par Fries (1821) :

Regnum Vegetabile

→ *Cryptogamae*

- *Protophyta* (*Algae*)
  - Aquatiques : Algues ss. str.
  - Aériens : Lichens
- *Hysterophyta* (*Fungi*)
  - *Coniomycetum* : spores produites à la surface du substrat
  - *Hyphomycetes* : thalles floconneux
  - *Gasteromycetes* : spores internes
  - *Hymenomycetum* : spores formées sur un hyménium

I-1-2- Classification morpho-anatomique :

Dans le système à cinq règnes proposé par Whittaker (1969) : *Monera, Protoctista, Fungi, Plantae et Animalia*, les Fungi (ou Mycota) sont considérés comme groupe indépendant des autres êtres vivants,

incluant les lichens comme division autonome. Au sein des champignons, les groupes sont distingués par le type de spores et leur mode de formation. Les « champignons » à spores mobiles sont classés parmi les *Protoctista* (Protistes).

Classification proposée par Whittaker (1969) :

- **Règne du *Fungi***
  - *Zygomycotina*
  - *Ascomycotina*
  - *Basidiomycotina*
  - *Deuteromycotina* (stade sexué inconnu)
  - *Lichenes*
- **Règne des *Protoctista* (Protistes)**
  - *Myxobionta* (Myxomycètes)
  - *Mastigobionta* (Mastigomycètes, Oomycètes et Chytridiomycètes)

I-1-3- Classification phylogénétique actuelle :

La phylogénie moléculaire a démontré que les « champignons » définis précédemment étaient fondamentalement un groupe polyphylétique (Lecointre et Le Guyader, 2001).

Les champignons ne regroupent plus que les espèces à spores non mobiles du règne précédent, ainsi que le groupe unicellulaire et flagellé des Chytridiomycètes (classés préalablement dans les protistes). Les Myxomycètes d'une part, les Oomycètes d'autre part, sont classés indépendamment des champignons au sens strict, mais sont de plus classés chacun dans un *Phylum* indépendant.

Classification proposée par Lecointre et Le Guyader (2001).

→ ***Eucaryota***

➡ *Mycota* ou *Fungi* (Champignon)

- Chytridiomycetes
- Zygomycètes
- Basidiomycètes
- Ascomycètes

- *Mycetozoaires* (Myxomycètes)
- *Straménopiles*
  - Oomycètes
  - Plasmodiophoromycètes

Les Lichens sont désormais considérés comme des champignons à part entière (Lecointre et Guyader, 2001), l'association avec des *Nostoc* (Cyanobactéries) ou des *Coccomyxa* (algues vertes) étant une propriété commune à divers groupes taxinomique non directement apparentés.

I-2- Les classifications pratiques des champignons : « Macromycètes » et « Micromycètes » :

Face à la grande diversité d'espèces et de la difficulté des déterminations, la nécessité de réduire le champ d'action des études myco-écologiques apparaît très rapidement. Tous les mycologues, explicitement ou non, limitent d'eux-mêmes leur domaine d'investigation aux groupes taxinomiques qui leur sont les plus familiers. La terminologie « pratique » la plus fréquemment considérée est la dualité « Champignons inférieurs/supérieurs », ou ses équivalents terminologiques « Micromycètes / Macromycètes ». En réalité, les termes « Micromycètes » et « Macromycètes » constituent une terminologie authentiquement opportuniste, que chaque auteur définit selon ses propres critères. Le tableau 06 résume les principales tendances rencontrées dans la littérature courante quant à la définition de ces deux termes.

TABLEAU 06 : Définitions des macromycètes et micromycètes dans la littérature myco-écologique (Arnolds, 1992)

	Micromycètes	**Macromycètes**
Définition générale	Champignons ne formant pas de carpophores différenciés	Champignons produisant des carpophores différenciés
Groupes constamment inclus	• Tous les parasites des plantes (y compris Oomycètes) • Mycéliums stériles	• Basidiomycètes charnus (Agaricomycètes, Polypores, Chanterelles, Clavaires, Hydnes, Gastéromycètes)

	• Formes imparfaites	• Ascomycètes moyennes et grandes espèces.
Groupes occasionnellement inclus	• Hétérobasidiomycètes parasites	• Hétérobasidiomycètes • Protobasidiomycètes • Ascomycètes (hypogés, grands Pyrénomycètes)
Groupes exceptionnellement inclus	Espèces résupinées et cyphélloïdes (surtout Basidiomycètes) Petits Ascomycètes (Discomycètes inoperculés et Pyrénomycètes) Myxomycètes.	

Si cette terminologie « Macromycètes / Micromycètes » présente l'inconvénient d'être artificielle et empirique, ses avantages sont d'être pratiques, consensuelles et largement répandue. De plus, les études myco-écologiques (Courtecuisse, 1986) sont les principales usagères du concept de « Macromycètes », qui définit par lui-même le champ de ces études.

Notre étude écologique est donc naturellement consacrée aux « Macromycètes » ou « Champignons supérieurs », qui nous définissions ci-après avec des limites personnalisées et adaptées à notre problématique.

Afin de définir un champ d'étude écologique à la fois cohérent (représentatif du milieu) et pratique (échantillonable de manière uniforme), il nous était nécessaire de nous affranchir d'une délimitation purement systématique et de définir les groupes à étudier en fonctions de nos objectifs et des nécessités de l'étude (classifications pratiques).

I-3- Choix des groupes étudiés : les champignons supérieurs :

D'après les objectifs de ce travail, centré sur les champignons caractéristiques des différents sites visités du Parc National d'El Kala, à partir des nombreux relevés sur terrain, la classification pratique adoptée pour toutes les études myco-écologiques (Arnolds, 1992) a également été utilisée ici.

La limite de notre champ d'étude est définie comme suit :

Groupes taxinomiques étudiés : « Macromycètes » ou « Champignons supérieurs »

Nomenclature d'après Courtecuisse et Duhem, 1994 : « Champignon (Mycota) formant des fructifications directement observables *in situ* (épigées ou semi-hypogées), non résupinées et supérieures à 2mm de diamètres ou 1 cm de hauteur ».

ASCOMYCETES

- **« Discomycetidae »**
  - Pezizales pp. (*Helvellaceae, Morchellaceae, Pezizaceae*)
  - Leotiales pp. (*Geoglossaceae*)
  - Tuberales
- **« Pyronemycetidae »**
  - Sphaeriales pp. (*Xylariaceae, Clavicipitaceae*)

BASIDIOMYCETES

- **« Agaricomycetidae »**
  - Toutes Agaricales
  - Boletales
  - Russulales

- **« Aphyllophoromycetidae »**
  - *Cantharellaceae*
  - *Clavariaceae*
  - *Hydnaceae*
  - *Thelephoraceae*
- **« Gasteromycetidae »**
  - Lycoperdales
  - Nidulariales
  - Phallales
  - Sclerodermatales

II- Ecologie et sociologie des champignons :

En myco-écologie, le choix des milieux étudiés permet également d'éliminer *a priori* certains groupes ne dépendant pas directement du milieu étudié.

II-1- Aspects et limites de l'étude écologique des champignons :

La connaissance des champignons supérieurs ne constitue plus le facteur limitant des études écologiques, contrainte majeure des premiers myco-écologues ; les outils bibliographiques dont disposent les mycologues contemporains fiables dans la plupart des cas, et sont souvent l'occasion d'approfondir ponctuellement certains groupes encore peu connus.

Les nombreux travaux écologiques publiés au cours du XXème siècle constituent également une base méthodologique importante, mais extrêmement diversifiée et encore peu organisée. Toutefois, les premiers myco-écologues ont très tôt pointé les véritables contraintes de l'étude des champignons, qui restent liées à l'imprévisibilité de l'apparition des carpophores (dont la présence est significative, mais dont la non-observation ne signifie pas l'absence du mycélium).

Aussi peut-on reprendre les principales précautions méthodologiques suggérées par nos prédécesseurs :

- Les connaissances du milieu et de ses contraintes ;
- La définition d'une surface d'échantillonnage réduite, sur laquelle il soit possible de recenser exhaustivement les carpophores ;
- La définition d'une fréquence annuelle de visites, suffisante pour être représentative de l'ensemble de la poussée annuelle ;
- La définition d'une durée de l'étude, afin de rendre compte des variations pluriannuelles.

Les objectifs d'une étude écologique des champignons peuvent être décomposés en deux grandes démarches successives :

- Etablir des inventaires d'espèces par milieu ;
- Définir l'amplitude écologique des espèces.

II-2- Les études myco-écologiques :

Diverses études myco-écologiques ont été publiées sous forme d'inventaires ou de listes, avec commentaires sur les listes rencontrées ou les milieux explorés, nous pouvons citer comme exemples : (Tüxen, 1964 ; Darimont, 1973 ; Winterhoff, 1984). Ces études s'arrêtent souvent à l'élaboration de listes d'espèces caractéristiques par milieu ou association végétale. La finalité même des études myco-écologiques, pourtant longues et souvent fastidieuses, peut sembler limitée à l'intérêt purement naturaliste d'acquérir un savoir et de le transmettre aux lecteurs ; finalité peu ambitieuse et insuffisante du point de vue du gestionnaire et scientifique.

A l'heure actuelle, les implications pratiques de telles études relèvent avant tout des conséquences sur l'évaluation et la gestion des milieux naturels : la connaissance de la répartition des espèces permet l'élaboration de « liste rouge » d'espèces menacées

(Courtecuisse, 1996) et d'indices descriptifs de la dynamique du milieu ; les inventaires permettant d'appliquer aux milieux concernés des diagnostics écologiques et patrimoniaux, ainsi que des recommandations de gestion éventuelles, sur la base des champignons.

Malgré l'abondance des références bibliographiques dans le domaine de la mycosociologie réalisés surtout en Europe, il existe une difficulté dans la détermination d'un protocole d'échantillonnage sur des organismes à période d'apparition fugace et imprévisible entre autre les champignons. C'est pourquoi de nombreux auteurs ont forgé leur propre méthodologie d'échantillonnage, puis de traitement des données. Leurs choix relèvent souvent de leur propre expérience, de leur intuition, ou parfois de la nécessité de traiter des données collectées préalablement selon des protocoles non contrôlés, qu'ils cherchent alors à tester (ou à justifier rétrospectivement). Il est à noter qu'aucune étude n'a été réalisée en Afrique du Nord.

L'analyse de la végétation phanérogamique (phytosociologie et analyse synusiale) est bien mieux fixée de ce point de vue, les protocoles étant standardisés et ne laissant pas place à l'improvisation, sinon dans le choix des placettes d'échantillonnage.

L'objectif commun de toutes ces études est de décrire les milieux et les champignons qui leurs sont associés. Mais les moyens d'y parvenir se sont diversifiés sans cesse, et ce foisonnement de variantes et d'orientations reflète la difficulté d'appliquer des méthodes trop rigides à l'étude d'organismes éparpillés et capricieux.

La diversité des études myco-écologiques est présentée à travers trois visions différentes et complémentaires des mêmes travaux de références évoqués précédemment. La comparaison de ces trois synthèses (Arnolds, 1981 ; Winterhoff, 1984 ; Courtecuisse, 1988) illustre les différences de démarches écologiques et les divergences méthodologiques qui en découlent nécessairement.

Cette synthèse se fonde sur la façon, propre à ces trois auteurs, de classer et de hiérarchiser les travaux de référence.

- ***Les catégories myco-écologiques d'Arnolds :***

Arnolds (1981) présente les différentes approches myco-écologiques en six catégories méthodologiques, résumées dans le tableau suivant :

TABLEAU 07 : Différentes approches myco-écologiques d'après Arnolds 1981

Approches	Objectifs	Méthodes	Références
Mycocoenologie	Description quantitative et	Placettes fixes ou	Haas, 1932 ; Lange,

(ou mycosociologie)	qualitative de la composition mycofloristique des communautés végétales.	transects, relevés fréquents	1948 ; Bohus et Babos, 1967 ; Kalamees, 1968 ; Winterhoff, 1975 ; Arnolds, 1981 ; Jalink et Nauta, 1984 ; etc.
Mycosynusiale	Description de la mycoflore sur micro-habitats		Darimont 1973 ; Barkman, 1976
Mycofloristique-écologique	Répartition des espèces selon les différents habitats d'un même site, liste qualitative par habitats.	Variable généralement extensive.	Favre, 1948 ; Einhellinger, 1976
Autoécologie	Définition du spectre écologique de quelques espèces sur terrain, voire en conditions expérimentales.	Définie par l'espèce recherchée	Bohus, 1957
Phytosociologique avec champignons	Description d'associations végétales intégrant simultanément les populations fongiques.	Relevés phytosociologiques	Heinemann, 1956 ; Bon et Géhu, 1973 ; etc.
Cartographie	Etablissement de cartes de répartition d'espèces et superposition avec d'autres cartes (végétation, climat, sol, etc.)	Données toutes provenances	Courtecuisse, 1986

Cette typologie repose surtout sur les méthodes employées et la manière de présenter les résultats, mais la finalité des méthodes (démarches scientifiques) semble peu prise en compte.

- ***L'analyse synsystématique de Winterhoff :***

Winterhoff (1984) propose pour sa part une typologie fondée sur les analogies avec la phytosociologie, et propose les distinctions suivantes auxquelles il n'attribue pas de terminologie spécifique :

- **Champignons considérés comme éléments d'associations végétales :**

- Comme **éléments d'associations** végétales au même titre que les végétaux (correspondant à « Phytosociologie avec champignons » d'Arnolds, 1981)
- Comme constituants des **synusies** (communautés structurelles et fonctionnelles) au sein des associations végétales (correspondant à l'approche « Mycofloristique-écologique » d'Arnolds, 1981).
- Comme formant des **petites associations** ou associations indépendantes (correspondant à l'approche « Mycocoenologie » d'Arnolds, 1981).
- Comme définissant des associations de même niveau que les Phanérophytes (Pirk, 1948 ; Tüxen, 1964 ; correspondant à l'approche « Mycosynusiale » d'Arnolds, 1981.

❖ **Champignons considérés indépendamment des associations végétales :**

- Comme constituants d'une **mycocoenose**, incluant tous les champignons d'une biocénose, ou au moins ceux du sol (Bohus et Bobas, 1967).
- Comme associations fongiques liées à des substrats, définissant des **mycocoenoses** qui sont des éléments de biocénoses (Krisai, 1987).
- En considérant les **micro-organismes avec d'autres organismes** comme éléments de biocénoses. Des systèmes sont établis séparément pour des synusies et pour les biocénoses entières (Barkmann, 1973).

Cette sémiologie se situe dans une optique purement « synsystématique », selon que les résultats exposés par l'auteur sont emboîtés dans le système phytosociologique ou indépendant de celui-ci.

- ***L'analyse intégrée de Courtecuisse* :**

L'approche myco-écologique définie par Courtecuisse (1988) est présentée dans le tableau 08

TABLEAU 08 : Approche myco-écologiques définie par Courtecuisse (1988)

Catégorie		Principe	Correspondance Arnolds, 1981
Cartographie et chorologie		Etablissement de cartes de répartition d'espèces et superposition avec d'autres cartes	Cartographie
Ecologie des	Autoécologie	Influence des facteurs	Non considéré

champignons		environnementaux *in vitro*	
	Synécologie	Influence des facteurs environnementaux en milieu naturel sur chaque site.	Autoécologie
Mycocoenologie	Descendance	Observation des espèces au sein d'associations végétales définies	Mycocoenologie, phytosociologie avec champignons
	Ascendance	Etablir un profil écologique par espèce	Mycofloristique-écologie
Mycosociologie		Définition d'un synsystème fondé sur les champignons indépendamment du synsytème phytosociologique	Mycocoenologie

Le mode de caractérisation proposé par Courtecuisse (1988) repose essentiellement sur l'objectif annoncé ; la terminologie proposée par Arnold's, 1981 est émendée et redéfinie.

II-3- Choix d'une orientation d'étude :

Nous avons cherché à définir les axes de notre étude par rapport aux principaux travaux réalisés, en souhaitant nous fonder initialement sur la démarche myco-écologique intégrée de Courtecuisse (1988) qui nous semblait, de toutes, la plus riche en information sur la répartition et l'écologie des champignons, tout en étant étendue sur un grand nombre de sites et surtout considérée cette démarche comme la plus récente.

La suite logique de l'étude de Courtecuisse (1988), à la lumière des méthodes actuelles d'analyses écologiques statistiques, nous a semblé être la démarche myco-écologique consistant à recenser les espèces par milieux, puis à comparer les différents milieux sur la base des listes des récoltes. Il s'agissait ainsi de définir plus précisément, à partir d'une caractérisation plus affinée, les espèces

caractéristiques, et de tenter de cerner quelques facteurs environnementaux influençant leur répartition.

De ce fait, nous avons tenté de coupler deux démarches :

- La première consiste à la description des sites d'étude afin d'identifier les facteurs visant par la suite à définir le champ écologique de chaque espèce ;

- La seconde cherchant à caractériser les milieux en fonction de leurs associations d'espèces.

Ce couplage nécessite un échantillonnage représentatif de plusieurs sites dans la mesure du possible.

Nous avons cherché, par un protocole adapté à un milieu d'étude à fructification relativement régulière et à unités écologiques bien caractérisables, à appliquer à une période d'études déterminée, la démarche myco-écologique par des prospections mensuelles. Ce protocole personnalisé a été testé *à posteriori,* pour juger de l'efficacité de nos relevés et de la validité de notre étude par Pierre Arthure Moreau (2002).

CHAPITRE -II-

Méthodologie de travail : Choix d'un protocole d'échantillonnage

Objectifs recherchés :

Les objectifs fixés par notre étude concernent deux aspects majeurs de l'écologie des champignons pouvant être développés à partir d'une même base de relevés :

- La définition des facteurs environnementaux (biotiques : végétation ; et abiotique : édaphiques) déterminant la répartition spatiale des espèces. Il s'agit de la mise en relation par corrélation de la présence des carpophores (inventaire) et des caractéristiques écologiques du milieu (gradient de pH, d'hygrométrie, matière organique l'altitude, etc.) **.**
- La recherche des espèces partageant les mêmes spectres écologiques définis ci-dessus, et la caractérisation de ces groupes d'espèces par rapport au milieu.

Ces objectifs s'appuient sur une comparaison inter-sites et sur un nombre important de milieux, en raison de la grande diversité des écosystèmes dans la région concernée. Afin d'obtenir une représentation suffisante de chaque milieu nous avons recherché le plus grand nombre possible de sites, dans la limite de nos possibilités matérielles.

I- Choix des sites d'étude :

36 stations ont été choisies au niveau du Parc National d'El Kala, afin de réaliser nos prospections mycologiques. Comme il n'existe quasiment aucune donnée mycologique disponible sur les sites choisis de la région, les périodes de visites efficaces n'ont pu être déterminées qu'à la suite de la première année de prospection.

- ***Contraintes matérielles :***
  - Gestion du temps : à raison d'une journée de travail de détermination par journée de terrain, la disponibilité de l'impétrant est estimée à 10 journées de terrain par mois.
  - Gestion de la distance : en raison des contraintes de déplacement (temps), les sites sont estimés visitables jusqu'à une distance de 50km autour de la zone d'étude par jour.
- ***Choix du nombre de sites :***

Compte tenu des contraintes précitées, et suivant la méthode d'analyse adoptée (Courtecuisse, 1988), 36 placettes réparties sur 30 sites ont été proposées, faisant l'objet de prospections mensuelles durant toute la période de l'étude.

- ***Réalisation des visites :***

Afin de pouvoir visiter en moyenne 6 sites (rapprochés) par jour, la durée de présence mensuelle sur chaque site a été estimée à 1 heure (déplacements inclus). En raison des facteurs distance et temps, nous avons jugé utile de répartir les 36 placettes proposées selon les 3 secteurs du Parc National d'El Kala, comme suit : 17 placettes pour le secteur d'Oum T'boul, 18 placettes pour le secteur de Brabtia et 06 placettes pour le secteur de Bougous. Pour les placettes de vaste superficie et éloignées, une journée entière a été estimée.

II- Choix du protocole d'échantillonnage :

Nous avons essayé de choisir un mode d'échantillonnage qui peut satisfaire au mieux les deux objectifs recherchés :

- Un inventaire représentatif des espèces et notamment des espèces rares
- Un échantillonnage sur placettes définies et homogènes (analyse myco-écologique).

- ***Choix des surfaces d'étude :***

Ne pouvant pas définir *à priori* de surface minimale efficace faute d'étude préalable sur les milieux étudiés, nous avons dû choisir des surfaces d'échantillonnages. Le choix a été guidé par les contraintes liées aux problématiques initiales.

Les unités d'échantillonnage ont été choisies, d'après Arnolds (1981), par unité de végétation variant de 1000 à 5000m^2, en fonction de la représentation du milieu sur le site, à partir d'une surface minimale de 100m^2.

Les transects aléatoires de Favre (1948) permettent un recensement assez complet des espèces présentes sur le site, mais reste à un niveau de précision insuffisant pour l'analyse myco-écologique des espèces. La méthode par petits quadrats de 1m^2 de Lange (1948), exhaustive sur petites surfaces, nécessite une matérialisation lourde des placettes ; elle représente la méthode la plus fine à l'échelle d'un site unique mais reste matériellement inapplicable dans le cadre d'une comparaison inter-sites.

Le protocole choisi pour notre étude est donc compromis entre l'échantillonnage sur quadrats (qui peut ignorer les espèces à répartition irrégulière) et la prospection sur transects (qui tient difficilement compte de la typologie végétale et des interfaces écologiques).

La méthode d'échantillonnage choisie, qui nous a paru répondre au mieux à nos objectifs, reste limitée aux milieux se présentant sous la forme de mosaïques bien caractérisées (tourbières, prairies, systèmes dunaires), où la végétation est fortement influencée par les

facteurs locaux. En milieu forestier, les situations écologiques sont beaucoup plus complexes ; les gradients de luminosité, de composition chimique du sol etc. déterminent le couvert végétal et sont aussi directement déterminés par lui. La mosaïque végétale est difficilement discernable de *visu*, et le milieu se présente plutôt comme un ensemble de nombreuses micro-situations au sein d'un écosystème globalement homogène ; les quadrats de petites dimensions ou les transects avec pointages réguliers s'imposent alors d'eux-mêmes.

- ***Matérialisation des placettes :***

Les sites étudiés étant pour la plupart protégés et fréquentés par de nombreux scientifiques et naturalistes, nous avons donc renoncé à matérialiser les limites de placettes étudiées. La reconnaissance des placettes s'est donc effectuée par reconnaissance visuelle de la végétation et repère naturels (méthode possible uniquement dans le cadre de visites fréquentes et régulières, en raison de l'évolution saisonnière de la végétation).

Le protocole défini pour cette étude est :

Nous pouvons résumer le protocole d'échantillonnage dans le tableau 09

TABLEAU 09 : Protocole d'échantillonnage défini pour notre étude	
Fréquence des visites	Mensuelle
Durée de l'étude	7 années (2004 – 2010)
Mode d'échantillonnage	Relevés fragmentés sur fragments homogènes
Taille des placettes	500 à 5000m^2
Caractérisation des placettes	Homogénéité physionomique (végétation)
Relevé mycologique	Exhaustif (dénombrement de carpophores)

III- Caractérisation des placettes :

Une fois définies par unités homogènes de végétation, les placettes ont fait l'objet de notes descriptives sur différents paramètres : végétation, acidité, caractère hydrique, description des horizons du sol.

Les horizons inférieurs n'ont pas été décrits, vu que les carpophores relevés sont tous issus des horizons superficiels précités et ne permettent pas de préjuger de l'activité fongique dans les horizons inférieurs, encore très peu connu.

III-1- Végétation :

Une liste des plantes dominantes a été établie pour chaque placette. Les milieux ouverts ont faits l'objet d'une description attentive ; la description des milieux boisés s'est limitée aux plantes structurantes du milieu.

III-2- Caractérisation pédologique :

Le mycélium des champignons observés ne paraissent exister que dans les horizons les plus superficiels, à environ 15 à 20 centimètres en dessous du niveau de la matière organique vivante, soit les horizons OF (horizons de la matière organique mortes) et OH (horizon des racines)

L'analyse du sol consiste en un ensemble d'opérations successives physiques et chimiques. Mais avant de développer ces types d'analyses, il faut tout d'abord commencer par l'opération critique dans l'analyse du sol : c'est l'échantillonnage et le prélèvement des échantillons de sol dont l'importance n'est pas bien perçue.

La méthode d'échantillonnage choisie dans notre étude est celle adoptée par l'Institut Agronomique et Vétérinaire du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (MADREF DERD, 2002). Une fois l'échantillon reçu au laboratoire, celui-ci engage dans un ordre bien défini une suite d'opérations rigoureusement respectées faisant appel à des produits chimiques et appareils respectueux des exigences de la qualité.

Les différents paramètres pédologiques analysés sont : la granulométrie, le pH, la conductivité électrique, le dosage de la matière organique (le carbone organique), l'azote, le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium. Ces analyses ont été effectuées au laboratoire agronomique au sein du groupe FERTIAL sous la responsabilité de M. ATEK.

Les méthodes utilisées par le laboratoire agronomique pour les analyses des paramètres pédologiques précitées sont résumées dans l'Annexe 2.

III-3- Caractérisation du niveau hydrique :

Le niveau hydrique des placettes a été estimé au niveau des horizons superficiels, par évaluation visuelle (niveau d'eau visible/non visible), évaluation au toucher (sensation d'humidité : sec/humide/mouillé), présence d'eau libérée à la pression (saturé/non saturé). Ces observations ont été consignées au cours de la première année du travail, à savoir au cours de l'année 2004. De ce fait, nous avons divisé le niveau hydrique en 5 classes :

Flottant : sol saturé en permanence

Inondé : sol saturé en permanence, niveau d'eau dépassant constamment ou périodiquement la strate muscinale

Affleurant : sol saturé en permanence, niveau d'eau constamment visible dans les petites dépressions

Humide : sol non ou ponctuellement saturé, constamment humide au toucher, niveau d'eau non visible.

Sec : sol non saturé, la plupart du temps sec au toucher (hors période de fortes précipitations).

Pour plus de précision, nous avons calculé le degré d'humidité du sol à l'aide d'un matériel adéquat : un multi-paramètre afin de pouvoir confirmer nos observations sur terrain.

IV- Relevés mycologiques

IV-1- Fréquence des visites

Les visites ont été réalisées conformément au protocole initialement défini, à raison d'une visite mensuelle par placette.

La date de la première prospection annuelle correspond à la date des premières chutes des pluies (mi-septembre à l'étage montagnard et octobre en plaine), période généralement encore pauvre en carpophores ; la fin de la période annuelle de prospection est déterminée par les débuts des chaleurs à savoir fin mai début du mois de juin) (Tableau 10).

N.B. : une rupture dans la fructification des champignons est constatée en plein hiver déterminée par les premières gelées (en basse altitude : plaine), ou les premières chutes de neige (étages montagnard). Vu que cette période est assez courte, nous n'avons pas signalé cette rupture dans l'interprétation des résultats.

TABLEAU 10 : Nombre et périodes des visites sur les sites étudiés

Code	Site	Nombre de visites 2004 – 2010	Périodes
OUM T'BOUL			
Aibg	Ain Bergougaya	64	Octobre – Mai
Ait	Ain Tebib	64	Octobre – Mai
Choi	Chemin des Oiseaux	64	Octobre – Mai
Yef	El Yefcha	60	Octobre – Mai
Fous	Feid Ouest	60	Octobre – Mai

Had	Haddada	64	Octobre – Mai
Kedm	Kef El Demna	63	Octobre – Mai
Masb	Mag Sbaya	60	Octobre – Mai
Oldj	Ouledj	64	Octobre – Mai
Ous	Oum Skek	60	Octobre – Mai
Seg	Segleb	63	Octobre – Mai
Tga	Tonga	64	Octobre – Mai
BRABTIA			
Agc	Agbet El Chair	64	Octobre – Mai
Aikh	Ain Khiar	64	Octobre – Mai
Bou	Boulif	60	Octobre – Mai
Boum	Boumalek	64	Octobre – Mai
Bout	Bouteldja	64	Octobre – Mai
Bra	Brabtia	64	Octobre – Mai
Cpr	Cap Rosa	64	Octobre – Mai
Djk	Djebel El Korsi	60	Octobre – Mai
Lcp	Lac noir	64	Octobre – Mai
Mri	Mridima	64	Octobre – Mai
Oub	Oubeira	64	Octobre – Mai
Righ	Righia	64	Octobre – Mai
Cal	Route de la Calle	64	Octobre – Mai
Vicl	Vieille Calle	64	Octobre – Mai
BOUGOUS			
Dray	Dar El Ayadi	58	Septembre - Mai
Elfe	El Feden	58	Septembre - Mai
Etol	El Toual	60	Septembre - Mai
Parbio	Parcelle Biologique (El Ghora)	58	Septembre - Mai

IV-2- Prélèvement et détermination des carpophores

La détermination du genre d'environ la moitié des espèces rencontrées a pu être effectuée sur le terrain. L'autre moitié, requérant une étude microscopique et la consultation de littérature spécialisée, a fait l'objet de prélèvements raisonnés, se limitant au minimum nécessaire à la

détermination. Des carpophores de la plupart des espèces rencontrées ont été conservées en exsiccata (collection personnelle de R. DJELLOUL), accompagnées de notes descriptives et de photographies *in situ*.

La bibliographie consultée pour l'identification des champignons est la suivante :

- Fungi Europei : Hygrophorus s.l. (Candusso, 1997)
- The dutch, french and british species of *Psathyrella* (Van Waveren, 1985)
- Guide des champignons de France et d'Europe (Courtecuisse et Duhem, 1994)
- Le Amanite, Atlante pratico-monografico per la determinazione del Genere *Amanita* Pers. (Galli, 2001).
- Inventaire des champignons coprophile du Maroc (N'Douba et *al.*, 2013)
- Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 1. (Malençon et Bertault, 1970)
- Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 2. (Malençon et Bertault, 1975)
- Brtitish Ascomycetes (Dennis, 1981).

L'ensemble (les exsiccata, les descriptions et les photographies *in situ*), ont été par la suite envoyés au laboratoire de Cryptogamie et Biologie Végétale, Faculté de Pharmacie, Université Henry Poincaré de Nancy ainsi qu'à la Société Lorraine de Mycologie pour la confirmation de l'identification des espèces déjà identifiées ou la détermination des espèces révélées difficiles.

Les mêmes échantillons ont été également transférés au grand mycologue Pierre ROUX, qui a beaucoup contribué dans l'identification des espèces surtout rares et males connues.

La méthodologie suivie pour l'identification des champignons récoltés est la suivante (Annexe 2) :

- Identification macroscopique
- Identification microscopique
- Identification organoleptique

IV-3- Interprétation de l'abondance des carpophores

IV-3-1- Indice d'abondance :

Les relevés étant effectués sur des superficies variables, le nombre de carpophores ne peut servir directement de valeur comparative, *à fortiori* dans le cadre d'analyses statistiques.

L'utilisation d'un « indice d'abondance » est une nécessité commune aux études myco-écologiques (Arnolds, 1992).

Les myco-écologues ont longtemps utilisé un indice inspiré des études phytosociologiques (de « + » à « 5 »).

Dans cette étude, nous avons choisi d'expérimenter un « indice d'abondance » de Barkmann (1976) modifié, représentant l'abondance maximale observée sur l'ensemble des visites :

Indice d'Abondance : I.A. = (Max Nb carpophores) x 100 ÷ surface

Cet indice dont les valeurs vont de 0,02 (densité de carpophore la plus faible : 1 carpophore isolé sur 5000m^2) à 40 (densité observée la plus forte : 1000 carpophores sur 500m^2), une moyenne de 0,3 à 1,3 selon les placettes, présente les inconvénients suivants :

- Il n'est pas utilisable directement pour une analyse factorielle des correspondances, attribuant un poids mathématique démesuré aux espèces les plus abondantes ;
- Les espèces représentées par des spécimens isolés présentent des valeurs variables en fonction de la surface des placettes (entre 500 et 5000m^2), alors que l'unicité nous paraît devoir être décrite par une valeur constante quelle que soit la dimension de la placette.

Nous avons donc réduit cet indice à un coefficient, utilisé par la suite dans toutes nos analyses quantitatives. Les espèces représentées par un spécimen isolé sur la placette ont été automatiquement définies par la valeur 1. Les autres correspondent à l'échelle de Pirk (1948) appliquée à une surface de 1000m^2.

Classe d'abondance 1 : 1 spécimen unique trouvé sur la placette (indice de Barkmann non pris en compte)

Classe d'abondance 2 : indice de Barkmann compris entre 0,040 et 0,500

Classe d'abondance 3 : indice de Barkmann compris entre 0,500 et 1,000

Classe d'abondance 4 : indice de Barkmann compris entre 1,000 et 2,000

Classe d'abondance 5 : indice de Barkmann compris entre 2,000 et 20,00

Soit un **tableau pratique de correspondance** (Tableau 11 ; le nombre calculé d'espèces correspondantes a été arrondi à l'unité supérieure)

TABLEAU 11 : Correspondances classes d'abondance / Indice d'abondance de Barkmann / Nombre maximale de carpophores observés (Barkmann, 1976).

Dimension des placettes	**500m²**					**1000m²**					**5000m²**				
Classe d'abondance	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Indice de Barkmann	-	0,04-0,5	0,51-1,0	1,1-2,0	2,1-20,0	-	0,04-0,5	0,51-1,0	1,1-2,0	2,1-20,0	-	0,04-0,5	0,51-1,0	1,1-2,0	2,1-20,0
Nombre de carpophores	1	2	3-5	6-10	>10	1	2-5	6-10	11-20	>20	1	2-20	30-50	60-100	>100

IV-3-2- Indice de Shannon :

C'est un indice de diversité, il augmente avec le nombre d'espèces et lorsque les mêmes espèces se partagent la même dominance.

$$\textbf{Formule : } H' = - \Sigma ((Ni / N) * \log_2(Ni / N))$$

Ni : nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces).
N : nombre total d'individus.

H' est minimal (= 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Shannon, 1948). L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de Piélou (1966), appelé également indice d'équirépartition, qui représente le rapport de H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement (Hmax) (Bordenave et De Granville, 1998).

TROISIEME PARTIE

Résultats et Interprétation

CHAPITRE -I-

Analyse globale de l'inventaire mycologique

I- Analyse méthodologique des prospections mycologiques : Nombre d'espèces et nombre de prospection :

La plus grande difficulté rencontrée lors de l'étude mycologique nous paraît être l'imprévisibilité de la poussée fongique. Cette contrainte particulière à l'étude des champignons a déjà été discutée et nous a poussé à choisir une méthodologie de travail prenant en considération le nombre de stations et l'imprévisibilité des champignons, en particulier lorsqu'aucune étude préalable n'a jamais été faite sur ces milieux. La surface d'échantillonnage représente le second facteur méthodologique déterminant de toute étude myco-écologique.

Le nombre de prospections conduites sur les parcelles a été plus ou moins uniforme, à raison d'une sortie mensuelle par parcelle durant toute la période d'étude qui s'est étalée de 2004 à 2010. Nous avons réalisé en moyenne 60 sorties par parcelle (Tableau 12). Les sites moins accessibles et accidentés, la fréquence de leur visite était moindre (58 visites pour la majorité des parcelles du secteur de Bougous). Le maximum des visites était de 64. Cette uniformité des visites, influe naturellement sur le nombre d'espèces recensées.

Il est évident que les informations recueillies sur les placettes seront d'autant plus discriminantes que les visites ont été nombreuses. La Figure 09, permet de constater une première tendance sur les parcelles visitées. A la station de Boumalek, par exemple, le nombre de sortie est au maximum (64 visites), et nous n'avons pu récolter que 3 espèces (retrouvées à chaque fois au cours de toutes nos visites), tandis qu'à la station d'El Feden, 58 prospections effectuées pour un total de 33 espèces. Les meilleurs résultats sont observés aussi bien dans la parcelle de la Pinède de Tonga (88 espèces), aulnaie de Ain Khiar (74 espèces) et l'Arboretum de Tonga (65 espèces).

De ce fait, nous ne pouvons pas établir de corrélation stricte entre le nombre de prospections conduites dans la forêt et le nombre de taxons recensés. D'autres facteurs interviennent pour déterminer le nombre de ces taxons par parcelle et même par année. Bien entendu le nombre d'espèces détectées dépend à la fois des périodes de poussée fongique, de la surface prospectée, de l'intensité des recherches au cours de ces prospections, des caractéristiques écologiques des espèces mais aussi de la taille de leur carpophore facilement discernable ou non sur le terrain. De plus, il semblerait que 7 à 12 années de prospections soient nécessaires afin de visualiser de façon satisfaisante la diversité mycologique d'un milieu (Guinberteau & Courtecuisse, 1997).

TABLEAU 12 : Nombre de visite par parcelle

Code station (lettre)	Code station (chiffre)	Nbr. de visite
Aibg-clig	1	64
Aibg-czen	2	64
Ait-clig	3	64
Choi-clig	4	64
Yef-clig	5	60
Fous-clig	6	60
Had-pnma	7	64
Had-clig	8	64
Kedm-clig	9	63
Masb-czen	10	60
Oldj-clig	11	64
Ous-clizen	12	60
Seg-clig	13	63
Seg-prhu	14	63
Tga-pnog	15	64
Tga-arbo	16	64
Agc-pnma	17	64
Aikh-eucl	18	64
Aikh-auln	19	64
Bou-clig	20	60
Boum-prhu	21	64
Bout-frn	22	64
Bra-clig0	23	64
Cpr-clig	24	64
Djk-clig0	25	60
Lac-tour	26	64
Mri-pnma	27	64
Oub-eucl	28	64

Righ-auln	29	64
Cal-pnma	30	64
Dray-clig	31	58
Dray-czen	32	58
Elfe-czen	33	58
Etol-clig	34	60
Parbio-czen	35	58
Tga-cker	36	64

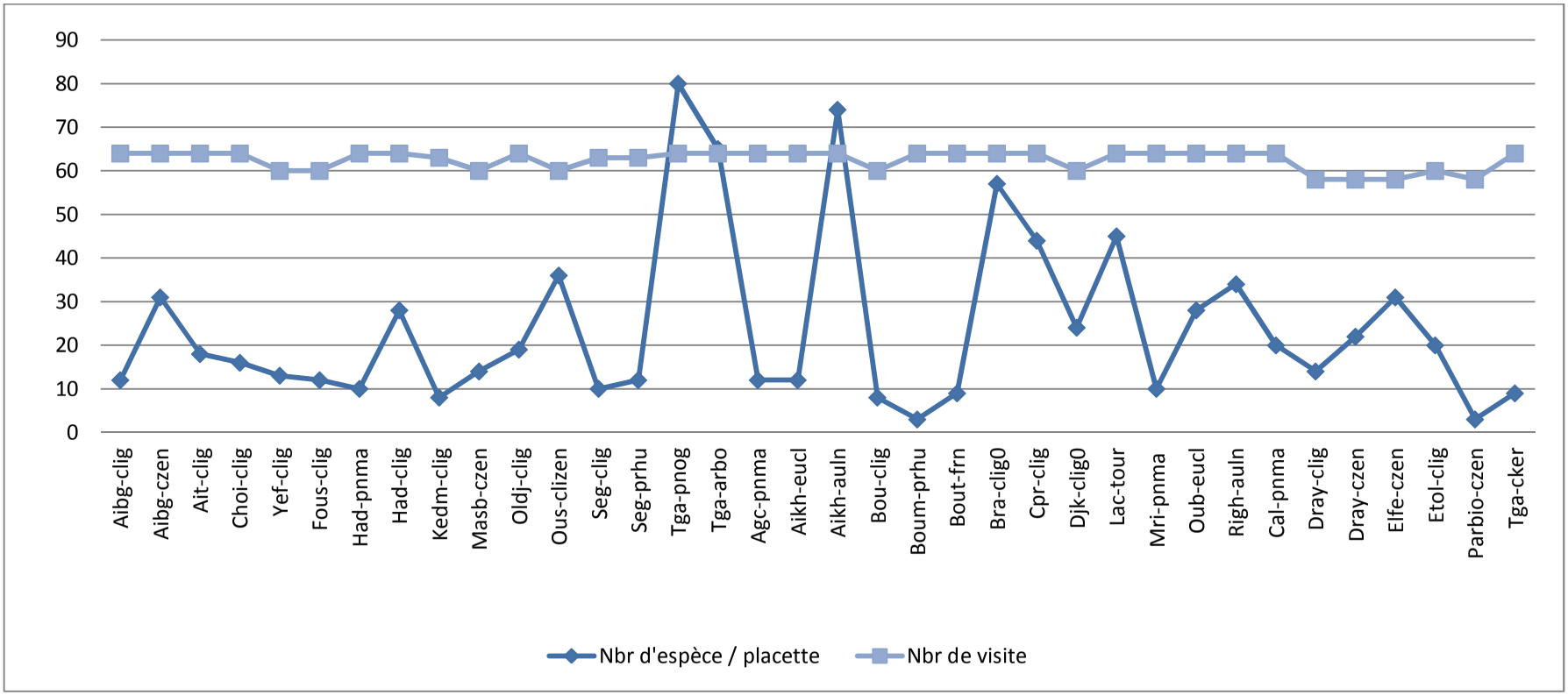


Figure 09 : Nombre de sorties par nombre d'espèces par parcelle

Nous pouvons donc dire, que le nombre de prospections à partir duquel les informations deviennent discriminantes se situe au minimum à 20. Ce nombre brut est bien entendu dépourvu de signification, s'il n'est pas accompagné d'un choix pertinent des prospections en fonction des périodes de poussée fongique. Il dépend également, bien entendu, de la surface prospectée et de l'intensité des recherches.

II- Diversité fongique des espèces recensées :

L'inventaire mycologique des champignons réalisé au niveau du Parc National d'El Kala, qui s'est déroulé de 2004 jusqu'à 2010, nous a permis d'identifier 304 espèces, pour la plupart en zones boisées. La majorité des espèces récoltées appartiennent au groupe des Basidiomycotina avec 94%, vient par la suite le groupe des Ascomycotina avec 5% ; les myxomycètes sont représentés avec seulement 3 espèces (1%) (Fig. 10).

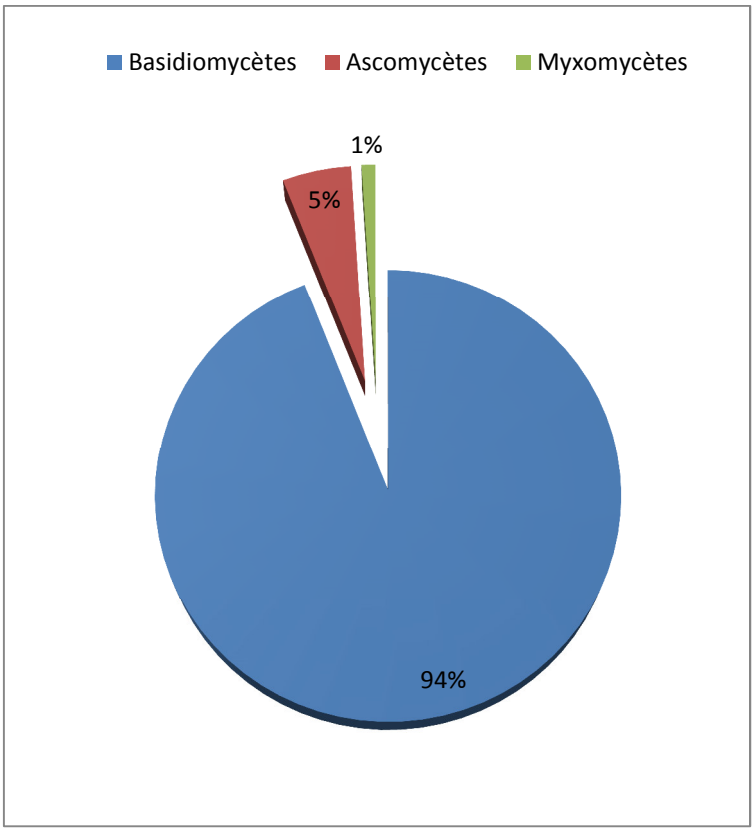


Figure 10 : **Représentation de l'inventaire par groupe taxinomique**

Les 304 espèces recensées sont réparties entre 58 familles (Fig. 11), avec 32 espèces appartenant à la famille des Tricholomataceae suivi de 29 espèces pour la famille des Mycenaceae. Les autres familles sont représentées avec un nombre variable (entre 1 à 19 espèces par famille). De ce fait,

nous pouvons constater, que nos récoltes sont diversifiées et contiennent la majorité des taxons connus en mycologie d'une part. D'autre part, le Parc National d'El Kala, est une zone très riche du

point de vue mycologique, non seulement avec le nombre de taxons récoltés ; qui reste encore à compléter (d'après mes collègues mycologues, le PNEK, peut abriter jusqu'à 1000 espèces de champignons), mais aussi avec la diversité des groupes taxinomiques.

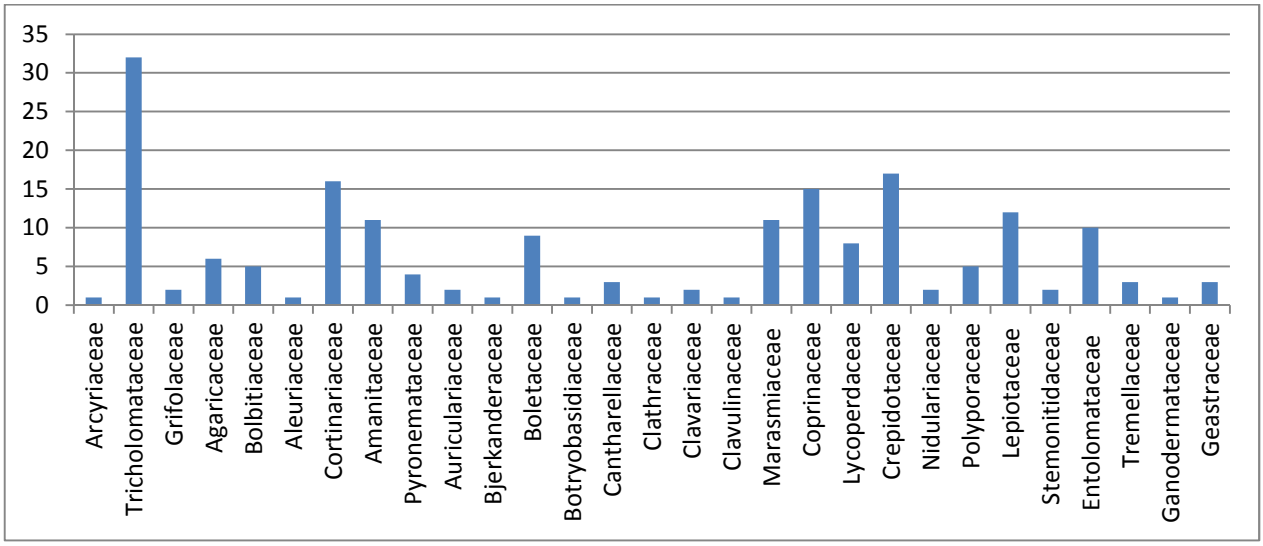


Figure 11 : Les différentes familles mycologiques représentées au niveau du Parc National d'El Kala

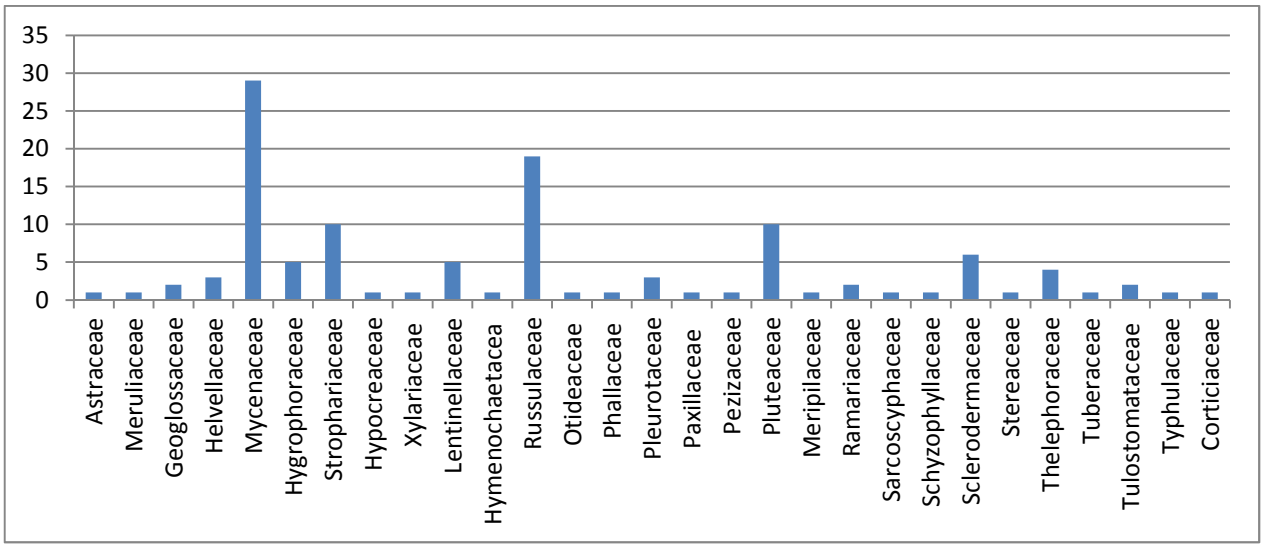


Figure 11 : Les différentes familles mycologiques représentées au niveau du Parc National d'El Kala (suite)

Vu le manque de données relatives aux inventaires mycologiques en Algérie, nous avons comparé nos résultats avec les travaux réalisés par Maire (1902), Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord (Algérie, Tunisie et Maroc), les travaux de Malençon et Bertault (1970, 1975), Bertault (1978a, 1978b, 1980) au Maroc, ainsi que les travaux récents de mycologues marocains, El Assfouri et *al.* (2004-2005), Outcoumit (2004-2005), Ouabbou et *al.* (2010) et N'douba et *al.* (2010).

Nous pouvons constater à partir des résultats obtenus (Fig. 12), que la liste des espèces fongiques établie au cours de nos prospections est assez différentes des récoltes faites par les auteurs cités ci-dessus. Nous avons des espèces communes aux différentes prospections : 29% pour Malençon et Bertault avec 89 espèces communes et 24% pour Maire avec 74 espèces communes, ainsi que des espèces spécifiques pour chaque travail d'inventaire. Cela est probablement dû à différents facteurs :

- Les travaux de Malençon et Bertault (1970, 1975) ainsi que les travaux de Bertault (1978a, 1978b et 1979) ont été effectués au Maroc, au niveau du moyen atlas avec une dominance remarquable du Cèdre, et une altitude variante entre 1600 à 2100m.
- La durée des travaux réalisés par Maire, Bertault et Malençon s'est étalée sur une vingtaine d'année.
- Les changements climatiques observés lors des dix dernières années.
- Les milieux et les essences prospectés dans nos travaux sont différents de ceux choisis par les auteurs.

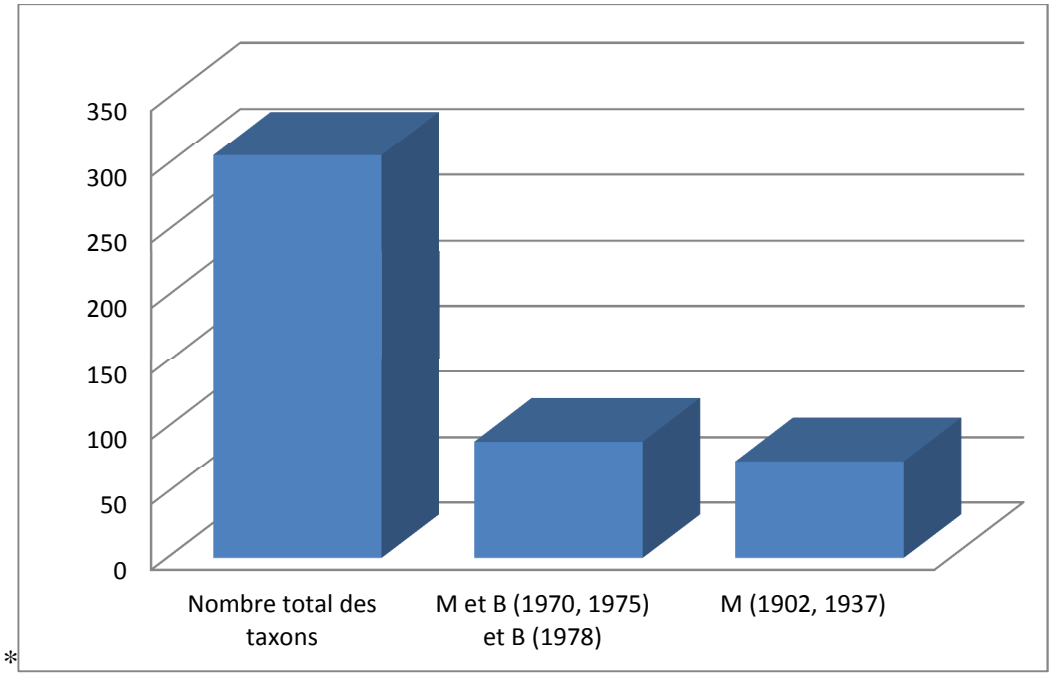


Figure 12 : Bilan des inventaires

Pour avoir plus d'information, nous avons partagé les espèces récoltées en cinq groupes taxinomiques à savoir :

Agaricales : Basidiomycètes charnus à lames et à tubes (Bolétales inclus pour des raisons pratiques).

Aphyllophorales : Basidiomycètes charnus, ligneux ou crustacés dépourvus de lames ou de tubes : chanterelles, hydnes, clavaires, polypores et croûtes.

Hétérobasidiomycètes : Basidiomycètes gélatineux (trémelles et affinés).

Gastéromycètes : Basidiomycètes à spores internes.

Myxomycètes : actuellement classés dans les Protista (Mycetozoa).

Le graphe suivant (Fig. 13) nous donne le bilan de notre inventaire, en comparaison avec les travaux effectués par Malençon et Bertault (1970, 1975), Bertault (1978a, 1978b et 1979) au Maroc et les travaux de Maire (1902) et Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord, en utilisant les groupes taxinomiques illustrés ci-dessus.

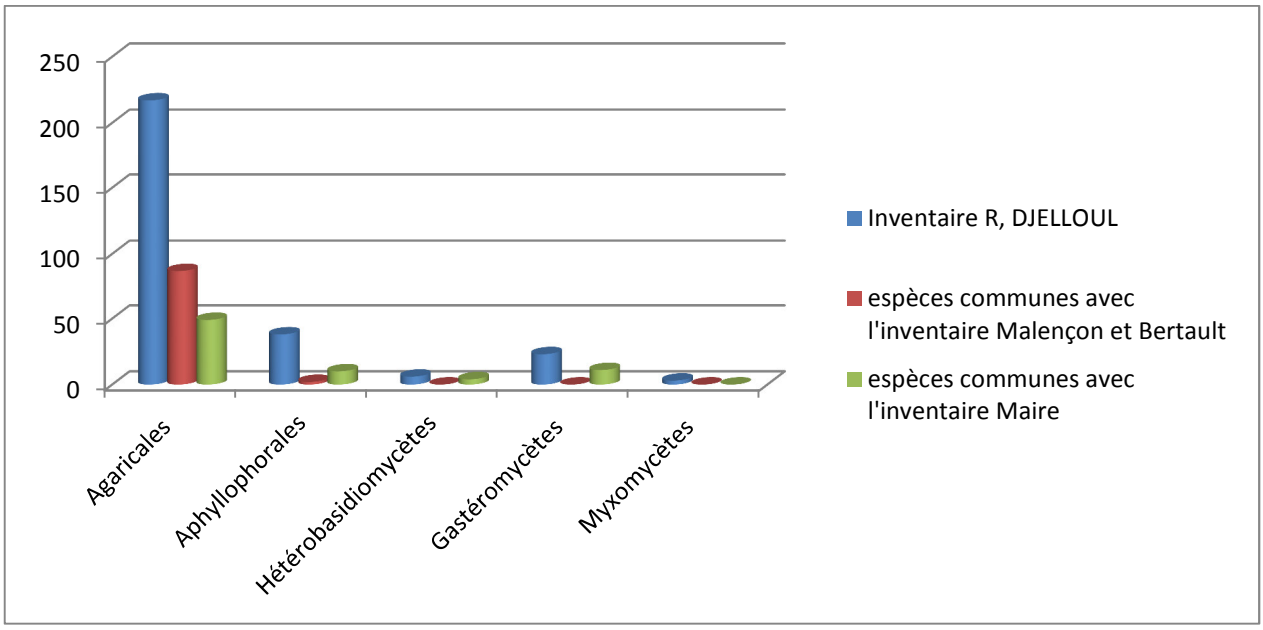


Figure 13 : Comparaison de l'inventaire en fonction des différents groupes taxinomiques

Nous pouvons constater que les espèces communes entre l'inventaire de Malençon et Bertault et notre inventaire appartiennent seulement à deux groupes taxinomiques : les Agaricales avec 87 espèces et les Aphyllophorales avec 2 espèces. Cependant, les espèces communes avec l'inventaire de Maire et le nôtre appartiennent à l'ensemble des groupes taxinomiques : Agaricales : 49 espèces, Aphyllophorales : 10 espèces, Hétérobasidiomycètes : 4 espèces, Gastéromycètes : 11 espèces. Le groupe des Myxomycètes n'est pas représenté dans les deux inventaires.

Nous pouvons remarquer également, que d'après la comparaison effectuée avec l'inventaire de Malençon et Bertault au Maroc, l'existence d'espèces appartenant au groupe des Agaricales, présentes dans nos prospections, signalées au Maroc et non observées auparavant en Algérie.
Nous pouvons les considérer, donc, comme des espèces nouvellement décrites pour notre pays. Les espèces concernées sont représentées dans le Tableau 13.

TABLEAU 13 : Tableau récapitulatif des espèces nouvellement signalées en Algérie

Espèces	Observations
Pluteus salicinus	Signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1970), sur une souche d'*Eucalyptus* et de *Fraxinus angustifolia*. Récoltée sur des souches de *Quercus suber* et de *Taxodium distichum* dans deux stations Ouledj et l'Arboretum de Tonga.
Panaeolus fimicola	Signalée par Malençon et Bertault (1970), dans différentes stations du Maroc, sur les excréments des herbivores dans les pâturages et les clairières, également sur les pailles souillées. Même milieu de récolte lors de nos prospections, les excréments d'animaux (bovins et ovins).
Panaeolus sphinctrinus	Signalée par Malençon et Bertault (1970) au Maroc, récoltée sur les lieux fumés. Observée par Ouabbou et *al.* (2010), en petits groupes sous *Eucalyptus*. Retrouvée lors de nos prospections sur les excréments d'animaux (ovins et bovins).
Psilocybe coprophila	Signalée par Malençon et Bertault (1970) sous le nom de *Geophila coprophila*, commun sur les excréments de Bovidés dans toute la zone littorale depuis Casablanca jusqu'à Tanger, de l'automne au printemps. Récoltée au lac noir sur les excréments de bovidés.
Simocybe centunculus	Signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1970) sous le nom de *Naucoria centunculus* (Fr.) Gill. ; récoltée sur débris végétaux variés, en petits groupes, assez répandue dans différentes stations. Signalée uniquement au Maroc. Récoltée à l'entrée de la pinède de Tonga, sur une branche morte d'*Eucalyptus*.
Cortinarius orellanus	Signalée par Malençon et Bertault (1970) au Maroc.

	Récoltée dans différentes stations à dominance de chêne liège.
Gymnopilus penetrans	Signalée par Malençon et Bertault (1970) au Maroc, sur *Chamaerops humilis* et *Pinus*. Récoltée aussi bien sur conifères que sur feuillus, dans différentes stations.
Entoloma serrulatum	Signalée par Malençon et Bertault (1970) au Maroc sous le nom *Rhodophyllus serrulatum* (Fr.) Quél. Espèce considérée comme assez commune dans les forêts, clairières, broussailles herbeuses de la plaine au littorale. Même milieu de récolte lors de nos prospections,
Clitocybe decembris	Signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1975), en troupes sous les conifères (*Pinus*) et les feuillus (*Quercus*). Ce champignon a été récolté en troupes sous feuillus (Chêne liège, Eucalyptus, Chêne zen) dans différentes stations.
Laccaria lateritia	Signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1975), espèce très commune dans différentes stations, récoltée dans les plantations arbustives et forêts naturelles, généralement en sols sablonneux, sous *Acacia mollisima*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus gomphocephala*, *Pinus pinaster*, *Quercus suber*. Observée uniquement au Maroc. D'après les auteurs cette espèce est considérée comme xérothermophile des terrains sablonneux, inconnue en montagne. Récoltée en plus du Maroc, au Portugal (Algave), Congo et Amérique du Sud, signalée en Argentine sous le nom de *Laccaria ohiensis* (Mont.) R. Singer. Espèce ubiquiste, récoltée dans la majorité des stations visitées, dans les milieux découverts, lors de nos prospections.
Mycena chlorinosma	Signalée par Malençon et Bertault (1975) au Maroc sous le nom de *Mycena chlorantha* (une seule récolte), sur un tronc décomposé de Cèdre, le 03 novembre 1948 ; considérée comme une espèce très très rare. D'après la description faite par les auteurs, cette espèce se rapproche de notre récolte *Mycena chlorinosma*, avec comme caractéristique la forte odeur d'iode. **A confirmer** Récoltée à l'arboretum de Tonga sur *Taxodium distichum*, espèce très

	abondante.
Mycena erubescens	Signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1975) ; une touffe de quelques exemplaires greffés sur la base moussue de *Quercus suber*, le 15 décembre 1968. C'était la seule récolte observée. Récoltée à l'arboretum de Tonga sur *Taxodium distichum*, espèce très abondante, en concurrence avec *Mycena chlorinosma*.
Rickenella fibula	Signalé par Malençon et Bertault (1975) au Maroc, sous le nom de *Mycena fibula*, récoltée sous les *Quercus* dans les endroits moussus à Tanger, revue dans la région et ses environs à l'automne, considérée comme rare. Récoltée dans les endroits à humidité élevée, retrouvée à l'aulnaie de Ain Khiar,
Mycena pseudocorticola	Signalée par Malençon et Bertault (1975) au Maroc, sur écorce *d'Alnus glutinosa* et de *Salix sp*. vivant au bord d'une mare à sphaigne et Osmonde, observée également sur *Quercus suber* et *Olea europea*. Espèce abondante, récoltée sur aulnes et cyprès chauves.
Mycena pura f. alba	Signalée par Malençon et Bertault (1975) uniquement au Maroc, en troupe, isolée, fasciculée, à terre, dans le *Quercetum ilicis*, jusqu'à 1800m d'altitude au Moyen Atlas. Cette forme correspond bien à la description faite par Kühner et Romagnési (1957), non seulement par sa teinte blanche dépourvue de toute nuance rose, bleue ou lilacine, mais aussi par ses spores de grande taille et ses cystides volumineuses. Elle semble rare comparée à la fréquence du type, et ne doit pas être confondue avec de simples spécimens albinos de celui-ci. Ce champignon peu fréquent a été récolté à la pinède de Tonga.
Mycena speirea	Signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1975), la forme bisporique, sur tronc pourri de *Quercus ilex*, au Moyen Atlas à 1700m d'altitude. Cette espèce a été observée par Maire et Werner (1937) en Algérie sur brindilles de *Populus alba*. D'après les auteurs, cette récolte signalée par Maire ne figure pas dans ses dossiers. On y trouve par contre trois fiches descriptives d'un *Mycena speirea* ayant trait à deux récoltes algériennes, l'une bi-sporiques sur *Olea* et l'autre tétra-sporiques sur *Arbutus*, plus une bi-sporiques à l'Est de la France (Arbois, Jura), sur

	tronc d'arbre non dénommé. Or aucune ne saurait concerner par *Mycena speirea* décrite actuellement, car toutes font état de spores subsphériques. Il a été trouvé trace, également, de *Mycena speirea* Fr. var. *pruinosa* sur rhytidome de *Cupressus sempervirens*, *Schinus molle*, *Zizyphus vulgaris*, et sur troncs de *Casuarina* en Algérie. De son côté (Robich, 2003), a créé, pour une petite forme blanche, après une récolte en Tunisie sur bois pourri de *Querus mirbeckii*, *Mycena oxyspora,* à spores subglobuleuses de 5 à 6 µm de diam., étirées en pointe à la base, qu'il considère comme voisine de *Mycena speirea*. Ce n'est toutefois pas l'espèce actuelle, ni même celle de Maire, dont l'apicule sporal n'est pas étiré et le chapeau toujours coloré en jaunâtre ou en brunâtre. De ce fait s'agit-il effectivement de *Mycena speirea* ????? aussi bien pour les récoltes de Maire que celles de Patouillard. Les caractéristiques macroscopiques et microscopiques correspondent parfaitement aux récoltes décrites par les auteurs. Cependant, nous n'avons récolté que la forme tétrasporiques au niveau de l'arboretum de Tonga.
Crepidotus applanatus	Signalée par Malençon et Bertault (1975) au Maroc sous le nom de *Crepidotus autochtonus ;* considérée comme espèce peu commune, récoltée sur les troncs d'*Eucalyptus*, sur *Acer monspessulanum* et sur *Quercus ilex ;* en novembre dans la montagne, décembre-janvier sur le littoral. Récoltée sur chêne zen à la station de Ain bergougaya.
Hygrocybe conica var. chloroides	Signalée sous le nom *Hygrophorus conicus* var *chloroides* par Malençon et Bertault (1975) au Maroc ; assez rare, trois récoltes ont été observées à Azrou (Moyen Atlas) en cédraies claires mêlées de *Quercus ilex*, et une sous les chênes lièges de la forêt de Ben Slimane, entre Rabat et Casablanca, et peut être aussi à Tanger. Récoltée sous feuillus dans différentes stations de la zone d'étude (Chêne liège, Eucalyptus, Chêne zen).
Suillus mediterraneensis	Signalée par Bertault (1979) au Maroc comme une variété de l'espèce *Suillus granulatus* var. *mediterraneensis* Blum et Jacquetant 1965 ; considérée comme plus commune que l'espèce type, récoltée à

	différentes stations sur le littoral. Récoltée à la pinède de Tonga, sous pin et sur sol sablonneux, à proximité de la mer messida.
Paxillus filamentosus	Signalée par Bertault (1979) au Maroc, cette espèce a été récoltée pour la première fois, en un seul exemplaire le 3 novembre 1955, en bordure d'une route à la lisière d'une plantation d'*Eucalyptus*. L'année suivante, elle s'était répandue sur une large bande le long de la même route et, en 1957, elle occupait plus d'un hectare du peuplement, pour disparaître subitement en 1958. Plus revue durant les vingt années suivantes. Espèce rare, récoltée au niveau des aulnaies du Parc National d'El Kala.
Russula amoena f. *citrina*	L'espèce type : *Russula amoena* a été signalée par Bertault (1978a) au Maroc, récoltée sous *Pinus pinea* et *Quercus suber*, au printemps. La forme *citrina* n'a pas été décrite par l'auteur au Maroc. Récoltée à la réserve de Brabtia, sous *Quercus suber*. Première récolte en Algérie.
Russula amoenicolor	Signalée au Maroc par Bertault (1978a), considérée comme très commune sous *Eucalyptus*, *Pinus* et *Quercus* dans différentes stations, à l'automne en montagne et de l'automne au printemps sur le littoral. Cette espèce a été observée en Algérie mais confondue sous le nom de *R. amoena*. Ayant comme synonyme *Russula amoena* ss. Flora analytique 1953. S'agit-il alors de *R. amoena* ou *R. amoenicolor* ???? Récoltée à la pinède de Tonga, sous pin pignon, peu fréquente lors de nos visites sur terrain.
Russula badia	Signalée au Maroc par Bertault (1978a), récoltée une seule fois sous *Pinus pinea* le 14/12/1968. Espèce fréquente au niveau de la pinède de Tonga durant les périodes s'étalant fin automne – début hiver.
Amanita virosa	Selon Bertault (1978b), la présence *d'Amanita virosa* est improbable en pays méditerranéen, mais à découvrir peut être dans les régions plus froides. Nous confirmons sa récolte au niveau du Parc National d'El Kala. Espèce peu fréquente, retrouvée sous feuillus (chêne zen et chêne liège) en altitude.

Les descriptions faites par les auteurs (Malençon et Bertault, 1970 et 1975) sont toujours munies d'une grande précision, d'observation et de pertinence, il est rare de ne pas y trouver le détail recherché, même s'il s'agit d'un caractère auquel les ouvrages de l'époque n'accordaient pas d'importance. Ce qui a facilité le travail aux mycologues pour reprendre et réviser la flore du Maroc. Cependant, cette révision établie par la Confédération Européenne de Mycologie Méditerranéenne (CEMM), publié en 2009 (Abourouh et *al.*, 2009), avec la collaboration de :

- La Faculté des Sciences de l'Université Mohamed V- Agdal (Rabat, Maroc)
- Service des collections de Montpellier 2 (Herbarium, MPU, Montpellier, France)
- Jardin botanique de Meise (Herbarium, BR, Bruxelles, Belgique)
- Société Mycologique de France (Paris, France)
- Université de Lille 2 (Lille, France).

a permis de corriger certaines erreurs d'identification et nous a permis également de revoir les résultats obtenus. De ce fait, nous pouvons reprendre la liste des espèces mentionnées dans le tableau précédent (Tableau 13) et l'actualiser en fonction des corrections faites après révision du document mycologique « La Flore du Maroc ».

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 14 :

TABLEAU 14 : Les corrections effectuées après révision des travaux de Malençon et Bertault (1970-1975)

Noms attibués par Malençon & Bertault (1970 – 1975)	Noms corrigés (Abourouh, 2009) et pris en considération dans notre étude	Observations
Omphalina rickenii	*Arrhenia rickenii*	D'après Pierre Arthur Moreau, *Omphalina richenii* ne correspond pas à l'identification faite par Malençon & Bertault (1970), il s'agit plutôt d'*Arrhenia rickenii* selon les caractères macro-microscopiques. En l'absence d'exciccatum, il n'est pas possible de confirmer l'identification de cette espèce.

		Toutefois, à travers les notes et correspondances de Malençon, on voit que celui-ci connaissait bien cette espèce et avait déjà constaté l'absence de boucles, qui la caractérise au sein des « omphales » grises.
Psalliota purpurascens	*Agaricus porphyrizon*	D'après Luis A. Parra, *Psalliota purpurascens* ne correspond pas à l'identification faite par Malençon & Bertault (1970), il s'agit plutôt d'*Agaricus porphyrizon* selon les caractères macro-microscopiques. Signalée uniquement au Maroc.
Agrocybe pediades	*Agrocybe splendidoides*	Après révision du taxon par Pierre Arthur Moreau, l'identification faite est incorrecte, il s'agit plutôt d'*Agrocybe splendidoides.* De ce fait, le taxon *Agaricus pediades* doit être supprimé des espèces retrouvées en Afrique du Nord et précisément au Maroc et en Algérie.
Naucoria phaea	*Alnicola umbrina*	Après révision par Pierre Arthur Moreau du taxon *Naucoria phaea* décrit par Malençon & Bertault (1970), il s'avère qu'il s'agit plutôt d'*Alnicola umbrina*. De ce fait, ce taxon doit être rajouté à la liste des espèces signalées au Maroc.
Alnicola escharoides	*Alnicola subconspersa*	Le nom donné par Malençon & Bertault (1970) pour *Alnicola escharoides* (*Naucoria escharoides*) est incorrecte d'après Pierre Arthur Moreau ; il s'agit plutôt d'*Alnicola subconspersa*. La récolte décrite par Malençon (n° **3525**) est affectée d'un dimorphisme sporal parfaitement décrit : petites spores « normales » 10,6-11,5 x 5,4-6,4 µm, grandes spores 12,6-13,4 x 5-

		5,4 µm, en proportion variable, clairement attribuable à une bisporie partielle. De ce fait, le taxon doit être supprimé des espèces retrouvées en Afrique du Nord et précisément au Maroc et en Algérie.
Amanita aspera	*Amanita franchetii*	Par manque de données macroscopiques, Serge Poumarat s'est basé sur les dessins des basides et des spores (caractères microscopiques), qui correspondent parfaitement à *A. franchetii*. Dans leur texte les auteurs signalent une seule récolte marocaine faite près de Tanger. Bertault dans sa publication (1980), et après la deuxième récolte en 1970, confirme la présence de cette espèce au Maroc. Cependant, Bertault (1980) donne une description détaillée de la récolte, d'après laquelle Serge Poumarat, confirme parfaitement l'identification initiale, qu'il s'agit de *Amanita franchetii*.
Cantharellus cibarius	??????	Après révision du taxon par Guillaume Eyssartier, il n'a pu donner de nom exact à cette espèce. De ce fait, on ne peut confirmer la présence de ce champignon en Afrique du nord, surtout après l'observation faite par Guillaume Eyssartier **:** « Il y a peu de chances pour que Malençon et Bertault aient rencontré ce taxon, qui semble nettement plus septentrional ».
Clitocybe candicans	??????	L'identification n'a pu être confirmée par manque de matériel biologique et d'archives (notes). De ce fait, le nom de *Clitocybe candicans* doit être supprimé provisoirement de la flore du Maroc.

Clitocybe senilis	*Clitocybe trulliformis*	Après révision du taxon par Pierre Arthur Moreau, le nom attribué par les auteurs (Malençon & Bertault (1970)) est incorrecte, il s'agit plutôt de *Clitocybe trulliformis.* De ce fait, *Clitocybe senilis* doit être supprimé de la liste des espèces récoltées au Maroc et en Algérie.
Clitocybe squamulosoides	*Clitocybe meridionalis*	Malençon & Bertault (1970) avaient déjà signalé les divergences opposant leurs récoltes marocaines avec la description originale de *Clitocybe squamulosoides*. Pierre Arthur Moreau s'est basé sur les descriptions macroscopiques et microscopiques pour conclure qu'il s'agissait de *Clitocybe meridionalis*. De ce fait, ce taxon a été rajouté à la liste des espèces récoltées uniquement au Maroc et sous Cèdres.
Clitocybe hydrogramma var. *werneri*	*Clitocybe phaeophthalma* var. *werneri*	Après révision du taxon par le mycologue Pierre Arthur Moreau, le nom attribué par les auteurs est incorrecte, il s'agit de *Clitocybe phaeophthalma* var. *werneri*. Cette variété, qui ne représente peut-être qu'un facies extrême du très banal et variable *C. phaeophthalma* (Pers.) Kuyper [= *C. hydrogramma s. auct.*], est sans doute très rare car Malençon lui-même précisait ne plus l'avoir revue depuis sa description originale.
Lepiota acutesquamosa	*Echinoderma asperum*	D'après la description macroscopique et microscopique, l'identification de ce taxon est incorrecte, il s'agit plutôt d'*Echinoderma asperum*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées en Afrique du nord (Maroc, Algérie).

Geophila ericaea	*Hypholoma ericaeum*	D'après la description macroscopique et microscopique, l'identification de ce taxon est incorrecte, il s'agit plutôt d'*Hypholoma ericaeum*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées au Maroc.
Resupinatus silvanus	*Hohenbuehelia albonigra* = *Resupinatus alboniger*	Aucune note manuscrite n'accompagne cette détermination. *R. silvanus* est un taxon critique dont l'interprétation par Malençon & Bertault (1975) et les auteurs contemporains correspond à *R. alboniger*.
Macrolepiota procera	*Macrolepiota fuliginosa*	Après révision du taxon par René Chalange, le nom attribué par les auteurs est incorrecte, il s'agit de *Macrolepiota fuliginosa*. De ce fait, la *Macrolepiota procera* n'a pas été récoltée par les auteurs au Maroc, et il est donc probable que même les récoltes observées en Algérie sont incorrectes.
Marasmius splachnoides	*Gymnopus quercophilus*	Après révision du taxon par Vladimír Antonín, le nom attribué par les auteurs est incorrecte, il s'agit de *Gymnopus quercophilus*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées au Maroc.
Mycena corticola	*Mycena meliigena* *Mycena corticola*	En se basant sur les caractères macroscopiques de la récolte de 1903, Giovanni Robich signale qu'il existe une erreur d'identification, il s'agit plutôt de *Mycena meliigena*. Les auteurs Malençon & Bertault (1975) ont effectué plusieurs récoltes qu'ils prenaient pour *Mycena corticola* avec des variations dans les caractères aussi bien macroscopiques que microscopiques, où ils pensaient les classer en variété. En réalité, ce

		sont deux espèces différentes, qui vont se rajouter à la liste des taxons récoltés en Afrique du Nord (Maroc et Algérie) : *Mycena meliigena* et *Mycena corticola*.
Mycena corticola	*Mycena cupressina*	En se basant sur les caractères macroscopiques des récoltes N° 2412 et 5255 de Malençon & Bertault (1975), Giovanni Robich signale qu'il existe une erreur d'identification, il s'agit plutôt de *Mycena cupressina*.
Pluteus cervinus	*Pluteus salicinus*	Après révision du taxon par Giovanni Consiglio, le nom attribué par les auteurs est incorrecte, il s'agit de *Pluteus salicinus*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées au Maroc et en Algérie.
Pluteus patricius	*Pluteus petasatus*	En se basant sur les caractères macroscopiques de ce taxon, Giovanni Consiglio signale qu'il existe une erreur d'identification, il s'agit plutôt de *Pluteus petasatus*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées au Maroc et en Algérie.
Pluteus lutescens	*Pluteus romellii*	En se basant sur les caractères macroscopiques de ce taxon, Giovanni Consiglio signale qu'il existe une erreur d'identification, il s'agit plutôt de *Pluteus romellii*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées au Maroc et en Algérie.
Naucoria pellucida	*Tubaria romagnesiana*	Après révision du taxon par Giovanni Consiglio, le nom attribué par les auteurs est incorrecte, il s'agit de *Tubaria romagnesiana*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste

		des espèces récoltées au Maroc et en Algérie.
Suillus granulatus var. *mediterraneensis*	*Suillus mediterraneensis*	Après révision du taxon *Suillus granulatus* var. *mediterraneensis* par José Antonio Muñoz, il s'avère que l'identification faite par Malençon & Bertault (1975) est incorrecte, il s'agit plutôt de *Suillus mediterraneensis*.
Lactarius serifluus	*Lactarius atlanticus*	En se basant sur les caractères macro-microscopiques de ce taxon, Maria Teresa Basso signale qu'il existe une erreur d'identification, il s'agit plutôt de *Lactarius atlanticus*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées au Maroc et en Algérie.
Lactarius violascens	*Lactarius cistophilus*	En se basant sur les caractères macro-microscopiques de ce taxon, Maria Teresa Basso signale qu'il existe une erreur d'identification, il s'agit plutôt de *Lactarius cistophilus*. De ce fait, nous rajoutons ce taxon à la liste des espèces récoltées au Maroc et en Algérie. N.B. : (Quatre récoltes ont été examinées par Maria Teresa Basso, où les auteurs Malençon & Bertault (1975) ont attribué le nom de *Lactarius violascens,* la première correspondait effectivement à ce taxon (Récolte n° 11.614), tandis que la deuxième correspondait à *Lactarius cistophilus* (Récolte n° 10.597, 2591, 6219).

A travers les résultats mentionnés dans le tableau 14, nous pouvons constater l'existence des erreurs dans l'identification de quelques espèces signalées par Malençon et Bertault (1970, 1975) dans « La Flore du Maroc ».

Nous avons tenté par la suite d'identifier, parmi, les espèces récoltées dans les différents sites prospectés et figurant dans le listing de notre inventaire, celles nouvellement décrites et retrouvées en

Afrique du Nord. Pour cela, nous avons consulté la littérature adéquate correspondant à la répartition géographique de tous les champignons en question.

De ce fait, toutes les espèces non décrites et non signalées dans la « *Flore du Maroc* » et récoltées au niveau du Parc National d'El Kala a fait l'objet d'une étude bibliographique plus approfondie, à travers la littérature consultée, afin de déterminer leur présence/absence en Afrique du Nord. Le but de ce travail est d'établir une liste des espèces nouvelles pour l'Afrique du Nord, en plus des espèces nouvelles pour l'Algérie.

Le tableau suivant (Tableau 15) représente les espèces non décrites dans la « *Flore du Maroc* » et retrouvées dans nos prospections.

TABLEAU 15 : Les espèces non décrites dans la « *Flore du Maroc* » et récoltées au niveau du Parc National d'El Kala

Noms des espèces	Déjà signalées en Afrique du Nord	Nouvellement signalées en Afrique du Nord et en Algérie
Arcyria denudata	Espèce cosmopolite (Maire, 1930), déjà signalée en Afrique du Nord	/
Abortiporus biennis	Espèce récoltée au Maroc à la base d'un tronc mort de *Q. suber* pendant l'hiver 2003 (Haimed, 2007)	/
Agaricus devoniensis	/	Signalé par plusieurs auteurs Parra Sanchez (2008) et Capelli (1985) en zone méditerranéenne, dans les dunes et à proximité des zones côtières. Considéré comme un taxon européen.
Agaricus pseudolutosus	/	Selon Parra Sanchez (2008) ce taxon a été signalé comme nouvelle espèce pour Alcalà de Henares (Espagne), puis

		récolté à différentes stations à Madrid pour le revoir en Ségovie.
Agaricus moelleri var. *terricolor*	/	L'espèce type a été signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1970), tandis que la variété *terricolor* n'a pas été observée.
Agrocybe cf. pediades	Espèce récoltée au Maroc (Maire 1928), dans les pâturages jusqu'à 2400m d'altitude.	/
Aleuria aurantia	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais sa présence est probable ; manque de prospections et de travaux.	
Alnicola bohemica	/	Selon Breitenbach et Kränzlin (2000) l'aire de répartition de cette espèce est l'Europe et l'Asie.
Alnicola celluloderma	/	Selon Breitenbach et Kränzlin (2000) l'aire de répartition de cette espèce est l'Europe.
Amanita aspera	/	Cette espèce a été signalée par Malençon et Bertault (1970) et dans la publication de Bertault (1980). Cependant, après révision de ce taxon une erreur d'identification a été constatée Abourouh (2009).
Amanita virosa	/	Selon Bertault (1978b), la présence *d'Amanita virosa* est improbable en pays méditerranéen, mais à

		découvrir peut être dans les régions plus froides. Nous confirmons sa récolte au niveau du Parc National d'El Kala.
Anthracobia melaloma	/	Cette espèce a été signalée en Italie Medardi (2006).
Anthracobia nitida	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Anthracobia macrocystis		Cette espèce a été signalée en Italie Medardi (2006).
Armillaria gallica	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Auricularia auricula-judae	Signalée par Maire et Werner (1937) au Maroc, considérée comme une espèce cosmopolite.	/
Auricularia mesenterica	Signalée par Maire et Werner (1937) au Maroc, sur *Quercus suber* et *Quercus ilex*, espèce cosmopolite.	/
Bjerkandera adusta	Espèce récoltée au Maroc sur *Quercus* à la forêt de la Mamora et sur *Fraxinus* à Oued Korifla (Haimed, 2007).	/
Bolbitius titubans var. *olivaceus*	/	L'espèce type a été signalée au Maroc par Malençon et Bertault (1970), tandis que la variété *olivaceus* n'a pas été observée.
Boletus regius	/	Espèce signalée par Galli (1998) en Italie, récoltée sous Hêtre et Châtaignier, considérée comme une espèce

		montagnarde, des régions Apennins. Munoz (2005) décrit ce taxon comme une espèce européenne.
Botryobasidium conspersum	Ce taxon n'a pas été signalé en Afrique du Nord dans la bibliographie consultée.	
Bovista dermoxantha	/	Espèce à large répartition dans toute l'Europe (Mornand, 1984), en terrains sablonneux. Confirmé par Poumarat (2001).
Bovista plumbea	Signalée par Maire et Werner (1937) au Maroc, dans les pâturages en montagne jusqu'à 2000m d'altitude.	/
Bovistella radicata	Signalée par Maire et Werner (1937) en Algérie et en Tunisie, dans les pâturages sablonneux.	/
Cantharellus cibarius	Après révision de ce taxon par Eyssartier, il n'a pu **confirmer la présence de ce champignon en Afrique du nord**. Malençon semblait néanmoins en avoir une idée assez juste puisque, dans une lettre envoyée à P. Heinemann concernant *C. alborufescens*, il précisait qu'il considérait *C. cibarius* « *immuable* ». Cependant, Maire et Werner (1937), signale cette espèce en Afrique du Nord sous *Quercus*.	
Clathrus ruber	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord, dans les haies et les maquis.	/
Clavulinopsis subtilis	Espèce rare, signalée en Europe, Asie, Amérique du Nord et en Afrique du Nord (Breitenbach et Kränzlin, 1986), en forêt ou lisière, sur terre nue, parmi les	/

	mousses ou les plantes herbacées.	
Clavulina rugosa	L'aire de répartition de ce taxon d'après Breitenbach et Kränzlin (1986) est l'Europe, Amérique du Nord, Asie, Australie. Cependant, un échantillon (exsiccata) de cette espèce a été retrouvé dans l'herbier national de l'Institut Scientifique de Rabat, où il a été mentionné que ce champignon a été récolté à Tanger en 1964 et déterminé par Bertault (El Assfouri et *al.*, 2003 ; Yamni et *al.*, 2004-2005)	/
Clitocybe candicans	Signalée par Maire et Werner (1937) en Algérie, sous *Quercus ilex*, jusqu'à 1600m d'altitude.	/
Clitocybe senilis	Ce taxon n'a pas été signalé en Afrique du Nord dans la bibliographie consultée.	
Clitocybe truncicola	Ce taxon n'a pas été signalé en Afrique du Nord dans la bibliographie consultée.	
Collybia marasmioides	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Conocybe dunensis	Ce taxon n'a pas été signalé en Afrique du Nord dans la bibliographie consultée.	
Psathyrella olympiana	/	Selon Breitenbach et Kränzlin (2000) l'aire de répartition de cette espèce est l'Europe et l'Amérique du Nord.
Calvatia utriformis	/	Selon Lange (1974), *Calvatia urtiformis* est une espèce nordique.

Cortinarius olidovolvatus	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Craterellus cinereus	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Crinipellis subtomentosa	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Crepidotus calolepis	/	Selon Senn-Irlet (1995) ce taxon est considéré comme Européen.
Crepidotus lundellii	/	Selon Senn-Irlet (1995) ce taxon est considéré comme Européen.
Coriolopsis cf. gallica	Espèce peu fréquente, présente presque toute l'année, sa répartition est assez large : Europe, Amérique du Nord, Asie et Afrique du Nord (Breitenbach et Kränzlen, 1986)	/
Crucibulum laeve	/	Selon Baseia et Milanez (2001), la répartition de ce taxon est la suivante : Amérique du Nord, Afrique du Sud et la Chine. Selon les mêmes auteurs la distribution majeure de *Crucibulum laeve* est les zones tempérées ; en zones Tropicales il semble être assez rare
Cyathus olla	/	Selon Pegler et *al.* (1995) ce taxon est très répandu en Grande Bretagne, Europe, Amérique du Nord, Amérique

		du Sud, Australie.
Delicatula integrella	/	Ce taxon est répandu en Europe (Breitenbach et Kränzlen, 1991).
Diachea leucopodia	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Entoloma proterum	/	D'après Noordeloos (1992) ce taxon a été récolté dans deux localités en Allemagne et deux en Pays Bas.
Entoloma heterocystis	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Entoloma undatum	Selon Noordeloos (1992) espèce très répandue en Europe. Haimed (2007) a récolté cette espèce au Maroc sous Chêne liège.	/
Entoloma melanochroum	/	Selon Noordeloos (1992) espèce répandue en Europe du Nord et Centrale, récoltée dans les prairies humides et les lieux marécageux sur sol relativement riche, dans les forêts claires et en prairies subalpines.
Entoloma nitens	/	Selon Noordeloos et *al.* (2005) espèce répandue en Europe centrale.
Exidia recisa	/	Espèce peu fréquente, sur branches mortes de *Salix, Alnus, Populus, Prunus,* répandue en Europe, Asie et Amérique du Nord

		(Breitenbach et Kränzlin, 1986).
Exidia glandulosa	Signalée par Maire et Werner (1937) au Maroc, sur *Quercus pyrenaica*, jusqu'à 1500m d'altitude. Espèce cosmopolite.	/
Fomes fomentarius	Récoltée dans la forêt de la Mamora et Cusuarina à Casablanca (Haimed, 2007). Exsiccata de cette espèce a été retrouvé dans l'herbier national de l'Institut Scientifique de Rabat (El Assfouri et *al*., 2003).	/
Galerina triscopa	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Geastrum coronatum	/	Espèce à large répartition dans le Nord de l'Europe, dans les lieux bien drainés, les sols riches en éléments nutritifs et les sols sablonneux calcaires (Sunhede, 1989).
Ganoderma resinaceum	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord, sous le nom de *Ganoderma lucidum var. resinaceum*, récoltée sur Cedrus.	/
Astraeus hygrometricus	Signalée par Maire et Werner (1937) et Malençon (1982) en Afrique du Nord, dans les forêts sablonneuses jusqu'à 1600m d'altitude.	/
Geastrum campestre	Signalée au Maroc sur sol	/

	sablonneux (Haimed, 2007).	
Geastrum fimbriatum	Exsiccata de ce taxon a été retrouvé dans l'herbier national de l'Institut Scientifique de Rabat (El Assfouri et *al*., 2003), récoltée sous *Pinus pinaster* à la forêt d'Ifrane (Maroc), identifié par Malençon. Récoltée sous Pins à la sortie d'Oulmes (Maroc) en 2005 (Haimed, 2007).	/
Geoglossum cookeianum	Espèce typiquement méditerranéenne, récoltée en Italie sur sols sablonneux (Medardi, 2006). Sa présence en Afrique du Nord n'est pas confirmée.	
Geoglossum umbratile	Espèce typiquement méditerranéenne, récoltée en Italie sur sols sablonneux (Medardi, 2006). Sa présence en Afrique du Nord n'est pas confirmée.	
Gloeoporus dichrous	Espèce cosmopolite, à large répartition dans le monde, principalement dans la zone méditerranéenne (Bernicchia, 2005)	/
Gymnopilus liquiritiae	/	Taxon à la large répartition en Europe (Konrad et Maublanc, 1985a ; 1985b ; 1986), pas encore signalé en Afrique du Nord
Gymnopilus spectabilis f. *minor*	/	L'espèce type a été signalée aussi bien au Maroc qu'en Algérie dans les travaux de Malençon et Bertault (1970) tandis que la forme *minor* non signalée.

Gymnopilus arenicola	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Gyrodon lividus	/	Espèce spécifique des aulnaies, non signalée jusqu'à ce jour en Afrique du Nord.
Hebeloma fragilipes	/	Assez répandue dans le Nord de l'Europe (Vesterholt, 2005).
Helvella crispa	Exsiccata de ce taxon a été retrouvé dans l'herbier national de l'Institut Scientifique de Rabat, récolté dans la forêt d'Azrou (Maroc) et déterminé par Malençon (El Assfouri et *al*., 2003)	/
Helvella lacunosa	Signalée au Maroc (Haimed, 2007) sur sol sablonneux sous les pins pendant l'automne.	/
Helvella spadicea	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Hemimycena mauretanica var. *mauretanica*	/	L'espèce type a été signalée aussi bien au Maroc qu'en Algérie dans les travaux de Malençon et Bertault (1970) tandis que la variété *mauretanica* non signalée.
Hydnum rufescens	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Hygrocybe pratensis var. donadinii	/	L'espèce type a été signalée aussi bien au Maroc qu'en Algérie dans les travaux de Malençon et Bertault (1970) tandis que la variété

		donadinii non signalée.
Hygrocybe conica var. minor	/	L'espèce type a été signalée aussi bien au Maroc qu'en Algérie dans les travaux de Malençon et Bertault (1970) tandis que la variété *minor* non récoltée.
Hohenbuehelia angustata ss. Antonin	Espèce non indiquée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Inocybe heimiana aff.	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Inocybe godeyi	/	Espèce récoltée sous *Fagus*, *Corylus* et *Quercus*, à large répartition en Europe et en Amérique du Nord (Breitenbach et Kränzlen, 2000).
Inocybe muricellata	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Infundibulicybe mediterranea	/	Espèce à répartition méditerranéenne (Eyssartier et Roux, 2011), jusqu'à ce jour, non récoltée en Afrique du Nord.
Inonotus radiatus	/	Poussant sur bois d'*Alnus*, rarement sous conifères, espèce rare, rencontrée en Europe, Asie, Australie et Amérique du Nord (Breitenbach et Kränzlin, 1986).
Laccaria laccata var. *pallidifolia*	Récolté dans la forêt de la Mamora sous les Quercus	/

	(Haimed, 2007)	
Lactarius deliciosus var. atrovirens	/	L'espèce type a été signalée aussi bien au Maroc qu'en Algérie dans les travaux de Malençon et Bertault (1970) tandis que la variété *atrovirens* non signalée.
Lactarius serifluus	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord (Maroc et Algérie), sous *Quercus suber*	/
Lactarius lilacinus	/	Espèce poussant en milieu humide, généralement sous *Alnus*, sur sols acides à neutres, retrouvée en Europe et en Asie (Kränzlin, 2005).
Lactarius omphaliformis	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Lactarius obscuratus	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Lentinus strigosus	Récolté dans la forêt de la Mamora sur les Quercus (Haimed, 2007)	/
Lepiota josserandii	Récolté sous les conifères à Rabat et à El Khatouate (Haimed, 2007)	/
Lepiota sublaevigata	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Limacella delicata	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Leucopaxilus gentianus	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Limacella ochraceorosea	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature	

	consultée.	
Lycoperdon molle	Un exsiccata de ce taxon a été retrouvé dans la collection de l'Herbier National de l'Institut Scientifique de Rabat, récolté sous Cedrus à Rif (Maroc) en 1967 et déterminé par Malençon (El Assfouri et *al.*, 2003).	/
Lycoperdon perlatum	Signalée par Maire et Werner (1937) sous les *Quercus* et les *Cedrus*, considérée comme espèce cosmopolite. Haimed (2007) a récolté cette espèce au Maroc sous pins au printemps.	/
Lycoperdon pyriforme	Espèces non signalées en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Lyophyllum atratum		
Chlorophyllum brunneum	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Macrolepiota procera	Signalée par Maire et Werner (1937), sous le nom de *Lepiota procera*, dans les pâturages et les broussailles, sous *Quercus ilex*, jusqu'à 1600m d'altitude, espèce cosmopolite	/
Macrolepiota phaeodisca	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Marasmius collinus	Espèces non signalées en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais sa présence est probable ; manque de prospection et de travaux sur ce groupe.	
Marasmiellus corsicus		
Marasmius splachnoides	Récolté sur feuilles mortes de *Quercus*, localité non indiquée (au Maroc) (Haimed, 2007)	/
Melanoleuca leucophylloides	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature	

	consultée mais sa présence est probable ; manque de prospection et de travaux sur ce groupe	
Micromphale perforans	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais sa présence est probable ; manque de prospection et de travaux sur ce groupe	
Mycena pura var. ianthina	Récolté sous les *Quercus* à la Mamora ?????? (Haimed, 2007) **N.B. : l'espèce indiquée et *Mycena pura* et ce taxon a été considéré comme synonyme.**	/
Mycena flavescens	/	Selon Kranzlin (2005) ce taxon est rencontré et répandu en Europe et Amérique du Nord.
Mycena rosea	/	Selon Breitenbach et Kränzlin (1991) ce taxon est rencontré et répandu en Europe.
Mycena aetites	/	Espèce considérée comme rare, à large répartition en Europe (Breitenbach et Kränzlin, 1991)
Mycena chlorinosma	/	D'après Eyssartier et Roux (2011) espèce très rare, rencontrée uniquement dans le sud de l'Europe, récoltée sur débris végétaux et dans les serres.
Mycena purpureofusca	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Mycena speirea f. alba	L'espèce type a été récoltée en Afrique du Nord principalement Maroc et Algérie, tandis que la forme *alba* et d'après la bibliographie consultée, n'a pas été signalée.	
Mycena grisenilla	/	Espèce très rare, quelques

		récoltes signalée en Allemagne (Breitenbach et Kränzlin, 1991)
Otidea cochleata	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais sa présence est probable ; manque de prospection et de travaux sur ce groupe	
Phallus impudicus	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord, dans les forêts, haies et broussailles.	/
Parasola kuehneri	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Peziza badia	Récolté à la forêt de la Mamora (Haimed, 2007).	/
Pholiota mutabilis	/	Espèce fréquente à large distribution en Europe, Amérique du Nord et Asie (Breitenbach et Kränzlin, 1995).
Pholiota lucifera	/	Espèce fréquente à large distribution en Europe (Breitenbach et Kränzlin, 1995).
Pluteus boudierii	/	Taxon récolté en Europe mais pas très commun, retrouvé dans les dunes (Kuyper et *al.*, 2004)
Pluteus diverticulatus	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée.	
Polyporus tuberaster	/	Largement répandu dans toute l'Europe, fréquent en méditerranée (Bernicchia, 2005)
Pluteus insidiosus	/	Selon Breitenbach et Kränzlin

		(1995), ce taxon est considéré comme rare, récolté en Europe.
Pluteus phlebophorus	/	Taxon considéré comme nordique, récolté au Nord de l'Europe (Citérin et Eyssartier, 1998).
Psilocybe apelliculosa	/	D'après Breitenbach et Kränzlin (1995) ce taxon est connu seulement de la Grande Bretagne.
Psilocybe romagnesii	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée	
Physisporinus vitreus	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais sa présence est probable ; manque de prospection et de travaux sur ce groupe	
Ramaria aurea	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord, sous les *Cedrus* et les *Quercus*, jusqu'à 1700m d'altitude.	/
Ramaria flaccida	Espèce à répartition mondiale (Breitenbach et Kränzlin, 1986)	
Rhodocybe gemina	/	Rencontré en Europe, dans les forêts de conifères, rarement sous feuillus (Breitenbach et Kränzlin, 1995).
Russula amoena f. *citrina*	/	L'espèce type a été récoltée au Maroc, tandis que la forme *citrina* n'a pas été signalée ; à large répartition en Europe (Breitenbach et Kränzlin, 1995).
Russula odorata	/	Ce taxon est signalé en

		Europe (Kränzlin, 2005) et en zone méditerranéenne (Sarnari, 2005).
Russula galochroides	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée	
Sarcoscypha coccinea	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord, sur les rameaux pourrissants.	/
Scleroderma bovista	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord.	/
Scleroderma citrinum	/	Espèce fréquente dans les zones tempérées en particulier Europe occidentale et Amérique du Nord (Pegler et *al.*, 1995).
Scleroderma meridionale	/	Espèce assez répandue dans l'Europe méridionale (Sarasini, 2005)
Scleroderma verrucosum	Signalée par Maire et Werner (1937) au Maroc, sous les *Quercus*, jusqu'à 1600m d'altitude.	/
Scleroderma polyrrhizum	/	Espèce assez répandue dans l'Europe méridionale (Sarasini, 2005)
Scleroderma cepa	Signalée par Maire et Werner (1937) au Maroc, sous le nom de *Scleroderma verrucosum var. cepa*	/
Stemonitis axifera	Espèces non signalées en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais leur présence est probable ; manque de prospection et de travaux sur ce groupe	
Scutellinia crinita		
Stereum hirsutum	Signalée par Maire et Werner	/

	(1937) au Maroc, sur *Quercus faginea, Quercus suber, Quercus coccifera, Quercus ilex*, fréquente dans toutes les régions boisées. Récoltée par Haimed (2007) sur un tronc mort de *Quercus suber* pendant l'hiver 2003	
***Th**elephora caryophyllea*	Signalée par Maire et Werner (1937) en Afrique du Nord. Récoltée par Haimed (2007) sous pins pendant le printemps 2005.	/
Terfezia arenaria	Espèce très commune au Maroc, récoltée par	/
Tremella mesenterica	Signalée par Haimed (2007) au Maroc, sur un tronc de chêne vert dépérissant pendant l'hiver 2003.	/
Tricholoma saponaceum var. *napipes*	Récolté sous *Quercus suber* à Benslimane (Maroc) (Haimed, 2007)	/
Tubaria furfuracea	Signalée par Maire et Werner (1937) au Maroc, sur les débris végétaux, elle est considérée comme une espèce cosmopolite.	/
Tomentella cf. sublilacina	Espèces non signalées en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais leur présence est probable ; manque de prospections et de travaux sur ce groupe	
Tomentella cf. ellisii		
Trametes ochracea		
Tulostoma fimbriatum	/	Espèce considérée comme typiquement Européenne (Sarasini, 2005)
Typhula quisquiliaris	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais sa présence est probable ; manque de prospection	

	et de travaux sur ce groupe	
Vuilleminia alni	Espèce non signalée en Afrique du Nord dans la littérature consultée mais sa présence est probable ; manque de prospection et de travaux sur ce groupe	
Xerocomus persicolor	/	Taxon rare, récoltée sous les *Quercus*, dans la zone méditerranéenne (Galli, 1998)
Xerocomus porosporus	/	Taxon rare, récoltée sous les Quercus, dans la zone méditerranéenne (Galli, 1998)

En prenant en considérations les résultats mentionnés dans les trois tableaux (Tableau 13, 14 et 15), nous pouvons ressortir avec la liste des espèces nouvellement signalées en Algérie (Tableau 16) ainsi que la liste des espèces non décrites en Afrique du Nord (Tableau 17) :

TABLEAU 16 : Liste des espèces nouvellement signalées en Algérie

N°	Espèces
01	*Pluteus salicinus*
02	*Panaeolus fimicola*
03	*Panaeolus sphinctrinus*
04	*Psilocybe coprophila*
05	*Simocybe centunculus*
06	*Cortinarius orellanus*
07	*Gymnopilus penetrans*
08	*Entoloma serrulatum*
09	*Clitocybe decembris*
10	*Laccaria lateritia*
11	*Mycena chlorinosma*
12	*Mycena erubescens*
13	*Rickenella fibula*
14	*Mycena pseudocorticola*
15	*Mycena pura f. alba*

16	*Mycena speirea*
17	*Crepidotus applanatus*
18	*Hygrocybe conica var. chloroides*
19	*Suillus mediterraneensis*
20	*Paxillus filamentosus*
21	*Russula amoena* f. *citrina*
22	*Russula amoenicolor*
23	*Russula badia*

TABLEAU 17 : Liste approchée des espèces non signalées en Afrique du Nord (selon la littérature consultée)

N°	Espèces
01	*Agaricus devoniensis*
02	*Agaricus pseudolutosus*
03	*Agaricus moelleri* var. *terricolor*
04	*Alnicola bohemica*
05	*Alnicola celluloderma*
06	*Amanita aspera*
07	*Amanita virosa*
08	*Anthracobia melaloma*
09	*Anthracobia nitida*
10	*Anthracobia macrocystis*
11	*Armillaria gallica*
12	*Bolbitius titubans* var. *olivaceus*
13	*Boletus regius*
14	*Botryobasidium conspersum*
15	*Bovista dermoxantha*
16	*Clitocybe senilis*
17	*Clitocybe truncicola*
18	*Collybia marasmioides*
19	*Conocybe dunensis*

20	*Psathyrella olympiana*
21	*Calvatia utriformis*
22	*Cortinarius olidovolvatus*
23	*Craterellus cinereus*
24	*Crinipellis subtomentosa*
25	*Crepidotus calolepis*
26	*Crepidotus lundellii*
27	*Delicatula integrella*
28	*Diachea leucopodia*
29	*Entoloma proterum*
30	*Entoloma heterocystis*
31	*Entoloma melanochroum*
32	*Entoloma nitens*
33	*Exidia recisa*
34	*Galerina triscopa*
35	*Geastrum coronatum*
36	*Ganoderma resinaceum*
37	*Geastrum campestre*
38	*Geastrum fimbriatum*
39	*Gymnopilus liquiritiae*
40	*Gymnopilus spectabilis* f. *minor*
41	*Gymnopilus arenicola*
42	*Gyrodon lividus*
43	*Hebeloma fragilipes*
44	*Helvella spadicea*
45	*Hemimycena mauretanica* var. *mauretanica*
46	*Hygrocybe pratensis var. donadinii*
47	*Hygrocybe conica var. minor*
48	*Hohenbuehelia angustata ss. Antonin*
49	*Inocybe heimiana* aff
50	*Inocybe godeyi*
51	*Inocybe muricellata*

52	*Infundibulicybe mediterranea*
53	*Inonotus radiatus*
54	*Lactarius deliciosus var. atrovirens*
55	*Lactarius lilacinus*
56	*Lactarius omphaliformis*
57	*Lactarius obscuratus*
58	*Lepiota sublaevigata*
59	*Limacella delicata*
60	*Leucopaxilus gentianus*
61	*Limacella ochraceorosea*
62	*Lycoperdon pyriforme*
63	*Lyophyllum atratum*
64	*Chlorophyllum brunneum*
65	*Macrolepiota phaeodisca*
66	*Marasmius collinus*
67	*Marasmiellus corsicus*
68	*Melanoleuca leucophylloides*
69	*Micromphale perforans*
70	*Mycena flavescens*
71	*Mycena rosea*
72	*Mycena aetites*
73	*Mycena chlorinosma*
74	*Mycena purpureofusca*
75	*Mycena speirea f. alba*
76	*Mycena grisenilla*
77	*Parasola kuehneri*
78	*Pholiota lucifera*
79	*Pluteus boudierii*
80	*Pluteus diverticulatus*
81	*Polyporus tuberaster*
82	*Pluteus insidiosus*
83	*Pluteus phlebophorus*

84	*Psilocybe apelliculosa*
85	*Psilocybe romagnesii*
86	*Physisporinus vitreus*
87	*Rhodocybe gemina*
88	*Russula amoena* f. *citrina*
89	*Russula odorata*
90	*Russula galochroides*
91	*Scleroderma polyrrhizum*
92	*Stemonitis axifera*
93	*Scutellinia crinita*
94	*Tomentella cf. sublilacina*
95	*Tomentella cf. ellisii*
96	*Trametes ochracea*
97	*Tulostoma fimbriatum*
98	*Typhula quisquiliaris*
99	*Vuilleminia alni*
100	*Xerocomus persicolor*
101	*Xerocomus porosporus*

A travers les résultats obtenus, nous pouvons remarquer que sur les 304 espèces récoltées au niveau du Parc National d'El Kala, nous avons 101 espèces nouvellement signalées en Afrique du Nord et 23 espèces nouvellement récoltées en Algérie avec respectivement des pourcentages de 33% et 8%. Ces résultats restent satisfaisants et peuvent être expliqués par le manque de données et travaux réalisés dans la région.

De ce fait, nous pouvons considérer ce travail comme une première prospection mycologique et les résultats obtenus peuvent être utilisés comme une base de données.

III- Analyse phénologique :

L'analyse de l'apparition des sporophores dans le temps demande des prospections régulières et fréquentes ; aucune donnée interprétable ne peut être espérée à moins d'une fréquence d'au moins 2-3 relevés par mois. Vu le nombre élevé des placettes et l'éloignement entre ces dernières, il nous a été impossible d'effectuer 2 à 3 sortie pour chacune d'elle. Néanmoins, les résultats restent satisfaisants

et nous ont permis de connaitre les périodes exactes de fructification des différents groupes de champignons. Afin de tenir compte de la fréquence des relevés, des parcelles visitées, le graphe suivant (Fig. 14), présenté ici illustre la moyenne mensuelle du rapport : Nombre d'espèces / Nombre de relevés. Les périodes significatives d'apparitions de sporophores, durant lesquels il est important de concentrer les efforts d'inventaire, sont caractérisées par un nombre élevé d'espèces par relevés (colonnes).

Nous pouvons constater également, que l'altitude influence sur la période de poussée maximale. Les mois les plus importants sont, de la mi-septembre jusqu'au mois de décembre avec une reprise au printemps en haute altitude ; tandis qu'en plaine de la mi-octobre jusqu'au mois de mai. Une rupture dans la fructification des champignons est constatée en plein hiver déterminée par les premières gelées (en basse altitude : plaine), ou les premières chutes de neige (étages montagnard).

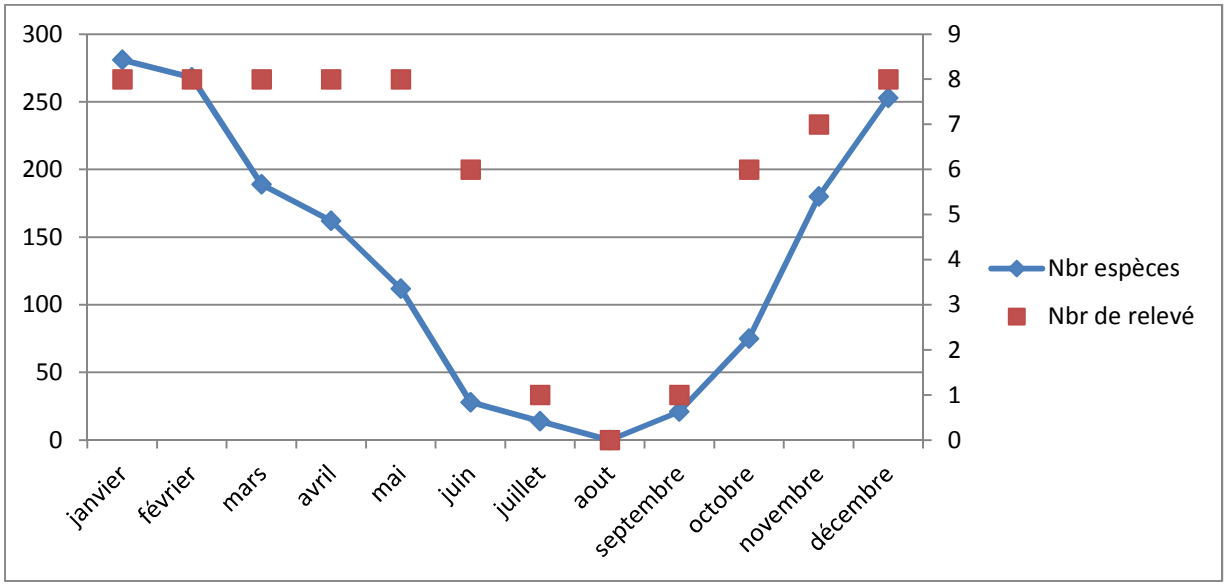


Figure 14 : Répartition du nombre d'espèces et du nombre de prospections.

IV- Statut trophique des communautés fongiques (ou « mode de vie ») :

La répartition des champignons en relation avec la végétation doit tenir compte des relations trophiques. Cependant, il existe une réelle difficulté à statuer sur le statut trophique des champignons par rapport aux substrats ou par rapport aux végétaux associés.

Les divisions traditionnelles (mycorhizes / saprotrophes / parasites), en usage courant depuis Lange (1923), sont aujourd'hui adoptées par l'ensemble des biologistes. Les définitions sont les suivantes :

- **Parasite** : prélève les éléments nécessaires à sa survie sur d'autres organismes vivants.
- **Saprotrophe** : (ou saprophyte) prélève les éléments nécessaires à sa survie en décomposant la matière organique morte ou inerte.

- **Mycorhizique** : entretient des échanges trophiques avec des plantes vasculaires, par l'intermédiaire de structures mixtes mycélium + racines fines (mycorhizes).

Face à l'absence de données expérimentales sur les espèces concernées, le découpage traditionnel « parasitisme / saprotrophiques / symbiose » reste un consensus approximatif mais pratique. Celui-ci ne décrit pas la réalité infiniment diversifiée des relations entre organismes vivants ; toutefois, cette classification a été applicable et suivie dans la présente étude.

- ***Espèces mycorhiziques :***

Favre (1948) a établi sur la base de nombreuses observations de terrain, le spectre mycorhizien des espèces. Si de nombreuses espèces possèdent un spectre écologique large, d'autres sont strictement associés à certaines essences. Sur la base de ces informations et les données bibliographiques générales des ouvrages de synthèse (Bon, 1989 ; Courtecuisse et Duhem, 1994 ; etc.), les hôtes spécifiques des taxons mentionnés dans cette étude sont reportés dans le tableau 18.

- ***Espèces saprotrophes :***

Le saprotrophisme (ou saprophytisme) désigne le mode de nutrition à partir de matière organique morte.

Cette définition très large s'applique sans ambigüité aux champignons lignivores, pour lesquels la matière organique est la principale source de nutriments et dont l'action dégradatrice est tangible, se manifestant sous la forme de pourritures molle, fibreuse ou cubique. Elle est peu ambiguë également dans le cas de champignons dans la dégradation de litière, dont le mycélium est visiblement superficiel (*Mycena*, *Marasmius*) (FAO, 1995).

Elle devient hasardeuse pour les espèces, nombreuses, dont le mycélium vit dans les couches humifères (OF, OH et A), et dont il n'est pas possible de savoir *a priori* si l'espèce exploite exclusivement l'humus organo-minéral ou si elle entretient des relations, positives ou négatives, avec les autres organismes vivants (bactéries, microfaune, racine, etc.).

La classification des saprotrophes en fonction de leur substrat a été tentée par plusieurs auteurs ; il est surprenant de noter que ces classifications sont le plus souvent issus de travaux taxinomiques descriptifs et non d'études biologiques (mais les comportements fongiques *in vitro* sont souvent moins spécifiques que dans la nature).

Nous avons adopté une classification classique par type de substrat, en suivant la terminologie introduite par Becker (1956).

- Lignicoles
- Humicoles
- Foliicoles

- **Saprotrophes lignicoles :**

Les bois morts abritent un nombre considérable d'espèce lignivores, produisant divers types de pourriture en fonction de leurs capacités enzymatiques. Leur diversité est déterminée en grande partie par l'essence considérée et par le stade de décomposition mais aussi par le calibre des bois ; les proportions respectives de ces facteurs ne sont pas clairement définies.

Les études myco-écologiques des champignons lignicoles restent rares ; la nécessité de perturber le substrat et de prélever parfois la totalité du mycélium, voire la totalité du substrat, sont des contraintes expérimentales que les écologues préfèrent éviter. Les espèces de ce groupe recensées au cours de cette étude figurent cependant dans le tableau 18.

- **Saprotrophes humicoles :**

Cette catégorie regroupe les espèces à caractère saprotrophe exclusif ou dominant, dont le mycélium se développe dans les couches organiques ou organominérales du sol à l'exception de la litière. Des distinctions théoriques peuvent être établies entre les espèces associées aux différents horizons, mais les données bibliographiques sont trop rares pour que l'on puisse appliquer en pratique une classification précise dans des milieux. (Becker, 1956). Les espèces de ce groupe recensées au cours de cette étude figurent cependant dans le tableau 18.

- **Saprotrophes foliicoles :**

Espèces associées à la dégradation initiale de la litière forestière, fixées directement sur feuilles ou aiguilles peu décomposées. Les espèces caractéristiques de cet horizon appartiennent à quelques genres d'Agaricales, mais surtout à de nombreuses espèces de *Corticiaceae.* Ces espèces jouent un rôle majeur dans la décomposition de la litière et la formation de l'humus. Les espèces de ce groupe recensées au cours de cette étude figurent cependant dans le tableau 18.

TABLEAU 18 : Statut écologique des champignons recensés

Liste des espèces recensées		Les statuts trophiques					
Nom vernaculaire	**Nom scientifique**	**Saprotrophes**				**Parasites**	**Mycorhizes**
		Humicole	Lignicole	Follicole	Autres		
Agaric des champs	*Agaricus campestris* L. : Fr.						X
	Arcyria denudata (Myxo)						
	Arrhenia rickenii	X					
	Abortiporus sp.						X
	Abortiporus biennis						X
Agaric jaunissant	*Agaricus xanthoderma* Genev.						X
	Agaricus porphyrizon	X					
	Agaricus devoniensis	X					
	Agaricus pseudolutosus	X					
	Agaricus moelleri var. *terricolor*	X					
	Agrocybe cf. pediades		X				
Pézize orangée	*Aleuria aurantia* (Pers.:Fr.) Fuckel	X					
Alnicole de bohème	*Alnicola bohemica* (Velen.) Kühmer						X
	Alnicola umbrina						X
	Alnicola escharoides						X
	Alnicola celluloderma *Alnicola inculta*						X
Amanite des césars	*Amanita caesarea* (Scop. : Fr.) Pers						X
Amanita âpres	*Amanita aspera* Fr.						X
Amanite citrine	*Amanita citrina* (Schaeff.) Pers.						X
Amanite jonquille	*Amanita junquillea* Quél. Bertillon						X
Amanite tue-mouches	*Amanita muscaria* (L. : Fr.) Lamarck						X
Amanite panthère	*Amanita pantherina* (DC. :Fr) Krombh.						X
	Amanita mairei						X
Amanite rougissante	*Amanita rubescens* (Pers. : Fr.)						X
Amanite vireuse	*Amanita virosa* (Fr.) Bertillon						X

	Anthracorbia melaloma (Alb. & Schw. : Fr.) Arnould				X Place à feu		
	Anthracobia nitida				X place à feu		
	Anthracobia macrocystis				X place à feu		
Armillaire couleur de miel	*Armillaria mellea* (Vahl : Fr.) P. Kumm					X	
	Armillaria gallica					X	
Armillaire sans anneau	*Armillaria tabescens* (Scop.) Emel.					X	
Oreille de judae	*Auricularia auricula judae* (Bull. ex. St.-Anm.) Wettst.		X				
	Auricularia mesenterica		X				
	Bjerkandera adusta		X				
	Bolbitius titubans var. *olivaceus*	X					
Cèpe bronzé	*Boletus aereus* Bull. : Fr.						X
Bolet à chair jaune	*Boletus chrysenteron* (Bull.) Quél.						X
Bolet à pied rouge	*Boletus erythropus* Pers.						X
Bolet	*Boletus regius* Krombh.						X
	Botryobasidium conspersum		X				
	Bovista dermoxantha (Vittad.) De Toni	X					
	Bovista plumbea Pers. : Pers.	X					
	Bovistella radicata (Dur. & Mont.) Pat.	X					
	Callistosporium sp.		X				
Girolle	*Cantherallus cibarius* Fr.: Fr.						X
Clathre rouge	*Clathrus ruber* Micheli : Pers.	X					
	Clavulinopsis subtilis (Pers. : Fr.) Corner	X					
	Clavaria sp.	X					
	Clavulina rugosa (Boulliard : Fr.) Schröter						X
Clitocybe blanc	*Clitocybe candicans* (Pers.: Fr.) P. Kumm.	X					
	Clitocybe graminicola	X					

Clitocybe dicolore	*Clitocybe decembris* Singer	X					
Clitocybe blanc	*Clitocybe dealbata* (Sow. : Fr.) Kumm.						X
	Clitocybe senilis (Fr.) Gill. ss Josserand						X
	Clitocybe meridionalis	X					
Clitocybe couleur de cuir	*Clitocybe diatreta* (Fr.: Fr.) Kumm.	X					
Clitocybe odeur de poulailler	*Clitocybe phaeophtalma* var. *werneri* (Pers.) Kuyper	X					
	Clitocybe truncicola	X					
	Clitocybula lenta		X				
	Collybia marasmioides		X				
	Conocybe dunensis		X				
	Conocybe sp.		X				
Psathyrelle de candolle	*Psathyrella candolleana* (Fr. : Fr.) Maire	X					
	Psathyrella melanthina	X					
	Coprinus arenarius	X					
	Psathyrella olympiana	X					
	Psathyrella spadiceogrisea	X					
	Calvatia utriformis	X					
Coprin disséminé	*Coprinellus disseminatus* (Pers. : Fr.) J. E. Lange		X				
Coprin chevelu	*Coprinus comatus* (O.F. Müll. : Fr.) Pers.	X					
	Coprinopsis lagopus	X					
Cortinaire odorant à volve	*Cortinarius olidovolvatus* Bon & Trescol						X
Cortinaire couleur de rocou	*Cortinarius orellanus* Fr.						X
Cortinaire sp.	*Cortinarius sp.*						X
	Cortinarius rickenii						X
	Cortinarius sp1.						X
	Collybia dryophila		X				
Crépidote variable	*Crepidotus variabilis* (Pers.: Fr.) P. Kumm.		X				

	Craterellus cinereus						X
	Crinipellis subtomentosa		X				
	Crepidotus cesatii		X				
	Crepidotus calolepis		X				
	Crepidotus applanatus		X				
	Crepidotus lundellii		X				
	Coriolopsis cf. gallica		X				
	Crucibulum laeve		X				
Cyathe en vase	*Cyathus olla* (Batsch : Pers.) Pers.		X				
	Cystolepiota seminuda	X					
	Delicatula integrella	X					
	Diachea leucopodia						
	Entoloma proterum Noordel & Wölfel						X
	Entoloma sericeum						X
	Entoloma heterocystis						X
	Entoloma nidorosum						X
	Entoloma undatum						X
	Entoloma serrulatum						X
	Entoloma melanochroum						X
	Entoloma nitens						X
	Entoloma sp.						X
	Echinoderma asperum	X					
	Exidia recisa		X				
	Exidia glandulosa		X				
Amadouvier	*Fomes fomentarius* (L. : Fr.) Fr.					X	
Galère marginée	*Galerina marginata* (Batsch) Kühner		X				
Galère sp.	*Galerina sp.*		X				
	Galerina triscopa		X				
	Geastrum coronatum Pers. : Pers.		X				
Geaster hygrométrique	*Astraeus hygrometricus*		X				
	Ganoderma resinaceum					X	

	Geastrum campestre	X					
	Geastrum fimbriatum	X					
Géoglosse de cooke	*Geoglossum coockeianum* Nannf.	X					
	Geoglossum umbratile Sacc.	X					
	Gymnopilus liquiritiae (Pers. : Fr.) P. Karst.		X				
Pholiote remarquable	*Gymnopilus spectabilis* (Weinm.: Fr.) Singer		X				
	Gymnopilus penetrans		X				
	Gymnopilus spectabilis f. *minor*		X				
	Gymnopilus arenicola		X				
	Gymnopilus sp		X				
	Gyroporus castaneus						X
	Gyrodon lividus						X
	Gymnopilus suberis (Maire) Singer		X				
Hébélome à centre sombre	*Hebeloma mesophaeum* (Pers. : Fr.) Quél.						X
	Hebeloma cistophilum						X
	Hebeloma fragilipes						X
Helvelle crépue	*Helvella crispa* (Scop.: Fr.) Fr.	X					
Helvelle en selle	*Helvella lacunosa* Afz.:Fr.	X					X
	Helvella spadicea	X					
	Hemimycena mauretanica var. *mauretanica*			X			
	Hemimycena mauretanica			X			
Hydnum roussissant	*Hydnum rufescens* Fr.						X
	Hygrocybe pratensis var. donadinii	X					
Hygrophore conique	*Hygrocybe conica var. chloroides*	X					

	(Malençon) Bon						
Hygrophore conique	*Hygrocybe conica var. minor* Röller & Monthou	X					
	Hygrocybe conica	X					
Hygrophore de rea	*Hygrocybe reae* (Maire) Lange						X
	Hydropus floccipes		X				
Hypholome en touffes	*Hypholoma fasciculare* (Huds.:Fr.) P. Kumm.		X				
	Hypholoma ericaeum ss. Romagnesi	X					
	Hypocrea sp.					X	
	Hypoxylon sp.		X				
	Hohenbuehelia angustata ss. Antonin		X				
	Hohenbuehelia sp.		X				
	Hohenbuehelia albonigra		X				
Inocybe à lames terreuses	*Inocybe geophylla* (Pers. : Fr.) P. Kumm.						X
	Inocybe muricellata Bers.	X					
	Infundibulicybe mediterranea						X
	Inonotus radiatus		X				
Laccaire	*Laccaria lateritia* Malençon						X
Laccaire laqué	*Laccaria laccata var. pallidifolia (*Peck.) Peck.						X
	Laccaria laccata						X
Lactaire à lait jaune	*Lactarius chrysorrheus* Fr.						X
Lactaire délicieux	*Lactarius deliciosus var. atrovirens* (L. : Fr.) S.F. Gray						X
Lactaire	*Lactarius sp.*						X
	Lactarius atlanticus						X
	Lactarius rugatus						X
	Lactarius serifluus						X
	Lactarius lilacinus						X
	Lactarius cistophilus						X

	Lactarius omphaliformis						X
	Lactarius obscuratus						X
Lentin	*Lentinus strigosus* (Schwein. : Fr.) Fr		X				
Lentin tigré	*Lentinus tigrinus* (Bull. : Fr.) Fr.						X
Lépiote crêtée	*Lepiota cristata* (Bolton : Fr.) P. Kumm.	X					
	Lepiota alba	X					
	Lepiota brunneoincarnata	X					
	Lepiota josserandii	X					
	Lepiota sublaevigata	X					
	Limacella delicata	X					
	Leucopaxillus gentianus						X
	Lyophyllum decastes	X					
	Limacella ochraceorosea						X
Lépiote excoriée	*Macrolepiota excoriata* (Schaeff. : Fr.) Wasser						X
Lépiote mamelonnée	*Macrolepiota mastoidea* (Fr.: Fr.) Singer						X
Pied bleu	*Lepista nuda* (Bull.: Fr.) Cooke	X					
Vesse de loup	*Lycoperdon molle* Persoon : Persoon	X					X
Vesse de loup perlée	*Lycoperdon perlatum* Pers. : Pers.	X					
	Lycoperdon pyriforme Schaeff. : Fr.	X					
	Lyophyllum atratum	X					
Lépiote déguenillée	*Chlorophyllum rhacodes*	X					
	Chlorophyllum brunneum	X					
Lépiote élevée	*Macrolepiota procera* (Scop. : Fr.) Singer	X					
	Macrolepiota phaeodisca	X					
Marasme androsace	*Marasmius androsaceus* (Hornem. : Fr.) Fr. ss. *pl. auct.*		X				
	Marasmius collinus		X				
Marasme anormale	*Marasmius littoralis var. microsporus* (Maire) Josserand			X			
Marasme des oréades =	*Marasmius oreades* (Bolton : Fr.) Fr.	X					

faux mousseron							
	Marasmiellus corsicus		X				
	Marasmius splachnoides (Hornem. Fr.) Fr. *ss. pl. auct.*			X			
	Melanoleuca bataillei Mlençon	X					X
	Melanoleuca leucophylloides	X					
	Micromphale perforans		X				
	Mycena amicta (Fr. : Fr.) Quél.		X				
	Mycena pura	X					
Mycène pure	*Mycena pura* var. *ianthina* (Pers.) P. Kumm.	X					
	Mycena pura var. *alba*	X					
	Mycena flavescens			X			
Mycène rose	*Mycena rosea* (Bull.) Gramberg	X					
	Mycena seynii		X				
	Mycena aetites		X				
	Mycena chlorinosma		X				
	Mycena algeriensis	X					
	Mycena sanguinolenta	X					
	Mycena purpureofusca		X				
	Mycena haematopus		X				
	Mycena pseudocorticola		X				
	Mycena meliigena		X				
	Mycena metata	X					
	Mycena alba		X				
	Mycena galopus	X					
	Mycena cupressina		X				
	Mycena speirea		X				
	Mycena speirea f. alba		X				
	Mycena capillaripes		X				
	Mycena galericulata		X				
	Mycena grisenilla		X				

	Mycena erubescens		X				
	Mycena olida		X				
	Otidea cochleata (L. : Fr.) Fuckel						X
Phallus puant	*Phallus impudicus L.: Pers.*	X					
Coprin parasol	*Parasola plictalis* (Fries : Fries)	X					
	Parasola kuehneri	X					
	Panaeolus sphinctrinus				Sp. fimicole		
	Panaeolus campanulatus				Sp. fimicole		
	Panaeolus papilionaceus				Sp. fimicole		
	Panaeolus fimicola				Sp. fimicole		
	Panellus stipticus		X				
	Paxillus filamentosus						X
	Peziza badia Pers. : Fr.	X					
Pholiote charbonnière	*Pholiota highlandensis* (Peck) Quadr.		X				
Pholiote changeante	*Pholiota mutabilis* (Scop. : Fr.) P. Kumm.		X				
Pleurote en huitre	*Pleurotus ostreatus* (Jacq. : Fr.) Kummer					X	
	Pholiota lucifera (Lash.) Quél.						X
	Pluteus ostreatus (Jacq. : Fr.) P. Kumm.		X				
Plutée du saule	*Pluteus salicinus* (Pers. : Fr.) P. Kumm.		X				
Plutée sp.	*Pluteus sp.*		X				
	Pluteus sp1		X				
	Pluteus petasatus		X				
	Pluteus boudierii		X				

	Pluteus diverticulatus		X				
	Polyporus tuberaster		X				
	Pluteus insidiosus		X				
	Pluteus romellii		X				
	Pluteus phlebophorus		X				
	Psilocybe apelliculosa	X					
	Psilocybe romagnesii	X					
	Psilocybe coprophila	X					
	Physisporinus vitreus		X				
Psathyrelle gris lilas	*Psathyrella melanthina* (Fr.) Kits van Wav.		X				
	Psathyrella sp.		X				
	Ramaria aurea (Schaeff. : Fr.) Quél.						X
	Ramaria flaccida (Fr. : Fr.) Rick						X
	Rhodocybe gemina	X					
	Rickenella fibula	X					
Russule très âcre	*Russula badia* Quélet						X
Russule charbonnière	*Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.						X
	Russula delica Fr.						X
Russule jaunissante	*Russula luteotacta* Rea						X
	Russula amoenicolor						X
	Russula amoena f. *citrina*						X
	Russula fragilis						X
	Russula odorata						X
	Russula galochroides						X
Pézize écarlate	*Sarcoscypha coccinea* (Scop. : Fr.) Lambotte		X				
Schizophyllum commun	*Schizophyllum commune* Fr. : Fr		X				
	Scleroderma bovista Fries						X
Scléroderme citrine	*Scleroderma citrinum* Pers. : Pers.						X
	Scleroderma meridionale Demoulin &						X

	Malençon						
Scléroderme verruqueux	*Scleroderma verrucosum* (Bull. : Pers.) Pers.						X
	Scleroderma polyrrhizum (G.F. Gmel. : Pers.) Pers.						X
	Scleroderma cepa						X
	Simocybe centunculus aff.		X				
Bolet méditerranéen	*Suillus mediterraneensis* (Jacquet. & J. Blum) Redeuilh						X
	Stropharia coronilla	X					
	Stemonitis axifera (Myxo)						
	Scutellinia crinita	X					
	Stereum hirsutum		X				
	Telephora caryophyllea Persoon						X
	Terfezia arenaria (Moris) Trappe						X
Tremelle mésentérique	*Tremella mesenterica* Schwein		X				
Tricholome chaussée	*Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken.						X
Tricholome équestre	*Tricholoma equestre* (L.) Fr. P. Kumm. *sensu lata*						X
Tricholome de la Saint Georges = Mousseron	*Tricholoma georgii* (L. : Fr.) Quél.						X
Tricholome à odeur de savon	*Tricholoma saponaceum* (Fr.:Fr.) P. Kumm.						X
	Tricholoma saponaceum var. napipes						X
Tubaire furfuracée	*Tubaria furfuracea (Pers. : Fr.) Gillet. ss Moser*		X				
	Tubaria romagnesiana	X					
	Tomentella cf. sublilacina		X				
	Tomentella cf. ellisii		X				
	Tomentella sp.		X				
	Tomentalla sp1		X				

	Tremella		X				
	Vuilleminia alni					X	
	Vascellum sp	X					
	Xerocomus persicolor						X
	Xerocomus porosporus						X
	Trametes ochracea		X				
	Tulostoma fimbriatum Fr.	X					
	Typhula quisquiliaris (Fr.) Corner	X					
Volvaire gluante	*Volvariella gloiocephala* [(dc : Fr.) Boekhout & Enderle]	X					

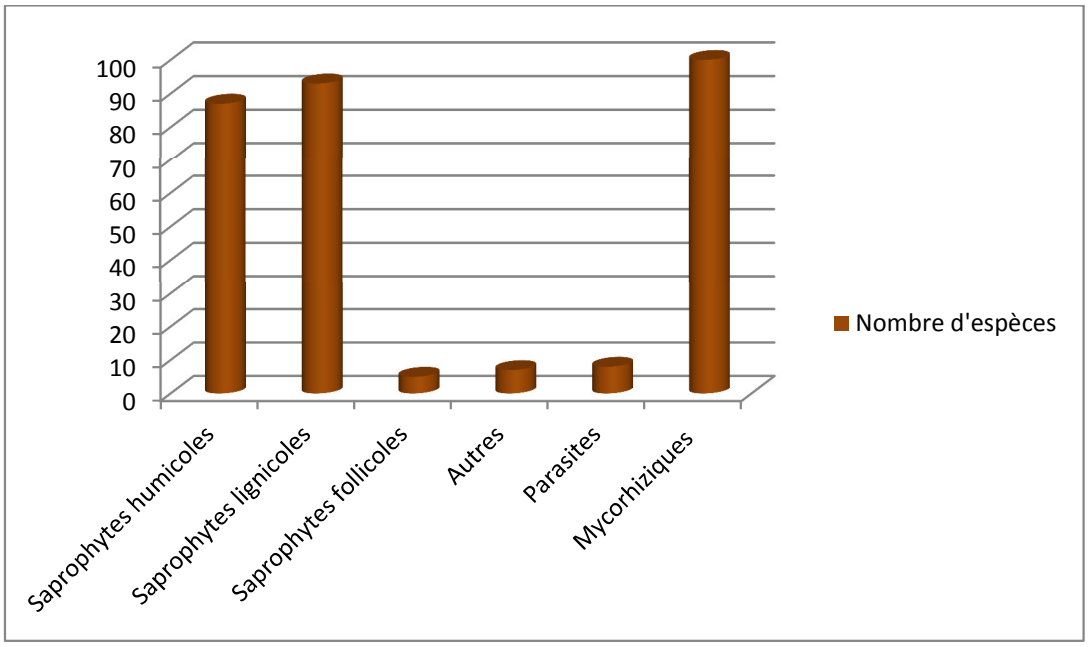


Figure 15 : Répartition des espèces en fonction des statuts trophiques

A travers les résultats de la figue 15, nous pouvons constater que le nombre d'espèces saprotrophes (humicoles, follicoles et lignicoles) est plus important que les espèces mycorhiziques. Les espèces parasites sont représentées par 8 champignons. Donc, il y a une dominance des espèces saprotrophes par rapport aux espèces mycorhiziques.

Le mode de vie des champignons est rarement inclus dans la définition des associations fongiques définies par les mycosociologues (Haas, 1932 ; Darimont, 1973 ; Arnolds, 1981 ; etc.). Pourtant, l'écologie fonctionnelle met en opposition les espèces saprotrophes et mycorhiziennes en tant qu'acteurs du fonctionnement biologique des écosystèmes, en particulier dans les systèmes forestiers (Courtecuisse et *al.*, 1997 ; Moreau et *al.*, 2002). La prépondérance d'un groupe trophique sur les autres dans un milieu donné nous paraît être un élément descriptif à part entière du milieu.

De ce fait, la connaissance du mode de vie des champignons récoltés nous a permis de calculer le spectre biologique.

V- Analyse fonctionnelle : spectre biologique

La notion de spectre biologique a été progressivement introduite, de manière diffuse, dans divers travaux mycologiques depuis une dizaine d'années, par des calculs de pourcentages de types biologiques dans des listes d'inventaires. Elle a été développée et précisée récemment (Courtecuisse et *al.*, 1997) ; son usage a été généralisé depuis par l'école mycologique lilloise (Courtecuisse, 2000),

et notamment dans les rapports annuels sur les parcelles dans le cadre du projet « RENECOFOR » (Courtecuisse et *al.*, 1997 ; Courtecuisse et *al.*, 2000).

Le principe consiste à comparer les modes de vie de l'ensemble des espèces présentes sur une parcelle ou même sur un peuplement forestier entier. Les espèces entretenant des relations ectomycorhiziennes avec les arbres participent activement à l'établissement et à la stabilité de l'écosystème. A l'inverse, les espèces saprotrophes jouent un rôle opposé (mais complémentaire) en décomposant la matière organique produite dans cet écosystème ; l'équilibre de ces deux modes de vie influence, et est directement influencé en retour, par le fonctionnement de l'écosystème. Le concept de « spectre biologique » consiste à désigner le rapport entre espèces mycorhiziennes et espèces saprotrophes ; de ce fait, voir l'état de santé de nos parcelles.

Cependant, il existe une seule publication officielle utilisant ce concept : il s'agit du projet Renecofor réalisé en 2002. Le calcul du spectre biologique nécessite la connaissance du statut biologique des champignons recensés dans l'écosystème (Courtecuisse et *al.*, 2000).

Il est estimé qu'un spectre biologique autour de 0,5 correspondrait à un milieu forestier en bon équilibre. En dessous de 0,5 ce spectre indiquerait un déficit en espèces mycorhiziennes, signe probable d'eutrophisation ou de dépérissement des arbres. Au-dessus de 0,5 le spectre biologique évoquerait un déficit en champignons décomposeurs et donc de matière organique dans le sol qui pourrait résulter d'une surexploitation forestière ou d'un sol appauvri en matière organique (Pierre-Arthur Moreau, communication personnelle). De plus, des spectres biologiques supérieurs à 1 ont été curieusement observés pour des placettes d'altitude, c'est un phénomène non encore expliqué, Moreau et *al.* (2002)

SB = Nombre d'espèces mycorhiziennes / Nombre d'espèces saprophytes humicoles + saprophytes de la litière

Cependant, la notion du spectre biologique reste limitée pour les raisons suivantes :

- Les champignons fructifiant dans la forêt ne représentent pas l'ensemble des populations fongiques actives dans l'écosystème
- Il est nécessaire de considérer l'ensemble des relevés annuels pour pouvoir estimer ce rapport.
- Cela concerne les champignons lignicoles. Il est probable que la diversité spécifique des champignons lignicoles dépende directement de la masse de bois mort au stade de décomposition adéquat. Si cette quantité peut avoir un sens quant à la productivité du

milieu dans des forêts non soumises aux activités humaines, elle n'en a aucun (ou très peu) dans les forêts étudiées, où le bois mort est au moins partiellement évacué. De plus,

la fréquence de ces champignons appartenant à des groupes difficiles à étudier (*Corticiaceae,* petits *Ascomycota,*etc.) dépend aussi beaucoup des compétences et des centres d'intérêt du mycologue, et enfin leur recherche perturbe inévitablement le milieu puisqu'elle oblige à retourner ou soulever les branches pourrissant au sol.

Pour le calcul du spectre biologique des stations d'étude, nous avons jugé utile d'exclure du graphe (Fig. 16) les deux parcelles fournissant un nombre de saprophytes nul (humicoles et foliicoles), à savoir la parcelle de Ain Bergougaya chêne liège et la parcelle biologique d'El Ghorrra chêne zen. De ce fait, le spectre biologique sera dans ce cas incalculable.

Nous remarquons ainsi, que ce spectre varie d'une parcelle à une autre, avec une valeur maximale de (4,33) au niveau de la parcelle de (Ain Bergougaya : chêne zen) et une valeur minimale de (0,1) au niveau de la parcelle de (Segleb : Prairie humide).

D'après l'hypothèse de Moreau (2002), sur les 36 stations étudiées, nous avons six (06) parcelles correspondant à des forêts en bon équilibre avec un spectre biologique aux alentours de 0,5, à savoir : Ain Tebib (Chêne liège), Feid Ouest (Chêne liège), Arboretum de Tonga (Forêts reboisées), Agbet El Chair (Pin maritime), Ain Khiar (Eucalyptus) et El Toual (Chêne liège). Six (06) autres parcelles montrant un déficit en espèces mycorhiziques et un nombre important de décomposeurs, cela correspond à des forêts en déséquilibre présentant un dépérissement évident à savoir : Chemin des oiseaux (Chêne liège), Yefcha (Chêne liège), Kef El Demna (Chêne liège), Segleb (Prairie humide), Brabtia (Chêne liège) et Oubeira (Eucalyptus).

Le spectre biologique des 21 parcelles restantes est supérieurs à 0,5, cela nous indique, que le nombre de champignons mycorhiziens est important, avec un déficit en espèces humicoles se traduisant par un appauvrissement en matière organique du sol, pouvant être le résultat d'une surexploitation forestière ou un sol naturellement pauvre en matière organique. Cette diversité en champignons mycorhiziens serait fortement influencée par le type et l'âge des peuplements. Les peuplements issus de régénération naturelle possèdent une plus forte diversité mycorhizienne qui tend à diminuer légèrement au fur et à mesure de leur maturité. Les parcelles concernées sont : Ain Bergougaya (Chêne zen), Haddada (Pin maritime), Haddada (Chêne liège), Mag Sbaya (Chêne zen), Ouledj (Chêne liège), Oum Skek (Chêne liège + Chêne zen), Segleb (Chêne liège), Pinède de Tonga (Pin pignon), Ain Khiar (Aulnaies), Boulif (Chêne liège), Boumalek (Prairie humide), Brabtia (Chêne liège), Cap Rosa (Chêne liège), Djebel El Korsi (Chêne liège), Mridima (Pin maritime),

Righia (Aulnaies), Route de la Calle (Pin maritime), Dar El Ayadi (Chêne zen), Dar El Ayadi (Chêne liège), El Feden (Chêne zen) et Tonga (Chêne kermès).

La station de Bouteldja (Frêne) présente un spectre biologique nul, signifiant l'absence d'espèce mycorhizique. Il est à signaler que cette essence ne peut former une association mycorhizienne avec les champignons supérieurs. Les frênes ne peuvent développer que des endomycorhizes.

Dans le tableau 19, nous avons tenté de présenter les valeurs du spectre biologique observées au niveau des 21 parcelles.

TABLEAU 19 : Les valeurs du spectre biologique au niveau des 21 parcelles (SB >> 0,5)

Parcelles	Spectre Biologique	Observations
Ain Bergougaya (Chêne zen)	4,33	Non expliqué
Haddada (Pin maritime)	0,83	Le Pin d'une façon général, est une bonne essence pour les champignons mycorhiziens
Haddada (Chêne liège)	1,58	Phénomène d'enrésinement constaté dans cette région, avec une augmentation de l'acidité du sol.
Mag Sbaya (Chêne zen)	1	Phénomène de l'altitude supérieur à 500m
Ouledj (Chêne liège)	2,67	Les incendies répétés
Oum Skek (Chêne liège + Chêne zen)	0,84	Phénomène d'altitude supérieur à 500m
Segleb (Chêne liège)	1	Non expliqué
Pinède de Tonga (Pin pignon)	0,9	Appauvrissement naturelle du sol + présence du pin favorise l'association des espèces mycorhiziennes
Ain Khiar (Aulnaies)	0,75	Surexploitation
Boulif (Chêne liège)	1	Appauvrissement naturel
Boumalek (Prairie humide)	2	Appauvrissement naturel du sol en matière organique (sol sablonneux)
Brabtia (Chêne liège)	1	Les incendies répétés
Cap Rosa (Chêne liège)	0,94	Surexploitation
Djebel El Korsi (Chêne liège)	2,5	Les incendies répétés
Mridima (Pin maritime)	1	Appauvrissement naturelle (sol sablonneux)
Righia (Aulnaies)	0,86	Surexploitation

Route de la Calle (Pin maritime)	1,1	Présence du pin favorise l'association des espèces mycorhiziennes
Dar El Ayadi (Chêne zen)	0,83	Phénomène de l'altitude
Dar El Ayadi (Chêne liège)	1,12	Phénomène de l'altitude
El Feden (Chêne zen)	0,93	Phénomène de l'altitude
Tonga (Chêne Kermès)	3	Appauvrissement naturelle (sol sablonneux).

Pour conclure, ces spectres biologiques seraient à analyser avec les paramètres relatifs à chaque parcelle : topographie, hygrométrie, caractéristiques pédologiques, végétation dominante, etc. A cet effet, dans le chapitre suivant, nous allons effectuer une analyse statistique en associant tous ces paramètres afin de pouvoir apporter une interprétation cohérente à nos résultats.

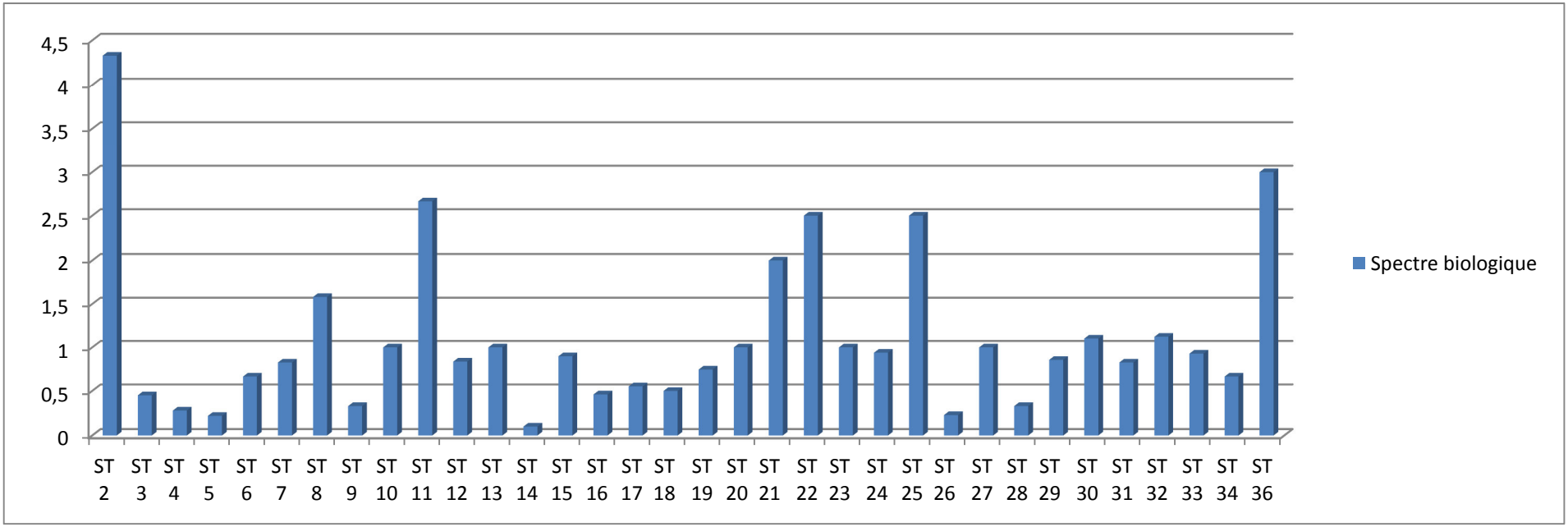


Figure 16 : Répartition des parcelles par valeur du spectre biologique

VI- Valeur patrimoniale des espèces recensées :

Vu le manque de données sur la valeur patrimoniale des macromycètes de l'Afrique du Nord, et vu la non disponibilité d'une liste rouge propre à cette zone, nous nous sommes basés pour l'estimation des espèces recensées du Parc National d'El, sur les travaux effectués en Europe.

Nous avons commencé tout d'abord par la liste rouge des champignons menacés de Pas de Calais (Nord de la France), réalisée par Regis Courtecuisse (1997). Il s'agit de la première liste rouge mycologique en France. La liste des espèces effectivement menacées sur les 2800 espèces recensées par l'auteur en 1997 (premier niveau de lecture) représente 618 taxons alors que la liste des espèces potentiellement menacées (second niveau de lecture) compte 608 taxons, chaque groupe représentant 21 à 22 % de la fonge régionale. Ces deux listes combinées représentent 43,47 % de la fonge. Cependant, les critères régionaux utilisés dans cette liste rouge sont originaux, créés en fonction de l'état des connaissances et de particularités du règne fongique. Ils ne sont malheureusement pas directement transposables aux catégories recommandés par l'UICN*, dont les critères sont sensiblement différents.

De ce fait, nous avons jugé, qu'il serait beaucoup plus intéressant de comparer nos travaux avec ceux de la liste rouge des champignons supérieurs menacés de Suisse (Senn-Irlet et *al.*, 2007), qui a été établie en appliquant les critères et en adoptant les catégories proposées par l'UICN (2001). La procédure de régionalisation se conforme aux lignes directrices de l'UICN (2003), sur la base des travaux de Gärdenfors (2001). Sur les 2956 espèces et sous-espèces considérées, 937 (32 %) figurent sur cette liste.

Sur les 304 espèces recensées et identifiées au niveau du Parc National d'El Kala, nous avons (Fig. 17) :

- **00** espèce éteinte (RE)
- **01** espèce (0,17 %) en danger critique d'extinction (CR) : *Geastrum coronatum*
- **09** espèces (3 %) en danger (EN), il s'agit de : *Boletus regius*, *Clitocybe truncicola*, *Geoglossum cookeianum*, *Limacella delicata*, *Marasmius collinus*, *Mycena chlorinosma*, *Mycena purpureofusca*, *Russula amoenicolor* et *Russula odorata*.
- **31** espèces (10,20 %) considérées comme vulnérables (VU), nous pouvons citer quelques exemples : *Abortiporus biennis, Agaricus porphyrizon, Amanita caesarea, Amanita aspera, Boletus aereus*, …
- **07** espèces (2,30 %) figurant sur la liste préventive des taxons dits potentiellement menacés (NT), il s'agit de : *Amanita gemmata*, *Amanita mairei*, *Cortinarius orellanus*, *Hydropus floccipes*, *Pluteus phlebophorus*, *Ramaria aurea* et *Simocybe centunculus* aff.

- **100** espèces (33 %) apparaissent comme non menacées (LC).
- En raison d'information lacunaires et insuffisantes **156** espèces (51,30%) n'ont pu être classées (DD).

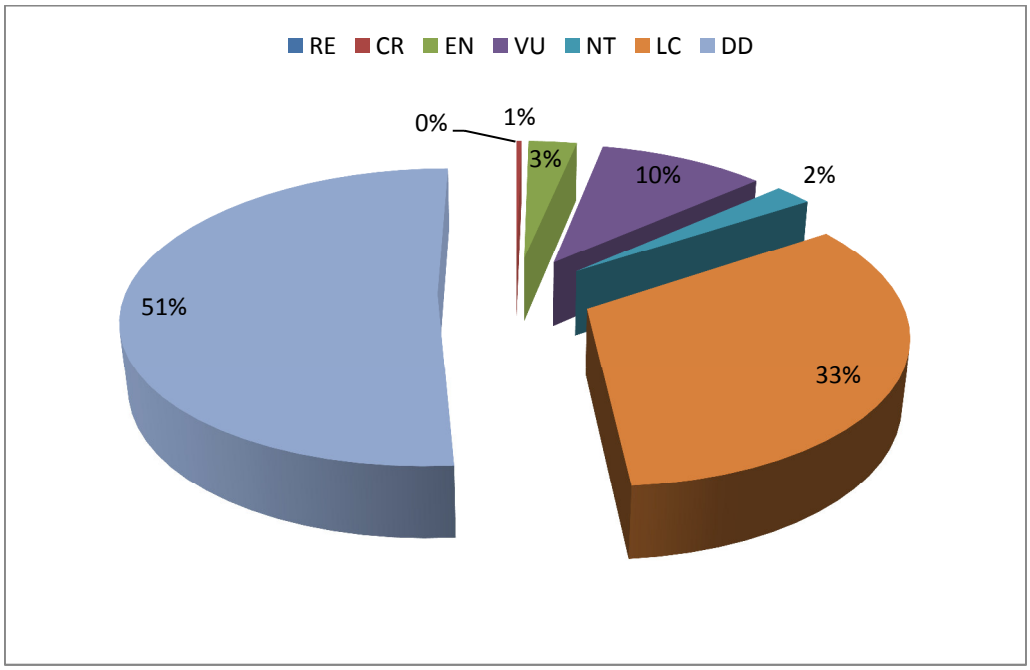


Figure 17 : Répartition des espèces entre les catégories désignées par UICN

Ceci confirme la rareté et la nécessité de conserver ces taxons et leur milieu. Les campagnes mycologiques réalisées au cours de nos prospections ont abouti au recensement de 48 espèces déterminantes. Ceci montre l'importance et la nécessité d'effectuer des campagnes régulières pour détecter d'autres taxons.

D'une façon générale, les résultats obtenus de la valeur patrimoniale des espèces récoltées restent encore préliminaire, vu qu'il s'agit du premier inventaire réalisé dans la région, et aucune liste n'a été préalablement établie pour pouvoir comparer la présence et la régression des espèces.

Cependant, nous pouvons constater que les espèces menacées se retrouvent dans tous les milieux, mais c'est les prairies et les aulnaies, qui en contiennent la plus grande proportion. La montagne n'est pas épargnée, avec des espèces mises en péril par la petite taille de leurs populations (*Marasmius collinus*, *Mycena purpureofusca*, *Simocybe centunculus*, …). Il ne faut cependant pas perdre de vue que l'apport de nutriments par voie atmosphérique met en danger la qualité des stations et rend vulnérables en particulier les mycorhizes des forêts. De nombreuses espèces menacées dépendent du bois mort ; l'augmentation du volume de bois gisant en forêt, à laquelle s'ajoute une conversion des pratiques sylvicoles, désormais plus soucieuses des fonctions

écologiques, ne montrent pas encore de répercussions positives sur la présence des décomposeurs spécialistes du bois (espèces lignivores).

De la même manière que pour beaucoup d'autres organismes, c'est la perte d'habitats, conditionnée par les activités humaines de ces 50 dernières années (en particulier de construction) qui forme une des raisons majeures du recul observé des populations, vu que les deux tiers des champignons supérieurs sont liés aux biotopes forestiers.

A travers les résultats obtenus à partir de l'analyse de l'inventaire mycologique réalisé au niveau du Parc National d'El Kala, nous pouvons remarquer que :

Le nombre d'espèces terricoles que nous avons pu récolter lors de nos prospections est moyennement important en comparaison avec les espèces lignicoles. Les espèces les plus remarquables sont :

- *Armillaria gallica* (Armillaire bulbeuse), envahit la chênaie alluviale fin automne – début d'hiver.
- *Arrhenia rickenii*, espèces poussant en association avec les mousses dans les milieux très humides, peu fréquente, récoltée début de la saison mycologique.
- *Agaricus porphyrizon* (Fig. 18), *Agaricus devoniensis*, *Agaricus pseudolutosus*, *Agaricus moelleri* var. *terricolor*, espèces d'*Agaricus*, peu abondantes, rencontrées dans différents sites, prairies humides, sols sablonneux, et surtout milieux découverts. *Agaricus moelleri* var. *terricolor* est une espèce très rare, retrouvée uniquement au niveau de l'Arboretum de Tonga.
- *Bolbitius titubans* var. *olivaceus* : espèce corpophile, moyennement fréquente.
- *Clitocybe phaeophtalma* var. *werneri* (Fig. 24), espèce thermophile, récoltée principalement sous chênes (liège et zen), rencontrée également au niveau de l'aulnaie de Righia et sous Eucalyptus à Oubeira ; espèce rare.
- *Clitocybula lenta* (Fig. 26) : espèce méditerranéo-atlantique récoltée sur bois mort de conifères à la pinède de Tonga, espèce rare.
- *Psathyrella olympiana* (Fig. 22) : récoltée généralement dans différents sites (prairies humides, forêts de chêne liège et chêne zen et en pinèdes), sur sols riches en débris végétaux, humides et calcaires ; retrouvée abondamment lors de nos prospections malgré qu'elle considérée comme rare par Roux (2006).
- *Cystolepiota seminuda* : petite espèce, récoltée sur sol sablonneux au niveau de la pinède de Tonga, trois individus seulement ont été retrouvés. Ce champignon est considéré comme assez commun (Candusso et Lanzoni, 1990).
- *Echinoderma asperum* : récoltée à la pinède de Tonga, sur sol sablonneux et pauvre en azote. D'après Roux (2006), cette espèce pousse sous feuillus, sol riche en humus et nitrophile. Cependant, toutes ces conditions ne sont pas réunies au niveau de notre parcelle.
- *Macrolepiota procera* (Fig. 33) : espèce très répandue, rencontrée dans plusieurs placettes. Cependant et d'après les corrections faites dans « La flore du Maroc », ce champignon a été nouvellement signalé en Algérie, vu que Malençon et Bertault (1975) ont effectué une erreur d'identification en donnant le nom de *Macrolepiota procera* à *Macrolepiota fuliginosa*. Il est donc probable que même les récoltes observées par Maire en Algérie sont incorrectes.

- *Macrolepiota phaeodisca* : espèce vulnérable, récoltée dans deux placettes (lac noir et cap rosa). Les deux stations correspondent parfaitement aux milieux favorables pour le développement de ce champignon : la proximité de la mer et le sol sablonneux.
- *Mycena algeriensis* (Fig. 35) : pas très commun mais largement répandu, isolé ou cespiteux en forêts de chêne liège (réserve de Brabtia). Comme son nom l'indique, cette espèce a été décrite pour la première fois par Maire après sa récolte en Algérie.
- *Panaeolus sphinctrinus* : espèce fimicole, fréquente, récoltée sur les bouses, retrouvée au niveau de l'aulnaie de Righia. Cependant, *P. campanulatus, P. sphinctrinus, P. retirugis* sont mis en synonymie par Grau et *al.* (1996), avec *P. papilionaceus*. Comme Horak (2005), nous préférons garder 3 taxons (peut être pourraient-ils être placés en variétés ??). *P. sphinctrinus* avec un chapeau brun grisâtre à reflets verdâtres et à marge fortement dentée qui s'éclaircit et perd de son voile avec l'âge correspondant alors à ce que l'on appelait *P. campanulatus. P. papilionaceus* qui, dès l'éclat jeune, a un chapeau clair avec une marge débordante mais peu dentée. *P. retirugis* avec un chapeau plus rougeâtre et fortement réticulé et ses spores plus petites. Ce dernier, n'a pas été retrouvé lors de nos prospections.
- *Psilocybe coprophila* : récolté au niveau du lac noir, sur excréments de vaches. Connu sous le nom de *Geophila coprophila* par Malençon et Bertault (1975). *Psilocybe* coprophila, Psilocybe *apelliculosa* (Fig. 38) et *Psilocybe romagnesii* sont des espèces toxiques (hallucinogènes).
- *Rhodocybe gemina* : espèce peu fréquente à rare, à sporée rose et poussant sur sol calcaire, récoltée au niveau de l'aulnaie de Ain Khiar.
- *Simocybe centunculus* (Fig. 23) : petit champignon, rencontré dans les endroits riches en humus (arbres en décompositions, débris des végétaux, etc.), connu par Malençon et Bertault (1975) sous le nom de *Naucoria centunculus*. Espèce peu fréquente, retrouvée une seule fois à la pinède de Tonga sur les débris ligneux ; faisant partie des taxons nouvellement signalés en Algérie. La récolte décrite par les auteurs correspond à la nôtre avec ses poils difformes au niveau de l'arête et son revêtement piléique celluleux-hyméniforme traversé de dermatocystides éparses.
- *Scutellinia crinita* : espèce appartenant à un groupe assez difficile vu les confusions possibles ; la différence s'effectue généralement au niveau de la taille et la forme des spores. Ce champignon est assez commun, rencontré durant toute l'année dans plusieurs sites visités.

- *Lepiota brunneoincarnata* (Fig. 32) : petite lépiote mortelle, récoltée sur un sol riche en humus dans la chênaie de Cap Rosa. Ce champignon est rare et vulnérable (Roux, 2006) ; parfois difficile à bien distinguer du *Lepiota helveola* Bres., déjà mal fixée dans la littérature mycologique. Cependant, *Lepiota brunneoincarnata* a pour synonyme le *L. barlaeana* créé en 1905 par Patouillard (1905) sous le nom procuré de *L. barlae*, modifié en 1908 d'après des exemplaires de *Lepiota helveola* sensu Barla (non Bres), récolté à Laghouat (Algérie). Il ne fait guère de doute que *Lepiota helveola* signalé par Patouillard lui-même en Tunisie soit encore un *Lepiota brunneoincarnata* dont l'aire de dispersion s'étendrait ainsi à l'Afrique du Nord tout entière.
- *Limacella delicata* : espèce rare, récoltée à l'aulnaie de Ain Khiar, sur sol riche en azote, milieu favorable pour le développement de cette espèce. Il est à signaler que ce champignon n'a été jamais retrouvé sous aulnes.

Les espèces mycorhiziques sont très représentatives des milieux, où nous avons rencontré des champignons spécifiques pour certaines essences, nous pouvons citer comme exemple :

- *Abortiporus biennis* (Fig. 25) : espèce vulnérable, récoltée au niveau des aulnaies à l'Arboretum de Tonga.
- Les Alnicola, *Alnicola umbrina* (Fig. 19), *Alnicola escharoides* (Fig. 20), *Alnicola bohemica, Alnicola celluloderma*, petits champignons bruns ou ocres (selon les espèces), retrouvés uniquement sous *Alnus glutinosa* lors de nos prospections, très abondants, limités écologiquement.
- *Amanita gemmata* : espèce très fréquente retrouvée uniquement sous *Pinus* à la Pinède de Tonga, considérée comme comestible par certains auteurs, est en réalité suspecte et a provoqué des accidents rappelant un peu ceux causés par l'*Amanita pantherina* (Maire, 1916). D'après Maire (1913) cette espèce présente une extrême variation de coloris avec un anneau plus ou moins apparent selon les récoltes, ont donné lieu à de nombreuses créations spécifiques ou variétales. Ces variations ont été effectivement observées sur le terrain, et nous ont perturbés dans l'identification de certains individus.
- *Amanita caesarea* : espèce récoltée sous chêne zen, dans deux stations (parcelle biologique et Mag sbaya) en haute altitude ; très répandue en Europe méridionale pour disparaitre progressivement dans la région méditerranéenne (Neville et Poumarat, 2004). Ce champignon est très apprécié par les mycophages.

- *Amanita crocea* var. *subnudipes* (Fig. 21) : espèce peu fréquente, la couleur du chapeau orangé à jaune orangé avec la taille du pied en présence de zébrures facilite l'identification de ce champignon, vu qu'il existe une ressemblance avec *Amanita caesarea* surtout en présence du reste de voile sur le chapeau.
- *Amanita mairei* : décrite pour la première fois par R. Maire, en Afrique du Nord, précisément au Maroc. Pour les auteurs, *Amanita mairei* est restée strictement nord-africaine, mais cet endémisme n'a pas duré longtemps. Huijsman (1959) a signalé une *Amanita argentea* à l'Est de la France (Doubs) qui en est le sosie de *Amanita mairei*, sous la seule réserve que les spores sont un peu plus obèses. Parrot (1965) a signalé la même espèce dans les basses pyrénées avec des spores de taille normale (10-14 x 8,5-11,5 µ). Or, au Maroc, il a été signalé, une Amanite absolument semblable, aux spores de (10-12,6 (14,4) x 7,8 – 10,5 (11,2) µ), que Malençon et Bertault (1970) ont retenu en attente dans leur dossier, en raison précisément de ses spores un peu larges pour une *A. mairei* dont elle offre pourtant tous les autres caractères. Selon Huijsman (1959) et Parrot (1965), ce serait donc *l'A. argentea*. Cependant, à suivre cette interprétation, il aurait côte à côte au Maroc deux Amanites identiques à tous égards, croissant dans les mêmes stations, manifestement distinctes l'une comme l'autre de l'*A. argentea* par leur stature plus robuste, leur chapeau arrondi et leur teinte relativement claire, que séparerait seulement une minime différence sporale. Sous réserve d'un contrôle, il est envisageable l'existence d'une seule espèce au diamètre sporal un peu hésitant, dont *mairei* et *argentea* expriment tout au plus les extrêmes. Si le fait se vérifiait, la priorité reviendrait évidemment à *A. mairei* (1949), et *A. argentea* (1959) tomberait en synonymie, en même temps que l'aire de répartition de l'espèce s'élargirait de façon très sensible.
- *Amanita virosa* : récoltée sous chêne liège et chêne zen (Ain bergougaya, Oum skek, El Feden, Dar El Ayadi). Espèce fréquente au nord de l'Europe, jamais récolté en Afrique du Nord, vu qu'elle est considérée comme une espèce septentrionale. Sa présence en Algérie, où elle semble dépaysée, serait donc à confirmer à travers d'autres récoltes au niveau de d'autres stations, mais il ne faut pas perde de vue que les parcelles citées ci-dessus sont relativement humides et présentent un microclimat comparable à celui des stations d'origine, avec bien sur l'influence de l'altitude (> 600m).
- *Boletus erythropus* : récoltée aussi bien sous feuillus (Ain bergougaya, Kef el demna, Ain tebib, Boulif, Djebel el korsi) que sous conifères (Pinède de Tonga). Cette espèce est assez fréquente, sur substrat pauvre en calcium et en azote.

- *Entoloma melanochroum* (Fig. 29) : espèce rare, récoltée sous eucalyptus au niveau de l'Oubeira.
- *Gyroporus castaneus* : espèce classée vulnérable, récoltée sous conifères à la pinède de Tonga. D'après Roux (2006), ce champignon est généralement retrouvé sous feuillus principalement les chênes, rarement sous conifères. Maire et Werner (1937) l'a signalé en Espagne sous *Quercus* et *Fagus*.
- *Gyrodon lividus* : rare, classée parmi les espèces vulnérables, récoltée au niveau de l'aulnaie d'Ain Khiar. Roux (2006) signale que ce champignon est exclusif des aulnaies ; son installation dans ces milieux trahit que celle-ci est en voie d'assèchement et trop riche en nitrates, elle est probablement en train de disparaitre. De ce fait, nous pouvons utiliser la mycoflore comme des bio-indicateurs.
- *Hebeloma cistophilum* : espèce rare, récoltée sous Cistes au niveau de la réserve de Brabtia. Comme son nom l'indique, ce champignon est exclusif de ces milieux.
- *Hygrocybe conica var. chloroides* (Fig. 30) : la variété *chloroides* est assez rare contrairement à l'espèce type qui est très fréquente dans différents sites prospectés. Ce champignon a été retrouvé sous différentes essences : eucalyptus à l'Oubeira, chêne liège à Feid ouest et Ouledj et sous chêne zen à Mag sbaya.
- *Lactarius lilacinus* (Fig. 39) : espèce exclusive des aulnaies, récoltée au niveau des aulnaies de Ain Khiar et Righia, généralement en touffes.
- *Lactarius rugatus* : espèce rare, récoltée sous pin à la pinède de Tonga. Ce champignon a été retrouvé uniquement au niveau de ce site mais en quantité importante.
- *Lactarius obscuratus* et *Lactarius cistophilus* (Fig. 31) : rares, classées parmi les espèces vulnérables, récoltée au niveau des aulnaies (Ain Khiar et aulnaie de l'Arboretum de Tonga) en début de la saison mycologique : la mi-novembre – décembre.
- *Russula odorata* (Fig. 40) : espèce assez fréquente, récoltée sous eucalyptus à l'Oubeira.
- *Psathyrella melanthina* : espèce vulnérable et assez rare, retrouvée au niveau d'une seule station à l'Arboretum de Tonga sur *Salix*. Elle est récoltée de temps à autres en Europe (Suède, France, Catalogne, etc.) sur *Betula* et sur *Salix*, récoltée en Algérie par Maire, où il l'a redécrite sous le nom aujourd'hui synonymisé d'*Hypholoma agaves.*

Les espèces lignicoles sont les plus représentées au niveau des différentes stations prospectées, les plus représentatives sont :

- *Mycena chlorinosma* (Fig. 36) : espèce très rare, récoltée au niveau de l'arboretum de Tonga, sur des arbres de Cyprès chauves ; décrite pour la première fois par Singer (1949), sur débris de végétaux dans une serre chauffée de St-Pétersbourg. L'espèce est bien caractérisée par son chapeau recouvert d'une pellicule gélatineuse séparable, son odeur nitreuse et aussi sur le plan microscopique par la présence de volumineuses boucles en médaillons.
- *Mycena speirea* (Fig. 34) : rare, spécifique des cyprès, récoltée à l'arboretum de Tonga sur Cyprès chauves.
- *Coprinellus disseminatus* : récoltée en touffes au niveau de l'Arboretum de Tonga sur *Alnus glutinosa*, espèce commune. Cependant Malençon et Bertault (1970) ont signalé ce taxon comme très répandu en Europe tempérée mais rare en Afrique du Nord, où il a été récolté sur *Quercus suber* près de Tanger au Maroc, et signalé deux fois seulement en Algérie par Maire sur Chêne zen.
- *Agrocybe pediades* : espèce récoltée en clairières herbeuses au niveau du Lac Noir. Il est à signaler, que nos récoltes comprend les individus bisporiques seulement (la forme tétrasporique n'a pas été observée).

Nous pouvons citer par ailleurs quelques espèces hypogées ou semi-hypogées qui ont fait l'objet de nos récoltes à savoir :

- *Scleroderma polyrhizum* (Fig. 41) **:** espèce thermophile, récoltée dans les milieux découverts et sablonneux, retrouvée à la pinède de Tonga.
- *Calvatia utriformis* (Fig. 37) : est une calvatie caractérisée par une silhouette plus ou moins globuleuse à piriforme, avec un revêtement à verrues pyramidiales, retrouvée dans les milieux découverts et terrain sablonneux, récoltée à la périphérie du lac noir.

Les inventaires réalisés par Malençon et Bertault (1970, 1975), Maire (1902), Maire et Werner (1937) et moi-même (2004-2010), sont peu comparables, en raison des propriétés différentes des sites prospectés. La première compagne s'est concentrée surtout sur les sites en altitude et les cédraies, tandis que les placettes visitées dans notre étude, sont en majorité en basse altitude et absence de cèdre. Vu le manque de données sur les inventaires mycologiques dans la région d'étude, nous nous sommes donc basés sur les travaux réalisés par ses auteurs au Maroc.

Cependant, en dehors d'un nombre restreint d'éléments tout à fait particuliers auxquels il doit une originalité très réelle, l'ensemble des champignons supérieurs du Maroc n'est, de toute évidence, qu'un prolongement sur cette partie occidentale de l'Afrique du Nord de la mycologie d'Europe

tempérée, qui trouve là ses territoires les plus méridionaux avant de s'effacer à l'approche des régions continentales désertiques.

Il est à signaler également, que nos compagnes de prospections ont ignorés volontairement les myxomycètes et les espèces lignicoles résupinées, en raison des difficultés rencontrés dans l'identification de ce groupe taxinomique et le manque de mycologues spécialisés.

Les résultats de nos travaux de prospections, nous ont fait ressortir une liste de 23 espèces nouvellement signalées en l'Algérie et 101 nouveaux taxons pour l'Afrique du Nord sur un total de 304 macromycètes inventoriés. L'exploration de nouveaux milieux et l'attention particulière portée à des groupes taxinomiques difficiles (les Mycènes, les Russules), en sont les causes. Nous pouvons noter également, que le plus grand nombre d'espèces nouvelles provient certes des zones ouvertes, très caractéristiques, mais peu diversifiées, mais aussi des prospections effectuées au niveau des aulnaies, dont l'intérêt mycologique est encore mal évalué.

Par ailleurs, il arrive vite, après quelques récoltes banales, de se trouver en présence de spécimens assimilables à telle espèce connue déjà en Europe et déjà signalée, sous réserve de quelques différences qui déconcentrent quelques peu mais, si légère semble-t-il, que nous les avons porté au compte des écarts individuels sans conséquence. Or, sur le terrain, il a été constaté que cet incident se renouvelle avec la même espèce ou avec d'autres, ce qui fait place à un sentiment d'insignifiance du début à une certitude, que derrière une similitude en apparence très acceptable, bien de champignons se révèlent peu orthodoxe à l'égard aux définitions classiques des spécialistes. Nous avons, par ailleurs, tenus compte de ces différences dans nos descriptions. Tel aura été le cas par exemple de :

Inocybe heimiana aff., récolté à l'aulnaie de Righia dans le sable avec du ciste dans le voisinage, où il se diffère de l'espèce type par l'aspect trapu, le pied plus grêle poudré et les lames plus sombres ; son habitat sous cistes uniquement est différent de celui sous pins et saules.

Clitocybe phaeophtalma var. *werneri*, la description des spores (taille et ornementation) correspond parfaitement à celle faite par Malençon et Bertault (1970) pour *Clitocybe hydrogramma* var. *werneri* ; corrigée après révision de le « Flore du Maroc » en *Clitocybe phaeophtalma* var. *werneri* ; mais pas à celle de Bon (1997) en Europe. Il est à noter également, qu'au cours du séchage, l'exsiccatum devient gris plus ou moins noirâtre.

Entoloma heterocystis (Fig. 28), récolté sur un chemin sablonneux bordé avec du Cyprès chauve, présente au niveau de l'épicutis un pigment pariétal et intracellulaire. Ce champignon peut être confondu avec *Entoloma cettoi* qui présente également ce genre de pigment mais qui se diffère par la taille des spores. Il est possible de penser également à *Entoloma rugosum* décrit par Malençon et Bertault (1970) mais l'habit et les représentations graphiques très blanches ou roses ne semblent

correspondre à notre récolte. De ce fait, nous avons donné le nom d'*Entoloma heterocystis* avec la particularité de l'épicutis.

Ganoderma resinaceum (Fig. 47), la taille du champignon est plus petite que les espèces Européenne. Au départ, il a été question de *G. lucidum*, mais vite éliminé en raison de la couleur de la chair, le pied subnul, l'habitat et la petite taille de la rare baside mesurée.

Mycena capillaripes, la description macroscopique correspond parfaitement aux espèces Européennes, cependant, la microscopie révèle une absence de pleurocystides, ainsi que l'habitat sur Eucalyptus ne correspond pas à son habitat d'origine qui est le Pin.

Psilocybe appeliculosa, la description révèle des cheilocystides plus étroites que celles observées chez l'espèce récoltée en Europe.

Tout ceci d'ailleurs, plus largement nord-africain sans doute que limité dans notre région d'étude, valable en large part pour le Maroc et d'autres sites en Algérie, où d'après les observations de Malençon et Bertault (1970, 1975) ainsi que celles de Maire (1942), plusieurs de ces anomalies ont été déjà rencontrées, ce qui n'en souligne que mieux l'écart avec la flore européenne.

Il ne faut pas ignorer que d'une région à une autre, plus encore d'un continent à un autre, les espèces ne sont pas toujours semblables à elles-mêmes, au point qu'il leur arrive de changer de noms. Dans la circonstance présente, il est plus judicieux d'approfondir les connaissances sur les espèces suspectes avant de les considérer comme variétés ou nouvelles espèces, vu que notre travail permet pour la première fois la mise en évidence des champignons de la région d'El Kala, sur un large ensemble de l'Afrique du Nord. On peut en toute hypothèse, y voir le résultat d'une évolution restée de longue date, et en dépit de sa proximité, géographiquement très isolée puis, par surcroît, sélectionnée sans relâche dans le sens d'une xérothermophilie impérative et vers dès accommodats mycorhiziens ou lignicoles particuliers, circonstances qui l'ont fait diverger de bonne heure de ses souches originelles pour l'amener au point où nous la découvrons aujourd'hui.

Fig. N° 18: Photo *Agaricus porphyrizon*

Fig. N° 19: Photo *Alnicola umbrina*

Fig. N° 20: Photo *Alnicola escharoides*

Fig. N° 21: *Amanita crocera* var. *subnudipes*

Fig. N° 22: Photo *Anthracobia nitida*

Fig. N° 23: Photo *Calvatia utriformis*

Fig. N° 24: *Clitocybe phaeophtalma var. werneri*

Fig. N° 25: Photo *Clitocybe truncicola*

Fig. N° 26: Photo *Clitocybula lenta*

Fig. N° 27: Photo *Conocybe dunensis*

Fig. N° 28: *Entoloma heterocystis*

Fig. N° 29: *Entoloma melanochroum*

Fig. N° 30: *Gymnopilus penetrans*

Fig. N° 31: *Hydropus floccipes*

Fig. N° 32: *Hygrocybe conica* var. *chloroides*

Fig. N° 33: Photo *Lactarius cistophilus*

Fig. N° 34: ***Lepiota brunneoincarnata***

Fig. N° 35: ***Marasmius collinus***

Fig. N° 36: ***Mycena grisenilla aff.***

Fig. N° 37: ***Mycena algeriensis***

Fig. N° 38: ***Mycena chlorinosma***

Fig. N° 39: ***Mycena galopus***

Fig. N° 40: ***Psilocybe appeliculosa***

Fig. N° 41: ***Hohenbuehelia albonigra***

Fig. N° 42: ***Russula odorata***

Fig. N° 43: ***Scleroderma polyrrhizum***

Fig. N° 44: ***Macrolepiota procera***

Fig. N° 45: ***Cortinarius rickenii***

Fig. N° 46: ***Amanita muscaria***

Fig. N° 47: ***Telephora caryophylla***

Fig. N° 48: ***Paxillus filamentosus***

Fig. N° 49: ***Lactarius lilacinus***

CHAPITRE -II-

Ecologie des champignons

I- Analyse des données myco-écologiques :

Il s'agit dans cette partie analytique de définir les facteurs environnementaux influençant la répartition spatiale des carpophores et établir un spectre écologique des espèces les plus caractéristiques des milieux prospectés (facteurs corrélés à la présence ou à l'absence de carpophores).

Cette analyse se fait nécessairement à une échelle réduite, afin de pouvoir relier les carpophores à des données environnementales précises. L'échelle d'étude est ici celle des placettes, chaque placette représentant des conditions écologiques estimées identiques sur toute leur surface (1000 à 5000m^2).
Les relations entre les facteurs environnementaux relevés sur les placettes et l'abondance des carpophores ont été analysées pour les espèces présentes sur la totalité des placettes. L'indice d'abondance maximal de chaque espèce calculé (observée lors d'un relevé mensuel) a été utilisé comme mesure de son abondance dans la placette en question. Cet indice étant une variable ordinale, son association avec les facteurs environnementaux a été analysée par des tests de corrélations (test de Chi^2, indice de Shannon, indice d'équitabilité, indice de biodiversité). Pour ces tests de corrélations, les variables environnementales ont été subdivisées en classes (le nombre de classe varie en fonction des variables).

Le logiciel utilisé pour la réalisation de ces analyses (tests de corrélations, AFC, ACM) est « ADE4 : Ecological Data Analysis (Exploratery and Euclidean methods in Envirenmental sciences», version 2001. Ce logiciel a été développé au laboratoire de Biométrie et Biologie Évolutive (UMR 5558) à l'Université Lyon 1. Il contient des fonctions d'**A**nalyse de **D**onnées destinées à la manipulation des données **É**cologiques et **E**nvironnementales.

Nous avons procédé au départ à une analyse factorielle des correspondances, où nous avons présenté selon Gauch (1982) deux concepts spatiaux :

1- Espace des placettes : ou échantillons ou relevés des carpophores, dans lequel les placettes sont des axes et les espèces sont des points placés le long d'axes en fonction de l'abondance des espèces dans chaque placette (Fig. 42).

2- Espace des espèces: dans lequel les espèces sont les axes d'un espace multidimensionnel et les placettes sont des points localisés par leurs abondances pour chaque espèce (Fig. 43).

Les résultats de l'AFC sont représentés dans les figures (N°42 et N°43).

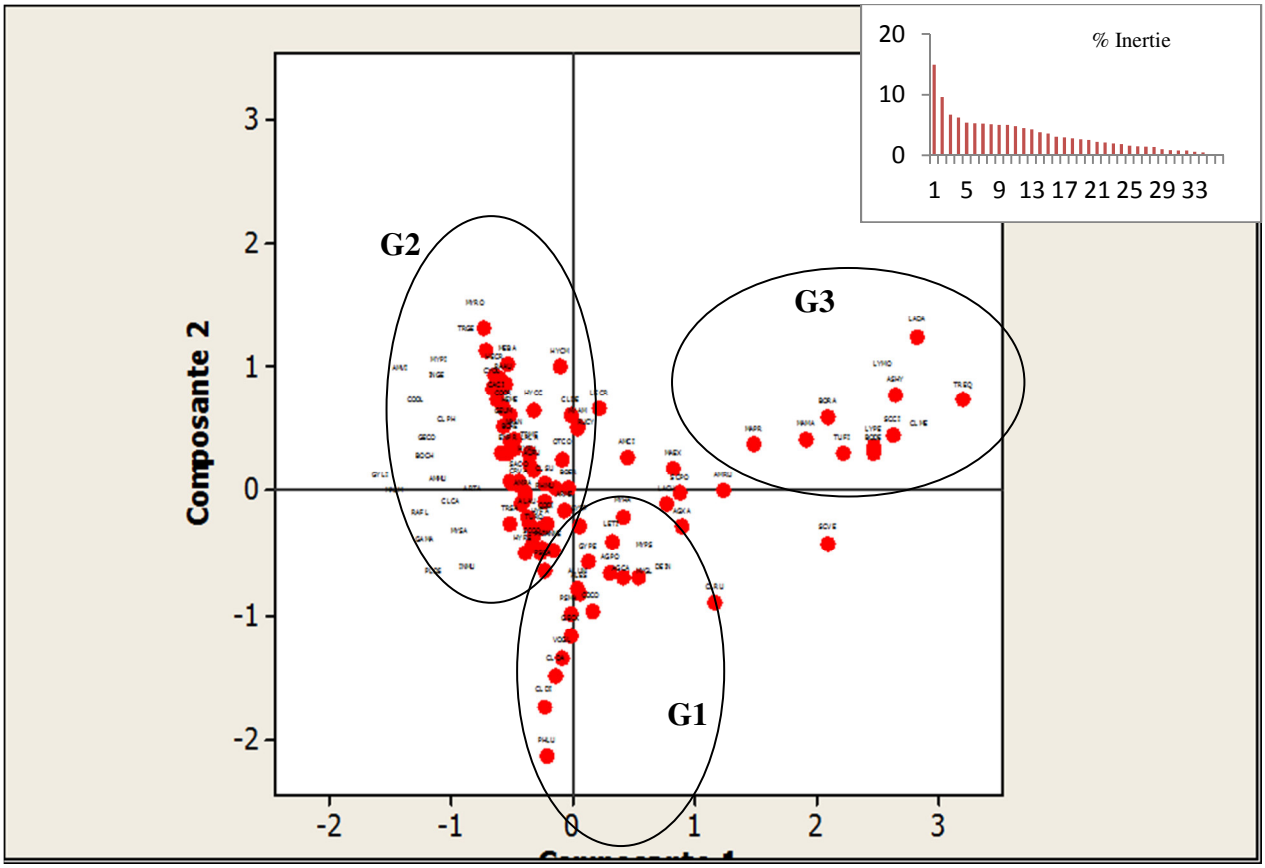


Figure 42 : Analyse factorielle globale Relevés – Espèces (coordonnées relevées). Données analysées : indice d'abondance

Les axes du premier graphe (Fig. 42) indiquent l'ensemble des placettes visitées, où l'axe 1 représente les placettes à « feuillus » tandis que l'axe 2 représente les placettes à « Conifères ». Nous pouvons observer également que l'axe 1 met en opposition les placettes à dominance à « Conifères » par rapport aux placettes à « Feuillus ».

Dans l'ensemble distinct des points étalés sur les deux axes 1 et 2, se détachent 3 groupes (G1, G2 et G3) :

G1 : représente les espèces poussant dans les lieux découverts et les prairies humides, en absence de sous-bois, ex : *Coprinus comatus, Volvariella gloiocephala*, *Clitocybe diatreta*, etc.

G2 : représente les carpophores poussant en association avec les feuillus principalement le Chêne-liège et son couvert végétal et dans les sols à structure argilo-limoneuse, ex : *Gymnopilus spectabilis, Marasmius androsaceus, Hygrocybe conica var chloroides, Russula cyanoxantha*, etc.

Cependant, quelques espèces appartenant à ce groupe sont assez fréquentes, largement dispersées dans une grande partie des placettes visitées et en association avec diverses essences. Elles sont donc considérées comme ubiquistes, ex : *Hebeloma mesophaeum, Laccaria lateritia, Boletus erythropus*.

G3 : regroupe les champignons poussant en pinède sur sol sablonneux, ex : *Bovistella radicata, Scleroderma citrinum, Lycoperdon molle*, *Astraeus hygrometricus*.

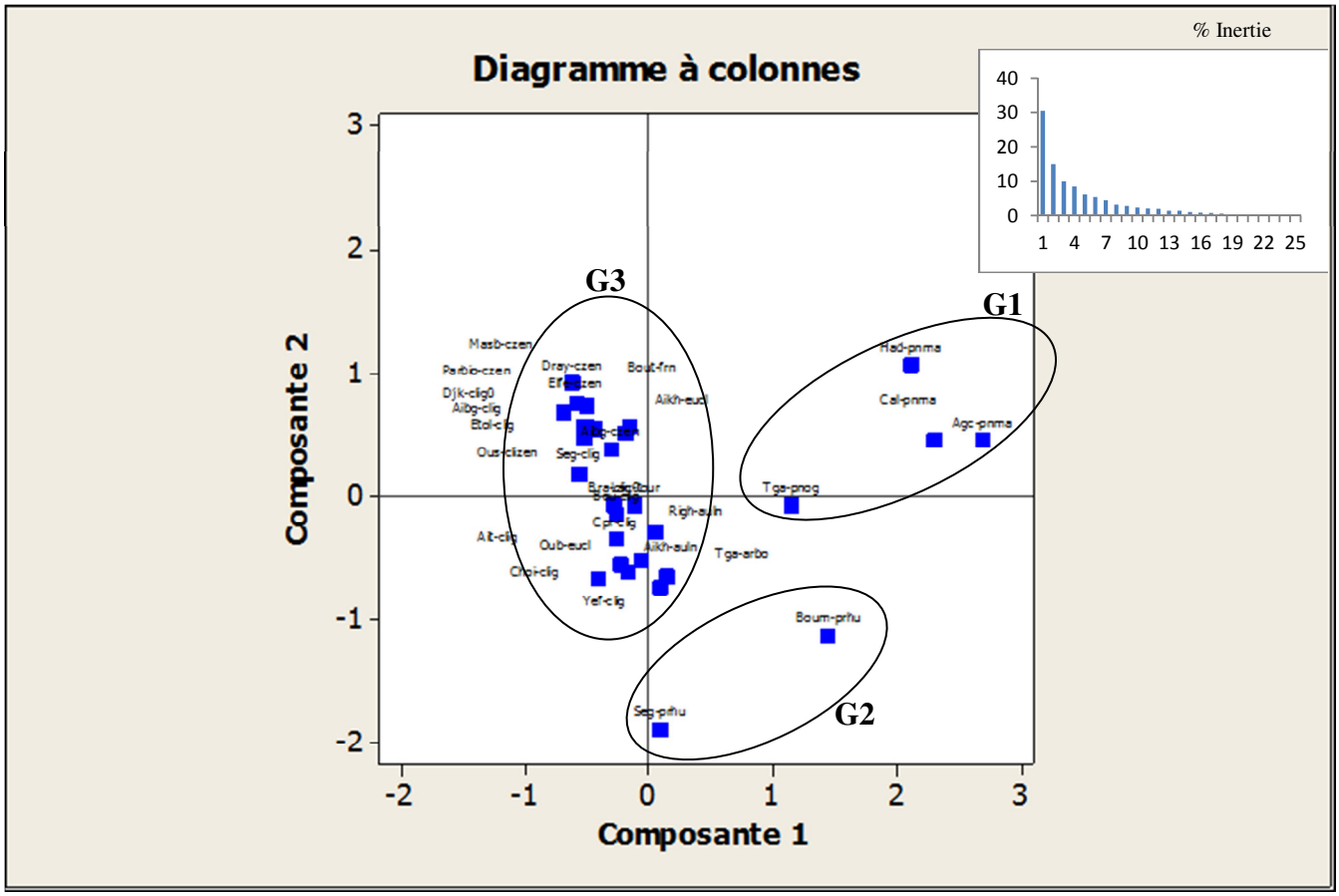


Figure 43 : Analyse factorielle globale Relevés – Espèces (coordonnées espèces).

Les axes du deuxième graphe (Fig. 43) indiquent l'ensemble des espèces récoltées, où l'axe 1 représente les champignons poussant sous « feuillus » tandis que l'axe 2 représente les espèces poussant sous « Conifères ». Nous pouvons observer également que l'axe 1 met en opposition les espèces poussant sous « Conifères » par rapport à celles poussant sous « Feuillus ».

L'analyse de ce graphe nous a permis de constater une dispersion des relevés ce qui est le reflet d'une diversité des sites, où nous pouvons faire ressortir 3 groupes ou types de milieux ; *à priori*, en relation principale avec le couvert végétal et l'altitude :

G1 : **Les pinèdes**, regroupant les pinèdes à Pin maritime et les pinèdes à Pin pignon

G2 : **Les prairies humides**,

G3 : **Feuillus**, regroupant les placettes à Chêne-liège, Chêne-zen, Eucalyptus, aulnaies.

Ces deux graphes superposés (N° 42 et 43), nous donnent une idée sur la répartition des espèces en fonction des relevés et des placettes visitées. Nous pouvons constater, que le facteur ou variable dominant, qui nous a permis de classer ces groupes est le couvert végétal.
Nous pouvons affirmer ou non les résultats de l'AFC à travers les analyses « Variables / Stations » et « Variables / Espèces », que nous allons présenter dans ce qui suit.

I-1- Analyse des variables descriptives

Les relevés floristiques (relevé de la végétation), pédologiques, biochimiques, ainsi que l'altitude des placettes sont utilisés pour cette analyse. L'analyse de ses variables descriptives va nous permettre de choisir celles qui pourraient décrire au mieux les milieux étudiés, et présenter les corrélations les plus significatives avec l'indice d'abondance des carpophores.

I-1-1- Choix des variables descriptives :

Les variables environnementales et biogéographiques étudiées sont les suivantes :

- ***Variables environnementales*** (Tableau 20) :

TABLEAU 20 : Types de variables environnementales analysées

Nom des variables	Types de variables
pH du sol	Quantitative
Matière organique du sol (Carbone organique)	Quantitative
Niveau hydrique	Qualitative
Potassium (K^+)	Quantitative
Sodium (Na^+)	Quantitative
Magnésium (Mg^{++})	Quantitative
Calcium (Ca^{++})	Quantitative
Azote (% N)	Quantitative
Conductivité électrique (Con.)	Quantitative
Texture du sol	Qualitative

- ***Variables biogéographiques*** (Tableau N°21) :

TABLEAU 21 : Type de variable biogéographique analysée

Nom des variables	Types de variable
Altitude (m)	Quantitative

- ***Variables floristiques :***

La liste de variables floristiques n'était pas destinée à décrire exhaustivement la diversité végétale des placettes, seules les espèces structurantes du milieu (indice d'abondance > 3 sur au moins une placette) ou présentant une signification écologique ont été relevées sur le terrain.

Dans le graphe précédent (Fig. 43), trois groupes ont été distingués regroupant les placettes visitées au cours de notre étude. Afin d'affiner d'avantage nos résultats, et vu que le facteur couvert végétal est, *à priori*, considéré comme discriminant dans la répartition des champignons récoltés, nous avons subdivisés les groupes G1et G3 en sous-groupes à savoir :

G1 Pinèdes : il s'agit de plantation de Pins. Les plus hauts arbres ont une taille d'environ quinze mètres, le recouvrement est moyen ce qui se traduit par un aspect de bois clair. La strate arbustive basse est constituée presque exclusivement de : *Phyllirea angustifolia*, *Calicotome villosa, Juniperus oxycedrus, Halimium halimifolium,….* La station de Haddada à Pin maritime possède une strate arbustive et herbacée plus diversifiée : *Pistacia lensticus*, *Myrtus communis*, *Cistus monspeliensis, Lavandula stoechas, Daphne gnidium, Nerium oleander, Juniperus oxycedrus, Erica arboria, Cyclamen Africana, Cistus salviifolius, Smilax aspera,Rubus ulmifolus.*

- Sous-groupe 1 : Pin maritime
- Sous-groupe 2 : Pin pignon

G3 Feuillus : ce groupe est assez diversifié avec la présence de 7 sous-groupes à dominance floristique différente.

- Sous-groupe 3 : Frêne pur
- Sous-groupe 4 : Forêt reboisée
- Sous-groupe 5 : Eucalyptus
- Sous-groupe 6 : Aulnaies : le sol est humide voire plus ou moins marécageux à certains endroits. Le centre des différentes stations d'aulnes est inaccessible en raison du niveau élevé de l'eau surtout dans les périodes à forte précipitation. L'analyse de la végétation a donc été faite sur les endroits accessibles, c'est-à-dire dans la zone qui a fait l'objet d'une récolte fongique.

- Sous-groupe 7 : Chêne liège : le groupe le plus étendu. Les stations sont difficiles d'accès à cause de la densité de la végétation et la présence du sous-bois. Nous retrouvons généralement les mêmes espèces arbustives et herbacées typiques du cortège floristique du chêne liège, à savoir : *Myrtus communis, Smilax aspera, Olea europea, Pistacia lentiscus, Cerasus avium, Cistus salvaefolus, Cistus monspeliensis, Gratagus monoginea, Erica arborea, Erica scoparia, Rubus ulmifolus, Urginea maritime, Daphne gnidium, Lonicera implexa, Bellis annua, Bellis sylvestis, Teucrium fruticans, Ammi visnaga*
- Sous-groupe 8 : Chêne zen : toutes les stations prospectées sont en altitude (> 500m)
- Sous-groupe 9 : mélange Chêne liège-Chêne zen

Les espèces à très large répartition écologique telle que *Lavandula stoechas*, *Urginea maritima*, *Phyllarea angustifolia*, … etc. largement représentées sur nos placettes, perturbant l'analyse, elles ont été éliminées pour l'interprétation de nos analyses statistiques.

I-1-2- Description des placettes par les variables retenues :

Nous avons utilisé l'indice de Shannon pour évaluer la richesse des 36 placettes visitées. Cet indice issu d'un calcul de probabilité prend en compte le nombre d'espèces (richesse spécifique) et l'abondance relative des espèces au niveau des placettes visitées. Il est accompagné de l'indice de l'équitabilité qui varie entre 0 et 1. Plus l'équitabilité est proche de 1, plus les espèces sont équi-réparties, c'est-à-dire, qu'elles présentent un nombre d'individus équivalent et qu'aucune d'elle n'est dominante par rapport à l'autre. En effet, il est possible qu'un grand nombre d'espèces soit inventorié (une grande richesse spécifique) mais qu'une espèce seulement domine les autres en nombre d'individus. Un habitat diversifié devrait tendre vers une grande richesse spécifique et une bonne équi-répartition (Prentice, 1980).

Les valeurs des indices : Shannon et équitabilité, accompagnées de l'indice d'abondance et la richesse spécifique sont illustrées dans le tableau 22, où chaque placette est représentée par ses valeurs respectives.

TABLEAU 22 : Description des 36 placettes visitées

Code station	Abondance	Richesse	Indice de Shannon	Equitabilité
Aibg-clig	24	12	3,585	0,999
Aibg-czen	32	16	4,000	0,999
Ait-clig	38	18	4,156	0,997
Choi-clig	49	16	3,948	0,987
Yef-clig	23	11	3,447	0,996

Had-pnma	18	09	3,170	0,999
Masb-czen	20	10	3,322	0,999
Ous-clizen	64	31	4,945	0,998
Seg-clig	20	10	3,322	0,999
Seg-prhu	29	10	3,313	0,997
Tga-pnog	51	24	4,569	0,997
Tga-arbo	34	16	3,984	0,996
Agc-pnma	18	09	3,170	0,999
Aikh-eucl	20	10	3,322	0,999
Aikh-auln	46	21	4,371	0,995
Bou-clig	23	8	2,931	0,977
Boum-prhu	7	2	4,235	0,978
Bout-frn	18	9	3,170	0,999
Bra-clig0	**102**	**44**	**5,422**	**0,993**
Cpr-clig	47	23	4,517	0,999
Djk-clig0	46	23	4.524	0,999
Lac-tour	33	16	3.991	0,998
Oub-eucl	64	23	4.470	0,988
Righ-auln	37	18	4.162	0,989
Cal-pnma	28	14	3.807	0,999
Dray-czen	42	21	4.392	0,999
Elfe-czen	56	28	4.807	0,999
Etol-clig	34	17	4.087	0,999
Parbio-czen	**4**	**02**	**1,000**	**0,999**
Fous-clig	26	12	3,810	0,999
Had-clig	61	28	4,823	0,988
Kedm-clig	16	08	3,159	0,999
Oldj-clig	51	18	5,695	0,989
Mri-pnma	31	10	5,796	0,895
Dray-clig	28	14	3,807	0,999
Tga-cker	29	09	5,798	0,899

A travers les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus, nous pouvons constater que la station la plus riche en espèce est la réserve de Brabtia à forêt dense et à dominance de chêne liège, avec une richesse spécifique égale à 44. L'indice de Shannon de 5,422 confirme la richesse de cette station en espèce et que ces dernières partagent plus ou moins la même dominance ; avec une équitabilité de 0,993 ; il existe donc, une répartition presque égale des différentes espèces récoltées.

La station la plus pauvre en mycoflore est la parcelle biologique d'El Ghorra avec 2 champignons seulement récoltés, dont l'indice de Shannon a une valeur de 1. Cela peut être expliqué par le manque de visite par rapport aux autres stations d'étude vu les difficultés d'accès. Cependant, l'indice d'équitabilité est de 0,999, ce qui explique la codominance des deux espèces inventoriées.

Nous pouvons remarquer également, d'après les résultats obtenus, que la majorité des stations visitées possèdent une équitabilité de 0,999, il existe donc un équilibre de répartition de la mycoflore au niveau de ces stations en question.

Cependant, la valeur du nombre total d'espèces de la population échantillonnée reste pratiquement impossible à déterminer. Il est donc d'usage de prendre le nombre total d'espèces de l'échantillon comme valeur pour les calculs. De ce fait, cette valeur sous-estimant le nombre réel d'espèces et étant fortement dépendante de la taille des échantillons, l'équitabilité se trouve toujours surestimée. En fonction de l'indice de diversité sur lequel il est basé, l'indice d'équitabilité donnera plus ou moins de poids aux espèces rares (indice de Shannon).

La richesse en espèce variant d'une station à une autre, est donc, en relation avec les variables biogéographiques et environnementales analysées. De ce fait, nous nous efforcerons de rechercher les corrélations « Stations – Variables », et identifier les facteurs qui peuvent décrire au mieux ces milieux.

Vu le nombre important de variables citées ci-dessus, la méthode choisie pour la description des placettes par ces variables est la méthode d'Analyse des Correspondances Multiples (ACM). En ACM, nous pouvons utiliser des variables catégorielles (variables qualitatives, à modalités ordonnées ou non, ou variables quantitatives discrètes ou continues). Cela rend très souple l'utilisation de cette analyse, car c'est une méthode susceptible de traiter n'importe qu'elle nature de variable. De ce fait, l'ACM est la méthode factorielle de statistique descriptive multidimensionnelle qui permet de traiter notre problématique et répondre à nos objectifs, sachant que nous disposons de variables aussi bien qualitatives que quantitatives (Pavoine et Bonsall, 2011).

Il est à signaler que, un même plan factoriel est répété autant de fois qu'il y a de variable, c'est à dire onze (11) plans factoriels (vu que nous avons onze variables) ; sur chaque plan, il existe 36 points, correspondants aux 36 placettes visitées. Pour faciliter l'interprétation, nous avons présenté variable par variable. La modalité (correspondant à chaque classe) prise pour chaque variable est représentée avec un code et une ellipse résumant et décrivant la dispersion des placettes analysées.

I-1-2-1- Description placettes – variables biogéographiques (altitude)

La variable biogéographique « altitude » a été subdivisée en 3 classes :

1- Altitude > à 600m d'altitude (+a1)
2- Altitude < 400m d'altitude (+b1)
3- Altitude comprise entre 400 – 600m d'altitude (+c1)

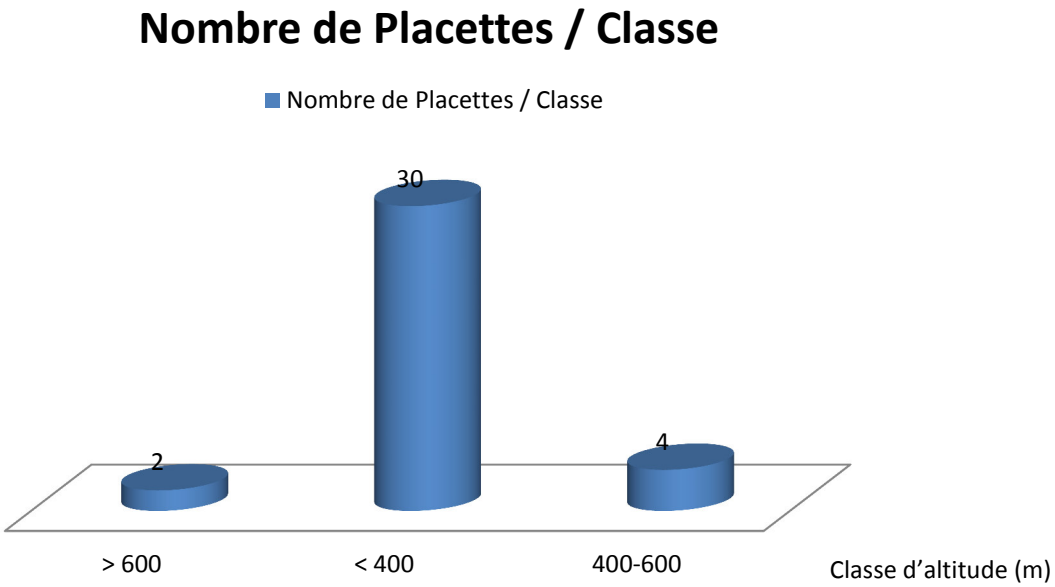


Figure 44 : Distribution de la variable « altitude » par classe

A travers la figure 44, nous pouvons constater que l'échantillonnage des placettes n'est pas régulier, la majorité de ses dernières sont représentées dans la classe (+b1) (< 400m) avec 30 placettes, vient par la suite la classe (+c1) avec 4 placettes et la classe (+a1) avec 2 placettes.

Cela peut être expliqué par le fait que le choix des placettes est en relation avec :

- L'accessibilité : les sites à altitude supérieure à 400m sont inaccessibles par rapport aux autres sites.
- Toutes les formations végétales retrouvées en haute altitude ont été représentées à travers les sites choisis dans notre échantillonnage (Frêne, Chêne zen, Chêne liège, mélange chêne liège-zen).

Cependant, la figure 45, représentant le graphe de l'analyse des correspondances multiples, décrivant la relation entre les trois classes de la variable biogéographique « Altitude » et l'ensemble des placettes visitées, nous a fait constater que les deux classes (+a1) et (+c1) sont corrélées positivement entre elles selon l'axe 1 et l'axe 2, tandis que la classe (+b1) est corrélée négativement selon l'axe 1 et positivement selon l'axe 2.

Après une analyse de ce graphe, nous avons pu faire ressortir 3 groupes correspondant à la dispersion des placettes selon les 3 classes de la variable environnementale «Altitude » (selon les 3 ellipses formées), où il ressort clairement :

La dominance de la classe (+b1) ;

Les deux classes (+a1) et (+c1) se rapprochent, cela peut être expliqué par le fait, que la différence altitudinale n'est pas très importante, et ne peut influencer sur la distribution des stations et par la suite sur la répartition des champignons.

De ce fait, la variable biogéographique « Altitude » ne peut pas être considérée comme une variable indépendante, car elle détermine fortement le type de milieu analysé (végétation, activité biologique), mais plutôt comme une variable intégrative, peu significative dans l'analyse myco-écologique, et à apprécier par comparaison avec d'autres variables plus directement influentes sur la description des milieux et par la suite sur la répartition des champignons eux-mêmes.

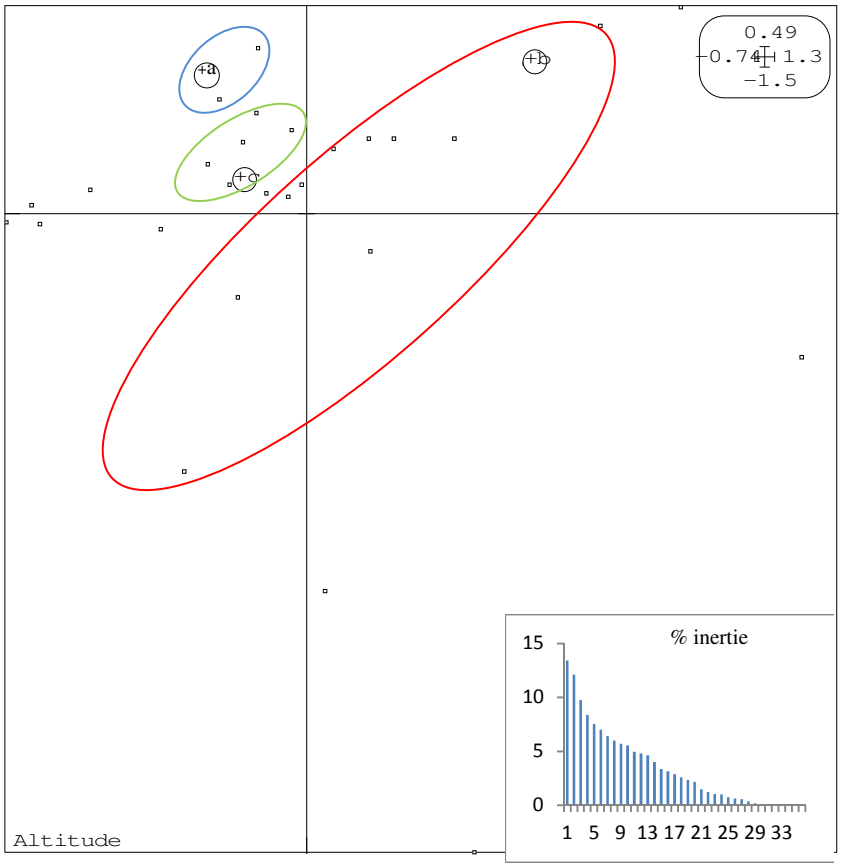


Figure 45 : Description placettes – variables biogéographiques (altitude)

I-1-2-2- Description placettes – variables environnementales (Acidité du sol) :

La variable environnementale « Acidité du sol » a été subdivisée en 7 classes selon Duchaufour (1995) :

1- Neutre : pH compris entre 6,6 – 7,3 (+a2)
2- Alcalin : pH compris entre 7,4 – 8,4 (+b2)
3- Fortement alcalin : pH compris entre 8,5 – 9,0 (+c 2)
4- Très fortement alcalin : pH compris entre > 9 (+d 2)
5- Acide : pH compris entre 6,5 – 5,6 (+e 2)
6- Fortement acide : pH compris entre 5,5 – 5,1 (+f 2)
7- Très fortement acide : pH compris entre 5 – 4,5 (+g 2)

Parmi les 7 classes mentionnées ci-dessus, 2 classes seulement sont représentées, en fonction des valeurs obtenues après analyses de l'acidité du sol au niveau des placettes visitées, à savoir la classe (+a2) correspondant à pH neutre [6,6 – 7,3] et (+e2) correspondant à pH acide [6,5 – 5,6] (Fig. 46). Nous pouvons constater également, que la répartition classes / placettes est plus ou moins égale avec une légère dominance des placettes à pH neutre.

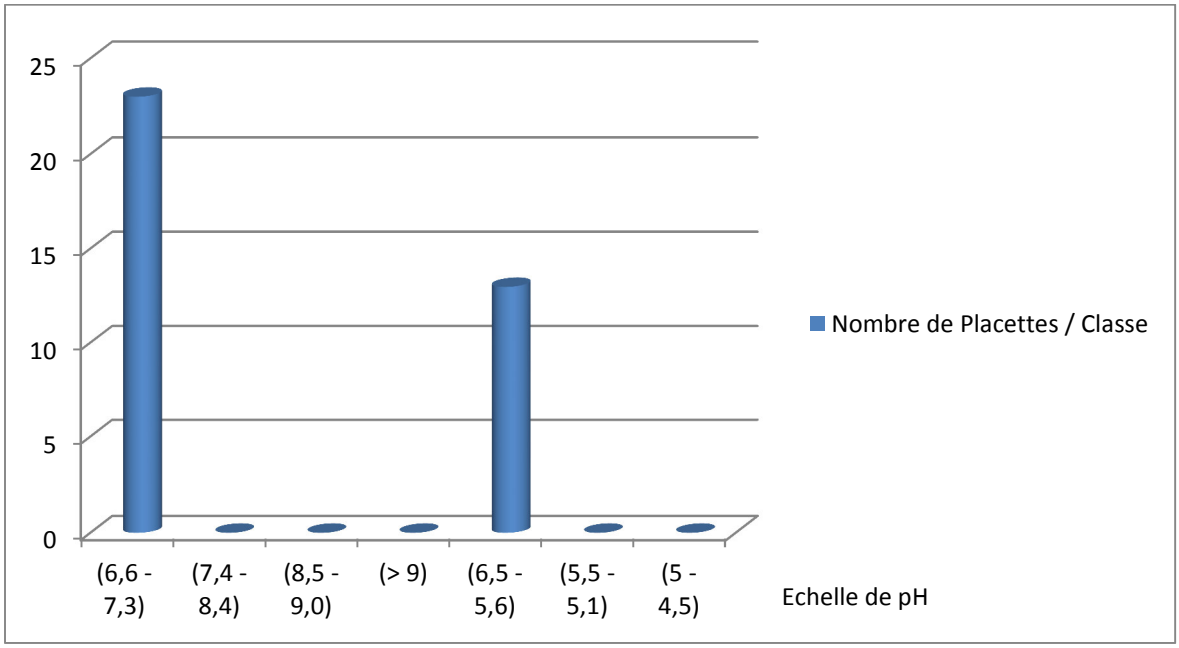


Figure 46 : Distribution des valeurs du pH par classe

Les placettes à pH acide sont :

- Les pinèdes (ex. : Pinède de Tonga, Pinède de Haddada, etc.), due principalement à la décomposition des aiguilles du pin.

- L'aulnaie de l'arboretum de Tonga avec un pH égal à 6,5 (cette valeur du pH est limite au pH neutre). Cependant, l'ensemble des aulnaies prospectées et échantillonnées sont, selon Moreau (2002) des aulnaies eutrophes, vu que la valeur du pH > 6. Ces milieux sont caractérisés par un cortège floristique composé de : ronce, ortie, laurier noble, etc.
- Des stations à Chêne liège (ex. : Chemin des oiseaux, Yefcha, Fed Ouest, Djebel El Korsi, etc.), sachant que le sol des subéraies est largement acide ou voisin de la neutralité avec un pH compris entre 6 – 6,5.
- Une station à Eucalyptus (Ain khiar).

L'ACM « variable environnementale : pH du sol (2 classes représentées) / 36 placettes étudiées » n'a pas donné une explication significative. D'après la figure 47, l'acidité du sol ne contribue pas dans la description des placettes, vu que les deux classes sont voisines du 0 aussi bien pour l'axe 1 que pour l'axe 2. Cela est expliqué par le fait, que les valeurs du pH mesurées au niveau des différentes placettes explorées se rapprochent (la valeur la plus faible : 6,3 au niveau de Djebel El Korsi et la valeur la plus élevée : 7,33 au niveau d'El Toual). Dans notre étude, cette variable environnementale est considérée donc comme secondaire, malgré que le pH du substrat soit important dans le développement du mycélium de la mycoflore.

.

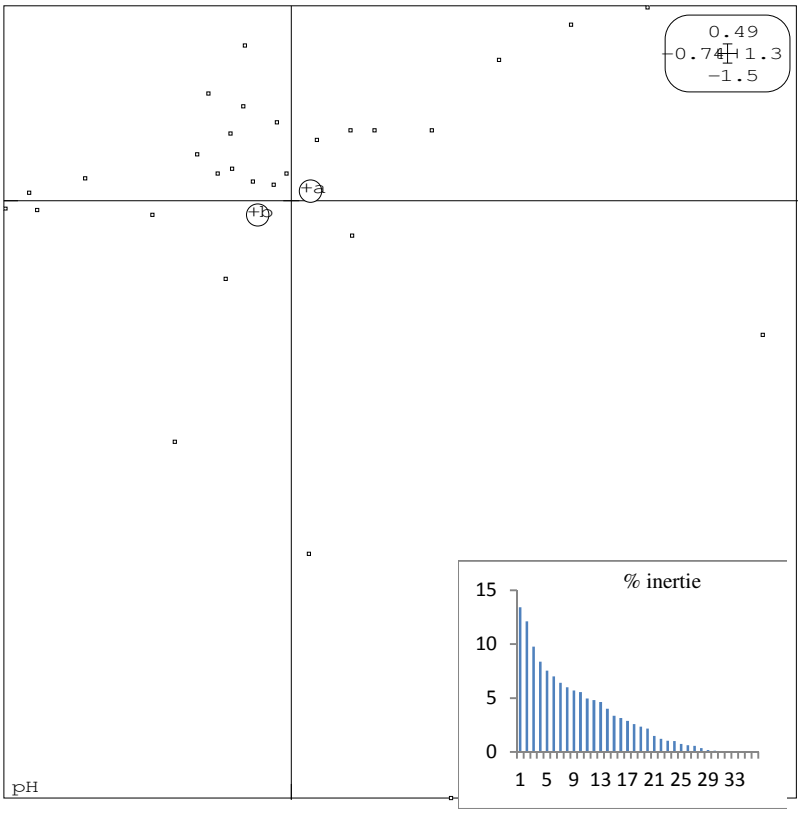


Figure 47 : Description placettes – variables environnementales (Acidité du sol)

I-1-2-3- Description placettes – variables environnementales (Matière organique du sol : carbone total) :

La variable environnementale « Matière organique » calculée à partir du carbone organique, a été subdivisée en 4 classes selon Duchaufour (1995) :

1- Taux de matière organique faible : 1 < M.O. ≤ 2,2 (+3a)
2- Taux de matière organique modéré : 2,2 < M.O. ≤ 3,2 (+3b)
3- Taux de matière organique élevé : 3,2 < M.O. ≤ 4,2 (+3c)
4- Taux de matière organique très élevé : > 4,2 (+3d)

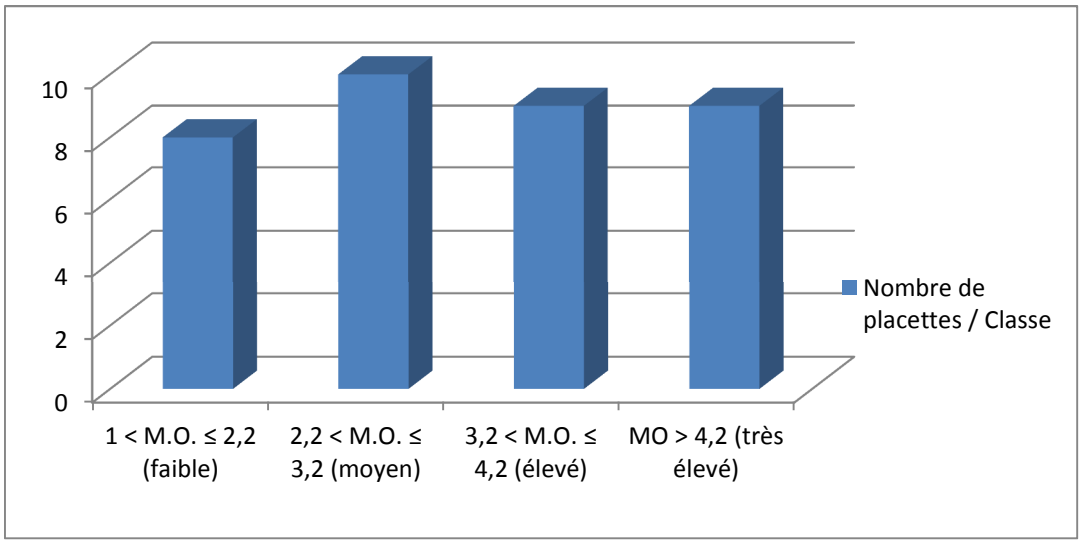


Figure 48 : Distribution du taux de la matière organique par classe

A travers la figure 48, nous pouvons remarquer que toutes les classes « Teneur en Matière organique » suscitées sont représentées au niveau des placettes visitées.

Cependant, nous pouvons constater que les placettes à taux de matière organique modéré sont les plus représentées avec 10 stations ; tandis que les stations à taux de matière organique faible sont un peu moins représentées (08 placettes).

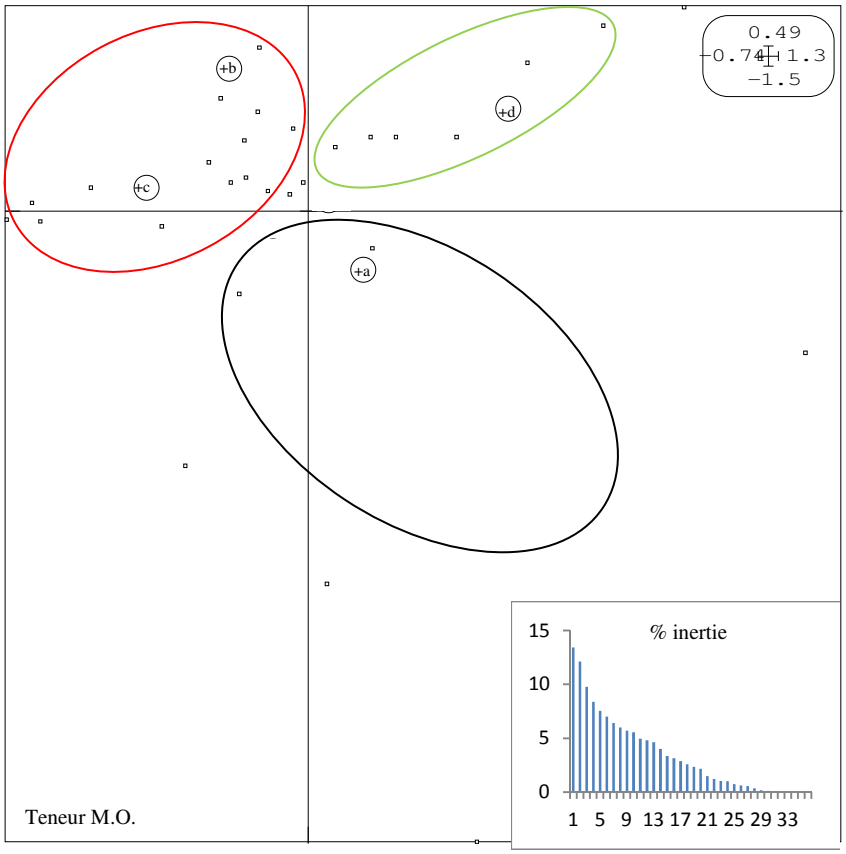


Figure 49 : Description placettes – variables environnementales (Teneur en Matière organique)

A travers la figure 49, représentant le graphe de l'analyse des correspondances multiples, décrivant la relation entre les quatre classes de la variable environnementale « Teneur en matière organique » et l'ensemble des placettes visitées, nous pouvons remarquer que les placettes à « Taux modéré en matière organique » : (+b3) et « Taux élevé en matière organique » : (+c3) sont corrélées positivement selon l'axe 1. Tandis que les deux classes à « Taux faible en matière organique » : (+a3) et « Taux très élevé en matière organique » sont corrélées négativement selon le même axe.

Selon l'axe 2, les trois classes (+b3), (+c3) et (+d3) sont corrélées positivement entre elles, tandis que la classe à « taux faible en matière organique » : (+a3) est corrélée négativement. Nous pouvons noter également que les deux classes (+a3) et (+b3) sont de sens opposées.

Les analyses de corrélations ont fait ressortir trois groupes représentés sur le graphe par les trois ellipses. Ces trois groupes correspondent à :

G1 (+a3) : regroupant les placettes à faible teneur en matière organique ; il s'agit principalement des stations à sol sablonneux à savoir : Pinède de Tonga, Agbet el chair, Ain Khiar (eucalyptus), Mridima, etc.

G2 [(+b3) et (+3c)] : regroupant les placettes à teneur modérée à élevée en matière organique ; les stations concernées sont les prairies humides et les forêts avec absence de sous-bois. Nous pouvons citer comme exemple : Chemin des oiseaux, Fed ouest, Bouteldja, etc.

G3 (+3d) : regroupant les placettes à teneur très élevée en matière organique ; les stations concernées sont les aulnaies et les forêts en présence de sous-bois, principalement en haute altitude.

De ce fait, la matière organique du sol est en relation étroite avec plusieurs facteurs environnementaux :

- La texture du sol ; les sols argileux présentent un taux de matière organique plus élevé que les sols sableux.
- Le taux d'humidité des sols : la teneur en matière organique est en général positivement corrélée avec le taux d'humidité des sols et négativement avec leur température. Ces relations expliquent dès lors en grande partie l'augmentation des contenus des sols en matière organique selon un gradient pédoclimatique. Les placettes concernées sont celles à caractérisation hydrique importante, appartenant aux classes « Inondé » et « Affleurant », les plus remarquables sont : Mag Sbaya (Chêne zen), Dar el ayadi (Chêne liège et Chêne zen), les aulnaies (Ain Khiar et Righia) avec une teneur très élevée en matière organique.

Ceci a été également confirmé par Duthil (1973), où il a démontré que la capacité de rétention du sol à l'eau est en effet liée à la teneur en matière organique, en raison de l'hydrophilie extrêmement accusée des colloïdes qui la composent. Cette matière retient d'autant mieux l'eau qu'elle est humifiée.

- L'utilisation des sols est un autre facteur déterminant la teneur en matière organique. D'une part, la restitution de la matière organique au sol est plus faible pour une culture par rapport à une forêt (retombées foliaires) et à une prairie (densité racinaire importante). D'autre part, certaines techniques culturales (comme le labour) accélèrent la minéralisation de la matière organique, en aérant le sol (Jones et *al.*, 2005).

A partir de ces données, nous pouvons expliquer les valeurs de la teneur en matière organique obtenue au niveau des différentes stations visitées. Les aulnaies renferment avec les forêts denses (chêne liège et chêne zen) les teneurs les plus élevées en matière organique comprises entre 4 – 6%. Ces milieux sont caractérisés par une forte rétention de l'eau qui va engendrer un taux d'humidité élevé, avec une texture sablo-argileuse. Les prairies humides avec les forêts en l'absence de sous-bois renferment une teneur modérée à élevée en matière organique comprise entre 2,5 – 3,2%.

Les pinèdes à sols sablonneux et ayant une capacité de rétention de l'eau très faible renferment une teneur faible en matière organique comprise entre 1 à 1,3%.

Ce facteur environnemental est important dans la description des placettes et il va contribuer donc positivement dans la répartition des champignons.

I-1-2-4- Description placettes – variables environnementales (Caractérisation hydrique) :

Les classes « Caractérisation hydrique » ne décrivent pas un gradient d'humidité mais des types d'alimentation hydrique, il s'agit donc de données qualitatives.

Nous avons subdivisé la variable caractérisation hydrique en 5 groupes :

1- Flottant (F) (+a4)
2- Affleurant (A) (+b4)
3- Inondé (I) (+c4)
4- Humide (H) (+d4)
5- Sec (S) (+e4)

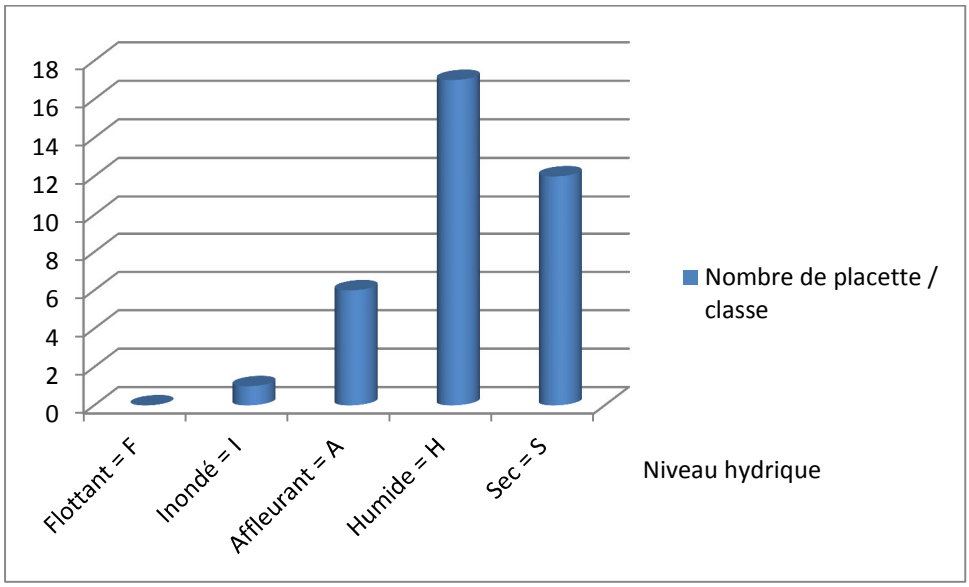


Figure 50 : Distribution de la variable caractérisation hydrique par classe

D'après la figure 50, nous pouvons remarquer que la majorité des placettes visitées appartiennent à la classe Humide (+d4) avec 17 stations, viennent par la suite les classes à caractères hydriques « Sec » et « Affleurant » avec respectivement 11 et 6 placettes. La classe « Inondé » est représentée avec une seule placette, correspondant à l'aulnaie de l'arboretum de Tonga. Aucune placette visitée ne correspond à la classe « Flottant ».

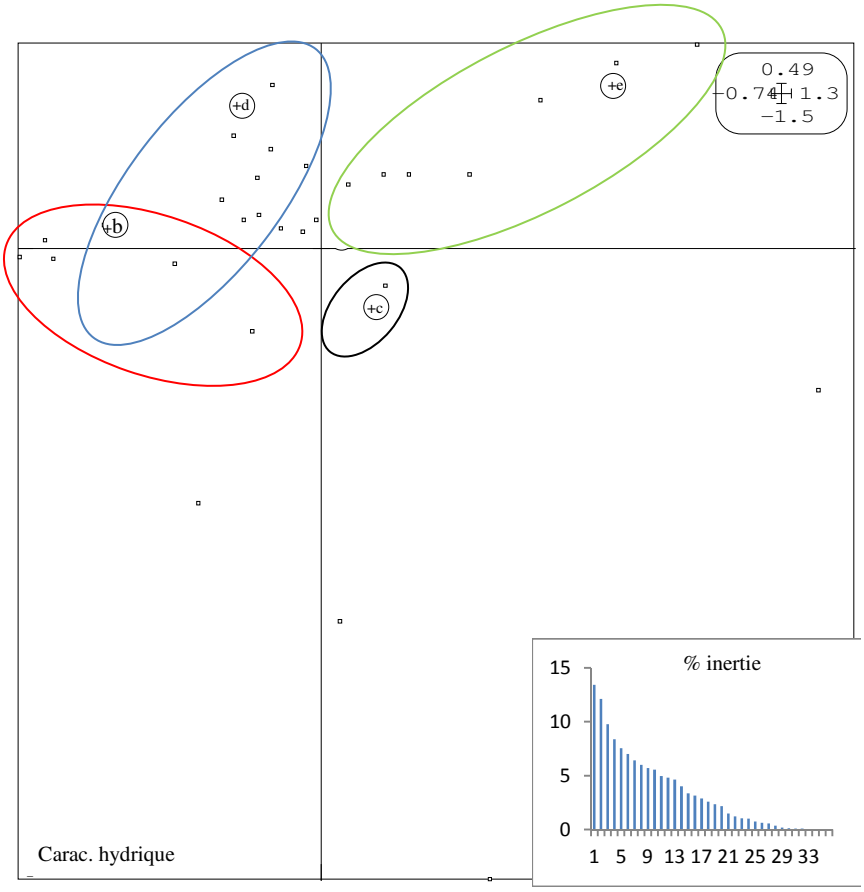


Figure 51 : Description placettes – variables environnementales (Caractérisation hydrique)

A travers la figue 51, qui représente le graphe de l'analyse des correspondances multiples décrivant la relation entre les quatre classes de la variable environnementale « caractérisation hydrique » et l'ensemble des placettes visitées, nous pouvons remarquer que les sites corrélés aux milieux « Humide » : (+d4) et « Affleurant » : (+b4) sont les plus nombreux (les deux classes sont corrélées positivement aussi bien pour l'axe 1 que pour l'axe 2. La classe (+c4) correspondant au milieu « Inondé » s'oppose aux autres classes. Cependant, la classe (+e4) décrivant les milieux « Sec » est corrélée positivement aux classes « Humide » et « Affleurant » selon l'axe 2 et négativement selon l'axe 1. Nous pouvons dire qu'il existe une dépendance entre les classes « Humide », « Affleurant » et « Sec », cela est confirmé par les croisements entre les ellipses formées.

Nous pouvons donc suggérer que la variable environnementale « caractérisation hydrique » est en relation étroite avec d'autres facteurs qui peuvent influencer sur les types de milieux à savoir : la texture du sol, sachant que les sols argileux ont une grande capacité de rétention de l'eau contrairement aux sols sablonneux ; les conditions climatiques, les fortes précipitations et les températures élevées, modifient la concentration de l'eau en fonction des saisons.

De ce fait, un même site peut appartenir à deux classes différentes « Humide » et « Sec » en fonction des saisons (pluvieuse ou sèche). Il est à noter également, que la nature des cations échangeables, joue un rôle important dans la caractérisation hydrique des milieux, cela tient au fait, que la capacité de rétention de l'eau augmente avec le pourcentage de sodium échangeable. Les placettes concernées par ce phénomène sont Arboretum de Tonga, Righia (Aulnaies).

I-1-2-5- Description placettes – variables environnementales (Variables floristiques) :

La variable floristique a été subdivisée en onze classes, en fonction de l'homogénéité des placettes visitées (Fig. 52) :

1- Aulnaies (+a5).
2- Pin maritime (+b5)
3- Forêt mélange Chêne zen – Chêne liège (+c5)
4- Pin pignon (+d5)
5- Frênes (+e5)
6- Forêt reboisée (+f5)
7- Prairie humide (+g5)
8- Tourbières (+h5)
9- Forêt de Chêne liège pur (+i5)
10- Eucalyptus (+j5)
11- Forêt de Chêne zen pur (+k5)

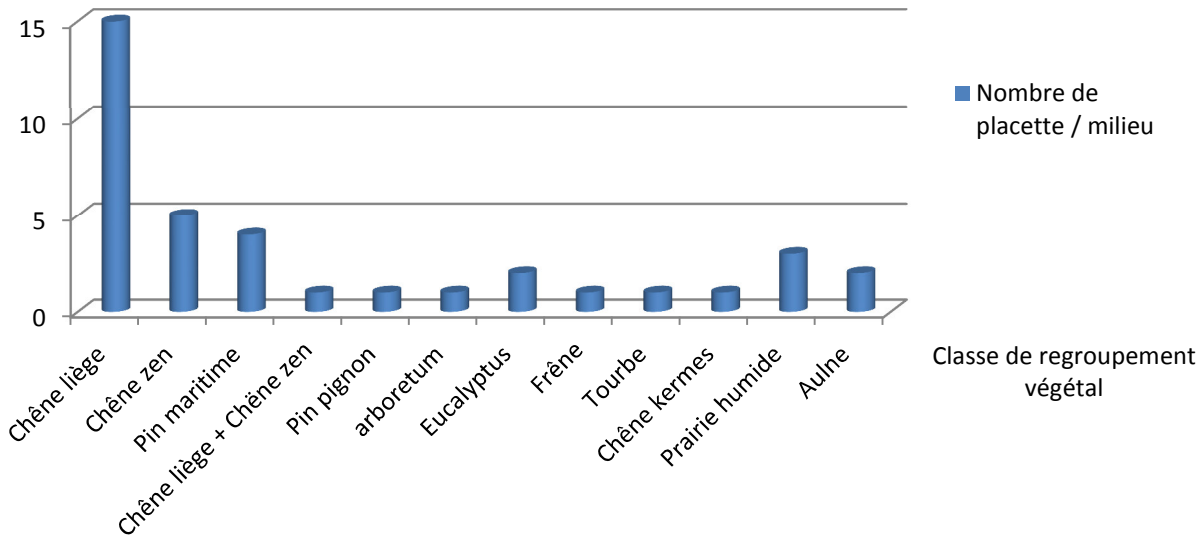


Figure 52 : Distribution de la variable végétation par classe de recouvrement

La classe la plus représentée est la classe « Forêts de Chêne liège ». Cet habitat est le plus important du Parc National d'El Kala, se caractérise principalement par son étendu puisqu'il couvre près de 20000ha, il est scindé en deux principales unités ; les massifs des Djebels El Korsi et Brabtia à l'Ouest du parc et le massif de Bougous d'une superficie de 9000ha au Sud-Ouest du parc. La diversité botanique du maquis diminue par endroit sous l'action répétée des incendies avec un remplacement des espèces de feuillus (Lentisque, Myrte, Arbousier, etc.) par des épineux (Calycotome). Vu l'importance de cette essence au niveau de Parc National d'El Kala, nous avons essayé de couvrir par le nombre de placettes, une grande superficie de cet espace.

La classe « Forêts de Chêne zen » vient en deuxième position avec cinq (05) placettes. Le nombre de placettes pour les autres classes varie de 1 à 4.

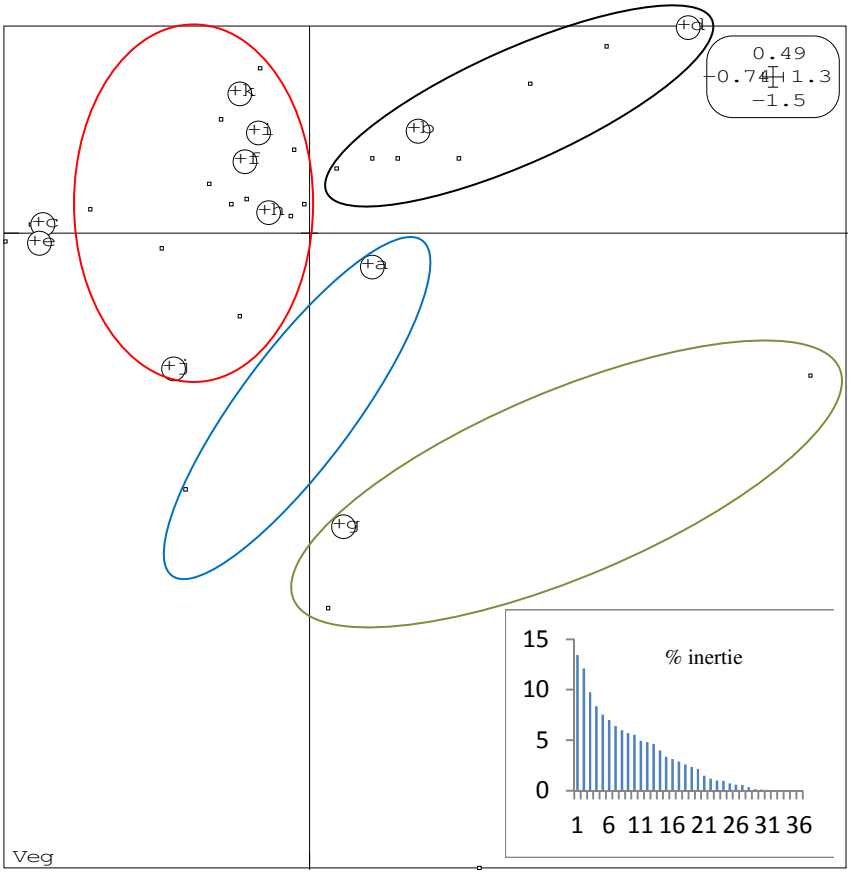


Figure 53 : Description placettes – variables environnementales (Variables floristiques)

A travers la figure 53, qui représente le graphe de l'analyse des correspondances multiples, décrivant la relation entre les onze classes de la variable environnementale « Variable floristique » et l'ensemble des placettes visitées, nous pouvons constater que la majorité des classes de végétation sont corrélées positivement entre elles selon l'axe 1 (7 classes / 11 classes), les classes restantes sont

corrélées négativement (4 classes / 11 classes). Les corrélations positives regroupent les « Feuillus » tandis que les corrélations négatives regroupent « les résineux : pinèdes ».

L'axe 2, n'a pu donner des explications significative ; il est possible d'associer une autre variable environnementale (exemple : variable altitudinale) pour décrire les placettes.

Cependant, l'analyse du graphe fait ressortir 4 groupes distincts correspondant au quatre ellipses. Ces quatre ellipses représentent :

- Groupe 1 [(+i5), (+k5), (+f5), (+h5) et (+j5)] : « Feuillus » : Chêne-liège, Chêne zen, Frêne et Eucalyptus.
- Groupe 2 [(+b5) et (+d5)]: « Résineux » : Pin pignon et Pin maritime.
- Groupe 3 (+a5) : « Aulnaies »
- Groupe 4 (+g5) : « Prairies humides »

Les résultats obtenus de l'ACM « placettes / variables floristiques », confirment ceux de l'AFC avec la distinction de 3 types de milieux : « Feuillus», , « Résineux » et les « Prairies humides ». Cependant, l'ACM a pu séparer les « Aulnaies » du groupe des « Feuillus », vu l'importance de ses zones humides du point de vue écologique et diversité fongique.

I-1-2-6- Description placettes – variables environnementales (Valeur du sodium Na) :

Pour une meilleure analyse, la valeur de la teneur en sodium a été divisée en 5 principales classes, selon Duchaufour (1995) :

1- $0 < Na^+ \leq 0{,}1$ Meq/100g (+a6) (très faible)
2- 0,1 Meq/100g $< Na^+ \leq$ 0,3 Meq/100g (+b6) (faible)
3- 0,3 Meq/100g $< Na^+ \leq$ 0,7 Meq/100g (+c6) (modéré)
4- 0,7 Meq/100g $< Na^+ \leq$ 2 Meq/100g (+d6) (élevé)
5- $Na^+ \geq 2$ Meq/100g (+e6) (très élevé)

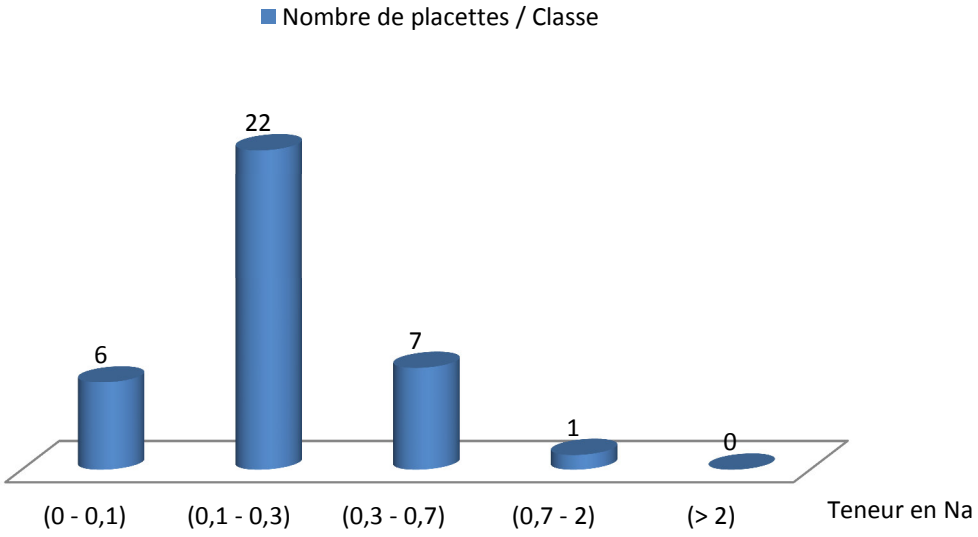


Figure 54 : Distribution de la variable teneur en sodium (Na) par classe

La figure 54 fait ressortir que la majorité des placettes appartiennent à la classe (+b6) correspondant à une faible teneur en sodium échangeable, avec un total de 22 placettes. Les classes (+a6) : teneur en sodium très faible et (+c6) : teneur en sodium modéré regroupent un nombre presque égal de parcelles visitées (6 et 7 placettes). La classe (+d6) indiquant une teneur élevée en sodium est signalée par une seule placette, tandis que la classe (+e6) : teneur très élevée n'est pas représentée. De ce fait, nous constatons que la majorité des stations visitées ont une teneur faible en sodium (< 0,3), ex : Cap Rosa (Chêne liège), Ain bergougaya (Chêne zen), Yefcha (Chêne liège), Agbet el chair (Pin maritime), …etc.

Les stations à très faible teneur en sodium échangeable sont : Ain bergougaya (Chêne liège), Segleb (Chêne liège), Pinède de Tonga (Pin pignon), …etc.

Cette faible teneur en sodium échangeable peut être expliqué par le fait, que la texture de la majorité de ses stations est sablonneuse, ce qui facilite le lessivage des éléments minéraux, entre autre le sodium échangeable.

La station à teneur élevée en sodium échangeable correspond à l'Arboretum de Tonga. En comparant la valeur du pH de notre placette (pH = 6,5) avec la teneur en sodium, nous pouvons constater que les résultats ne sont pas cohérent, vu que pH augmente avec l'élévation de la concentration en sodium. Cependant, en comparant la teneur en sodium échangeable / caractérisation hydrique : « Inondé », les résultats sont cohérent, sachant que la capacité de rétention de l'eau augmente avec la teneur en sodium échangeable.

De ce fait, la variable environnementale « Teneur en sodium » est associée aussi bien à la texture du sol, la caractérisation hydrique et la valeur du pH. Par ailleurs, le sodium est un élément retenu avec une faible énergie sur le complexe argilo-humique, donc sa Capacité d'Echange Cationique (CEC) est faible. Il est donc facilement et rapidement lessivable par les pluies drainantes hivernales. Un léger excès de sodium n'est donc en général que très transitoire.

L'ACM utilisée pour identifier la relation entre les 4 classes de la variable environnementale « Teneur en sodium » et les 36 placettes visitées, confirme les résultats obtenus. Les classes sont voisines du 0 pour les deux axes 1 et 2. De ce fait, la variable « Teneur en sodium » ne contribue pas seule dans la description des stations de récolte, elle est donc nécessairement associée à d'autres facteurs, *à priori*, la texture du sol, la capacité de rétention de l'eau et le pH.

Cependant, après analyse du graphe (Fig. 55), nous avons pu distinguer deux groupes selon les deux ellipses formées :

1er groupe [(+a6) et (+b6)] : regroupant les placettes à teneur en sodium échangeable « Très faible » et « Faible ».

2ème groupe [(+c6) et (+d6)] : regroupant les placettes à teneur en sodium échangeable « Modérée » et « Elevée » correspondant aux aulnaies.

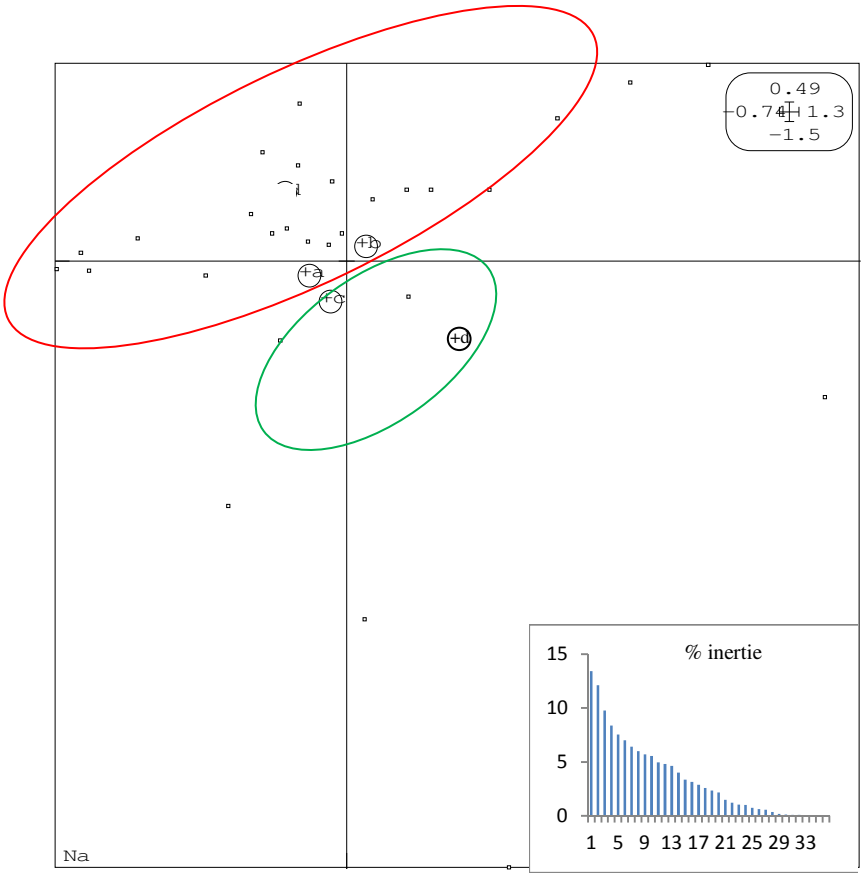


Figure 55 : Description placettes – variables environnementales (Valeur du sodium Na)

I-1-2-7- Description placettes – variables environnementales (Valeur du potassium K) :

Pour une meilleure analyse, la valeur de la teneur en potassium a été divisée en 5 principales classes, selon Duchaufour (1995) :

1- 0 Meq/100g < $K^+ \leq$ 0,2 Meq/100g (+a7) (très faible)
2- 0,2 Meq/100g < $K^+ \leq$ 0,3 Meq/100g (+b7) (faible)
3- 0,3 Meq/100g < $K^+ \leq$ 0,7 Meq/100g (+c7) (modéré)
4- 0,7 Meq/100g < $K^+ \leq$ 2 Meq/100g (+d7) (élevé)
5- $K^+ \geq$ 2 Meq/100g (+e7) (très élevé)

La figure 56 nous indique que la répartition des placettes entre les classes (+a7) : « Teneur en Potassium très faible » et (+c7) : « Teneur en Potassium modérée » est presque égale avec respectivement 15 et 11 placettes. Même constatation pour les classes (+b7) : « Teneur en Potassium faible » et (+d7) : « Teneur en Potassium élevée ». La classe (+e7) correspondant au taux de potassium très élevé ne couvre aucune placette.

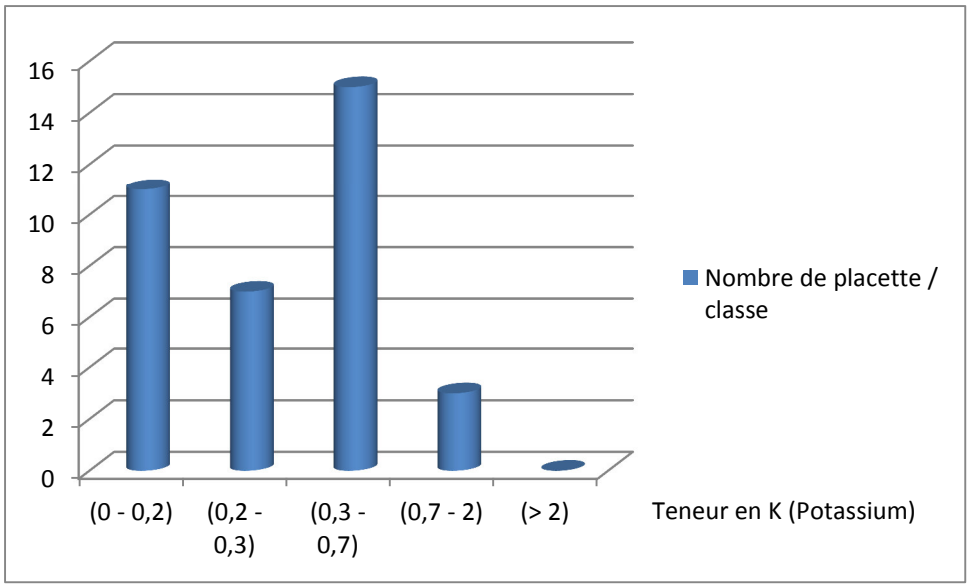


Figure 56 : Distribution de la variable teneur en Potassium (K) par classe

L'Analyse des Correspondances Multiples, représentant la relation entre les classes de la variable environnementale « Teneur en Potassium » et l'ensemble des placettes étudiées (Fig. 57), nous indique que les deux classes (+b7) : « Teneur faible en Potassium » et (+c7) : « Teneur modérée en Potassium » sont corrélées positivement entre elles et négativement selon l'axe 1. Cependant, la classe (+b7) ne peut contribuer dans la description des placettes vu son voisinage du 0. La classe (+d7) est corrélée négativement aussi bien pour l'axe 1 que pour l'axe 2.

La classe (+a7) est corrélée positivement selon l'axe 1 et négativement selon l'axe 2 et s'oppose aux deux classes (+b7) et (+c7). A travers ses constations, nous avons pu différencier 3 groupes :

1er groupe (+a7) : les placettes à « Teneur en potassium très faibles » correspondant à : Ain Bergougaya (chêne liège), Chemin des oiseaux (Chêne liège), Segleb (Chêne liège), Pinède de Tonga, etc.

2ème groupe [(+b7) et (+c7)] : les placettes à « Teneur en potassium faible » et « Teneur en potassium modérée » sont regroupées ensembles, nous pouvons citer : Haddada (Chêne liège), Ain Khiar (Eucalyptus), Cap rosa (Chêne liège), etc.

3ème groupe (+d7) : les placettes à « Teneur en potassium élevée », exemple : Mag sbaya (Chêne zen), Oum skek (Chêne zen), El Feden (Chêne zen).

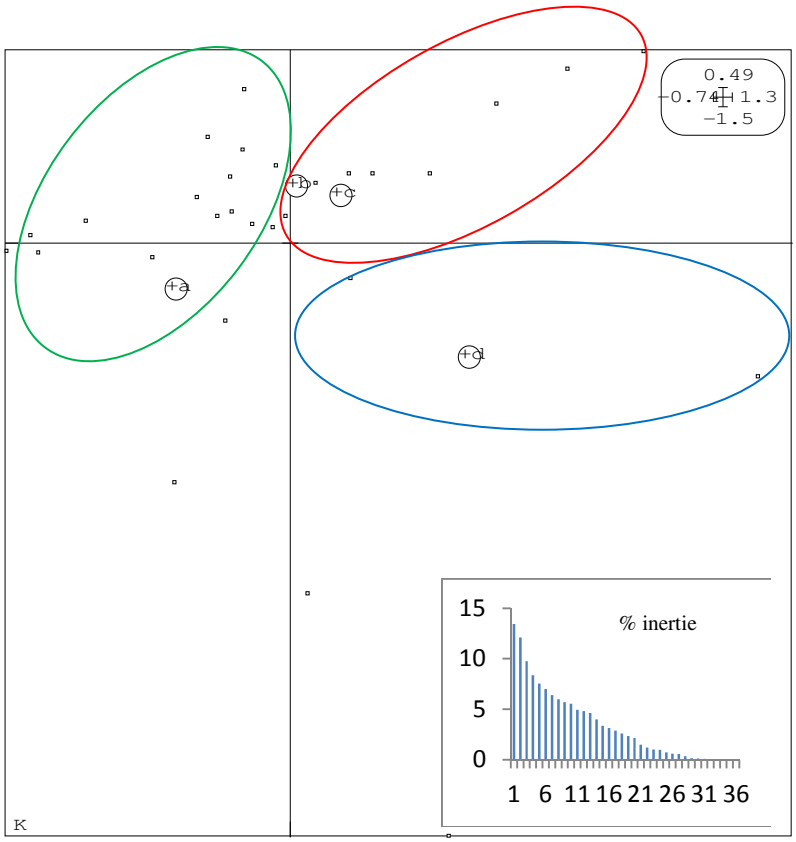


Figure 57 : Description placettes – variables environnementales (Valeur du potassium K)

Nous pouvons noter, que la valeur du pH, influence sur la richesse des sols en potassium. Les sols acides sont pauvres en potassium, tandis que les sols basiques sont potentiellement riches. Par ailleurs, l'humus du sol peut constituer une source non négligeable de potassium. La teneur et le type d'humus déterminent le potentiel de ce gisement potassique.

A l'exception de certains sols sableux, riches en feldspaths potassiques (sable arkosique), les sols à texture fine (textures argileuse, argilo-limoneuse,…) sont potentiellement plus riches en potassium que les sols à texture grossière (Soltner, 2003).

Les résultats des analyses édaphiques obtenus ne correspondent pas vraiment (du moins pour certains sites) aux hypothèses émises, où nous pouvons rencontrer des stations à teneur modérée ou élevée en potassium avec un pH acide, c'est le cas de l'Arboretum de Tonga, El Feden (Chêne zen), Djebel El Korsi. Il est à signaler et d'après les résultats de l'ACM « Variable environnementale pH / Placettes visitées », que les valeurs mesurées du pH n'ont pu donner d'explications significatives dans la description des placettes explorées.

Cependant, au niveau de l'Arboretum de Tonga ainsi que l'Aulnaie de Ain Khiar la teneur en potassium est modérée, malgré la texture sablonneuse. Cela peut être expliqué par la présence d'une quantité non négligeable d'humus dû à la décomposition de la litière présente au niveau de ses placettes.

Nous pouvons remarquer également que toutes les stations à dominance chêne zen possèdent une teneur élevée en potassium ????

I-1-2-8- Description placettes – variables environnementales (teneur en magnésium Mg) :

Pour une meilleure analyse, la valeur de la teneur en Magnésium a été divisée en 5 principales classes selon Duchaufour (1995) :

1- $Mg^+ > 8$ Meq/100g (+a8) (très élevé)
2- 3 Meq/100g $< Mg^+ \leq 8$ Meq/100g (+b8) (élevé)
3- 1 Meq/100g $< Mg^+ \leq 3$ Meq/100g (+c8) (modéré)
4- 0,3 Meq/100g $< Mg^+ \leq 1$ Meq/100g (+d8) (faible)
5- 0 Meq/100g $< Mg^+ \leq 0,3$ Meq/100g (+e8) (très faible)

Selon la figure 58, 19 placettes étudiées et analysées se sont regroupées pour désigner la classe à variable environnementale « Teneur faible en magnésium» : (+d8), suivie de la classe (+8b) à « Teneur modérée en magnésium» avec 10 placettes. Aucune placette visitée ne correspond à la classe (+a8) : « Teneur très élevée en magnésium». Les deux classes : « Teneur très faible en magnésium» : (+e8) et « Teneur élevée en magnésium» : (+b8) possèdent un nombre presque égal de placettes (3 et 4 placettes).

De ce fait, nous pouvons déduire, que les placettes à « Teneur faible en magnésium» et « Teneur modérée en magnésium» sont les plus représentées.

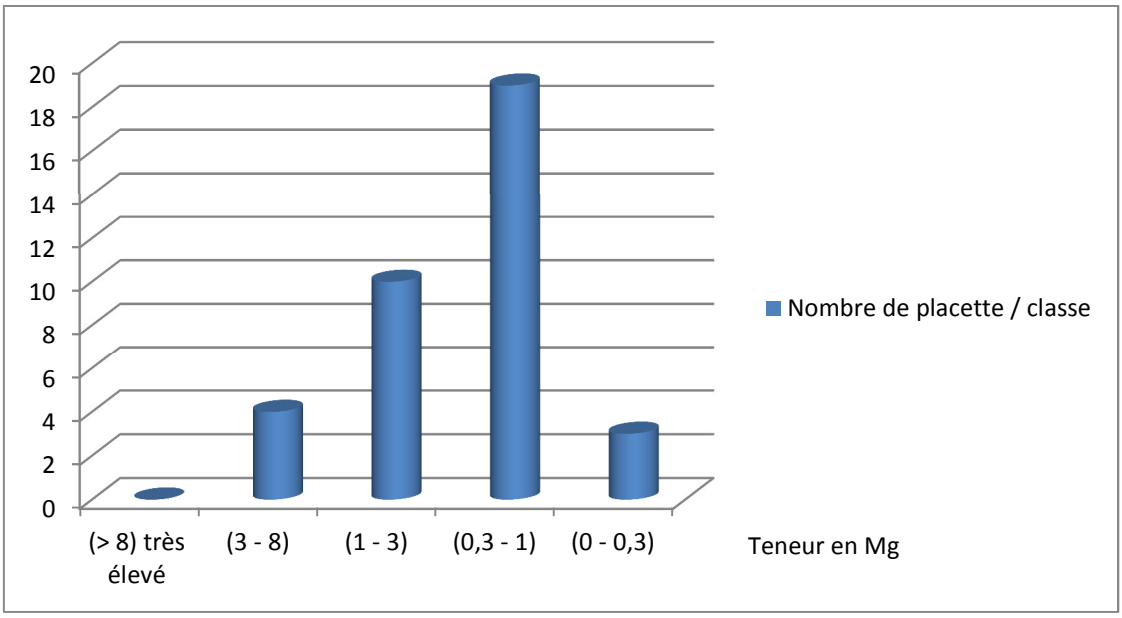


Figure 58 : Distribution de la variable teneur en Magnésium (Mg) par classe

A travers la figure 59, représentant l'ACM, décrivant la relation entre les classes de la variable environnementale « Teneur en magnésium » et les placettes étudiées, nous pouvons constater que sur les 4 classes mesurées, seulement une classe peut nous donner une explication significative à savoir (+e8) : « Teneur très faible en magnésium ». Les classes (+b8), (+c8) et (+d8) sont voisines du 0 selon l'axe 2, elles ne peuvent nous donner une explication significative relative à la description des placettes étudiées. Selon l'axe 1, les trois classes (+b8), (+c8) et (+e8) sont corrélées positivement entre elles, tandis que la classe (+d8) est corrélée négativement et de sens opposée à la classe (+e8). De ce fait, nous pouvons déduire que les placettes à « Teneur très faible en magnésium» sont les plus descriptives de nos milieux, malgré que cette classe est la moins représentée (seulement 3 placettes).

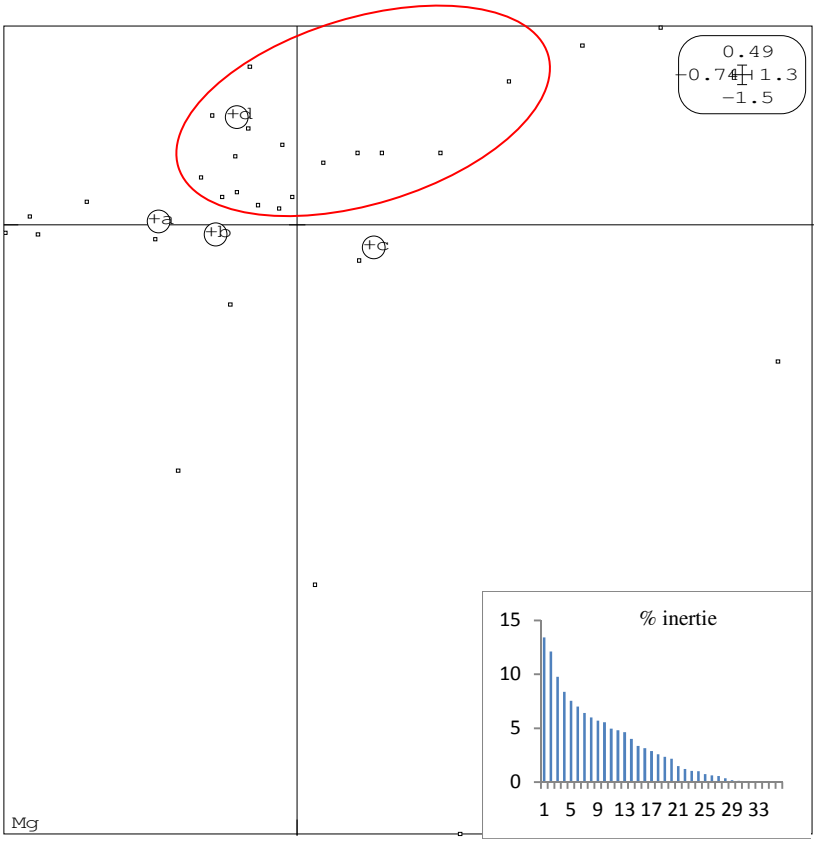


Figure 59 : Description placettes – variables environnementales (teneur en magnésium Mg)
(La classe (+a8) correspondant à la « Teneur très élevée en Mg » n'est pas représentée, le logiciel de traitement statistique l'a éliminé, de ce fait, la classe (+b8) : « teneur élevé en Mg » correspond au symbole (+a) dans le graphe, (+c8) : « teneur modéré en Mg » correspond au symbole (+b) dans le graphe, la classe (+d8) : « teneur faible en Mg » correspond au symbole (+c) dans le graphe et la classe (+e8) : « teneur très faible en Mg » correspond au symbole (+d) dans le graphe).

Selon les analyses effectuées et la relation avec les autres facteurs environnementaux décrits ci-dessus, nous pouvons également constater que les carences en magnésium sont rares sur les sols argileux ou limono-argileux, fréquentes par contre sur les sols sableux, exemple : Pinède de Tonga, Agbet El Chair, Ain Khiar (Eucalyptus), Boumalek (Prairie humide), Mridima (Pin maritime), etc. placettes à teneur faible en magnésium et sol sablonneux.

Les placettes Ain Bergougaya (Chêne zen), Haddada (Pin maritime), Mag sbaya (Chêne zen), Oum Skek (Chêne liege-Chêne zen), possèdent un pourcentage en argile dans le sol compris entre 10 – 25% et la teneur en magnésium est modérée à élevée.

Nous avons pu constater également, que les placettes à pH acide (pH compris entre 6,5 – 5,6) ont une teneur faible à très faible en magnésium, à savoir : Chemin des oiseaux, El yefcha, Fed ouest, Pinède de Tonga, Arboretum de Tonga, etc.

De ce fait, nous pouvons dire que le magnésium joue un rôle essentiel dans la neutralisation de l'acidité, le maintien de l'activité biologique générale et la détermination de la structure du sol.

Les hypothèses émises par les auteurs (Soltner, 2003 et Duchaufour, 1995) confirment les résultats de nos recherches ; la grande enveloppe hydrique de l'ion magnésium, sa liaison au complexe argilo-humique demeure relativement faible et est mal retenu. Cela conduit à une augmentation du risque de lessivage, en particulier sur des sols sablonneux, à faible CEC et à pH faible.

Cependant, les aulnaies constituent des milieux assez particuliers. Les analyses effectuées nous ont permis de déterminer une texture sablonneuse, avec un pH acide et une teneur élevée en cations échangeables (K^+, Na^+ et Mg^+).

I-1-2-9- Description placettes – variables environnementales (teneur en calcium Ca) :

Pour une meilleure analyse, la valeur de la teneur en Calcium a été divisée en 5 principales classes selon Duchaufour (1995) (Fig. 60) :

1- 0 Meq/100g < Ca^+ ≤ 2 Meq/100g (+a9) (très faible)
2- 2 Meq/100g < Ca^+ ≤ 5 Meq/100g (+b9) (faible)
3- 5 Meq/100g < Ca^+ ≤ 10 Meq/100g (+c9) (modéré)
4- 10 Meq/100g < Ca^+ ≤ 20 Meq/100g (+d9) (élevé)
5- Ca^+ > 20 Meq/100g (+e9) (très élevé)

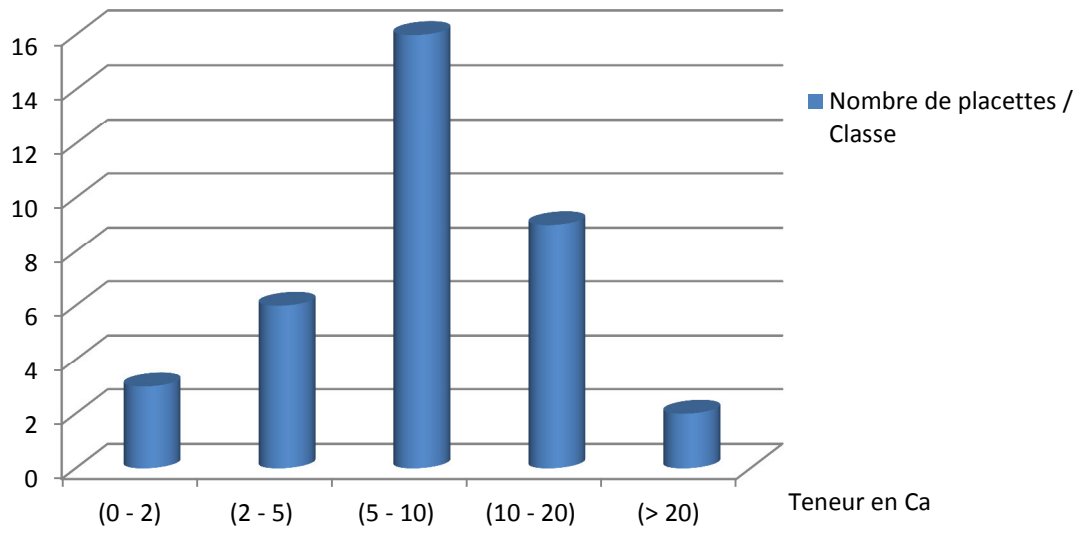


Figure 60 : Distribution de la variable teneur en Calcium (Ca) par classe

Les 5 classes correspondant à la variable environnementale « Teneur en Calcium » sont représentées par l'ensemble des placettes visitées avec une répartition inégale. La classe (+c9) correspondant à « Teneur modérée en Calcium » rassemble le plus grand nombre de placettes (16 stations). Nous retrouvons par la suite, les classes (+b9) : « Teneur faible en Calcium» et (+d9) : « Teneur élevée en

Calcium» avec respectivement 6 et 9 placettes. La teneur très faible en calcium (+a9) regroupe 3 placettes tandis que la teneur très élevée (+e9) regroupe seulement 2 placettes (Fig. 60). Nous pouvons constater donc, que la concentration en calcium dans la majorité des sols appartenant aux placettes visitées est satisfaisante.

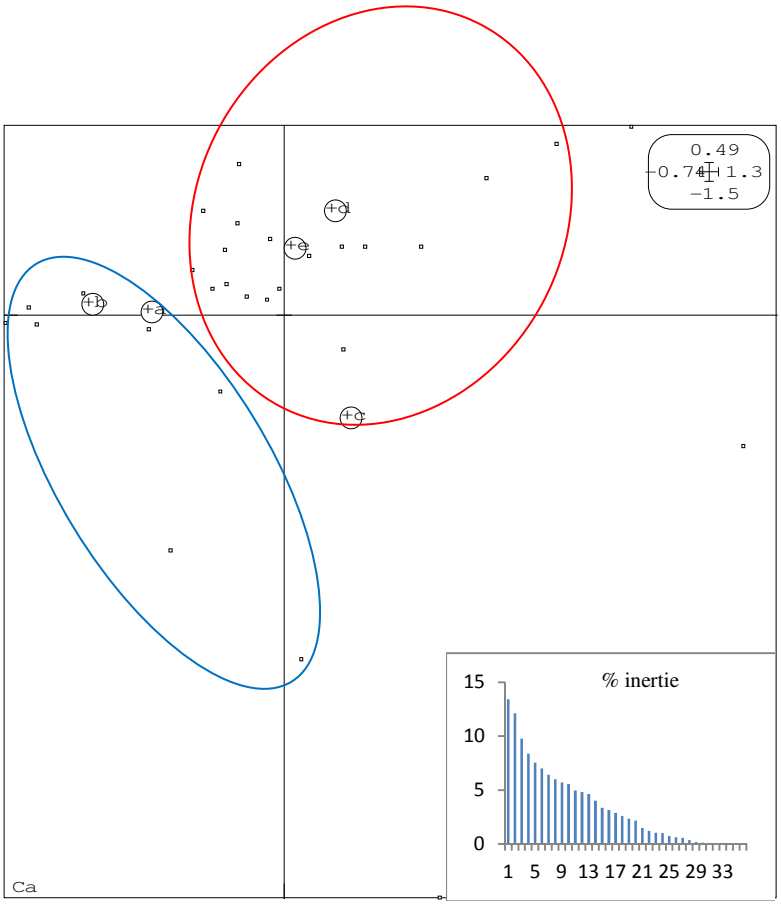


Figure 61 : Description placettes – variables environnementales (teneur en calcium Ca)

A travers la figure 61, il est à signaler que seulement les deux classes (+c9) et (+9d) correspondant à la teneur modérée et élevée en Calcium, peuvent nous apporter une explication significative quant à la description des placettes, vu que les autres classes sont voisines du 0 aussi bien pour l'axe 1 que pour l'axe 2.

Selon l'axe 1, les deux classes (+c9) et (+d9) sont corrélées positivement entre elles, tandis que selon l'axe 2, (+d9) est corrélées positivement et la classe (+c9) est corrélée négativement.

Selon les ellipses formées, nous pouvons constater l'existence de deux groupes distincts :

1er groupe [(+c9), (+d9) et (+e9)] : regroupe l'ensemble des placettes à « Teneur modérée en calcium», « Teneur élevée en calcium» et « Teneur très élevée en calcium».

Les stations concernées sont : Ain Bergougaya (Chêne zen), Fed Oued (Chêne liège), Meg sbaya (Chêne zen), Arboretum de Tonga, etc.

2ème groupe [(+a9) et (+b9)] : regroupe les placettes à « Teneur faible en calcium» et « Teneur très faible en calcium».

Les stations concernées sont : Haddada (Pin maritime), Pinède de Tonga, Ain khiar (Eycalyptus), Boumalek (prairie humide), etc.

Nous pouvons constater également, que les placettes concernées par ce deuxième groupe sont les placettes soit à pH acide et/ou sol sablonneux.

De ce fait, la teneur en calcium, comme pour l'ensemble des cations échangeables analysés, est influencée par la valeur du pH et la texture du sol.

Cependant, les stations à aulnaies ainsi que l'Arboretum de Tonga, font exception comme pour les facteurs environnementaux précités, avec une teneur élevée en calcium, malgré l'acidité et la texture sablonneuse du sol.

I-1-2-10 Description placettes – variables environnementales (teneur en azote N) :

Pour une meilleure analyse, la valeur de la teneur en Azote total a été divisée en 5 principales classes selon Duchaufour (1995) :

1- 0 Meq/100g < N ≤ 0,05 Meq/100g (+a10) (très faible)
2- 0,05 Meq/100g < N ≤ 0,15 Meq/100g (+b10) (faible)
3- 0,15 Meq/100g < N ≤ 0,25 Meq/100g (+c10) (modéré)
4- 0,25 Meq/100g < N ≤ 0,50 Meq/100g (+d10) (élevé)
5- N > 0,50 Meq/100g (+e10) (très élevé)

D'après la figure 62, la classe la plus représentée est celle à teneur en azote modérée (+c10) avec 15 placettes. Les autres stations sont réparties à proportion presque égale entre les 4 classes comme suit :

- (+a10) : teneur très faible en azote avec 5 placettes
- (+b10) : teneur faible en azote avec 4 placettes
- (+d10) : teneur élevée en azote avec 7 placettes
- (+e10) : teneur très élevée en azote avec 5 classes.

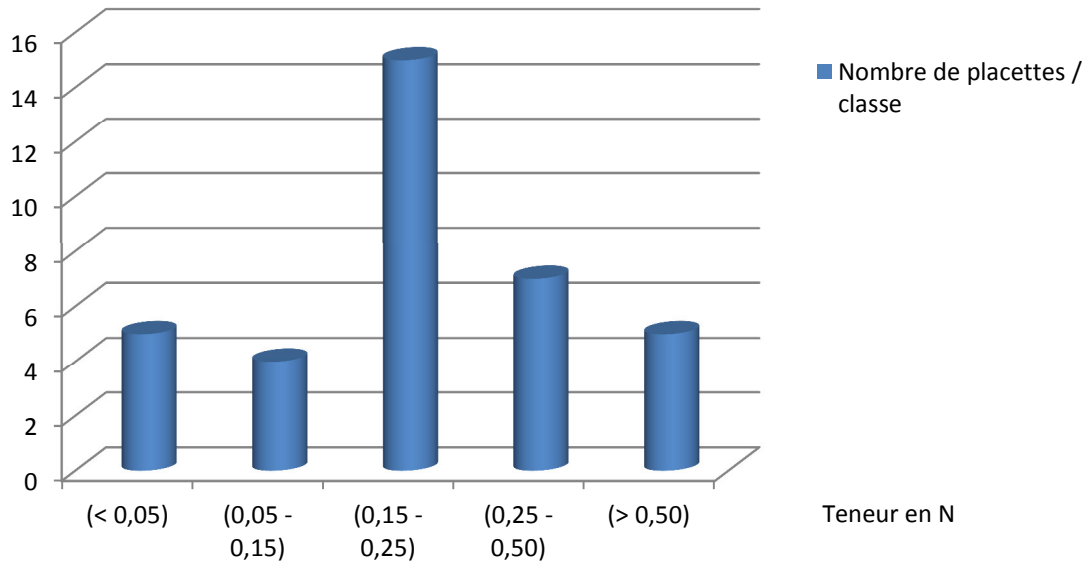


Figure 62 : Distribution de la variable teneur en Azote total (N) par classe

La figure 63, décrit les placettes visitées en fonction du facteur environnemental « teneur en azote ». Nous pouvons constater que selon l'axe 1, toutes les classes sont corrélées significativement soit positivement (+d10) et (+c10) soit négativement (+a10), (+b10) et (+e10) ; tandis que selon l'axe 2, trois classes sont seulement corrélées significativement à savoir : (+c10), (+d10) et (+e10). Les classes (+a10) et (+b10) sont voisines du 0, de ce fait, elles ne peuvent apporter d'explications significatives.

A travers l'analyse du graphe (Fig. 62) et à travers les ellipses formées, nous pouvons distinguer 3 groupes :

1er groupe [(+a10) et (+b10)] : les placettes à « Teneur faible en azote » et « Teneur très faible en azote», où nous pouvons retrouver : Segleb (Chêne liège), Pinède de Tonga, Haddada (Pin maritime), Agbet El Chair (Pin maritime), Boumalek (Prairie humide), Mridima (Pin maritime), Route de la Calle (Pin maritime), Tonga (Chêne kermès). Toutes les stations sont caractérisées par une teneur assez faible en matière organique due à l'absence de litière en décomposition, et un sol sablonneux, le pH variant de 6,56 à 7,03.

2ème groupe (+c10) : regroupant les placettes à « Teneur modérée en azote », caractérisées par une teneur modérée en carbone organique (matière organique).

3ème groupe [(+d10) et (+e10)] : c'est un groupe hétérogène renfermant les placettes à « Teneur élevée en azote » et « Teneur très élevée en azote ». Les aulnaies et les tourbières sont concernées par ce groupe. La saturation en azote au niveau de ses milieux est due à :

- La mycorhization, plus les champignons sont diversifiés, plus la protection et la nutrition de l'arbre sont efficaces.
- L'actinorhization, due à des bactéries filamenteuses du genre *Frankia* (appelées Actinomycètes), qui forment des nodosités faciles à voir « galles » rouges souvent affleurantes à la surface des racines ; les *Frankia* sont fixatrices d'azote atmosphérique et assurent l'alimentation en nitrates de toute l'association.

De ce fait, en plus du pH et la texture du sol, la teneur en azote est influencée par le type de végétation occupant le sol.

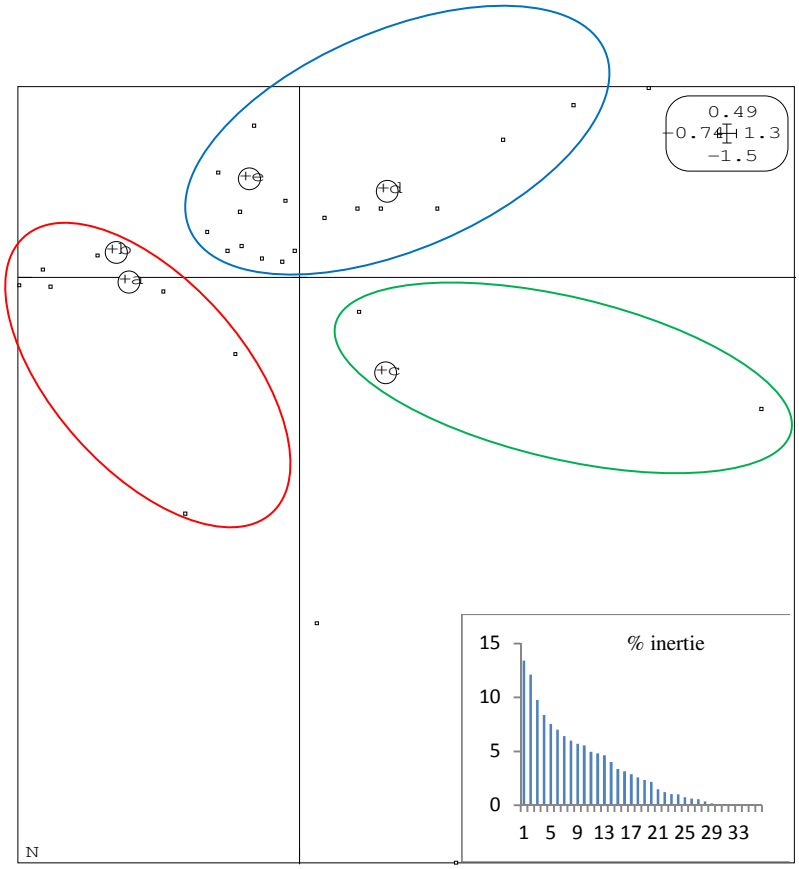


Figure 63 : Description placettes – variables environnementales (teneur en azote N)

I-1-2-11 Description placettes – variables environnementales (texture du sol) :

Pour une meilleure analyse, la valeur de la variable environnementale « Texture du sol » a été divisée en 12 principales classes en fonction de la quantité d'argile présent dans le sol selon Duchaufour (1995) :

1- Argile < 5% = sable (+a11)
2- Argile = 5% = sablo-limoneux (+b11)
3- Argile 5 - 10% = sablo-argileux (+c11)

4- Argile 10 - 20% = linomo sableux (+d11)
5- Argile 25% = limoneux (+e11)
6- Argile 20 - 30% = limon argilo-sableux (+f11)
7- Argile 30 - 35% = limono-argileux (+g11)
8- Argile 30 - 35% = sablo-argileux (+h11)
9- Argile 35 - 40% = légèrement argileux (+i11)
10- Argile 40 - 45% = moyennement argileux (+j11)
11- Argile 45 - 55% = argileux (+k11)
12- Argile > 55% = fortement argileux (+*l*11)

Sur les 12 classes précitées, seulement 5 classes sont représentées dans notre échantillonnage à savoir : (+a11) : Argile < 5% = sable, (+c11) : Argile 5 - 10% = sablo-argileux, (+d11) : Argile 10 - 20% = linomo sableux, (+f11) : Argile 20 - 30% = limon argilo-sableux et (+j11) : Argile 40 - 45% = moyennement argileux (Fig. 64).

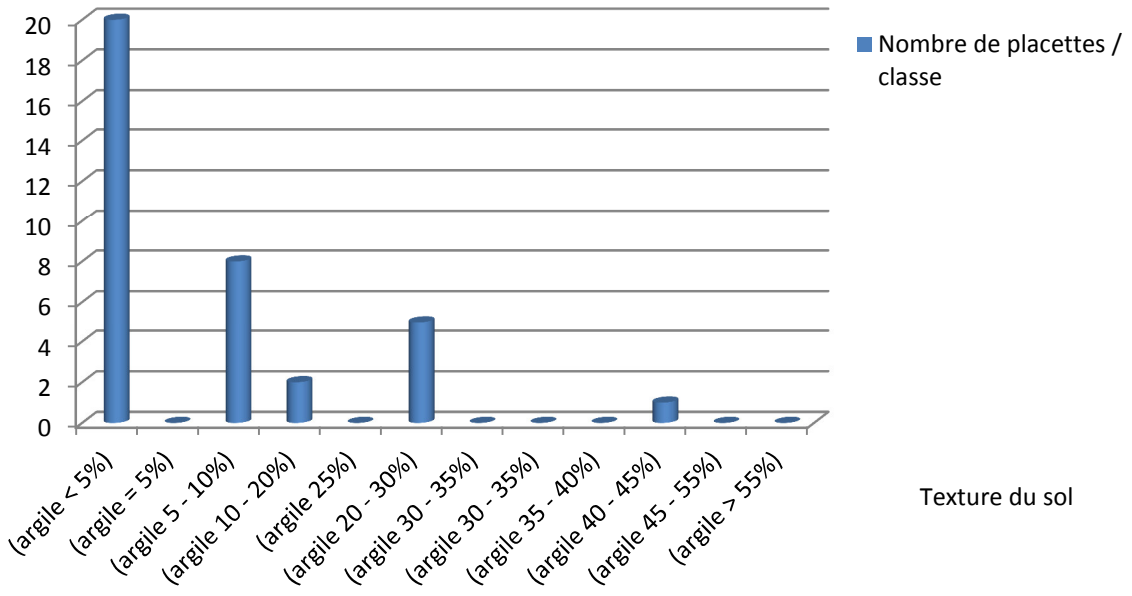


Figure 64 : Distribution de la variable texture du sol par classe

Nous pouvons remarquer que la classe (+a11) regroupe la majorité des placettes explorées (20 placettes), suivi de la classe (+c11) avec 8 placettes. La classe (+f11) regroupe 5 stations, tandis que la classe (+j11) rassemble une seule station.

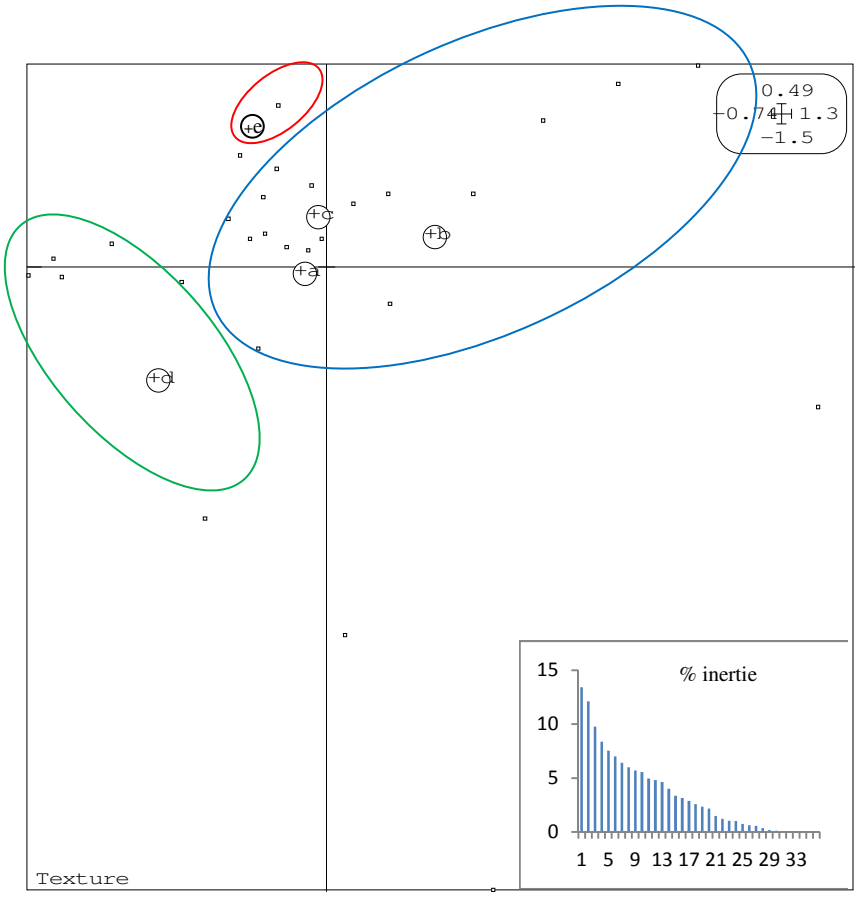


Figure 65 : Description placettes – variables environnementales (texture du sol)
(Les classe (+b11), (+e11), (+g11), (+h11), (+i11), (+k11) et (+*l*11) ne sont pas représentées, ils ont été éliminé par le logiciel de traitement statistique, de ce fait, la classe (+c11) correspond au symbole (+b) dans le graphe, la classe (+d11) correspond au symbole (+c) dans le graphe, la classe (+f11) correspond au symbole (+d) dans le graphe, la classe (+j11) correspond au symbole (+e) dans le graphe).

La figure 65, décrit les 36 placettes visitées en fonction de la variable environnementale « Texture du sol ». Les résultats obtenus nous ont montré l'existence de corrélations significatives entre les différentes classes analysées. Les classes (+a11), (+f11) et (+j11) sont corrélées positivement entre elles et négativement selon l'axe 1. La classe (+c11) est corrélée positivement selon l'axe 1, tandis que la classe (+d11) ne peut nous donner des explications significatives vu son voisinage au 0. Selon l'axe 2, trois classes sont corrélées positivement à savoir : (+c11), (+d11) et (+j11). La classe (+f11) est corrélée négativement, tandis que la classe (+a11) ne peut nous donner d'explication significative vu son voisinage du 0.

A cet effet, nous pouvons remarquer, que les deux classes (+d11) et (+a11) ne peuvent contribuer dans la description des placettes.

Cependant, trois classes seulement peuvent nous aider dans la description des 36 placettes étudiées à savoir :

- Argile 5 - 10% = sablo-argileux (+c11)
- Argile 20 - 30% = limon argilo-sableux (+f11)
- Argile 40 - 45% = moyennement argileux (+j11)

L'analyse du graphe (Fig. 65) fait ressortir 3 ellipses correspondant à 3 groupes distincts :

1er groupe [(+a11), (+c11) et (+d11)] : correspond aux placettes à pourcentage d'argile compris entre 5 à 10% d'argile. La majorité des stations visitées sont regroupées dans cette catégorie. Ex : Tonga, Mridima, Parcelle biologique, Ain Khiar, Righia, etc.

2ème groupe (+f11) : correspond aux placettes à pourcentage équitable entre le sable, l'argile et le limon, avec une légère dominance de la fraction sable. Ex. : Feid ouest, Kef el demna, Segleb (Prairie humide), etc.

3ème groupe (+j11) : regroupe une seule placette (El Toual : Chêne liège), avec une texture moyennement argileuse (Argile 40 - 45%).

Les résultats de l'analyse du sol des différentes stations visitées et l'interprétation des Analyses des Correspondances Multiples (ACM), montrent que le facteur environnemental « Acidité du sol » ne contribue pas dans la description des placettes visitées, vu que l'intervalle du pH n'est pas très important, compris entre 6,06 – 7,33 (6,06 – 6,5 acidité faible) ; malgré que le pH du sol confirme bien les caractères généraux de la flore phanérogamique recensée.

Cependant, nous pouvons signaler l'existence d'une relation relativement étroite entre les différents facteurs environnementaux choisis principalement ; le pH, le carbone organique, l'azote, humidité du sol, la texture du sol, la caractérisation hydrique et les cations échangeables. Les deux paramètres (Carbone et Azote) sont des indicateurs précieux de l'activité minéralisatrice du sol, c'est-à-dire, de la vitesse de décomposition des débris organique et minéraux.

Nous avons pu constater, que la majorité des stations prospectées présente un taux équilibré et suffisant d'azote et de matière organique à savoir : Ain Bergougaya (Chêne liège et Chêne zen), Chemin des oiseaux (Chêne liège), Bouteldja (Frêne), El Feden (Chêne zen), Mag sbaya (Chêne zen), …etc.

La plus forte concentration de matière organique avec un taux d'azote élevé, correspond aux sites suivants : Arboretum de Tonga, Aulnaie de Ain Khiar, Lac Noir, Aulnaie de Righia ; nous pouvons en chercher la raison dans le fait que ces stations sont relativement humides donc moins bien minéralisées.

Les stations de Pins (Pin pignon et Pin maritime), généralement avec un sol à texture sablonneuse et une concentration faible aussi bien en azote qu'en carbone organique, ceci est en liaison avec un milieu frais, acide et la pauvreté en azote dû principalement aux aiguilles de pins.

Nous pouvons signaler également que la matière organique participe d'une façon générale à l'aptitude à la production végétale par l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Et sachant que la diversité floristique est un des principaux facteurs influençant la description des placettes, nous pouvons déduire donc, que la matière organique contribue positivement dans la description des stations et par la suite sur la répartition des champignons inventoriés.

Il est à noter, que les placettes à pH plus ou moins acide possèdent une teneur élevée en matière organique et en cations échangeables. Ceci peut être expliqué par le fait, que les produits de la transformation de la matière organique sont principalement des cations et des anions. De ce fait, nous pouvons déduire que la capacité d'échange cationique augmente avec le degré d'humification.

Par ailleurs, nous ajoutons que la capacité d'échange cationique (que nous avons calculé à partir des données obtenues des cations analysés) est faible dans l'ensemble des stations et parallèlement le taux de saturation du complexe absorbant est réduit, indique qu'on a affaire à des sols insaturés.

Après une analyse de la végétation au sein des stations, nous nous sommes efforcés d'en mettre en évidence les caractères en commun ou les particularités. Il est à signaler, la présence d'une homogénéité de la végétation dans les différentes stations qu'elles soient de feuillus ou de conifères.

Nous pouvons constater que les relevés ne se présentent plus dans l'ordre où nous avons décrit les stations, mais dans une succession marquant leur affinité, et cela a été prouvé dans les résultats de l'ACM qui nous a fait ressortir 4 grands groupes de végétations : « Résineux », « Feuillus », « Aulnaies » et « Prairies humides ».

D'un point de vue général, la végétation de ces stations présente un caractère légèrement acidophile, attesté aussi bien par les espèces ligneuses de la strate arborescente ou arbustive (Chênes, Aulnes, ..) que par les espèces herbacées (Chèvrefeuille, Fougère aigle, …).

En conclusion, les corrélations obtenues précédemment de l'analyse descriptive des placettes par les variables choisies permettent de mettre en évidence, les variables biogéographiques et environnementales les plus caractéristiques et représentatives des milieux. Sur les onze (11) variables analysées, nous pouvons prendre en considération dans la description des stations huit (08) variables : variables environnementales : « Carbone organique », « Niveau hydrique », « variable floristique », « Teneur en potassium », « Teneur en Calcium », « Teneur en Azote », « Texture du sol ». Cependant, nous ne pouvons négliger l'importance du variable biogéographique « Altitude » et des variables environnementales : « pH », « Teneur en Sodium » et « Teneur en Magnésium », malgré que nous ne pouvons les considérer comme variables indépendantes, mais plutôt comme intégratives que nous pouvons associer avec d'autres facteurs environnementaux.

I-2- Corrélations espèces – variables :

A partir des relevés effectués sur les 36 placettes visitées, les corrélations ont été calculées entre les espèces en prenant en considération l'indice d'abondance des carpophores et les variables environnementales.

L'analyse des corrélations est portée sur chaque espèce, présente sur au moins 4 relevés (20% du nombre total des relevés) effectif, en deçà duquel l'espèce est jugée trop peu représentée pour être interprétée sur un plan écologique.

Sur les 304 espèces récoltées et identifiées, 79 ont été analysées vu leur présence au niveau des 36 stations visitées.

La démarche des analyses qui suivent reproduit la démarche écologique traditionnelle de Gillet (1994) consistant à mettre en relation les espèces ou groupes d'espèces et les variables environnementaux.

L'échantillonnage portant ici sur des milieux bien différents sur le plan écologique, à cortège fongique fortement déterminé par les facteurs environnementaux.

I-2-1- Corrélations abondance des carpophores – variables biogéographiques (Altitude) :

A travers les résultats mentionnés dans le tableau 23, nous avons tenté d'avoir une description significative des 79 espèces analysées sur les 36 placettes visitées par rapport au facteur biogéographiques « Altitude ».

TABLEAU 23 : Corrélations significatives espèces – Altitude : Les espèces ayant des corrélations significatives pour $p \leq 0,05$ (13 espèces sur un total de 79).

Espèces	Alt1	Alt2	Alt3	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Aleuria aurantia	4	3	0	0,797	6,70	0,034
Amanita virosa	0	4	1	0,663	10,90	0,005
Cantherallus cibarius	4	3	2	0,850	8,56	0,014
Clitocybe phaeophtalma var. werneri	4	3	1	0,797	6,70	0,034
Cyathus olla	4	4	1	0,850	12,31	0,002
Geoglossum umbratile	2	3	0	0,663	10,90	0,005
Helvella crispa	1	4	0	0,663	22,28	0,000
Hygrocybe conica var. minor	4	3	0	0,797	6,70	0,034
Laccaria lateritia	8	4	0	0,978	7,01	0,029

Mycena pura var. ianthina	1	2	0	0,480	7,89	0,019
Ramaria aurea	2	3	0	0,663	10,90	0,005
Tremella mesenterica	11	4	0	0,999	5,14	0,075
Tricholoma georgii	1	3	0	0,579	14,63	0,001

Alt1 : < 400m **Alt2** : 400-600m **Alt3** : >600m

D'après notre échantillonnage, la classe altitudinale « > 600 » est représentée par 15 champignons sur un total de 304 *: Amanita virosa, Amanita caesarea, Clitocybe decembris, Clitocybe phaeophtalma var. werneri, Cortinarius olidovolvatus, Cyathus olla, Entoloma proterum, Psathyrella candolleana, Inocybe muricellata, Marasmius littoralis var. microsporus, Melanoleuca bataillei, Sarcoscypha coccinea, Tremella mesenterica, Tricholoma georgii* et *Cantharellus cibarius*. La majorité des espèces recensées ont été également récoltées en basse et moyenne altitude ; à l'exception de *Amanita caesarea* et *Amanita virosa*. Cela signifie que le facteur biogéographique « Altitude » n'influence guère sur leurs distributions.

Cependant, nous pouvons noter que sur les 15 espèces inventoriées à la classe altitudinale « > 600 », six (06) (parmi les 79 espèces) ayant des corrélations significatives, à savoir : *Amanita virosa*, *Clitocybe phaeophtalma var. werneri*, *Cantharellus cibarius, Tremella mesenterica, Tricholoma georgii* et *Cyathus olla*.

D'après Malençon et Bertault (1975), *Cantharellus cibarius* est considérée comme une espèce très répandue dans les chênaies aussi bien en plaine qu'en montagne, de juin à novembre en altitude et de mai à décembre en plaine. Cependant, Eyssartier et Roux (2011) décrit cette espèce comme septentrionale.

Amanita virosa a été récolté dans des placettes à altitude > 500m (Oum Skek, El Ghorra et El Fedden), considérée comme espèce européenne et jamais signalée en Afrique du Nord (première récolte au territoire du PNEK) ; ces stations constituent des milieux favorables pour son développement.

D'après Roux (2006), *Clitocybe phaeophtalma* var. *werneri* est une espèce thermophile ; de ce fait, les conditions climatiques et édaphiques de la région d'étude d'une façon générale constituent un biotope favorable pour le développement de son carpophore.

Concernant *Tricholoma georgii,* ce champignon a été récolté par Malençon et Bertault (1975) entre 1550 et 1600m d'altitude, en petites troupes sous les buissons et les ronciers de la chênaie claire à *Quercus ilex*, en avril et mai. Cette espèce (correspondant à nos récoltes) est identique à celle récoltée en Europe, malgré l'opinion de Singer (1949) selon laquelle *Tricholoma georgii* n'existerait pas sur le continent africain. Les récoltes faites par les auteurs au Maroc, celles de R. Maire en

Algérie, quioique peu nombreuses, et se rajoutant à cela les récoltes effectuées au Parc National d'El Kala, montrent que ce champignon avance au moins jusqu'en Afrique du Nord.

Nous pouvons noter également, l'existence d'espèces corrélées avec la classe altitudinale « <400m » à savoir : *Aleuria aurantia*, *Geoglossum umbratile*, *Helvella crispa*, *Hygrocybe conica var. minor*, *Laccaria lateritia*, *Mycena pura var. ianthina*, *Ramaria aurea*.

Nous retrouvons, donc, dans ces corrélations une répartition altitudinale des milieux eux-mêmes, avec quelques tendances marquées (présence associée aux altitudes élevées et présence associée aux altitudes faibles)

Présences associées aux altitudes élevées : comme nous l'avons cité précédemment, il existe réellement une seule espèce analysée associée uniquement aux altitudes élevées : *Amanita virosa*.

Présences associées aux altitudes faibles : la majorité des espèces récoltées analysées sont associées aux altitudes faibles ;

- **Espèces mycorhiziques :** des chênes à basse et moyenne altitude, *Laccaria lateritia*, *Ramaria aurea* etc.
- **Espèces forestières** : à très large répartition retrouvées dans les boisements de basse altitude où les conditions écologiques sont favorables aux développements de leurs carpophores : *Aleuria aurantia, Cyathus ola*, *Mycena pura* var. *ianthina*, *Hygrocybe conica var. minor, Geoglossum umbratile,* etc.

Tremella mesenterica, et *Cyathus olla* sont considérées comme des espèces ubiquistes, susceptibles de coloniser des habitats variés et ne présentent aucune inféodation à un biotope particulier.

De ce fait, le facteur « Altitude » ne peut être considéré comme une variable indépendante, il peut être apprécié par comparaison avec d'autres variables plus directement influentes sur les champignons eux-mêmes, donc peu significatif dans l'analyse myco-écologique.

La forte diversité spécifique des milieux visités de basse altitude, par rapport à la pauvreté relative des milieux à altitude élevée est nettement perceptible sur le terrain, et se retrouve dans la différence d'effectifs. Cette diversité doit être pondérée par la très large amplitude écologique des espèces de plaine, par rapport à la forte spécificité observée chez les espèces d'altitude. Nous pouvons noter également, que les prospections au niveau des placettes d'altitude sont interrompues par les chutes de neige et les très basses températures (conditions défavorables pour le développement des carpophores).

I-2-2- Corrélations abondance des carpophores – Variables environnementales :

I-2-2-1- Acidité du sol (pH) :

Nous pouvons constater d'après les résultats du tableau 24, indiquant les corrélations « Espèces – valeur pH du sol, pour 79 espèces et 36 stations visitées », que l'acidité du sol n'influence pas directement sur la répartition des champignons inventoriés. Il est à signaler que sur les 79 espèces analysées, 4 seulement sont fortement corrélées à savoir : *Pholiota mutabilis*, *Pholiota lucifera, Melanoleuca bataillei* et *Armillaria tabescens*. Les trois premières espèces sont tolérantes à l'acidité du sol.

Comme nous l'avons cité dans le chapitre précédent, les valeurs du pH sont proches, comprises entre « 6 - 7,03 » ; de ce fait, ne peuvent influencer directement sur la répartition des champignons.

TABLEAU 24 : Corrélations significatives espèces – pH : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (04 espèces sur un total de 79).

Espèces	pH neutre	pH acide	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Armillaria tabescens	5	0	0,663	3,69	0,052
Melanoleuca bataillei	0	3	0,480	5,48	0,018
Pholiota mutabilis	0	2	0,362	3,52	0,048
Pholiota lucifera	0	2	0,362	3,52	0,048

I-2-2-2- Matière organique du sol :

Il s'agit ici de distinguer au sein des placettes explorées, les espèces dont la répartition est influencée par le degré d'humification.

Comme pour le pH, la plupart des espèces sont corrélées préférentiellement ou exclusivement aux valeurs de l'horizon superficiel (profondeur égale à 20cm).

Les espèces significativement associées à un degré d'humification élevé, dont le taux du carbone organique est important sont :

- Les espèces typiques des milieux tourbeux : rencontrées principalement au niveau des aulnaies homogènes ou en association avec les saules, nous pouvons citer comme exemple, *Alnicola escharoides, Alnicola celluloderma, Cortinarius croceocrystallinus, Lactarius omphaliformis, Lactarius obscuratus, Gyrodon lividus, Entoloma bisporigerum, Lactarius lilacinus, Alnicola umbrina.* Ces données ont été également confirmées par les résultats des

travaux du projet « Aulnaies » (Moreau et *al.*, 2011), où ils signalent l'existence d'une forte spécificité du cortège fongique potentiel pour ces milieux tourbeux.

- Quelques espèces mycorhiziques : citées par la plupart des auteurs comme caractéristiques de ces zones, *Amanita aspera*, *Amanita pantherina*, *Clavulina rugosa*, *Cortinarius olidovolvatus*, *Cortinarius rickenii*, *Gyroporus castaneus*, *Helvella lacunosa*, *Hydnum rufescens*, *Lactarius serifluus*, *Limacella ochraceorosea*.
- Des espèces à large spectre écologique, considérées comme ubiquistes, nous pouvons citer : *Mycena galopus*, *Mycena sanguinolenta*, *Boletus erythropus*, *Hebeloma mesophaeum*, *Lepiota josserandii*, *Lepista nuda*, *Mycena flavescens*, *Tricholoma saponaceum*.

Le tableau 25, illustre les corrélations significatives espèces / matière organique pour les 79 champignons analysés récoltés au niveau des stations d'étude. Les résultats obtenus confirment les observations faites sur le terrain, où nous avons constaté que le degré d'humification est un facteur environnemental important dans la distribution des champignons.

Sur les 79 espèces analysées nous avons 25 espèces ayant des corrélations significations aussi bien avec le taux de décomposition élevé ou faible de la matière organique. Nous pouvons citer comme exemple :

Corrélations significatives à un niveau de décomposition élevé (espèces plus ou moins minéralotrophes) : *Hygrocybe reae*, *Melanoleuca bataillei*, *Psathyrella candolleana*, *Russula cyanoxantha*, *Otidea cochleata*, *Tricholoma georgii.*

Corrélations significatives à un faible degré de décomposition : *Amanita pantherina, Amanita virosa, Boletus aereus*, *Cantherallus cibarius*, *Boletus aereus*, *Clavulinopsis subtilis*, *Clitocybe phaeophtalma var.* werneri, *Delicatula integrella*, *Hygrocybe conica var. chloroides*, *Marasmius androsaceus*, etc.

TABLEAU 25 : Corrélations significatives espèces – Matière organique : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (25 espèces sur un total de 79).

Espèces	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Amanita pantherina	0,636	4,29	0,042
Amanita virosa	0,763	3,98	0,027
Boletus aereus	0,580	3,84	0,047
Cantherallus cibarius	0,650	4,59	0,012
Clavulinopsis subtilis	0,778	3,58	0,048
Clitocybe phaeophtalma var. werneri	0,797	4,12	0,029
Psathyrella candolleana	0,694	4,25	0,038

Cortinarius orellanus	0,694	4,27	0,033
Delicatula integrella	0,780	3,98	0,028
Gymnopilus penetrans	0,663	4,01	0,031
Hebeloma mesophaeum	0,750	3,89	0,042
Helvella crispa	0,663	3,59	0,036
Hygrocybe conica var. chloroides	0,680	4,03	0,038
Hygrocybe conica var. minor	0,797	4,34	0,050
Hygrocybe reae	0,663	5,10	0,009
Laccaria lateritia	0,678	3,45	0,022
Marasmius androsaceus	0,778	4,12	0,028
Melanoleuca bataillei	0,480	5,48	0,018
Otidea cochleata	0,663	5,75	0,013
Pholiota lucifera	0,362	3,52	0,050
Ramaria aurea	0,663	3,83	0,036
Ramaria flaccida	0,579	0,33	0,473
Russula cyanoxantha	0,680	1,17	0,278
Tricholoma georgii	0,679	4,29	0,050
Tricholoma saponaceum	0,780	5,17	0,027

I-2-2-3-Caractérisation hydrique :

Les classes « Caractérisation hydrique » définie précédemment décrivent des types d'alimentation hydrique ; il s'agit donc de données qualitatives.

Le tableau 26 nous donne les corrélations significatives des 79 espèces analysées / caractérisation hydrique sur les 36 stations visitées.

Les espèces corrélées aux milieux « Humides » sont les plus nombreuses, ce qui reflète la diversité spécifique observée dans ces placettes. Ces espèces sont à large spectre écologique, communes dans beaucoup de milieux forestiers.

Nous pouvons noter toutefois, la présence de *Gyrodon lividus, Lactarius obscuratus,* deux espèces alnicoles, moins hygrophiles que les autres espèces mycorhiziques reconnues des *Alnus* (*Alnicola umbrina, Alnicola escharoides, Alnicola celluloderma* et *Alnicola inculta*), récoltées dans les stations d'aulnes, appartenant aux classes « Affleurant » et « Humide », retrouvées aux bordures des aulnaies (milieu plutôt sec). Une typologie des peuplements d'aulnes pourrait être envisagée sur cette base.

TABLEAU 26 : Corrélations significatives espèces – caractérisation hydrique : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (06 espèces sur un total de 79).

Espèces	I	A	H	S	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Bovistella radicata	0	2	3	1	0,775	3,85	0,047
Clitocybe dealbata	0	1	3	1	0,666	4,21	0,035
Clitocybe diatreta	0	1	2	1	0,782	4,01	0,035
Clitocybe phaeophtalma var. werneri	0	1	6	1	0,663	3,60	0,037
Astraeus hygrometricus	0	0	3	2	0,787	4,65	0,049
Volvariella gloiocephala	0	3	2	2	0,589	3,87	0,045

I : Inondé **A** : Affleurant **H** : Humide **S :** Sec

Une autre typologie apparait à partir de ces corrélations, où nous pouvons récolter des espèces se répartissant nettement entre les milieux « Humide » et « Sec », exemple : *Clitocybe diatreta*, *Clitocybe phaeophtalma* var. *werneri*, *Clitocybe dealbata*. Cette constatation, confirme les résultats de l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) « Variables environnementales : caractérisation hydrique / stations », où il a été noté, qu'un même site peu appartenir à deux classes « Humide » et « Sec » en fonction de plusieurs facteurs entre autre, les conditions climatiques, la nature du sol, etc. Sachant que nos prospections étaient mensuelles durant toute l'année, nous pouvons dire que ses espèces ont été retrouvées plusieurs fois au cours de nos sorties, donc leurs carpophores peuvent se développer sur des sols non ou ponctuellement saturés en eau.

A partir de ces corrélations, un autre groupe apparait également, ce sont les espèces regroupées dans la classe « Sec ». Ce sont des champignons récoltés généralement au niveau des Pinèdes à sol sablonneux, où la capacité de rétention de l'eau est très faible. Nous pouvons citer : *Bovista dermoxantha, Bovistella radicata, Clitocybe meridionalis, Astraeus hygrometricus*, etc.

Les espèces typiquement ombrotrophes ainsi que les espèces ubiquistes *Mycena galopus*, *Volvariella gloiocephala* sont fortement sous représentées dans les milieux « Affleurant », correspondant à une saturation constante du sol.

I-2-2-4-Corrélations abondance des carpophores – variables floristiques :

Les relevés floristiques sont comparés aux relevés mycologiques sur la base de l'indice d'abondance des végétaux. Les résultats sont représentés dans le tableau 27 par type de végétation, afin de rendre plus visible la quantité importante de corrélations réalisées.

TABLEAU 27 : Corrélations significatives espèces – variables végétales : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (20 espèces sur un total de 79).

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Amanita rubescens	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	2	0,736	19,45	0,035
Amanita virosa	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,663	19,28	0,044
Anthracobia melaloma	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,850	17,99	0,049
Bovistella radicata	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0,663	29,00	0,001
Coprinellus disseminatus	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0,663	19,19	0,038
Delicatula integrella	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,480	23,61	0,009
Galerina marginata	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0,579	18,23	0,050
Astraeus hygrometricus	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0,579	29,00	0,001
Geoglossum coockeianum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,579	24,80	0,006
Laccaria lateritia	2	4	0	1	0	0	1	1	1	0	2	0,978	19,04	0,043
Lactarius deliciosus var. atrovirens	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,362	18,62	0,045
Macrolepiota excoriata	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0,663	19,32	0,047
Lycoperdon molle	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0,579	29,00	0,001
Macrolepiota procera	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0,663	18,72	0,044
Mycena amicta	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,480	19,30	0,037
Sarcoscypha coccinea	8	3	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,999	17,79	0,050
Scleroderma citrinum	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0,480	21,81	0,016
Scleroderma polyrrhizum	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0,579	19,62	0,049

Tricholoma equestre	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,362	18,62	0,045
Tricholoma georgii	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,579	19,34	0,035

(1) Chêne liège (2) Chêne zen (3) Pin maritime (4) Chêne liège + Chêne zen

(5) Pin pignon (6) Forêt reboisée (7) Eucalyptus (8) Frêne

(9) Tourbières (10) Prairie humide (11) Aulnaies

Cette analyse confirme la spécificité des relations arbres-champignons, déjà parfaitement repérées et décrites par Favre (1948). Le meilleur moyen d'établir la spécificité d'une relation reste l'observation sur terrain : repérage des carpophores en peuplements purs ou autour d'arbres isolés.

Nous pouvons néanmoins dégager de ces corrélations plusieurs associations d'essences favorables à la présence de certaines espèces, spécifique de leur hôte, dont la probabilité de présence semble augmentée par la diversité arborée.

Les pinèdes : nous pouvons associer aux pinèdes (pins pignon et pins maritime) les espèces hypogées et semi-hypogées du groupe des Gastéomycètes, *Bovistella radicata*, *Scleroderma citrinum*, *Lycoperdon molle*, *Astraeus hygrometricus*. Nous pouvons rajouter *Bovista dermoxantha*, *Cystolepiota seminuda*, *Echinoderma asperum*, *Macrolepiota mastoidea*.

Macrolepiota excoriata, signalée sous pins, récoltée également à la limité de la tourbière du Lac noir et également à la bordure de l'aulnaie de Righia. Les deux stations (lac noir et righia) sont des milieux découverts herbeux à sol sablonneux, biotope favorable pour le développement de ce champignon (Maire et Werner, 1937 ; Haimed, 2004-2005).

Même constatation est faite pour l'espèce *Scleroderma polyrrhizum*, récoltée également à la bordure de l'aulnaie de Righia dans un milieu découvert herbeux et à sol sablonneux, sachant que Maire et Werner (1937), l'ont signalé dans les clairières des forêts.

Aulnaies – Saulaies : nous pouvons citer quelques espèces spécifiques de ses milieux à savoir *Mycena speirea, Mycena sanguinolenta, Lactarius obscuratus*, *Psathyrella candolleana, Lepista flaccida*.

Aulnaies : les espèces alnicoles sont *Alnicola umbrina, Alnicola bohemica, Alnicola escharoides, Alnicola celluloderma, Alnicola inculta, Gyrodon lividus*.

***Quercus* :** aussi bien sous *Quercus suber* que *Quercus faginea* ou mélange des deux essences, *Amanita virosa*, *Cantharellus cibarius*, *Mycena amicta*, *Tricholoma equestre*, *Tricholoma georgii*, *Galerina marginata*.

Cependant, nous pouvons signaler, que le champignon *Mycena amicta* a été récolté exclusivement sous *Pinus* (*Pinus pinaster*) par Malençon et Bertault (1975) ; Roux (2006) ; Eyssartier e Roux (2011). A travers notre récolte effectuée sous *Quercus*, nous pouvons donc élargir son spectre écologique.

Nous pouvons prendre en considération, également, les résultats mentionnées dans le tableau ci-dessus, en notant les associations d'espèces uniquement aux feuillus telles que, *Sarcoscypha coccinea, Delicatula integrella, Coprinellus disseminatus*.

Il est à signaler également, que la plupart des espèces corrélées sont des espèces mycorhiziques (*Lactarius, Alnicola, Cortinarius*), nous retrouvons par la suite les espèces saprotrophes. De ce fait, le statut trophique des champignons contribue dans la distribution de la mycoflore.

Concernant les corrélations avec les plantes herbacées au niveau des prairies humides, nous pouvons remarquer que l'ensemble des espèces récoltées au niveau de ces milieux (« Prairies humides ») sont également présentes au niveau des forêts de « Feuillus », soit en bordures soit dans les endroits découverts. Ce qui suppose que peu d'espèces sont exclusives des « Prairies humides ».

De ce fait, la plupart des espèces sont communes entre le groupe des « Prairies humides » et des « Feuillus », avec des indices d'abondance souvent plus élevés dans l'un ou l'autre, cas traduisant une préférence des espèces pour l'un des deux types de milieux.

Nous pouvons citer d'autres associations végétales spécifiques à des champignons mycorhiziques :

Les cistes : *Hebeloma cistophilum*, *Lactarius cistophilus*.

***Helianthemum guttatum* :** espèce herbacée associée à un champignon mycorhizique très recherché par les mycologues *Terfezia arenaria*, appartenant au groupe des *Tuber*.

Un autre cas que nous devons signaler et le prendre en considération (corrélation significative avec $p < 0,05$) est l'espèce *Anthracobia melaloma* récoltée uniquement sur les places à feu, c'est un champignon carbonophyles.

Les corrélations entre les carpophores et le facteur environnemental « variables végétales » se sont révélées significatives comparant aux autres facteurs analysés et confirment les résultats de l'AFC (Stations – Facteurs et Espèces – Facteurs).

I-2-2-5-Corrélations abondance des carpophores – la valeur de Potassium (K) :

Les corrélations obtenues indiquées dans le tableau 28, n'affirment pas l'existence d'une relation fonctionnelle, ni même une influence directe entre les espèces récoltées et la teneur en Potassium. Sur les 79 champignons analysés nous pouvons observer des corrélations significatives pour seulement 4 espèces, à savoir : *Clitocybe phaeophtalma var. werneri*, *Entoloma proterum*, *Geoglossum umbratile*, *Helvella crispa*. Ces espèces ont été récoltées au niveau des stations appartenant à la classe « Teneur en potassium élevée».

TABLEAU 28 : Corrélations significatives espèces – variables teneur en Potassium (K) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (04 espèces sur un total de 79).

Espèces	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Clitocybe phaeophtalma var. werneri	0	3	1	3	0,797	17,48	0,001
Entoloma proterum	0	0	3	2	0,663	9,04	0,028
Geoglossum umbratile	0	1	2	2	0,663	8,25	0,050
Helvella crispa	0	1	2	2	0,663	8,25	0,050

Cl1 : Classe « Teneur en potassium très faible » - **Cl2 :** Classe « Teneur en potassium faible »
Cl3 : Classe « Teneur en potassium modérée » - **Cl4 :** Classe « Teneur en potassium élevée »

I-2-2-6-Corrélations abondance des carpophores – la valeur du Sodium (Na) :

D'après les résultats des corrélations espèces – variable « Teneur en sodium (Na) », cités dans le tableau 29, nous pouvons observer que la teneur en sodium n'a pas une grande influence sur le développement et la répartition des champignons, sachant que sur les 79 espèces corrélées, nous retrouvons 6 corrélations significatives pour 6 espèces récoltées : *Agaricus porphyrizon*, *Delicatula integrella*, *Galerina marginata*, *Geoglossum coockeianum*, *Pholiota lucifera*, *Volvariella gloiocephala*.

Sur les 06 espèces corrélées significativement, nous retrouvons :

Trois (03) champignons corrélés significativement avec la teneur faible en sodium (s'associent avec les teneurs faibles en Sodium) à savoir : *Agaricus porphyrizon*, *Geoglossum coockeianum* et *Volvariella gloiocephala* ;

Agaricus porphyrizon espèce récoltée dans 3 stations à teneur faible en sodium (0,12 Meq/100gr) et aucun individu n'a été retrouvé dans les sites à teneur élevée, cela peut expliquer le fait, que ce champignon ne supporte pas les fortes concentrations en sodium échangeable.

Trois (03) champignons corrélés significativement avec les teneurs élevées en sodium (s'associent avec les teneurs élevées en sodium) à savoir : *Delicatula integrella*, *Galerina marginata* et *Pholiota lucifera*.

Delicatula integrella parmi les rares champignons supportant une teneur élevée en sodium, récolté au niveau de la station (Arboretum de Tonga) avec une concentration en sodium échangeable correspondant à 0,79 Meq/100gr.

TABLEAU 29 : Corrélations significatives espèces – variable teneur en Sodium (Na) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (06 espèces sur un total de 79).

Espèces	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Agaricus porphyrizon	3	1	1	0	0,579	7,35	0,050
Delicatula integrella	0	0	1	1	0,480	11,39	0,010
Galerina marginata	0	2	1	1	0,579	7,15	0,050
Geoglossum coockeianum	1	3	0	0	0,579	9,66	0,022
Pholiota lucifera	0	0	0	1	0,362	14,34	0,003
Volvariella gloiocephala	1	1	4	0	0,736	10,26	0,016

Cl1 : Classe « Teneur en sodium très faible » - **Cl2 :** Classe « Teneur en sodium faible »
Cl3 : Classe « Teneur en sodium modérée » - **Cl4 :** Classe « Teneur en sodium élevée »

I-2-2-7-Corrélations abondance des carpophores – variable teneur en Magnésium (Mg) :

Les résultats obtenus de l'analyse Espèces – variable environnementale « Teneur en magnésium » exprimés dans le tableau 30, nous indiquent que la « Teneur en magnésium » a une influence sur la répartition des champignons récoltés, où nous observons 12 espèces corrélées significativement : *Agaricus porphyrizon*, *Clathrus ruber*, *Clitocybe candicans*, *Coprinus comatus*, *Delicatula integrella*, *Entoloma proterum*, *Galerina marginata*, *Geoglossum coockeianum*, *Hypholoma fasciculare*, *Macrolepiota excoriata*, *Scleroderma citrinum*, *Tricholoma equestre*.

Sur les 12 espèces corrélées significativement nous retrouvons 06 espèces corrélées significativement avec la « Teneur faible en magnésium » : *Agaricus porphyrizon*, *Clathrus ruber*, *Geoglossum coockeianum*, *Macrolepiota excoriata*, *Scleroderma citrinum* et *Tricholoma equestre*. Ces champignons ont été récoltés dans des stations à faible concentration en magnésium, variant entre 0,03 à 0,98 Meq/100gr.

TABLEAU 30 : Corrélations significatives espèces – variable teneur en Magnésium (Mg) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (12 espèces sur un total de 79).

Espèces	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Agaricus porphyrizon	2	3	0	0	0,579	9,03	0,029
Clathrus ruber	1	4	0	0	0,663	9,73	0,021
Clitocybe candicans	0	0	5	3	0,594	7,83	0,045
Coprinus comatus	0	0	2	3	0,663	11,60	0,009
Delicatula integrella	0	0	1	2	0,480	12,83	0,005
Entoloma proterum	0	0	5	0	0,463	8,64	0,041

Galerina marginata	0	0	2	2	0,579	8,01	0,050
Geoglossum coockeianum	3	1	0	0	0,579	15,33	0,002
Hypholoma fasciculare	0	1	4	3	0,850	8,18	0,050
Macrolepiota excoriata	1	2	0	0	0,663	7,79	0,046
Scleroderma citrinum	1	2	0	0	0,480	7,44	0,050
Tricholoma equestre	0	2	0	0	0,562	8,64	0,042

Cl1 : Classe « Teneur en magnésium très faible » - **Cl2 :** Classe « Teneur en magnésium faible »

Cl3 : Classe « Teneur en magnésium modérée » - **Cl4 :** Classe « Teneur en magnésium élevée »

Les 06 autres espèces sont corrélées significativement avec la « Teneur élevée en magnésium » : *Clitocybe candicans*, *Coprinus comatus*, *Delicatula integrella*, *Entoloma proterum*, *Galerina marginata* et *Hypholoma fasciculare*. Ces champignons ont été récoltés dans des stations à concentration élevée en magnésium, variant entre 3,17 à 4,10 Meq/100gr.

Nous pouvons remarquer également que *Agaricus porphyrizon*, *Geoglossum coockeianum* sont corrélées significativement aussi bien avec la « Teneur faible en sodium » qu'avec la « Teneur faible en magnésium », tandis que *Delicatula integrella*, *Galerina marginata* sont corrélées significativement avec les teneurs élevées en magnésium et en sodium.

I-2-2-8-Corrélations abondance des carpophores – variable teneur en Calcium (Ca) :

Les résultats des corrélations obtenus nous montrent que la teneur en Calcium dans le sol influence sur un nombre important de champignons en comparaison avec les autres cations échangeables mesurés (Tableau 31).

Suite aux différents travaux de Moreau et *al.* (2011), la répartition des taxons fongiques est fonction de la quantité d'ions assimilables que contient le substrat. Certains taxons ont une amplitude écologique, ils sont observés sur des substrats variés, ex. : *Phallus impudicus*, *Melanoleuca bataillei*, *Marasmius androsaceus*, *Mycena amicta*, etc. avec des teneurs en calcium variant de 0,04 à 33,04 meq/100g.

D'autres ne tolèrent pas les sols dont la teneur en calcium est élevée, dits calcifuges et ils ne sont jamais notés sur sols calcaires, ex. : *Boletus chrysenteron, Bovistella radicata*, *Astraeus hygrometricus*, *Lactarius deliciosus var. atrovirens, Lycoperdon molle*, *Scleroderma citrinum*, *Tricholoma equestre* ; signalant que les corrélations ici sont des corrélations significatives avec une teneur en calcium faible variant de 0,04 à 4,93 meq/100g.

D'autres, au contraire, vivent uniquement sur des substrats à teneur modérée à élevée en calcium assimilable, nécessaire à leur développement. Un nombre important d'espèces appartient à ce groupe. De ce fait, la solution du sol peut être donc à pH neutre contenant une petite quantité de calcaire à plus ou moins acide. Les espèces concernées par ce type de milieu sont : ex. : *Aleuria aurantia*,

Clitocybe candicans, *Psathyrella candolleana*, *Delicatula integrella*, *Laccaria lateritia*, *Mycena pura var. ianthina*, *Russula cyanoxantha* ; signalant que les corrélations ici sont significatives avec une teneur en calcium élevé variant de 13,96 à 33,04 meq/100g.

TABLEAU 31 : Corrélations significatives espèces – variable teneur en Calcium (Ca) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (16 espèces sur un total de 79).

Espèces	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Cl5	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Aleuria aurantia	0	0	2	5	0	0,797	9,93	0,043
Boletus chrysenteron	1	0	1	0	1	0,480	9,42	0,050
Bovistella radicata	1	3	0	1	0	0,663	10,86	0,028
Clitocybe candicans	0	0	3	6	0	0,894	9,46	0,050
Psathyrella candolleana	1	0	4	2	2	0,654	9,50	0,045
Delicatula integrella	1	0	0	1	1	0,480	9,49	0,050
Astraeus hygrometricus	1	3	0	0	0	0,579	14,70	0,006
Laccaria lateritia	0	1	3	8	0	0,978	13,04	0,011
Lactarius deliciosus var. atrovirens	0	2	0	0	0	0,362	10,31	0,035
Lycoperdon molle	1	3	0	0	0	0,579	14,70	0,006
Macrolepiota procera	1	2	0	1	1	0,563	9,45	0,050
Mycena pura var. ianthina	0	0	0	3	0	0,480	9,44	0,050
Russula cyanoxantha	1	0	1	0	1	0,480	9,42	0,050
Scleroderma citrinum	1	2	0	0	0	0,480	10,67	0,030
Tremella mesenterica	1	0	8	4	2	0,999	9,36	0,050
Tricholoma equestre	0	2	0	0	0	0,362	10,31	0,035

Cl1 : Classe « Teneur en calcium très faible » - **Cl2 :** Classe « Teneur en calcium faible »
Cl3 : Classe « Teneur en calcium modérée » - **Cl4 :** Classe « Teneur en calcium élevée »
Cl4 : Classe « Teneur en calcium très élevée »

I-2-2-9-Corrélations abondance des carpophores – variable teneur en Azote total (N) :

Les résultats des corrélations Espèces – Variables environnementales « Teneur en Azote » représentés dans le tableau 32, montrent clairement une influence significative de la concentration en azote dans le sol et la répartition des champignons récoltés, vu que nous observons 20 espèces corrélées significativement. De ce fait, nous pouvons constater que l'azote avec le carbone organique

jouent un rôle primordial dans la distribution des champignons au niveau des différentes placettes visitées.

Comme pour les autres facteurs cités précédemment, nous observons des corrélations significatives avec les teneurs faibles et les teneurs élevés des paramètres chimiques du sol.

Les espèces corrélées significativement avec les teneurs faibles en azote sont : *Amanita rubescens*, *Bovistella radicata*, *Astraeus hygrometricus*, *Macrolepiota excoriata, Lycoperdon molle*, *Scleroderma citrinum*, *Tricholoma equestre*. Ces macromycètes ne sont rencontrés que dans les stations à sols pauvres en azote. La teneur en azote mesurée est comprise entre 0,04 – 0,14.

Les espèces corrélées avec les teneurs élevées en azote, au nombre de 13 sont : *Amanita pantherina*, *Cantherallus cibarius*, *Clitocybe candicans*, *Clitocybe phaeophtalma var. werneri*, *Cortinarius olidovolvatus*, *Cyathus olla*, *Delicatula integrella*, *Geoglossum coockeianum*, *Helvella crispa*, *Hypholoma fasciculare*, *Tremella mesenterica, Ramaria flaccida, Volvariella gloiocephala*. Ces champignons ont été récoltés dans des stations à sols riches en azote dont la teneur varie entre 0,25 – 0,99.

Nous pouvons noter que *Volvariella gloiocephala* est citée dans la littérature comme une espèce nitrophile.

Cependant, nous pouvons noter également, que les deux espèces *Tremella mesenterica* et *Ramaria flaccida* tolèrent les concentrations modérées en azote allant de 0,24 à 0,25.

Nous pouvons constater également que 80% des espèces corrélées significativement sont des espèces mycorhiziques. De ce fait, les champignons mycorhiziens sont extrêmement sensibles à l'action des substances azotées, sachant que la majorité des stations visitées appartiennent aux classes « Teneur modérée en azote » et « Teneur élevée en azote » avec respectivement 15 et 8 stations pour chaque classe.

TABLEAU 32 : Corrélations significatives espèces – variable teneur en Azote total (N) : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (20 espèces sur un total de 79).

Espèces	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Cl5	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Amanita pantherina	0	0	5	0	1	0,536	9,40	0,050
Amanita rubescens	1	3	0	0	0	0,536	13,05	0,011
Bovistella radicata	2	3	0	0	0	0,663	11,71	0,020
Cantherallus cibarius	0	0	5	3	0	0,850	9,84	0,050
Clitocybe candicans	0	0	3	2	4	0,694	9,84	0,050
Clitocybe phaeophtalma var.	0	0	2	4	1	0,797	9,41	0,050

werneri								
Cortinarius olidovolvatus	0	0	5	3	0	0,650	9,84	0,050
Cyathus olla	0	0	3	4	0	0,650	9,65	0,042
Delicatula integrella	0	0	0	2	2	0,480	9,79	0,050
Astraeus hygrometricus	2	2	0	0	0	0,579	14,98	0,005
Geoglossum coockeianum	0	0	1	0	3	0,579	11,26	0,024
Helvella crispa	0	0	2	3	0	0,663	9,02	0,043
Hypholoma fasciculare	0	0	3	1	4	0,850	9,90	0,042
Macrolepiota excoriata	2	3	0	0	0	0,663	9,91	0,050
Lycoperdon molle	2	2	0	0	0	0,579	14,98	0,005
Ramaria flaccida	0	0	4	0	0	0,479	9,59	0,048
Scleroderma citrinum	2	1	0	0	0	0,480	11,03	0,026
Tremella mesenterica	0	0	9	4	1	0,999	10,90	0,027
Tricholoma equestre	1	1	0	0	0	0,362	9,94	0,038
Volvariella gloiocephala	0	0	2	1	3	0,536	9,64	0,050

Cl1 : Classe « Teneur en azote très faible » - **Cl2 :** Classe « Teneur en azote faible »

Cl3 : Classe « Teneur en calcium azote modérée » - **Cl4 :** Classe **«** Teneur en azote élevée **»**

Cl4 : Classe **«** Teneur en azote très élevée **»**

I-2-2-10-Corrélations abondance des carpophores – variable texture du sol :

D'après les résultats de l'ACM « Stations – Variables environnementales », nous avons pu constater que la texture du sol joue un rôle très important dans la description des stations visitées ; et peut être associée avec d'autres facteurs tels que : la caractérisation hydrique, la teneur en cations échangeables et également l'occupation végétale.

Cependant, et d'après les résultats obtenus des corrélations représentées dans le tableau 330, nous constatons que cette variable n'influence pas directement sur la répartition des champignons récoltés, vu que nous avons que 11 espèces corrélées significativement.

TABLEAU 33 : Corrélations significatives espèces – variable texture du sol : Les espèces ayant des corrélations significatives pour p ≤ 0,05 (11 espèces sur un total de 79).

Espèces	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Cl5	Entropie	Khi2	Probabilité (p)
Boletus chrysenteron	2	0	0	0	1	0,480	9,83	0,043
Helvella crispa	2	3	0	0	0	0,463	9,03	0,042
Hydnum rufescens	1	3	0	0	0	0,479	9,44	0,047
Inocybe muricellata	0	1	1	0	1	0,480	14,62	0,006

Laccaria lateritia	6	5	1	0	0	0,978	9,01	0,048
Lactarius deliciosus var. atrovirens	1	0	0	1	0	0,562	9,50	0,046
Macrolepiota mastoidea	1	0	1	1	0	0,480	9,03	0,048
Mycena amicta	1	1	0	1	3	0,480	9,83	0,043
Mycena pura var. ianthina	0	2	1	0	0	0,480	9,23	0,050
Ramaria aurea	2	3	0	0	0	0,663	9,03	0,046
Russula cyanoxantha	2	0	0	0	1	0,480	9,83	0,043

Cl1 : Classe « Teneur en azote très faible » - **Cl2 :** Classe « Teneur en azote faible »

Cl3 : Classe « Teneur en calcium azote modérée » - **Cl4 :** Classe **«** Teneur en azote élevée **»**

Cl4 : Classe **«** Teneur en azote très élevée **»**

Nous avons essayé à travers les résultats obtenus d'adopter une démarche, qui consiste à rechercher les affinités écologiques des champignons à partir des facteurs environnementaux recueillis sur l'ensemble des relevés et ayant des corrélations significatives. Donc, à l'aide des données environnementales, nous pouvons définir les groupements d'espèces caractéristiques des différents types de milieux, analogue à une classification de type phytosociologique, fondés sur les associations de carpophores.

Cette démarche, dans la mesure où elle aboutit à des résultats comparables aux typologies fondées sur la végétation ou/et les facteurs environnementaux, peut permettre d'ajouter des éléments descriptifs à une classification écologique parfois difficile à interpréter.

L'influence des différents facteurs (altitude, pH, caractère hydrique, degré d'humification, les cations échangeables) sur les espèces a été évaluée à travers les corrélations espèces – facteurs.

Les corrélations obtenues précédemment permettent d'établir une liste d'espèces par groupements végétaux, à partir des associations obtenues en prenant en considération les facteurs environnementaux ayant le plus grand nombre de corrélations significatives. Ces regroupements (les corrélations fortes) sont restrictifs mais permettent de préciser les espèces les plus représentatives de ces associations.

Les espèces associées aux aulnaies : à travers les corrélations obtenues nous avons pu déterminer que ces stations sont caractérisées par :

- pH plus ou moins acide compris entre 5,6 – 6,5
- Teneur en calcium comprise entre 11,29 – 28,59 Meq/100g appartenant à la classe « Teneur élevée en Calcium ».
- Teneur en azote supérieur à 50% (appartenant à la classe « Teneur très élevée en azote ».
- Teneur en matière organique supérieur à 4% (appartenant à la classe « Teneur élevée en carbone organique ».
- Texture du sol : argile < 5% correspondant à une texture sablonneuse.
- Caractérisation hydrique variant entre « Affleurant » et « Inondé »

Les espèces caractéristiques de ces milieux sont : *Alnicola escharoides*, *Alnicola umbrina*, *Alnicola celluloderma*, *Abortiporus sp., Agaricus porphyrizon, Alnicola inculta, Bjerkandera adusta, Bolbitius titubans var. olivaceus, Callistosporium sp., Clitocybe truncicola, Coriolopsis cf. gallica, Delicatula integrella, Galerina triscopa, Gloeoporus dichrous, Hypocrea sp., Hypoxylon sp., Lactarius omphaliformis, Lactarius obscuratus, Physisporinus vitraeus, Rickenella fibula, Tomentella cf. sublilacina, Tomentella cf. ellisii, Trametes ochracea* et *Vuilleminia alni.*

Dans ce bois hygrophile, avec la dominance de l'aulne, nous avons récolté un nombre très important de champignons parmi lesquelles des espèces spécifiques à ce milieu (liste citée ci-dessus). Les champignons rencontrés présentent des affinités bien marquées avec à la fois un biotope humide et un peuplement d'aulnes. La majorité des espèces sont mycorhiziques et exclusives de l'aulne.

Cependant, nous pouvons faire ressortir les espèces retrouvées uniquement aux bordures des aulnaies, où le sol n'est pas saturé en eau et indiquant un assèchement de ces milieux, à savoir : *Gyrodon lividus*, *Lactarius obscuratus*, *Paxillus filamentosus*. Nous pouvons donc faire distinguer ces espèces en un sous-groupe en prenant en considération la caractérisation hydrique « Affleurant » comme un facteur descriptif.

De ce fait, il serait tentant également, de distinguer les espèces alnicoles oligotrophes, mésotrophes et eutrophes à partir de ces analyses ; mais le pH ne détermine pas le niveau trophique des sols, avant tout, déterminé par le niveau de l'azote et en phosphore et par l'oxygénation de l'eau (Duchauffour, 1995). Toutefois, Laplace-Dolonde (1992) caractérise le niveau trophique des histosols par les valeurs de pH suivantes :

- Eutrophes : pH > 6
- Mésotrophes : 4,5 < pH < 6
- Oligotrophes < 4,5

En prenant en considération les valeurs du pH mesurés (pH > 6), nous pouvons inclure les placettes visitées dans la catégories des aulnaies indifférentes ou neutroclines, avec le cortège des espèces suscitées.

Les espèces associées aux chênaies haute altitude : il s'agit de bois de chênes liège et zen, ces stations sont caractérisées par :

- pH neutre compris entre 6,38 – 6,66
- Teneur en calcium comprise entre 5 – 10 Meq/100g appartenant à la classe « Teneur modérée en Calcium »
- Caractérisation hydrique appartenant à la classe « Humide ».
- Teneur en azote comprise entre 25 – 50% (appartenant à la classe « Teneur élevée en azote »
- Teneur en matière organique comprise entre 2,5 – 3,1% (appartenant à la classe « Teneur modérée en carbone organique ».
- Texture du sol : argile > 20% correspondant à une texture argilo-limoneuse.

Ces stations renferment les deux espèces les plus remarquables : *Amanita caesarea* et exceptionnellement dans la région, la très curieuse *Amanita virosa* qui rappelons-le n'apparaît commune que dans le Nord de l'Europe.

Les espèces associées aux chênaies basse altitude : il s'agit d'un bois de chêne liège, qui recèle le plus grand nombre de champignons récoltés durant la période d'étude, observés principalement au niveau de la réserve de Brabtia.

Ces stations sont caractérisées par :

- pH neutre compris entre 6,6 – 7,3
- Teneur en calcium comprise entre 11,29 – 28,59 Meq/100g appartenant à la classe « Teneur élevée en Calcium ».
- Caractérisation hydrique appartenant à la classe « Humide »
- Teneur en azote comprise entre 25 – 50% (appartenant aux deux classes « Teneur modérée et élevée en azote ».
- Teneur en matière organique comprise entre 2,5 – 3,1% (appartenant à la classe « Teneur modérée en carbone organique ».
- Texture du sol : argile > 5% correspondant à une texture sablo-argileuse.

Les relations mycorhiziques assez étroite avec le Chêne sont attestées par la présence de *Collybia marasmioides, Cortinarius olidovolvatus, Cortinarius rickenii, Collybia dryophila, Gymnopilus suberis, Gymnopilus spectabilis f. minor, Armillaria gallica, Boletus aereus, Boletus regius, Cantherallus cibarius, Clavulinopsis subtilis, Clitocybe truncicola, craterellus cinereus, Crepidotus cesatii, Cyathus olla, Echinoderma asperum, Hydropus floccipes, Hygrocybe conica var. chloroides, Hygrocybe pratensis var. donadinii, Lactarius rugatus, Lactarius serifluus, Marasmius collinus, Mycena algeriensis, Stropharia coronilla*.

C'est le milieu le plus riche en Russules avec *Russula badia, Russula cyanoxantha, Russula delica, Russula amoenicolor, Russula amoena* f. *citrina, Russula fragilis, Russula odorata et Russula galochroides*.

Ces stations renferment également un assez grand nombre d'espèces d'Amanites dont *Amanita muscaria*, *Amanita aspera, Amanita pantherina, Amanita mairei*.

Les espèces associées aux pinèdes : les stations concernées correspondent à des plantations de pins (Pin pignon et de Pin maritime), elles sont caractérisées par :

- pH plus ou moins acide compris entre 5,6 – 6,5

- Teneur en calcium comprise entre 0,04 – 4,93 Meq/100g appartenant à la classe « Teneur faible en Calcium ».
- Teneur en azote comprise en 5 - 15% (appartenant à la classe « Teneur faible en azote ».
- Teneur en matière organique comprise entre 1 – 1,6% (appartenant à la classe « Teneur faible en carbone organique ».
- Texture du sol : argile < 5% correspondant à une texture sablonneuse.
- Caractérisation hydrique appartenant à la classe « Sec »

Comme nous pouvons le remarquer, ces stations sont pauvres en humus, en cations échangeables et en azote. Malgré ces conditions, nous avons pu constater une diversité fongique importante.

L'affinité des espèces de champignons aux conifères et plus précisément pour les pins est démontrée par la présence de : *Amanita gemmata, Boletus chrysenteron, Bovista dermoxantha, Bovistella radicata, Conocybe dunensis, Amanita rubescens, Boletus erythropus, Clitocybe meridionalis, Clitocybula lenta, Psathyrella spadiceogrisea, Calvatia utriformis, Crucibulum laeve, Cystolepiota seminuda, Astraeus hygrometricus, Geastrum campestre, Gyroporus castaneus, Lactarius deliciosus var. atrovirens, Macrolepiota excoriata, Lycoperdon molle, Lycoperdon perlatum, Lycoperdon pyriforme, Chlorophyllum rhacodes, Chlorophyllum brunneum, Macrolepiota procera, Macrolepiota phaeodisca, Mycena amicta, Mycena chlorinosma, Mycena pseudocorticola, Mycena meliigena, Mycena grisenilla, Russula badia, Scleroderma citrinum, Scleroderma meridionale, Scleroderma verrucosum, Suillus mediterraneensis, Telephora caryophyllea, Tricholoma caligatum.* Nous pouvons citer également la remarquable *Micromphale perforans* poussant sur aiguilles de Pins.

Les espèces associées aux prairies humides ou milieux découverts : ces stations sont caractérisées par

- pH neutre compris entre 6,2 – 6,66
- Teneur en calcium comprise entre 0,04 – 4,93 Meq/100g appartenant à la classe « Teneur faible en Calcium ».
- Teneur en azote comprise en 5 - 15% (appartenant à la classe « Teneur faible en azote ».
- Teneur en matière organique comprise entre 1 – 1,6% (appartenant à la classe « Teneur faible en carbone organique ».
- Texture du sol : non prise en considération.
- Caractérisation hydrique appartenant aux classes « Sec » et « Humide ».

Les milieux ouverts sont à la fois les plus caractéristiques et les plus pauvres en nombre d'espèces. Les espèces qui fructifient dans ces milieux sont pour la plupart inféodées aux plantes herbacées ou à l'humus, et souvent dominantes sur les espèces à large répartition.

Cependant, nous avons pu récolter des espèces spécifiques à ces stations à savoir : *Agaricus campestris*, *Agrocybe pediades*, *Clitocybe dealbata*, *Clitocybe candicans*, *Calvatia utriformis*, Entoloma sericeum, *Entoloma serrulatum*, *Hygrocybe pratensis*, *Macrolepiota mastoidea*, *Panaeolus sphinctrinus*, *Bovista plumbea*, *Entoloma undatum*, *Hygrocybe conica*, *Lepiota alba*, *Lepiota brunneoincarnata*, *Lepiota subalvigata*, *Mycena aetites*, *Stropharia coronilla*, *Agaricus pseudolutosus*.

Il est à signaler, que nous pouvons retrouver des espèces communes appartenant au groupe précédent (associées aux pinèdes), sachant qu'au niveau des pinèdes, le sol est nu et sablonneux.

Nous pouvons conclure, que les boisements de basse altitude sont les mieux caractérisées par leur cortège mycorhizique. De fait, en terme de diversité spécifique (nombre d'espèces) et fonctionnelle (nombre de mycorhiziques), les milieux boisés de plaine présentent un intérêt biologique à leurs homologues en altitude.

DISCUSSION GENERALE

Les champignons sont parmi les êtres vivants les moins bien connus. Si le nombre d'espèces recensées avoisine 70 000, on estime actuellement un total de 1,5 million d'espèces fongiques peuplent notre planète. Cette méconnaissance de la biodiversité fongique et ses conséquences ont été analysées, par Hawksworth (2004) et Watling (1992). L'oubli, souvent pur et simple, des champignons dans les évaluations conservatoires et dans la réalisation de plans de gestion ou de protection de biotopes (parfois sur de très grandes unités phyto-géographiques) est très grave, en raison de leur importance fonctionnelle. Qu'il nous soit permis d'insister sur une des raisons de cet état de fait : les champignons font partie d'un règne autonome (*Fungi*) et leur étude nécessite une approche originale dont quelques-uns des facteurs importants. Or, la plupart des travaux d'inventaire et d'évaluation patrimoniale font appel à des botanistes, chargés, dans l'esprit des demandeurs, d'étudier les "plantes", dans un concept large et traditionnel. Or, les botanistes inventorient les *Vegetalia*. Les champignons sont donc presque systématiquement omis (ou traités par des non-spécialistes, ce qui revient au même) et leur importance passe totalement inaperçue. Il faut actuellement rétablir avec force, aux organismes demandeurs de données inventoriales ou/et patrimoniales, que les champignons doivent être considérés séparément, dans tous les programmes concernant la biodiversité quantitative ou/et qualitative. Leur étude doit être spécialement confiée à des mycologues. Certes, il n'existe pas beaucoup de mycologues à l'échelle nationale mais des formations ont commencé à être initiées et plusieurs institutions ou grands organismes (Parcs nationaux, bureaux d'étude, direction de la recherche, etc) font appel à des mycologues pour participer, de manière spécifique, à des programmes pluridisciplinaires d'évaluation patrimoniale, fonctionnelle ou conservatoire. Mais cela reste, pour le moment, une minorité des cas ; beaucoup d'études occultent encore purement et simplement l'aspect mycologique.

Il est bien connu que les champignons, par leur mode de vie et leurs particularités biologiques, constituent un règne réfractaire, ou tout au moins très difficile d'accès, lorsqu'on veut en aborder l'étude sous l'angle des évaluations quantitatives (et *a fortiori* qualitatives).

Envisagés dès 1952 par Haas, les principaux paramètres responsables de cette difficulté sont analysés par Courtecuisse (1988) puis par Arnolds (1992). Nous pouvons les résumer de la façon suivante, en les étoffant de quelques éléments complémentaires, plus particulièrement relatifs aux espèces mycorhiziques :

- Les sporophores (ou carpophores), seuls témoins directs de la présence d'une espèce donnée (le mycélium est presque toujours enfoui et invisible), sont d'apparition fugace dans la plupart des cas (quelques heures à quelques jours, rarement davantage) ;
- L'apparition des sporophores est l'objet d'une périodicité régie par des cycles biologiques souvent complètement méconnus (une espèce donnée peut produire ses sporophores toutes les x années, par "programmation" phénologique) ;

- Un autre problème concerne les espèces hypogées, dont les sporophores souterrains restent invisibles. Or, toutes les espèces hypogées sont mycorhiziques ! Ce groupe a été extraordinairement sous-évalué, jusqu'à présent, dans les études de mycologie forestière.

Nous devrons signaler que toutes les espèces fongiques établissant cette relation symbiotique avec des arbres ne répondent pas au même type de mycorhize. Si la grande majorité constitue des ectomycorhizes, on rencontre également des arbres à endomycorhizes, le Frêne par exemple (Arnolds, 1992). De ce fait, nous confirmons les résultats de nos prospections, où au niveau de la station « Frênaie de Bouteldja », nous n'avons observé d'espèces ectomycorhiziques ce qui nous a empêché de calculer le spectre biologique.

Au sein d'un même écosystème et parfois autour d'un seul et même arbre, un phénomène de succession ou même de concurrence peut intervenir entre les différents types de mycorhizes.

Cela a été mis en évidence, par exemple, chez les Aulnes (Beddiar, 1984 ; Belouahem et *al.*, 2009), les *Helianthemum* (Read *et al.*, 1977), les *Eucalyptus* (Lapeyrie et Chilvers, 1985 ; Chilvers *et al.*, 1987), les Peupliers et les Saules (Lodge et Wentworth, 1990). Les résultats que nous avons obtenus confirment les travaux de recherche réalisés par les auteurs, où nous avons établi une liste d'espèces spécifique pour chaque recouvrement végétal.

Les différents types de mycorhizes et les rapports complexes et dynamiques pouvant exister entre eux sont donc à l'origine d'une complexité fonctionnelle supplémentaire au sein des écosystèmes forestiers, en relation avec la biodiversité fongique.

En dehors du fait qu'elle est souvent difficile à appréhender, la notion de diversité fongique au sein des écosystèmes forestiers se trouve sous la dépendance de plusieurs facteurs.

Selon nos propres observations et en accord avec Darimont (1973), la composition des communautés fongiques est déterminée hiérarchiquement par :

- Les formations végétales, principalement par la nature des essences-hôtes, connectées aux symbiotes ectomycorhiziens qui leur sont liés. À ce niveau, le degré de spécificité ou de particularisme du champignon vis-à-vis de l'arbre sera déterminant. Nous verrons également que la maturité du peuplement forestier pourra être prépondérante pour l'expression d'une certaine biodiversité en champignons.
- Le facteur édaphique où la nature du sol, sa composition, sa richesse en bases ou en matière organique, son pH ou son extrême pauvreté trophique peuvent être déterminants pour régler la présence ou l'absence de certaines espèces de champignons et l'expression d'une plus ou moins grande diversité fongique. Les facteurs du climat ou du microclimat (qui régissent la répartition chorologique des champignons) peuvent apporter de profondes modifications dans la mycoflore pour une même essence sujette à différents climats ou à différentes situations altitudinales : plaine ou montagne.

Selon un schéma général (Dighton et Mason, 1985), on peut constater globalement un enrichissement de la biodiversité de la mycoflore jusqu'à un certain stade de maturité du peuplement forestier souvent relié à la fermeture de la canopée et variable selon les essences ligneuses considérées.

Au-delà, dans la phase de vieillissement ou de sénescence de l'écosystème, il se produit un appauvrissement plus ou moins lent de cette biodiversité au profit d'un enrichissement sensible en espèces saprophytes, tendant à supplanter en partie les espèces symbiotiques. Ces espèces biologiquement différentes sont en étroite liaison avec l'enrichissement et l'accumulation de la litière organique ou de la biomasse et des changements qualitatifs de la matière organique. Une corrélation positive entre l'âge des arbres et le nombre des espèces de champignons lignicoles devrait être plus vraisemblable à cause de l'accroissement de bois mort et l'augmentation de microhabitats et l'accumulation du substrat. Le spectre biologique calculé à partir de la comparaison du mode de vie des différentes espèces récoltées au niveau de la même station a pu nous donner des explications préliminaires sur la composition fongique des différents milieux, et confirmer par la suite à travers les corrélations réalisées ; la disponibilité effective en biomasse est largement influencée par les pratiques d'exploitation forestière. Nous pouvons citer l'exemple des stations d'aulnes, où le cortège fongique diffère du centre des aulnaies où les sujets sont beaucoup plus jeunes qu'au niveau de la périphérie, avec l'installation de mycoflore décrivant un asséchement et un vieillissement de ces milieux.

Cependant, la généralisation de ce schéma demande à être quelque peu modulée (Arnolds, 1991) quant à la diminution de la biodiversité des champignons mycorhiziens dans des vieux peuplements forestiers et en fonction du vieillissement des écosystèmes. En effet, Bendiksen (1981), en Norvège, trouve que la diversité en espèces mycorhiziennes dans des vieux peuplements de *Pinus sylvestris* n'est pas différente de celle observée dans de plus jeunes peuplements âgés de 20 ans. Par contre, Arnolds (1991) a observé un nombre d'espèces mycorhiziennes dans plusieurs peuplements adultes de *Pinus* (50-80 ans), sur sols sableux très pauvres, plus grand que celui rapporté par Termorshuizen et Schaffers (1987) dans de jeunes plantations de 5 à 10 ans.

Ce site peut être comparé à la station de la pinède de Tonga, où nous avons constaté également une pauvreté du sol en matière organique, en cations échangeables et azote organique, avec une richesse en espèces et en individus.

D'autre part, ces mêmes auteurs ont démontré que les phénomènes de succession et de diversité de la mycoflore étaient non seulement liés avec l'âge des arbres, mais également avec l'âge de la forêt, c'est-à-dire au niveau de génération du peuplement.

L'ensemble de ces observations suggère, d'après Arnolds (1991), qu'il est prématuré d'énoncer des conclusions générales sur les changements dans la diversité spécifique de la mycoflore, au cours de la succession forestière. Apparemment l'accroissement de la diversité spécifique dans les

champignons mycorhiziens est plus complexe que le modèle décrit par Dighton et Mason (1985) et dépend du traitement de la forêt (rotation, plantation ou spontané), de l'exploitation et des effets de la pollution atmosphérique.

Tout d'abord, il est assez unanimement reconnu que les champignons mycorhiziens sont plus étroitement dépendants de la nature de leur environnement biotique que les champignons saprophytes, à plus grande amplitude trophique et relativement tolérants. Même si des spécificités étroites existent également, ces derniers pourront s'adapter et coloniser souvent plusieurs sources de substratums, d'origine forestière parfois très différente.

Plusieurs exemples peuvent illustrer cette ubiquité chez les champignons saprophytes, notamment les communautés fongiques nitratophiles qui peuvent coloniser aussi bien les écosystèmes forestiers fixateurs d'azote, que des milieux préforestiers rudéralisés, fortement enrichis en azote, les composts végétaux ou d'origine animale, etc. À l'inverse, l'électivité des champignons mycorhiziens est beaucoup plus forte et, si beaucoup d'entre eux sont capables de coloniser plusieurs essences, certains peuvent être étroitement attachés et fidélisés à un seul hôte (Molina *et al.*, 1992). Ces cas de spécificité étroite concernent à la fois quelques champignons que nous avons cités dans les chapitres précédents, par exemple des espèces appartenant aux genres *Suillus*, *Lactarius*, *Terfezia, Alnicola, Hebeloma*, et certaines essences, sujettes à développer un particularisme exacerbé cas de l'Aulne, Chênes, Pins, Cistes, Hélianthèmes, etc.)

Cette spécificité étroite peut être parfois élargie à plusieurs hôtes s'il s'agit d'un peuplement mixte ou mélangé (Molina *et al.*, 1992).

Si, au sein de l'écosystème, la nature du peuplement joue un rôle prépondérant sur la composition de la flore fongique qui lui est liée, l'impact du facteur sol reste primordial en régulant très fortement la composition spécifique des communautés fongiques. L'existence d'une préférence édaphique de beaucoup de champignons a été maintes fois observée et mise en évidence par plusieurs auteurs et confirmées à travers les résultats obtenus. À titre d'exemple, le cortège des aulnaies est profondément différent de celui des chênaies, même si quelques espèces dominantes considérées ubiquistes se montrent tolérantes ou indifférentes vis-à-vis du sol. Danielson et Visser (1989) utilisent le terme de "soil specificity" pour indiquer l'importance du facteur sol dans le développement des champignons.

CONCLUSION GENERALE

L'étude de l'écologie et la taxinomie des champignons n'a jamais été initié dans le Parc National d'El Kala, pour ne pas dire en Algérie, à l'exception de quelques travaux d'inventaires réalisés par le département de protection de la faune et de la flore dans le cadre de leur programme d'action, en établissant un simple listing sans suite.

L'inventaire de cette mycoflore remonte au début des années trente du siècle dernier en Afrique du Nord et a connu des périodes d'arrêt durant la deuxième guerre mondiale. A part les travaux de Maire (1913, 1937), Malençon et Bertault (1970,1975), et Bertault (1978a, 1978b et 1979), aucune étude n'a été entreprise dans cette région. Dans ce travail de recherche nous avons regroupé toutes les informations relatives aux travaux d'inventaires effectués dans cette partie du continent et exploité toutes les données pour les rendre utiles dans l'interprétation de nos résultats.

Au départ, nous disposions d'information ni sur la phénologie des champignons, ni sur l'intérêt des sites, ni même sur la présence ou absence éventuelle des espèces sur les stations visitées du Parc National d'El Kala. La méconnaissance initiale de ces milieux, nous a donc conduit à prendre le plus large éventail possible de stations et à recueillir le plus grand nombre possible de données, avec l'espoir que quelques une d'entre elles apportent des éclaircissements sur l'écologie des champignons dans cette région.

A la lumière des résultats obtenus, 304 espèces ont été recensées au niveau du Parc National d'El Kala. La nomenclature des espèces a été actualisée à l'aide des données scientifiques et rangées suivant les principaux radicaux de la classification des champignons. A travers ces résultats**, 23** espèces rencontrées sont nouvellement signalées dans le territoire du Parc et par conséquent en l'Algérie :

Pluteus salicinus, Panaeolus fimicola, Panaeolus sphinctrinus, Psilocybe coprophila, Simocybe centunculus, Cortinarius orellanus, Gymnopilus penetrans, Entoloma serrulatum, Clitocybe decembris, Laccaria lateritia, Mycena chlorinosma, Mycena erubescens, Rickenella fibula, Mycena pseudocorticola, Mycena pura f. alba, Mycena speirea, Crepidotus applanatus, Hygrocybe conica var. chloroides, Suillus mediterraneensis, Paxillus filamentosus, Russula amoena f. *citrina, Russula amoenicolor* et *Russula badia*.

Nous avons rencontré des difficultés à identifier quelques espèces récoltées, soit à cause d'un nombre insuffisant de carpophores, soit ces champignons appartiennent à des genres difficiles, ou parfois même l'incapacité de conserver des spécimens de ces échantillons afin de les transmettre aux mycologues (Pierre ROUX, etc.). Les espèces non déterminées n'ont pas été pris en considération dans l'étude myco-écologique, parmi elles : *Abortiporus sp.*, *Clavaria sp., Conocybe sp., Cortinarius sp., Entoloma sp., Galerina sp., Gymnopilus sp., Hypocrea sp., Hypoxylon sp., Hohenbuehelia sp., Lactarius sp., Pholiota sp., Pluteus sp., Psathyrella sp., Tricholoma sp., Tubaria sp., Tomentella sp., Tremella sp.* et *Vascellum sp*.

L'étude mycologique des milieux visités s'est révélée extrêmement riche en information sur la présence et l'écologie des champignons au niveau du Parc National d'El Kala. Nous avons dû, parfois à regret, faire un tri parmi les résultats statistiques, les corrélations, les différentes méthodes de calcul statistique afin de sélectionner les plus pertinentes, pour décrire au mieux l'écologie des champignons dans cette zone. Et surtout, nous avons dû renoncer, par manque de place et de temps, à accompagner ce mémoire d'une partie descriptive des 304 champignons recensés sur les différents sites d'étude au cours de ces années de prospection.

Le programme de travail que nous avons défini était ambitieux, puisqu'il comportait en moyenne 60 visites par année et par station, sur les 36 stations et durant 6 années de prospections.

Le résultat a dépassé nos espérances, et, dans une certaine mesure, nos capacité de travail. La masse considérable d'informations recueillies a pu cependant être analysée comme nous l'espérions, et s'est prêtée très favorablement à diverses explorations statistiques. Les opportunités offertes par cette quantité inespérée de données (304 espèces identifiées et récoltées sur 36 stations et corrélées avec 11 facteurs environnementaux), nous a incité à l'exploiter de la manière la plus synthétique possible.

L'analyse myco-écologique des champignons a été conduite par méthodes de tableaux de corrélations. Cette forme d'analyse simple s'est révélée bien adaptée à la forme de données, et a permis de définir l'influence des divers facteurs, biotiques et abiotiques (altitude, pH, humidité, niveau de dégradation de la matière organique, végétation, etc.) sur chacune des espèces prise indépendamment de son milieu. A ce niveau d'analyse, seul le choix des variables environnementales a pu constituer une limite à la pertinence de l'analyse.

Cette étude s'est révélée applicables à nos relevés. Le nombre de placettes analysables nous a paru tout juste suffisant pour mener à bien cette étude.

Le système de myco-écologie auquel nous avons abouti est encore imparfait, en raison de la présence de placettes mixtes, de petits arbres disséminés dans les milieux ouverts, et de quelques autres artefacts de terrain difficile à identifier à priori et à contourner. Néanmoins, nous pensons avoir pu définir, avec cohérence, les principales associations des carpophores mises en évidences par les analyses statistiques, et à les replacer dans une description dynamique du milieu.

Ces analyses écologiques de champignons paraissent apporter des informations supplémentaires non négligeables à la description des milieux étudiés. L'une d'entre elle, caractéristiques des milieux humides ou tourbeux, décrit un habitat avec un cortège fongique assez spécifique, et un nombre très important en espèces. Les milieux en boisement avec un sous-bois représentent des stations favorables pour la présence conjointe d'espèces mycorhiziques et saprotrophes. Ces unités écologiques nous paraissent bien définies par les champignons et méritent une attention particulière pour la forte diversité en espèces. En revanche, les relevés effectués au niveau des prairies humides n'ont guère contribué à clarifier une syntaxinomie de cette classe de végétation, qui sélectionne aussi fortement les champignons que les végétaux ; en dehors des espèces les plus tolérantes, présentes dans toutes les placettes (*Agaricus campestris*, *Agrocybe pediades*, *Clitocybe dealbata*, *Clitocybe candicans*, etc.), c'est surtout l'absence de certaines espèces déterminantes qui caractérise ces milieux.

Enfin ces analyses ont attiré notre attention sur quelques espèces semblant sortir de ce contexte, ayant leur répartition propre en relation avec un mode de vie particulier. Il s'agit de *Anthracobia melaloma*, *Anthracobia macrocystis*, *Pholiota highlandensis*, dont le mode de vie semble les exclure des autres communautés saprotrophes, mycorhiziques et bryotrophes. Elles peuvent être considérées comme des espèces carbonophiles (poussant dans les zones incendiées). Nous pouvons citer également *Panaeolus papilionaceus*, *Panaeolus sphinctrinus*, *Panaeolus campanulatus*, *Panaeolus fimicola*, ce sont des espèces fimicoles, poussant principalement sur les excréments d'animaux (bovins, ovins, etc.).

Le nombre de visites annuelles et la durée de la visite doivent être très précisément définis avant le démarrage d'une étude myco-écologique ; sur la base de nos relevés, la moyenne des visites nécessaires pour une représentativité acceptable correspond à 24 visites réparties sur 2 (ou max 3) ans.

L'échantillonnage prévu au départ, et adapté spécifiquement à la structure mosaïque du milieu d'étude (surfaces de taille variable de 1000 à 5000m^2), s'est révélée efficace et a rempli les objectifs assignés initialement. Nous pensons que ce protocole est applicable aux milieux ouvert où la végétation est identifiable *in visu*. Dans le cas de notre travail, nous avons adopté une méthode personnalisée par « échantillonnage stratifié sur unité homogène de végétation » qui a permis à la fois un recensement quasi exhaustif des espèces sur les placettes, et la comparaison des 36 stations entre elles ; mais nous sommes conscient d'avoir pris un risque méthodologique, et nous conseillons, dans la mesure du possible, une période préliminaire d'un an avant de fixer le choix d'une méthode d'étude à plus long terme.

Ce travail nous a semblé ouvrir de nouvelles perspectives d'étude au niveau du Parc National d'El Kala, à travers des milieux souvent négligés par les mycologues. Ainsi, les pinèdes révèlent une diversité extrême en champignons malgré la pauvreté des sols en éléments minéraux et en matière organique. La découverte également d'espèces exclusives des stations d'aulnes, où nous avons pu identifier des champignons qui sont considérés comme des bio-indicateurs de la bonne santé de ces milieux.

Les implications de notre analyse sur la gestion conservatoire des milieux sont délicates à établir. L'évaluation patrimoniale représente l'application la plus directe : la diversité des espèces, établie par type de végétation, ou même la caractérisation de la myco-écologie, combinées à la présence d'espèces sur liste rouge, suffit à fournir une estimation de l'intérêt patrimonial d'un milieu. Les boisements alcalins (les saulaies et surtout les aulnaies), les prairies humides, les chênaies et les tourbières sont les plus diversifiés et méritent une préservation ou une gestion appropriée au maintien de cette diversité. Toutefois, l'indice patrimonial testé ici n'est pas satisfaisant sur tous les plans, et l'ensemble du calcul mériterait d'être approfondi et développé par une étude spécifique.

La gestion conservatoire impliquant des réhabilitations de milieux est la plus difficile à juger sur le plan mycologique. La gestion des zones humides tend souvent à favoriser les milieux ouverts aux dépens des boisements hygrophiles : le mycologue apporte des éléments descriptifs importants en faveur du maintien de ces milieux, par ailleurs souvent pauvres en animaux menacés et en plantes remarquables.

Cette étude myco-écologique consacrée aux forêts humides du Parc National d'El Kala pose beaucoup de questions et n'apporte que quelques éléments de réponse. L'échantillonnage des milieux est à la fois trop large et trop diffus pour que nous ayons pu analyser avec précision

un type donné de milieu : ceci aurait demandé une recherche plus orientée basée sur davantage d'échantillons plus homogènes. Néanmoins, nous pensons avoir réalisé une base descriptive et méthodologique intéressante à l'échelle régionale, à partir de laquelle les milieux étudiés pourront être précisées lors d'études plus ciblées.

Enfin dans le cadre des problématiques de notre laboratoire de recherche « Ecologie Fonctionnelle et Evolutive », un projet d'inventaire des aulnaies ayant comme objectifs la caractérisation mycologique des aulnaies et de leur dynamique, développé avec le protocole testé ici et à partir de nos premiers résultats descriptifs, illustre un développement possible de cette approche globale sur les milieux encore méconnus.

Références bibliographiques

ABOUROUH M., ANTONIN V., BASSO M.T., BIZIO E., CANDUSSO M., CHALANGE R., CONSIGLIO G., CONTU M., COURTECUISSE R., EYSSARTIER G., FONTENLA R., FOUCHIER F., GOTTARDI M., GRILLI E., HAUSKNECHT A., MAIRE J.C., MATHEZ J., MOREAU P.A., MUNOZ J.A., NEVILLE P., NUYTINCK J., PAPETTI C., PARA R., PARRA SANCHEZ L.A., POUMARAT S., RIVA A., ROBICH G., ROUX P., SAVIUC P., SICK G., VILA J. et VIZZINI A. (2009) – Compléments à la flore des champignons supérieurs du Maroc de G. Malençon et R. Bertault. Ed. Confédération Européenne de la Mycologie Méditerranéenne, 756 p.

AOUADI H. (1989) - La végétation de l'Algérie Nord orientale : histoire des influences anthropiques et cartographie à 1/2000. Univ. Joseph Fourier, Grenoble I.

ARNOLDS E. (1981) – Ecology and coenology of macrofungi in grasslinds and moist heathlands in Drenthe, the netherlands, part 1: introduction and synecology. Ed. Cramer Vaduz, 407 p.

ARNOLDS E. (1991) **-** Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment, 35: 209-244.

ARNOLDS E. (1992) – The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. In : Winterhoff, W. – Fungi in vegetation science. Handbook in vegetation science, 19: 113–149.

BARKMAN J.J. (1973) – Synusial approaches to classification. In: Whittaker, R.H. – Classification of plant communities. Ed. Junk, The Hague, pp. 111 - 165.

BARKMAN J.J. (1976) – Almegene inleiding tot de eocologie van macrofungi. Coolia, 19: 57–66.

BASEIA I.G. et MILANEZ A.I. (2001) - *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly in cerrado vegetation of são paulo, Brazil. Ed. Bot. Bras, 15: 13–16.

BECKER G. (1956) – Observations sur l'écologie des champignons supérieurs. Thèse Univ. des Sciences, Besançon.

BEDDIAR A. (1984) - Les Possibilités d'associations symbiotiques de l'Aulne glutineux dans divers sols de l'Est de la France. Thèse de doctorat, Université de Nancy I.

BELOUAHEM, ABED D-BELOUAHEM F. et BELAIR G. (2009)**.** Biodiversité floristique et vulnérabilité des Aulnaies glutineuses de la Numidie Algérienne (N.E Algérien). European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X, 32: 329–361. http://www.eurojournals.com/ejsr.htm

BENDIKSEN E. (1981) - Mykorrhizasopp i forskjellige suksesjonsstadier av granskog samfunn i Lunner, Oppland. K. Nor. Vitenskapsmuseet, Rapport botanisk serie, 5: 246–258.

BENYACOUB S. (1993) – Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-Est Algérien). Thèse de doctorat : Sciences biologiques fondamentales et appliquées, psychologie : Université de Dijon.

BENYACOUB S., LOUANCHI M. et BABA AHMED R. (1998) - Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides. Projet GEF (Global Environnement Facility) - Banque Mondiale, 220 p. + 28 cartes.

BERNICCHIA A. (2005) - Fungi Europaei, Polyporaceae s.l. Ed. Candusso, 808 p.

BERTAULT R. (1978a) – Russules du Maroc. Bulletin de la Société Mycologique de France, 94: 5–31.

BERTAULT R. (1978b) - Lactaire du Maroc. Bulletin de la Société Mycologique de France, 94: 273–288.

BERTAULT R. (1979) – Bolets du Maroc. Bulletin de la Société Mycologique de France, 95: 297-320.

BERTAULT R. (1980) - Amanites du Maroc (Troisième contribution). Bulletin de la Société Mycologique de France, 96: 271–284.

BOHUS G. (1957) – On the results on the researches concerning the temperature claims of macroscopic fungi. Annales Historico Naturales Musei Nationalis Hungarici, 8: 79–86.

BOHUS G. et BABOS M. (1967) – Mycocoenological investigation of acidophilous deciduous forests in hungary. Botanische Jahrbücher für Systematik, 87: 304–360.

BON M. (1989) – Champignons d'Europe occidentale. Ed. Arthaud, Paris, 350 p.

BON M. (1997) - Flore mycologique d'Europe : Clitocybes, Omphales et ressemblants. Fam. Tricholomataceae - 2ème partie Sous-famille *Clitocyboideae* (Fayod) M. Bon. Documents Mycologiques Mémoire hors-série N°4, 181 p.

BON M. et GEHU J.M. (1973) – Unités supérieures de végétation et récoltes mycologiques. Document Mycologique, 6: 1–48.

BORDENAVE, B. G. et DE GRANVILLE, J. J. (1998). Les mesures de la biodiversité : un outil de conservation en forêt guyanaise. JATBA, Revue d'Ethnobiologie, 40: 433–446.

BOUGHERARA A. et LACAZE B. (2008). Identification et suivi des paysages et leur biodiversité dans la wilaya d'El Tarf (Algérie) à partir des images LANDSAT et ASTER. Communication aux XIeme journées scientifiques de télédétection de l'AUF (Télédétection et gestion de l'environnement).

BRAUN-BLANQUET J. (1928) – Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Ed. Biologische Studienbücher 7. Berlin, 330 p.

BREITENBACH J. et KRÄNZLIN F. (1986) – Champignons de Suisse. Champignons sans lames : Hétérobasidiomycètes, Aphyllophorales et Gastéromycètes. Tome 2. Ed. Mykologia, 407 p.

BREITENBACH J. et KRANZLIN F. (1991) - Champignons de Suisse. Bolets et champignons à lames : Strobilomycetaceae, Boletaceae, Paxillaceae, Gomphidiaceae, Hygrophoraceae, Tricholomataceae, Polyporaceae (lamellées). Tome 3. Ed. Mykologia, 366 p.

BREITENBACH J. et KRÄNZLIN F. (1995) – Champignons de Suisse. Champignons à lames 2ème partie : Entolomataceae, Pluteaceae, Amanitaceae, Agaricaceae, Coprinaceae, Bolbitiaceae, Strophariaceae. Tome 4. Ed. Mykologia, 373 p.

BREITENBACH J. et KRÄNZLIN F. (2000) – Champignons de Suisse. Champignons à lames 3ème partie : Cortinariaceae. Tome 5. Ed. Mykologia, 340 p.

CAPELLI A. (1985) - Fungi Europaei. *Agaricus* L.: Fr. ss. Karsten. (*Psalliota* Fr.). Ed. Libreria Biella Giovanna, 523 p.

CANDUSSO M. (1997) **–** Fungi Europei : *Hygrophorus* s.l. 80 tavole a colori, 76 di Ernesto Rebaudengo, 102 fotografie a colori, 109 micrografi eseguite dall'Autore. Ed. Libreria Basso, 784 p.

CANDUSSO M. et LANZONI G. (1990) **–** Fungi Europei : *Lepiota* s.l. Ed. Libreria Basso, 744 p.

CHILVERS G.A., LAPEYRIE F. et HORAN D.P. (1987) - Ectomycorrhizal vs endomycorrhizal fungi within the same root system. New Phytologist, 107: 441–448.

CITERIN M. et EYSSARTIER G. (1998) – Clé analytique du genre *Pluteus* Fr. Document Mycologique, 28: 47–67.

CONSERVATION DES FORETS EL TARF (2010)

COURTECUISSE R. (1986) – Transect mycologique dunaire sur la Côte d'Opale. 2ème partie : les groupements de l'hygrosère. Document Mycologique, 66: 1–70.

COURTECUISSE R. (1988) – Les peuplements fongiques arénicoles des zones littorales occidentales françaises. Chorologie et mycocoenologie. Thèse Univ. Paris XI.

COURTECUISSE R. (1996) – Conservation of fungi and preparation of red-data lists. Quaderni Botanica Ambientale Applicata., 7: 149–153.

COURTECUISSE R. (1997) – Liste rouge des champignons menacés de la région Nord-Pas-de Calais (France). Cryptogamie Mycologie, 18: 183–219.

COURTECUISSE R. (2000) – Etude mycologique de dix sites gérés par le conservatoire des sites naturels du Nord et du Pas-de-Calais. Année 1998 (et suivantes). Rapport suite à une convention d'étude passée le 11 septembre 1998 entre le conservatoire des sites

naturels du Nord et du Pas-de Calais et la Société Mycologique du Nord de la France, Lille, 77 p.

COURTECUISSE R. et DUHEM B. (1994) – Guide des champignons de France et d'Europe. Ed. Delachaux & Niestlé, Lausanne, 480 p.

COURTECUISSE R., DAILLANT O. et MOREAU P.A. (2000) – RENECOFOR – Inventaire des champignons sur 12 placettes dont 11 placettes RENECOFOR, année 1998. Lille, 61 p.

COURTECUISSE R., DAILLANT O., GUEIDAN C. et BOISSIERE J.C. (1997) – RENECOFOR – Inventaire des champignons et des lichens sur 14 placettes dont 12 placettes RENECOFOR. Lille, 74 p.

DAJOZ R. (1971) – Précis d'écologie. 2ème édition. Autoécologie. La dynamique des populations. Synécologie. Ed. Dunod, 434 p.

DANIELSON R.M. et VISSER S. (1989) - Host response to inoculation and behaviour of introduced and indigenous ectomycorrhizal fungi of jack pine grown on oil sands tailings. Canadian Journal of Forest Research, 19: 1412–1421.

DARIMONT F. (1973) – Recherches mycosociologiques dans les forêts de Haute-Belgique. Effet sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs. Tome 1. Institut Royal des sciences naturelles de Belgique, 220 p. + 34 pl.

DARWIN C. (1873) – L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle, ou la lutte pour l'existence dans la nature (version française). Ed. Reinwald, Paris, 612 p.

DE BELAIR G. (1990) : Structure, fonctionnement et perspective de gestion de 4 Eco-complexes lacustre et marécageux (El-Kala, est algérien). Thèse de doctorat, Univ. de Montpellier II.

DENNIS R.W.G. (1981) - Brtitish Ascomycetes. Ed. J. Cramer, 581 p.

DIGHTON J. et MASON P.A. (1985) - Mycorrhizal dynamics forest tree development. *In* : Developmental biology of Higher Fungi / D. Moore, L.A. Casselton, D.A. Woods and J.C. Frankland Eds. — British Mycological Society Symposium, Cambridge University, 10: 117–139.

DUCHAUFFOUR P. (1995) - Pédologie : sol, végétation, environnement. Tome 4, Ed. Masson, 324 p.

DUTHIL J. (1973) - Elément d'écologie et d'agronomie. Exploitation et amélioration du milieu. Tome 2. Ed. J.B. Baillière. Paris, 265p.

EINHELLINGER A. (1976) – Die Pilze in primären und sekundären Pflanzengesellschaften oberbayerischer Moore. Tome 1. Ed. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft, 47: 75–149.

EL ASSFOURI A., OUAZZANI A. et DOUIRA A. (2004-2005) – Etude de quelques espèces d'*Agaricus* de la forêt de la Mamora (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 26-27: 1–5.

EL ASSFOURI A., OUAZZANI A., ZIDANE L., FENNANE M. et DOUIRA A. (2003) – Inventaire des spécimens fongiques de l'Herbier National de l'Institut Scientifique de Rabat. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 25: 1–23.

EMBERGER L. (1955) – Une classification biogéographique des climats. Recueil des Travaux du Laboratoire de Botanique, Géologie et Zoologie, Faculté des Sciences, Université de Montpellier, 7: 3–43.

EYSSARTIER G. et ROUX P. (2011) – Le guide des champignons France et Europe. Ed. Belin, 1119 p.

F.A.O. (1995) – Produits forestiers non ligneux : champignons comestibles sauvages, vue d'ensemble sur leurs utilisations et leur importance sur les populations, 170 p.

FAVRE J. (1948) – Les associations fongiques des hauts-marais jurassiens. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, 10: 1–228.

FRIES E. (1821) – Systema mycologicum, sistens Fungorum ordines, genera et species, huc usque cognitas, quas ad normam methodi naturalis determinavit, disposuit atque descripsit. Tome 1. Ed. Gryphiswaldiae, E. Mayritii, 520 p.

GALLI R. (1998) – I Boleti. Atlante pratico-monografico per la determinazione dei boleti. Ed. Edinatura, 290 p.

GALLI R. (2001) - Le Amanite, Atlante pratico-monografico per la determinazione del Genere *Amanita* Pers. Ed. Edinatura, 214 p.

GÄRDENFORS U. (2001) – Classifying threatened species at national versus global level. Trends in Ecology and Evolution, 16: 511–516.

GAUCH, H.G., (1982). Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press.

GAUSSEN F. et BAGNOULS H. (1953) – Saison sèche et indice xérothermique. Bulletin Histoire Naturelle de Toulouse, 88: 193–240.

GÉHU J.M., KAABECHE M. et GHARZOULI R. (1994). L'aulnaie glutineuse de la région d'El Kala (La Calle) Annaba, Algérie : une remarquable irradiation biogéographique européenne en Afrique du Nord. Fitosociologia, 27: 67–71.

GILLET F. (1994) – La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Cours pratique, théorique et phytosociologique synusiale intégrée. Neuchâtel, Institut de Botanique, 64 p.

GRAU J., HIEPKO P. et LEINS P. (1996) – Taxonomiche Revision der Gattungen *Panaeolus* und *Panaeolina*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandluns, Stuttgart (D), 149 p.

GUINBERTEAU J. et COURTECUISSE R. (1997) – Diversité des champignons (surtout mycorhiziens) dans les écosystèmes actuels. Revue de Foresterie Française, 49: 25–39.

HAAS H. (1932) – Die Bodenbewohmenden Grosspilze in dem Waldformatioen einiger Gebiete von Würtenberg. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, 508: 35–134.

HAAS H. (1952) – Pilze mittleuropas, speispilze II und giftpilze. Franckh'sche verlagshandlung, Stuttgart, 155 p.

HAIMED A. (2007) – Biodiversité fongique du Maroc : Etude des champignons basidiomycètes du Plateau Central et des Jardins Exotiques. Thèse de Doctorat National ès Sciences. Faculté des Sciences Kénitra.

HAIMED A., OUAZZANI A. et DOUIRA A. (2004-2005) – Etude de quelques espèces de Lépiotes collectées dans la Mamora, Benslimane et le Rif (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat, section Sciences de la Vie, 26–27: 13–18.

HAWKSWORTH D. L. (2004) – Fungal diversity and its implications for genetic resources collections. Studies In Mycology, 50: 9–18.

HEINEMANN (1956) – Les landes à Calluna du district picardo-brabançon de Belgique. Vegetatio,7: 99–147.

HORAK E. (2005) – Röhrlinge und Blätterpilze in Europa – unter der Mitarbeit von Anton Hausknecht (*Bolbitaceae*) und P.A. Moreau (*Alnicola*). Elsevier Sepktrum Akademischer Heidelberg (D), 555 p.

HUIJSMAN (1959) - sub *Amanita argentea* (n.sp.). Bulletin Société Mycologique de France, 75: 4–24, pl. fig.1-2

JALINK L.M. et NAUTA M.M. (1984) – Mycosociologie van berkenbossen in Drenthe. Ed. Leiben, 185 p.

JONES, R.J.A., HIEDERRER, R., RUSCO, E. et MONTANA RELLA, L. (2005) - Estimating organic carbon in the soils of Europe for policy support. European Journal of Soil Science, 56: 655–671.

KALAMEES K. (1968) - Mycocoenological methods based on investigation in the Estonian forests. Acta Mycologica, 4: 327–334.

KONRAD P. et MAUBLANC A. (1985a) – Icones Selectae Fungorum. Tome 1. Ed. Libreria Giovanna Biella, 192 p. + 100 pl.

KONRAD P. et MAUBLANC A. (1985b) – Icones Selectae Fungorum. Tome 2. Ed. Libreria Giovanna Biella, 176 p. + 100 pl.

KONRAD P. et MAUBLANC A. (1986) – Icones Selectae Fungorum. Tome 3. Ed. Libreria Giovanna Biella, 204 p. + 100 pl.

KRANZLIN F. (2005) - Champignons de Suisse. Russulaceae : Lactaires et Russules. Tome 6. Edition Mykologia, 366 p.

KRISAI I. (1987) – Über der sommerlichen Pilzaspekt in einigen subalpinen Mooren des Oberen Murtales (hauptsächlich des östl. Lungaus) (Österreich). Nova Hedw, 45: 1–39.

KUHNER R. et ROMAGNESI H (1957) – Compléments à la flore analystique VII. Espèces nouvelles critiques ou rares de Naucoriacées, Coprinacées et Lépiotacées. Bulletin Société Naturelle Oyonnax, 10-11: 313–404.

KUYPER T.W., CARDOSO I.M., ONGUENE N.A., MURNIATI VAN NOORDWIJK M. (2004) - Managing mycorrhiza in tropical multispecies agroecosystems. In: Van Noordwijk M., Cadish G., Ong C.K. Ed. Below-Ground Interactions in Tropical Agroecosystems. Cabi, Wallingford, pp. 243-261.

LANGE J.E. (1923) – Studies in the Agarics of Denmark. Part V. Dansk Botanisk Arkiv, 4: 1–55.

LANGE L. (1974) – The distribution of macromycetes in Europe. Dansk Botanisk Arkiv, 30: 1–105.

LANGE M. (1948) – The Agarics of Maglemore. Dansk. Botanisk Arkiv, 13: 1–141.

LAPEYRIE F. et CHILVERS G.A. (1985) - An endomycorrhiza-ectomycorrhiza succession associated with enhanced growth of *Eucalyptus dumosa* seedlings planted in a calcareous soil. New Phytologist, 100: 93–104.

LAPLACE-DOLONDE A. (1992) – Histosols. In A. F. E. S. – Référentiel pédologique, principaux sols d'Europe. Ed. INRA, Paris, pp. 119-128.

LECOINTRE G. et LE GUYADER H. (2001) – Classification phylogénétique du vivant. Ed. Belin, 543 p.

LODGE D.J. et WENTWORTH T.R. (1990) - Negative associations among VA-mycorrhizal fungi and some ectomycorrhizal fungi inhabiting the same root system. Oikos, 57: 347–356.

MADREF / DERD (2002) – Transfert de technologie en agriculture. L'analyse du sol : un outil incontournable de gestion de la fertilité des sols. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, 93: 1–4. ISNN : 1114 / 0852.

MAIRE R. (1902) – Recherche cytologique et taxonomique sur les Basidiomycètes. Thèse de doctorat. Univ. de Paris. Série A N° 429, N° d'ordre 1110.

MAIRE R. (1913) **–** Etude mycologique. Annale Mycologique, 16–18: 331–358.

MAIRE R. (1916) – Les champignons vénéneux d'Algérie. Thèse de Doctorat de Médecine Alger. Bulletin de la Société Histoire Naturelle d'Afrique Nord, 1–2: 6–39.

MAIRE R. (1928) – Diagnose de champignons inédits de l'Afrique du Nord. Bulletin Trimestriel de la Société Mycologique de France XLIV: 37–56.

MAIRE R. (1930) – Champignons nouveaux pour l'Algérie. Bulletin Société Histoire Naturelle d'Afrique du Nord. 21: 1–64.

MAIRE R. et WERNER R.G. (1937) – Fungi Maroccani. Catalogue raisonné des champignons connus jusqu'ici au Maroc. Mémoires de la Société des Sciences Naturelles du Maroc. N° XLV, 147 p.

MAIRE R. (1942) – Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Société des Sciences Naturelles du Maroc, 32: 88–102.

MALENCON G. (1982) – Nouvelles contributions à la flore mycologiques du Maroc III. Bulletin de la Société Mycologique de France, 98: 183–243.

MALENCON G. et BERTAULT R. (1970) – Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 1. Faculté des Sciences, Rabat, 604 p.

MALENCON G. et BERTAULT R. (1975) – Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 2. Faculté des Sciences, Rabat, 540 p.

MEDARDI G. (2006) – Atlante fotografico degli. Ascomiceti d'Italia. Ed. A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici, 345 p.

MOLINA R., MASSICOTTE H.B. et TRAPPE J.M. (1992) - Ecological role of specificity phenomena in ectomycorrhizal plant communities: potentials for interplant linkages and guild development. *In* : Mycorrhizas in Ecosystems / D.J. Read, D.H. Lewis, A.H. Fitter, I.J. Alexander Ed. Oxon (UK) : CAB International, pp. 106-112.

MOREAU P.A. (2002) – Analyse écologique et patrimoniale dans champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord. Thèse de Doctorat, Université de Savoie.

MOREAU P.A., DAILLANT O., CORRIOL G., GUEIDAN C. et COURTECUISSE R. (2002) – Inventaire des champignons supérieurs et des lichens sur 14 placettes du réseau et dans un site atelier de l'INRA/GIP ECOFOR. Résultats d'un projet pilote (1996-1998). Ed. Office National des Forêts, Département recherche et Développement, Fontainebleau, 142 p.

MOREAU P.A., ROCHET J., RICHARD F., CHASSAGNE F., MANZI S. et GARDES M. (2011) – Taxonomy of *Alnus* associated hypogeous species of *Alpova* and *Melanogaster* (Basidiomycota, Paxillaceae) in Europe. Cryptogamie Mycologie, 32: 33–62.

MORNAND J. (1984) – Gastéromycètes de France. Document Mycologique, 53: 1–94.

MUNOZ J.A. (2005) – *Boletus* s.l. Ed. Candusso, 952 p.

N'DOUBA A.P., **OUABBOU A., OUAZZANI A., BENKIRANE R., ZIDANE L. et DOUIRA A.** (2010) – Etude de quelques champignons coprophiles dont deux espèces nouvelles pour le Maroc : *Coprinopsis nivea* (Pers. : Fr.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo et *Coprinellus congregatus* (Bull.) P. Karst. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 32: 41–45.

N'DOUBA A.P., A. OUAZZANI TOUHAMI, R. BENKIRANE, L ZIDANE et A. DOUIRA (2013) - Inventaire des champignons coprophile du Maroc. Journal of Animal et Plant Sciences, 16: 2374–2387.

NEVILLE P. et POUMARAT S. (2004) *Amaniteae*, *Amanita*, *Limacelle* et *Torrendia*. Ed. Candusso Alassio Fungi Europaei, 1120 p.

NOORDELOOS M.E. (1992) – Fungi Europaei, *Entoloma* s.l. Ed. Libreria Giovanna Biella, 760 p.

NOORDELOOS M.E., KUYPER TH. W. et VELLINGA E.C. (2005) – Flora Agaricina Neerlandica. Critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands. Tome 6. Ed. Taylor & Francis Group, 229 p.

OUABBOU A., EL ASSFOURI A., OUAZZANI A., BENKIRANE R. et DOUIRA A. (2010) – Etude de quelques espèces fongiques du genre *Panaeolus* (Fr.) Quélet., dont une nouvelle pour le Maroc : *Panaeolus dunensis* Bon et Courtecuisse. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 32: 47–50.

OUTCOUMIT A., YAMNI K., OUAZZANI A. et DOUIRA A. (2004-2005) – Suivi au laboratoire du développement des carpophores *Gymnopilus suberis* (Maire) Singer sur les fragments de bois de *Quercus suber* L. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 26-27: 07–11.

OZENDA P. (1982) - La cartographie de la végétation des Alpes, centre de gravité d'une étude phytogéographique des montagnes européennes. Verôff. D. forstl Bundesversuch, 26: 113–133.

PARRA SANCHEZ L.A. (2008) – Fungi Europaei. *Agaricus* L., *Allopsalliota* Nauta & Bas. Ed. Candusso, 824 p.

PARROT A. (1965) – Sub. *Amanita mairei*. Bulletin du Centre d'Etudes et Recherches Scientifiques, Biarritz, 5: 1–341.

PATOUILLARD N.T. (1905) – Champignons Algéro-Tunisiens nouveaux ou peu connus. Bulletin de la Société Mycologique de France, 21: 117–122.

PAVOINE, S. et BONSALL, M. B. (2011). Measuring biodiversity to explain community assembly: a unified approach. Biological Reviews**,** 86: 792–812.

PEGLER D.N., LAESSOE T. et SPOONER B.M. (1995) – British puffballs, earthstars and stinkhorns. An account of the British gasteroid fungi. Ed. Royal Botanic Gardens, Key, 279 p.

PIÉLOU E.C., (1966) - Species diversity and patten diversity in study of ecological succession. Journal of Theorotical. Biology, 10: 370–383.

PIRK W. (1948) – Zur Soziologie der Pilze im *Querceto – Carpinatum*. Journal Oesterr Zeit Pilzk, 21: 11–20.

PRENTICE I.C. (1980) - Vegetation analysis and order invariant gradient models. Vegetatio, 42 : 27 – 34.

POUMARAT S. (2001) – Clés des Gastéromycètes épigés d'Europe. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales (Genre sécotioïdes exclus). Ed. Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes –Nice, 92 p.

READ D.J., KJANMEHR H. et MALIBARI A. (1977) — The biology of mycorrhiza in *Helianthemum* Mill. New Phytologist, 78: 305–312.

ROBICH G. (2003) – *Mycena* d'Europa. Ed. Associazione Micologica Bresadola, 728 p.

ROUX P. (2006) –Mille et un champignons. Ed. Roux, 1223 p.

SAMRAOUI B. et BELAIR G. (1997) - The Guerbes – Senhadja wetlands. Part I: An overview. Ecologie, 28: 233–250.

SAMRAOUI B. et BELAIR G. (1998) - Les zones humides de la Numidie orientale. Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse (numéro spécial), 4: 1–90.

SARASINI M. (2005) – Gasteromiceti epigei. Ed. A.M.B. Fondazione, Centro Studi Micologici, 405 p.

SARNARI M. (2005) – Monografia Illustrata Del Genere *Russula* in Europa. Tome 2. Ed. A.M.B. Fondazione, Centro Studi Micologici, 770 p.

SENN-IRLET B. (1995) – The genus *Crepidotus* in Europe. Ed. Persoonia, 16: 1–80.

SENN-IRLET B., BIERI G. et EGLI S. (2007) – Liste rouge des champignons supérieurs. Ed. Office Fédéral de l'Environnement OFEV et l'Institut Fédéral de Recherches sur la Forêt, la Neige et le Paysage WSL, 96 p.

SELTZER P. (1946) - Le climat de l'Algérie. Imprimeries "La Typo-Litho" & Jules Carbonel, Réunies, 219 p.

SHANNON C. E. (1948) - A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal, 27: 379–423.

SINGER R. (1949) – The Agaricales in modern taxonomy. Ed. Lilloa, 832 p.

SOLTNER D. (2003) **–** Les bases de la production végétale : Le sol et son amélioration. Tome1, Ed. Broché. Collection Sciences et Technologies Végétales, 250 p.

STATION METEOROLOGIQUE EL KALA (2010) – Données climatiques des années 2004 – 2010 de la région d'El Kala.

SUNHEDE S. (1989) – Geastraceae (Basidiomycotina) : Morphology, Ecology, and systematics with special emphasis on the North European Species. Ed. Synopsis Fungorum 1. Fungiflora – Oslo – Norway, 532 p.

TERMORSHUIZEN A.J. et SCHAFFERS A.P. (1987) - Occurrence of carpophores of ectomycorrhizal fungi in selected stands of *Pinus sylvestris* in the Netherlands in relation to stand vitality and air pollution. Plant and Soil, 104: 209–217.

TÜXEN R. (1964) – Bibliographia mycosociologica. Excerpta Botanica sec, B, Sociologica, 6: 135–178.

UICN (2001) – IUCN Red List Categories : Version 3.1. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 23 S.

UICN (2003) – Guidelines for the application of IUCN Red list criteria at regional levels : Version 3.0., Gland, Cambridge. ii + 26 S.

VAN WAVEREN E.K. (1985) - The dutch, french and british species of *Psathyrella*. Persoonia, A Mycological Journal, Supplement Tome 2. Ed. Bas, 368 p.

VESTERHOLT J. (2005) – Fungi of Northern Europe : The genus *Hebeloma*. Tome 3. Ed. Jan Vesterholt et The Danish Mycological Society, 146 p.

WATLING R. (1992) – Macrofungi associated with British willows. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 98: 135–147.

WHITTAKER R.H. (1969) – Classification of plant communities. Ed. Junk, The Hague, pp. 111–165.

WINTERHOFF W. (1975) – Die Pilzvegetation die Dünenrazen bei Sandhausen (Nördl. Oberrheinebene). Beitr. Naturk. Forsch. Südw. –Deutschl, 34: 445–462.

WINTERHOFF W. (1984) – 20. Analysis der Pilze in Pflanzengesellschaften, insbesondere der Macromyzeten. In. : Knapp R. Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. Ed. Junk, The Hague, pp. 226–370.

YAMNI K., OUTCOUMIT A., DOHOU N., OUAZZANI A. et DOUIRA A. (2004-2005) – Etude de quelques basidiomycètes comestible du Platane de la ville de Kénitra (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 26-27: 19–23.

ANNEXES

ANNEXE 1

FICHES DESCRIPTIVES DES STATIONS

AGBET EL CHAIR

Commune : Berrihane
Altitude : 68m

Placette étudiée :

Code station	**Agc-pnma**
Coordonnées GPS	36°48'21.00"N 8°13'9.36"E
Végétation dominante	*Pinus pinaster*
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 12 • 7,03 • Sec • 63 • 0,12 • 0,44 • 2,5 • 5% • Sablonneuse • 1,02%

AIN BERGOUGAYA

Commune : El Souarekh
Surface : 113ha

Placettes étudiées :

	Aibg-clig	**Aibg-czen**
Coordonnées GPS	36°51'8.58"N 8°35'15.48"E	36°50'59.76"N 8°35'27.48"E
Végétation dominante	Chêne liège	Chêne zeen
Surface placette (m^2) Nombre de visite Nombre d'espèce Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 13 300 • 6,77 • Humide • 34,1 • 0,06 • 0,67 • 5,23 • 15,69% • Sablonneuse • 3,28%	5000 64 29 284 • 7,33 • Humide • 166,7 • 0,16 • 0,16 • 14,21 • 25,28% • Limono-sableux • 3,85%

AIN KHIAR

Commune : El Tarf

Placettes étudiées :

Codes stations	**Aikh-eucl**	**Aikh-auln**
Coordonnées GPS	36°48'48.30"N 8°20'15.48"E	36°48'14.22"N 8°19'16.56"E
Végétation dominante	Eucalyptus	Aulnaie
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 12 56 • 6,52 • Sec • 92,4 • 0,16 • 0,51 • 3,71 • 12% • Sablonneuse • 1,8%	5000 64 72 29,50 • 6,65 • Affleurant • 127,6 • 0,64 • 3,73 • 15,41 • 84% • Sablonneuse • 6,3%

AIN TEBIB

Commune : Rmel Essouk
Surface : 342ha
Altitude : 86m

Placette étudiée :

Code station	**Ait-clig**
Coordonnées GPS	36°49'5.34"N 8°31'40.98"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 18 • 6,64 • Sec • 242,3 • 0,4 • 2,47 • 11,29 • 6,20% • Sablonneuse • 2,35%

BOULIF

Commune : El Kala
Altitude : 142,5m
Surface : 199ha

Placettes étudiées :

Code station	**Bou-clig**
Coordonnées GPS	36°54'22.74"N 8°23'29.10"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	1000 60 08 • 6,5 • Sec • 185,9 • 0,3 • 1,95 • 8,57 • 22% • Sablonneuse • 2,8%

BOUMALEK

Commune : El Kala
Altitude : 21m
Surface : 120 ha

Placette étudiée :

Code station	**Boum-prhu**
Coordonnées GPS	36°54'2.16"N 8°20'33.96"E
Végétation dominante	Prairie humide
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 03 • 6,66 • Sec • 64 • 0,12 • 0,3 • 2,07 • 3% • Sablonneuse • 1,7%

BOUTELDJA

Commune : Bouteldja
Altitude : 57m

Placette étudiée :

Code station	**Bout-frn**
Coordonnées GPS	36°45'41.74"N 8°11'47.35"E
Végétation dominante	Frêne
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 10 • 6,82 • Humide • 39,5 • 0,13 • 1,35 • 5,42 • 16,59% • Sablo-argileuse • 2,8%

BRABTIA

Commune : El Kala
Surface : 2256ha

Placette étudiée :

Code station	**Bra-clig**
Coordonnées GPS	36°51'36.48"N 8°20'6.60"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 67 11,2 • 6,78 • Humide • 154,5 • 0,29 • 2,33 • 8,85 • 24% • Sablonneuse • 3,95%

CAP ROSA

Commune : El Kala
Altitude : 26m
Surface : 1500ha

Placette étudiée :

Code station	**Cpr-clig**
Coordonnées GPS	36°54'1.20"N 8°16'41.58"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 34 21 • 7,06 • Humide • 116,3 • 0,2 • 0,98 • 6,99 • 15% • Sablonneuse • 3,6%

CHEMIN DES OISEAUX

Commune : El Kala
Surface : 800ha
Altitude : 60m

Placette étudiée :

Code station	**Choi-clig**
Coordonnées GPS	36°53'0.96"N 8°28'32.22"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	1000 64 16 • 6,52 • Humide • 51,1 • 0,16 • 1,21 • 6,73 • 20,87% • Sablo-argileuse • 2,59%

DAR EL AYADI

Commune : Bougous
Statut de protection : zone intégrale (PNEK)

Placettes étudiées :

Codes stations	**Dray-clig**	**Dray-czen**
Coordonnées GPS	36°35'34.98"N 8°22'9.96"E	36°36'32.95"N 8°20'32.50"E
Végétation dominante	Chêne liège (absence de sous-bois)	Chêne zen (absence de sous-bois)
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 58 14 853 • 6,32 • Humide • 63 • 0,08 • 0,93 • 6,89 • 22,65% • Sablo-argileuse • 4,1%	5000 58 22 623 • 6,6 • Humide • 106,4 • 0,1 • 0,9 • 5,95 • 25,32% • Sablonneuse • 3,8%

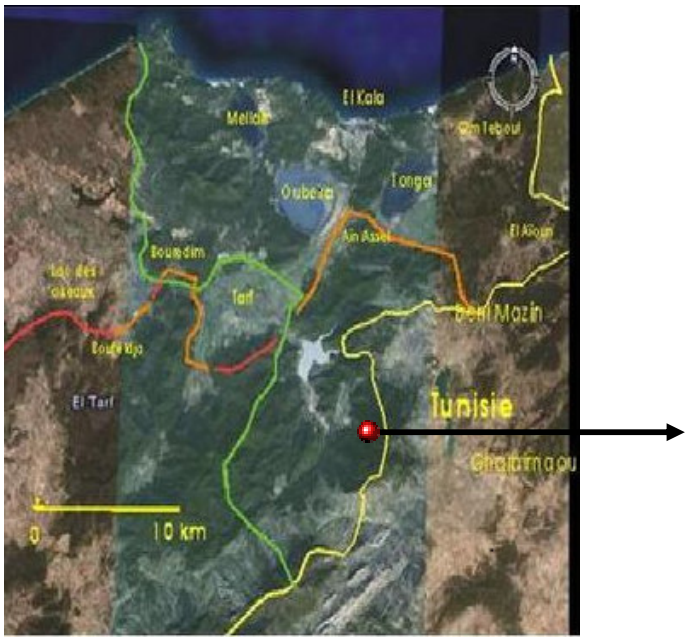
DJEBEL EL KORSI

Commune : El Kala
Surface : 894ha

Placette étudiée :

Code station	**Djk-clig**
Coordonnées GPS	36°51'48.78"N 8°15'32.28"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	$5000m^2$ 60 23 148 • 6,3 • Humide • 138,4 • 0,17 • 1,12 • 8,03 • 21% • Sablonneuse • 3,81%

EL FEDEN



Commune : Bougous
Statut de protection : Zone intégrale (PNEK)

Placette étudiée :

Code station	**Elfe-czen**
Coordonnées GPS	36°40'14.40"N 8°27'19.26"E
Végétation dominante	Chêne zen
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 58 34 565 • 6,44 • Humide • 180,5 ppm • 0,18 • 2,08 • 13,96 • 24,73% • Sablo-argileuse • 3,9%

EL TOUAL

Commune : Bougous
Altitude : 243m

Placette étudiée :

Code station	**Etol-clig**
Coordonnées GPS	36°38'8.22"N 8°19'32.94"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 60 19 • 7,33 • Humide • 155,8 ppm • 0,11 • 2,44 • 33,04 • 36,28% • Moyennement argileuse • 4,1%

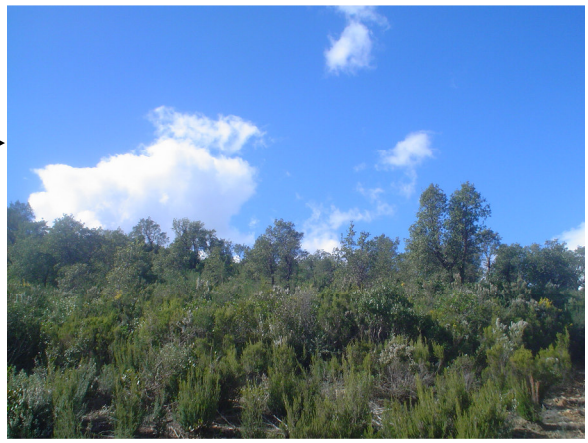
EL YEFCHA

Commune : Souarekh
Surface : 190ha
Altitude : 290m

Placette étudiée :

Code station	**Yef-clig**
Coordonnées GPS	36°50'16.50"N 8°36'1.50"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 60 13 • 6,47 • Humide • 129,9 • 0,12 • 2,08 • 9,42 • 29,87% • Limono-sableuse • 2,65%

FEID OUEST



Commune : Rmel Essouk
Surface : 200ha
Altitude : 142m

Placette étudiée :

Code station	**Fous-clig**
Coordonnées GPS	36°48'44.88"N 8°32'15.06"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 60 12 • 6,46 • Affleurant • 98,25 • 0,22 • 0,85 • 8,25 • 18,26% • Limono-sableuse • 2,56%

HADDADA

Commune : Souarekh
Surface : 318ha

Placettes étudiées :

Codes stations	**Had-pnma**	**Had-clig**
Coordonnées GPS	36°54'9.48"N 8°37'22.92"E	36°53'4.32"N 8°37'13.20"E
Végétation dominante	Pin maritime	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m)	5000 64 10 200	5000 64 28 255
Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	 • 6,68 • Sec • 180,8 • 0,17 • 2,03 • 3,46 • 6,37% • Limono-argilo-sableuse • 1,82%	 • 6,56 • Humique • 128,96 • 0,19 • 2,52 • 6,59 • 21,36% • Sablo-argileuse • 3,7%

KEF EL DEMNA (ALLANT VERS L'AYOUN)

Commune : Souarekh
Surface : 372ha

Placette étudiée :

Code station	**Kedm-clig**
Coordonnées GPS	36°50'10.08"N 8°35'55.74"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 08 302 • 6,98 • Affleurant • 96,25 • 0,68 • 0,49 • 8,12 • 18,59 % • Limono-sableuse • 3,59%

LAC NOIR

Commune : Berrihane
Altitude : 35m
Surface : 5ha

Placettes étudiées :

Code station	**Lac-tour**
Coordonnées GPS	36°51'19.78"N 8°12'58.00"E
Végétation dominante	Tourbière
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000m^2 64 43 • 6,7 • Affleurant • 18,7 • 0,34 • 3,81 • 10,58 • 63,74% • Sablonneuse • 4,87%

MAG SBAYA

Commune : El Ayoun
Surface : 119ha
Altitude : 500m

Placettes étudiées :

	Masb-czen
Coordonnées GPS	36°48'9.66"N 8°37'27.36"E
Végétation dominante	Chêne zen
Surface placette (m^2) Nombre de visite Nombre d'espèce Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 14 • 6,80 • Affleurant • 385,8 • 0,17 • 1,96 • 10,61 • 42,92 % • Sablo-argileuse • 3,69%

MRIDIMA

Commune : El Kala
Altitude : 10m
Surface : 200ha

Placette étudiée :

Code station	**Mri-pnma**
Coordonnées GPS	36°52'30.46"N 8°24'30.89"E
Végétation dominante	Pin maritime
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	$1000m^2$ 64 10 • 6,54 • Sec • 35,85 • 0,18 • 0,68 • 3,85 • 0,785% • Sablonneuse • 1,36%

OUBEIRA

Commune : El Kala
Altitude : 33,5m
Surface : 303ha

Placette étudiée :

Code station	**Oub-eucl**
Coordonnées GPS	36°51'55.32"N 8°21'28.50"E
Végétation dominante	Eucalyptus
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	$1000m^2$ 64 28 • 6,68 • Sec • 294,5 • 0,51 • 2,1 • 9,24 • 21% • Sablonneuse • 1,98%

OULEDJ

Commune : Souarekh
Altitude : 27m
Surface : 350ha

Placette étudiée :

Code station	**Oldj-clig**
Coordonnées GPS	36°53'14.88"N 8°35'18.66"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	1000 64 18 • 6,80 • Sec • 62,29 • 0,15 • 0,54 • 7,10 • 18,69 % • Sablonneuse • 2,48%

OUM SKEK

Commune : El Ayoun
Surface : 495ha
Altitude : 500m

Placette étudiée :

Code station	**Ous-czen**
Coordonnées GPS	36°49'15.72"N 8°40'8.04"E
Végétation dominante	Chêne zen
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 60 36 • 6,63 • Humide • 350 • 0,11 • 2,24 • 18,04 • 43,37 % • Sablo-argileuse • 5,89%

PARCELLE BIOLOGIQUE N°2 (EL GHORA)

Commune : Bougous
Altitude : 350m
Statut de protection : Zone intégrale (PNEK)

Placette étudiée :

Code station	**Parbio-clig**
Coordonnées GPS	36°37'51.09"N 8°22'37.74"E
Végétation dominante	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 58 02 • 6,38 • Humide • 68,12 • 0,21 • 1,98 • 18,20 • 32,01% • Sablo-argileuse • 3,4%

RIGHIA

Commune : Berrihane
Altitude : 22m
Surface : 600ha

Placette étudiée :

Code station	**Righ-auln**
Coordonnées GPS	36°49'6.60"N 8°27'19.70"E
Végétation dominante	Aulne
Surface placette (m^2) Nombre de visite Nombre d'espèce Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	$5000m^2$ 64 36 • 6,48 • Affleurant • 105,8 • 0,51 • 0,34 • 4,01 • 65% • Sablonneuse • 3,96%

ROUTE DE LA CALLE

Commune : El Kala
Altitude : 54m
Surface : NE

Placette étudiée :

Code station	**Cal-pnma**
Coordonnées GPS	36°51'20.46"N 8°14'1.74"E
Végétation dominante	Pin maritime
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	5000 64 20 • 6,56 • Sec • 67,1 • 0,13 • 0,4 • 4,93 • 2% • Sablonneuse • 1,02%

SEGLEB

Commune : Souarekh
Surface : 618ha

Placettes étudiées :

Codes stations	**Seg-prhu**	**Seg-clig**
Coordonnées GPS	36°55'13.92"N 8°36'24.54"E	36°55'39.30"N 8°36'57.36"E
Végétation dominante	Prairie humide	Chêne liège
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m) Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	1000 63 12 210 • 6,63 • Humide • 11,8 • 0,02 • 0,77 • 7,02 • 21% • Limono-argilo-sableuse • 2,98%	5000 63 10 135 • 6,63 • Humide • 7,1 • 0,02 • 0,04 • 0,51 • 3,5 % • Sablonneuse • 2,12%

TONGA

Commune : El Kala
Surface : 99ha

Placettes étudiées :

Code station	**Tga-pnog**	**Tga-cker**	**Tga-arbo**
Coordonnées GPS	36°53'1.74"N 8°30'56.40"E	36°53'21.12"N 8°31'34.50"E	36°52'43.56"N 8°30'58.02"E
Végétation dominante	*Pinus pinea*	*Quercus coccifera*	Forêt reboisée
Surface placette (m^2) Nombre de visites Nombre d'espèces Altitude (m)	5000 64 77 8	1000 64 09 7,5	5000 64 66 7
Sol : • pH • Caractérisation hydrique • K (ppm) • Na (Meq/100g) • Mg (Meq/100g) • Ca (Meq/100g) • N% • Texture • MO (% CO)	 • 6,54 • Humide • 6,5 • 0,04 • 0,03 • 0,04 • 2 % • Sablonneuse • 1,8%	 • 6,85 • Sec • 29,89 • 0,08 • 0,24 • 0,16 • 3,29 % • Sablonneuse • 1,52%	 • 6,50 • Inondé • 165,5 • 0,79 • 3,17 • 28,59 • 99,52 % • Sablonneuse • 6,53%

ANNEXE 2

METHODE D'IDENTIFICATION DES CHAMPIGNONS

La méthode adoptée est celle utilisée par Courtecuisse et Duhem (1994), dont les étapes sont présentées ci-dessus :

La récolte :

Les meilleures collections consistent en plusieurs individus, à différents stades de développement. Néanmoins, il est préférable de laisser en place quelques sporophores pour la pérennité de l'espèce.

Méthode de récolte :

- Récolter soigneusement des basidiocarpes entiers et éviter de manipuler abusivement le matériel.
- Repérer les détails fugaces : flocons, reste de voiles, pruine, écailles détersiles, fibrilles ou toute autre ornementation fugace.
- Il est important d'apporter une attention particulière sur le substrat, l'association végétale, type de paysage, type d'habitat naturel, renseignement sur l'hygrométrie ou tout autre facteur important de l'écosystème concerné.
- Rapporter le matériel au laboratoire : les récoltes pourraient être abimées durant le transport au laboratoire du lieu de récolte. Il est donc recommandé de les transporter séparément (dans de petites boites, dans des caisses spéciales pour les champignons).

Description des spécimens : Méthode de travail au laboratoire

- Annotation préliminaire de la fiche descriptive : la description de toute récolte doit indiquer impérativement quelques informations parmi lesquelles :
  - Numérotation de la récolte
  - Nom du récolteur
  - Lieu de récolte
  - Date de récolte
  - Renseignements écologiques
  - Un nom provisoire peut être ajouté si le récolteur a une idée sur l'identité du champignon
- Prendre une photographie des récoltes
- La description proprement dite :

- La description du chapeau : il est nécessaire de l'observer à différents stades et de caractériser sa forme de dessus, sa marge, se surface, sa taille.
- La description de l'hyménophore (lames ou pores) : on notera la densité, la forme, l'insertion, l'arête des lames, leur couleur.
- Description du pied : les caractères importantes concernant son insertion, sa consistance, sa taille, sa forme, sa couleur, son ornementation, présence de voile partiel et voile général.
- Description de la chair : on notera son épaisseur, sa couleur, son odeur, sa saveur.

- La chimie : dans certains cas, il est utile de donner quelques informations sur les réactions macrochimiques du champignon. Les réactifs utilisés : $FeSO_4$, le phénol, des acides et des bases, etc. La couleur, l'intensité et la rapidité des réactions pourraient être utiles.

Conservation et stockage :

Après cette phase descriptive, nous pouvons préparer le matériel pour la conservation en herbier.

La meilleure solution est de dessécher les spécimens

Il est nécessaire d'attribuer à chaque échantillon une petite étiquette mentionnant au moins le numéro d'ordre de récolte

Si les spécimens sont assez petits, ils sont simplement déposés sur les dessiccateurs et ils peuvent même être exposés dans un endroit ensoleillé et sec. S'ils sont assez grand, il est fortement recommandé de les couper en tranches radiales ou longitudinales.

Après dessiccation, il est important d'éviter la réhydratation, ce qui amènerait le développement de moisissures. Les échantillons secs devront être placés dans des sachets en papier ou en cellophane avec une pincée d'insecticide.