

## EFFETS DES PEUPELEMENTS FORESTIERS ET DU SOL SUR LA PRODUCTION ET LA DIVERSITÉ DES CHAMPIGNONS SYLVESTRES EN KROUMIRIE (TABARKA ET AIN DRAHAM\_TUNISIE)

BOUSSAIDI Naceur<sup>1\*</sup>, MECHERGUI Tahar<sup>2</sup>, NOISRI Wassim<sup>3</sup> et HAMROUNI Sana<sup>4</sup>

1. Institut Sylvo-Pastoral, Tabarka\_Tunisie

2. Faculté Des Sciences de Bizerte,

3. Institut National Agronomique de Tunis

4. Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef

*Reçu le 04/12/2019, Révisé le 25/05/2020, Accepté le 01/06/2020*

### Résumé

**Description du sujet :** Cette étude montre un important potentiel de production de champignons sylvestres confirmé par la diversité spécifique (nombre total des espèces collectées) et la masse pondérale de ces espèces et montre en outre l'effet du sol et des peuplements forestiers (Chêne liège, pin maritime et pin pignon) sur la variabilité des champignons sylvestres en Kroumirie.

**Objectifs :** Montrer l'effet du sol et des peuplements forestiers naturels et artificiels sur la diversité des champignons (*nombre, genres et poids*) trouvés sous ces peuplements.

**Méthodes :** Choix des peuplements où les champignons vont être étudiés et cartographie des zones d'étude. L'étude comprend aussi l'installation des transects croisés (Nord/Sud et Est/Ouest) par type de peuplement et matérialisation des placettes de 400 m<sup>2</sup> en vue de collecter toute sorte de champignon, le photographier, l'identifier et le peser sur place.

**Résultats :** Dans les deux régions de Tabarka et d'Ain Draham le nombre des espèces et le poids collecté des champignons sauvages sont relativement différents ; la différence statistique est significative. En effet, dans la région Ain Draham 18 espèces ayant un poids 1,36 Kg ont été collectées, alors qu'à Tabarka, 112 espèces ayant 1,23 Kg ont été collectées. Les analyses statistiques montrent aussi que de point de vue nombre des espèces,  $ppds (\alpha = 5\%) = 8,927$ , la différence est significative entre les peuplements à base de pins. D'autre part les espèces fongiques collectées indiquent des affinités aux sols très variables, dont certaines ne poussent que sur des sols présentant des caractéristiques physicochimiques bien spécifique à titre d'exemple le *Marasmius dryophylus* qui n'aime pas les sols très riches en matière organique, alors que le *Boletus edulis* préfère les sols bien acides, ect... L'analyse chimique montre donc que le sol influence la répartition des champignons dans les écosystèmes forestiers.

**Conclusion :** La forêt de la Kroumirie en Tunisie, contient un potentiel mycologique intéressant de point de vue diversité et production. Il reste peu valorisé sur le plan socio-économique (régional et national). La variabilité des peuplements forestiers : Chêne liège, pin maritime et pin liège et autres ; et son impact sur les champignons sylvestres est aussi peu étudiée. Les analyses statistiques montrent que de point de vue nombre d'espèces, la différence est significative entre les peuplements à base de pins. Le poids des champignons récoltés a été plus important sous chêne liège contrairement aux peuplements des pins.

**Mots-clés :** Champignons sylvestres, peuplement forestier, pH, matière organique, sol, statistique Tabarka et Ain Draham.

## EFFECTS OF FOREST STANDS AND SOIL ON PRODUCTION AND DIVERSITY WILD MUSHROOMS IN KROUMIRIE (TABARKA AND AIN DRAHAM\_TUNISIA)

### Abstract

**Description of the subject:** This study shows an important potential for the production of wild mushrooms confirmed by the specific diversity (total number of species collected) and the weight of these species and also shows the effect of soil and forest stands (cork oak), maritime pine and pine pinion) on the variability of wild mushrooms in Kroumirie.

**Objectives:** To show the effect of soil and natural and man-made forest stands on the diversity of wood fungi (numbers, genera and weights) found under these populations.

**Methods:** Selection of stands where fungi will be studied and mapping study areas. The study also includes the installation of crossed transects (North / South and East / West) by type of stand and materialization of the 400 m<sup>2</sup> plots in order to collect all kinds of mushrooms, to photograph, identify and weigh them square.

**Results:** In the two regions of Tabarka and Ain Draham the number of species and the weight collected from wild mushrooms are relatively different; the statistical difference is significant. In the Ain Draham region, 18 species weighing 1.36 kg were collected, while in Tabarka, 112 species with 1.23 kg were collected. Statistical analyzes also show that from the point of view of many species,  $ppds (\alpha = 5\%) = 8.927$ , the difference is significant between pine-based stands., on the other hand, show very variable soil affinities, some of which grow only on soils with very specific physicochemical characteristics, for example the *Marasmius dryophylus*, which does not like soils rich in organic matter., while *Boletus edulis* prefers well-acid soils, ect... So chemical analysis shows that soil influences the distribution of fungi in forest ecosystems.

**Conclusion:** The Kroumirie forest in Tunisia contains a mycological potential that is interesting from the point of view of diversity and production. It remains little valued at the socio-economic level (regional and national). Variability of forest stands: cork oak, maritime pine and cork pine and others; and its impact on wild mushrooms is also poorly studied. Statistical analyzes show that in terms of number of species, the difference is significant between pine-based stands. The weight of mushrooms harvested was higher under cork oak, unlike pine stands.

**Keywords:** Scots mushrooms, forest stand, pH, organic matter, soil, statistics, Tabarka and Ain Draham

\* Corresponding author. BOUSSAIDI Naceur, E-mail: naceurb8@gmail.com

## INTRODUCTION

Depuis l'antiquité, les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) contribuent fortement à la sécurité alimentaire et aux soins de santé primaire avec près de 80% de la population des pays en développement les utilisant pour se soigner ou pour se nourrir [1]. Cependant, sans certains PFNL, la vie des populations locales africaines serait pratiquement impossible [2 et 3]. Il s'agit notamment des champignons sauvages comestibles qui ont été cueillis et consommés par les populations à travers le monde [3-8]. Les champignons sauvages constituent une source d'aliments, de médicaments et de revenus pour les populations rurales [9]. En dehors de leur valeur marchande, les champignons sont recherchés pour leur valeur nutritionnelle et leur saveur inégalable. En Afrique tropicale, la cueillette des champignons sauvages représente une activité de grande valeur commerciale et implique des milliers de femmes rurales [10]. La culture des champignons. Collection « le point sur » Guide technique. Traduction Christine Nédelec, Révision Jean Laborde. Ministère Français de la Coopération [8 et 9]. Les champignons sont d'importants produits forestiers non ligneux dans de nombreux écosystèmes méditerranéens. Malgré le nombre relativement faible, les champignons macroscopiques sont une composante majeure de la biodiversité végétale. On estime que seulement 74 000 ont été décrits jusqu'à ce jour [11 et 12]. Pour une stratégie de gestion et de promotion efficace et durable, il est important d'avoir une meilleure connaissance des ressources forestières. Or malgré leur importante diversité et leur rôle dans le développement durable des forêts, ils restent une ressource sous-estimée et non valorisée en Tunisie [13 et 14].

Actuellement, le nombre exact et la liste des espèces de champignons sauvages comestibles ne sont pas encore établis. Les plus connus sont ceux présentant un intérêt pour le marché d'exportation tel que girolle, trompettes de la mort, cèpe, lactaire délicieux, chanterelle, pied de mouton et oronge. Ils sont tous des bons et excellents comestibles. La valeur nutritionnelle des champignons sylvestres comestibles est comparable à celle des viandes et du poisson [13, 14 et 15]. Généralement, les champignons possèdent tous les nutriments en bon quantité qui sont essentielles pour l'humain.

Les macrochampignons comestibles sylvestres sont appréciés non seulement pour leur texture et leur saveur, mais aussi pour leurs caractéristiques chimiques et nutritionnelles [16]. En Tunisie, de nombreuses familles font la collecte des espèces fongiques comestibles en tant que cueilleurs pour leur propre consommation. Dans ce pays, la filière des champignons forestiers comestibles est en développement. Cependant, le manque des connaissances sur l'abondance et la distribution de ces espèces comestibles constitue toutefois un frein au développement de la filière [13 et 17].

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 1. Situation de la zone d'étude

Sur le plan géographique, les deux régions (Tabarka et Ain Drahem) font partie du Nord-Ouest de la Tunisie, du Gouvernorat Jendouba et de la grande zone forestière de Kroumirie. Tabarka est limitée comme suit : au Nord par la mer méditerranéenne, au Sud par la délégation d'Ain Drahem, à l'Est, par le Gouvernorat de Béja (Nefza) et à l'Ouest par la frontière Tuniso-Algérienne. Ain Drahem, est limitée ainsi au Nord par la délégation de Tabarka, au Sud par la délégation de Fernana, à l'Est par la délégation d'Amdoun et à l'Ouest par la frontière Tuniso-Algérienne (Fig. 1). Sur le plan administratif forestier, elles relèvent de l'arrondissement des forêts d'Ain Drahem, et font distinctement deux subdivisions forestières : celle de Tabarka et d'Ain Drahem.

### 2. Relief

La zone d'étude fait partie de la Kroumirie qui est constituée d'un ensemble de reliefs de direction générale SSO-NNE faisant partie intégrante du Tell septentrional, massif montagneux parallèle à la côte nord de la Tunisie et limité au sud par la vallée de la Medjerda, principal oued pérenne du pays, coulant selon un axe SO-NE, Jendouba-Bizerte. Le point culminant de la Kroumirie se situe à l'ouest, à 1203 m au Djebel El Ghorra; en bordure de la frontière algéro-tunisienne. Les altitudes décroissent d'ouest en est. Au centre, dans la région d'Ain Drahem, la hauteur des sommets varie de 800 à 900 m avec un pic à 1014 m, au sud de la localité. Vers l'est, la décroissance s'accroît jusqu'à atteindre 500 m en bordure de la plaine de Nefza, formant séparation avec l'extrémité occidentale de la chaîne des Mogods, aux reliefs moins accusés, décroissant en altitude vers les plaines de Bizerte et de Tunis, à l'Est.



Figure 1 : Carte de la zone de Tabarka et d'Ain Drahem

### 3. Géologie

Du point de vue géologique, la région étudiée correspond au domaine des flyschs numidiens argileux et gréseux d'âge oligocène formant une puissante série allant de l'extrême nord-ouest de la Tunisie jusqu'à Bizerte [18]. Outre ces formations gréseuses et argileuses dominantes, des terrains secondaires et des dépôts paléocènes et éocènes affleurent par endroits entre le Cap Serrat et Jendouba: argiles et grès du Trias; calcaires du Jurassique; marnes, argiles, grès et calcaires du Crétacé; argiles et marnes du Paléocène; calcaires et marnes de l'Eocène. Le Miocène et le Mio-Pliocène sont développés dans le sillon de la Medjerda; le premier est une série molassique et lagunaire, le second une série sableuse rouge continentale. Le Quaternaire est représenté par des systèmes dunaires en bordure de mer et par des dépôts fluviaux continentaux. Le climat humide favorise par ailleurs le développement de dépôts tourbeux sur substrats peu perméables [19].

### 3. Pédologie

Dans le nord-ouest tunisien, sous climat à fortes précipitations hivernales, la roche mère oligocène a donné naissance à des sols bruns plus ou moins lessivés selon la nature et la dégradation de la couverture végétale. Ainsi des sols bruns forestiers évolués se rencontrent sous les forêts de Chênes; par contre, en cas de coupes abusives, de surpâturage ou d'incendie, ces sols bruns forestiers passent à des sols lessivés « podzoliques ». Des sols hydromorphes existent localement, dus à la forte pluviosité créant un engorgement du sol par suite d'un drainage insuffisant des eaux pluviales. Il s'ensuit la formation de dépôts tourbeux dans des marais herbacés ou de petites tourbières entretenues par des sources.

Enfin, des sols peu évolués se rencontrent sur les formations dunaires littorales d'origine éolienne [20].

### 4. Climat et végétation actuels

La Tunisie septentrionale correspond à une région naturelle caractérisée par une pluviosité élevée. Elle appartient aux étages bioclimatiques humide et subhumide définis par Emberger en 1955. Les précipitations moyennes annuelles sont respectivement de 1000 à 1500 mm/an pour l'étage humide et de 600 à 1000 mm/an pour l'étage subhumide. L'étage humide à variante « hiver chaud » est localisé à la zone côtière. Celui à variante « hiver tempéré » se situe au-dessus de 500 m d'altitude. Sur les hauts reliefs au sein de ce dernier, il neige régulièrement durant les mois d'hiver, de décembre à février. L'étage subhumide couvre une bande dont la largeur n'excède pas 50 km au sud de l'étage humide. Sa limite méridionale est marquée par la vallée de la Medjerda. En Tunisie du Nord, les vents dominants soufflent du secteur nord-ouest, ce qui entretient l'humidité sur la région durant la majeure partie de l'année. Par périodes, à la bonne saison, lorsqu'une dépression s'installe sur la Méditerranée occidentale, un vent soufflant du sud, le Sirocco, emmène avec lui de l'air chaud et sec chargé de sable du Sahara. En Kroumirie, les températures moyennes annuelles varient de 16° à 20°C; les températures minimales de janvier, mois le plus froid, entre 2° et 7°C.

Le Nord-Ouest de la Tunisie est couvert d'importantes forêts de feuillus constituées de Chêne-liège (*Quercus suber*) à feuillage persistant et de Chêne zeen (*Quercus canariensis* = *Q. faginea*) à feuillage caduc.

La forêt de Chêne zeen, occupe les zones les plus arrosées et les plus fraîches des Monts de Kroumirie où l'espèce arrive à former des massifs homogènes dans les sites qui lui sont les plus favorables comme à El Feïja et à Ain Draham. *Quercus canariensis* est une espèce d'altitude mais on le rencontre aussi au-dessous de 800 m dans des vallons humides, le long de cours d'eau à écoulement permanent et au bord de marécages où il est associé à *Alnus glutinosa*. Le Chêne zeen se retrouve également associé au Chêne liège dans des formations mixtes auxquelles vient se mêler le Chêne kermès (*Quercus coccifera*) sous 300 m d'altitude. Les suberaies, dominantes en Kroumirie existent en tant que formations fermées et parfois denses qui se développent principalement sur sols siliceux. La composition du sous-bois, dominée généralement par *Erica arborea* (Bruyère arborescente) varie en fonction de la nature du sol et de son degré d'humidité [19]. Sur les sols profonds, riches en humus et sur pentes bien drainées, se développe un sous-bois à dominance de *Cytisus triflorus*, *Erica arborea* et *Arbutus unedo*. Sur sols hydromorphes, un faciès à *Pistacia*, *Myrtus*, *Calycotome* et *Olea* accompagne *Quercus suber* et *Erica arborea* ; par contre, sur les sols lessivés, *Erica scoparia* (Bruyère à balai) accompagnée de *Halimium halimifolium* et de *Lavandula stoechas* se substitue à *Erica arborea*. Sensible aux conditions édaphiques, *Quercus suber* l'est aussi aux conditions climatiques : les suberaies ne se développent pas dans des conditions climatiques trop froides ni trop chaudes. Ainsi, au-dessus de 800 m, le Chêne liège n'est plus naturellement dominant que dans des stations sèches et ventées (crêtes et buttes rocheuses) ; ailleurs, il est concurrencé par le Chêne zeen. A basse altitude, dans sa variante chaude, la suberaie est envahie par le Chêne kermès et d'autres espèces thermophiles. C'est entre 400 et 800 m d'altitude qu'elle connaît sa plus belle expansion sous ses variantes tempérée et fraîche : la première, se situe entre 450 et 550 m, elle correspond à la limite inférieure de la neige et à la zone de disparition du Pistachier lentisque; la seconde, au-dessus de la précédente, se caractérise à 750 m d'altitude, par la limite supérieure de la distribution du Myrte. La dégradation de la suberaie par le feu et le pâturage entraîne la raréfaction du Chêne-liège et l'installation de Matorrals, formations broussailleuses difficiles d'accès à Bruyère, Arbousier, Cistes, Myrte, Pistachier et Graminées. Dans les zones proches du littoral, le Chêne kermès tend à occuper une place prépondérante au sein de ces groupements.

*Quercus coccifera* connaît son développement optimal le long de la côte. Associé à deux génévriers thermophiles, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*, il constitue une formation climacique représentant le stade évolutif final de la végétation fixatrice des dunes. Plus au sud sur marnes et argiles calcaires où sont absents *Quercus suber* et *Quercus coccifera*, la végétation évolue vers une brousse semi-aride où dominent l'Oléastre (Olivier sauvage), le Pistachier lentisque et le Myrte. *L'Oleo-Lentiscetum*, autrefois très étendu, n'existe plus actuellement qu'à l'état de lambeaux, ayant cédé la place aux terres cultivées. Les pinèdes naturelles sont peu répandues en Kroumirie. Le Pin maritime (*Pinus pinaster*) peut se rencontrer associé au Chêne liège et au Chêne kermès dans la zone littorale des suberaies. Entre Tabarka et la frontière algérienne subsiste le seul groupement spontané de Pin maritime, relique d'un ensemble autrefois plus étendu dans la zone côtière septentrionale. Quant au Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), bien que répandu dans toute la Tunisie non désertique, c'est essentiellement au sud de la Medjerda, sous climat semi-aride, qu'il connaît un maximum d'ampleur. Dans la région qui nous occupe, sa présence est sporadique [19].

### 5. Peuplements forestiers étudiés

L'étude mycologique a été réalisée au sein d'une diversité des peuplements forestiers (feuillus et résineux) dans les régions de Tabarka et Ain Drahem. Les essences forestières sont : (i) le Pin maritime (*Pinus pinaster* L.) ; (ii) le Pin pignon (*Pinus pinea* L.) ; et (iii) le Chêne liège (*Quercus suber* L.). La localisation des peuplements est établie par des cartes réalisées par le logiciel ArcGIZ. (Fig. 2).

#### 5.1. Peuplements de de Tabarka

Au Tabarka, l'étude est réalisée dans les peuplements ci-dessous : (i) Pin maritime : série unique de Hwamdïa (parcelles 4 et 5), (ii) Pin pignons : série unique de Hwamdïa (parcelles 10 et 11), (iii) Chêne liège : série unique de Hwamdïa (parcelles 13 et 14)

#### 5.2. Peuplements d'Ain Draham

Notre étude à Ain Draham est réalisée dans les peuplements ci-dessous : (i) Pin maritime : série 8 de Tbeynia (parcelles 6 et 7), (ii) Pin pignon : série 1 d'Oued Dhalma (parcelles 6 et 7) ; (iii) Chêne liège : série 8 de Tbeynia (parcelles 4 et 15). Les placettes matérialisées sur terrain dans les peuplements forestiers des deux régions (Tabarka et Ain Draham) indiquées ci-dessus sont désignées dans les figures suivantes : (Figures de 3 à 6\_Tabarka et de 7 à 12\_Ain Draham)



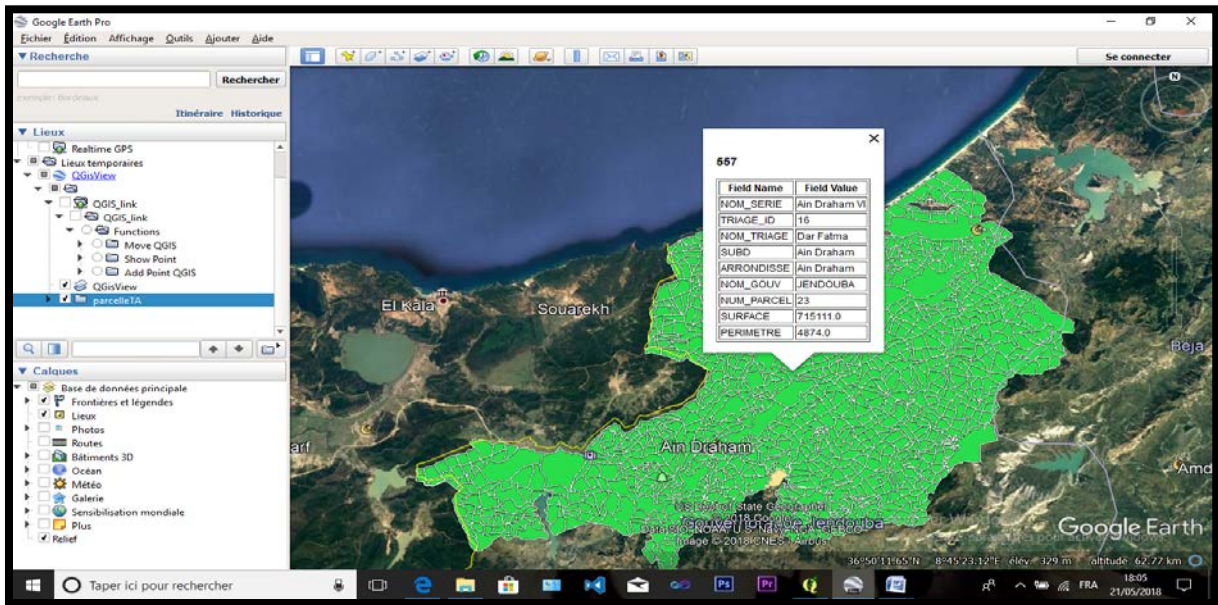


Figure 2 : Exemples des types de peuplements forestiers des sites d'étude



Figure 3 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Pin maritime naturel de Malloula, Tabarka



Figure 7 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Pin maritime de Tbeynia, Ain Draha



Figure 4 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Pin maritime artificiel de Hwamdia Unique, Tabarka



Figure 8 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Chêne liège de Sra Rabe, Ain Draha



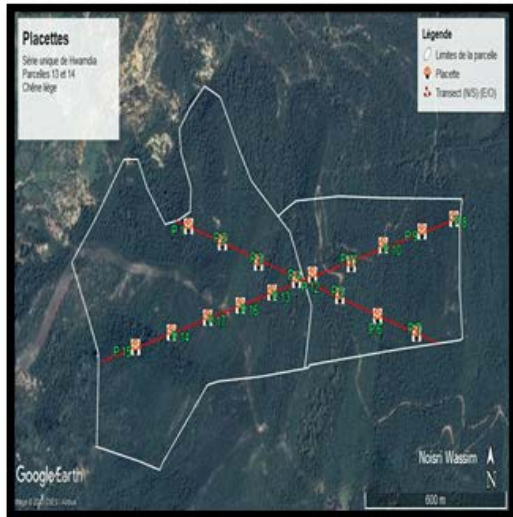


Figure 5 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Chêne liège de Hwamdia, Tabarka

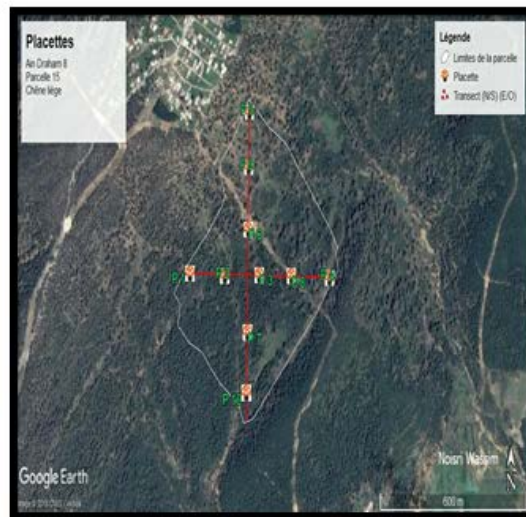


Figure 9 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Chêne liège de Tbeynia, Ain Draham

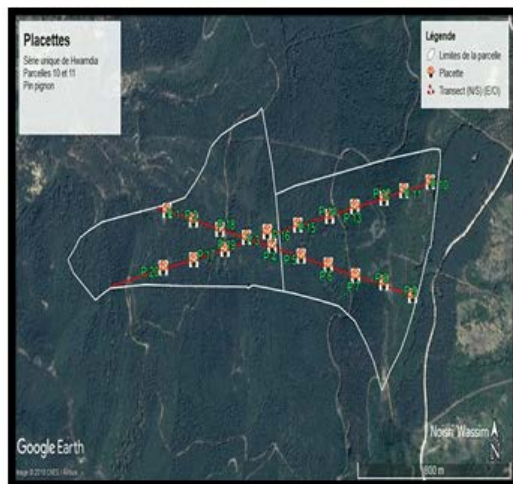


Figure 6 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Pin pignon de Hwamdia, Tabarka

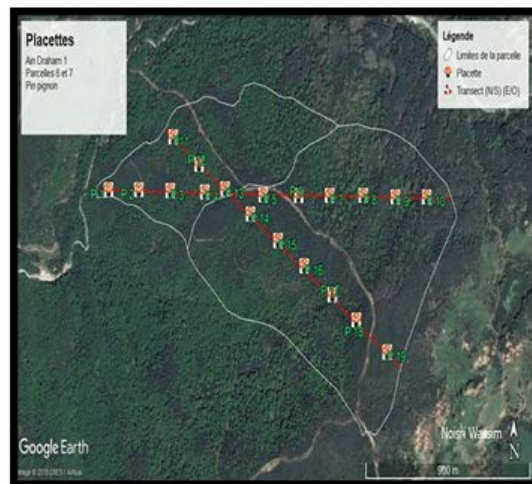


Figure 10 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Pin pignon d'Oued Dhalma (Parcelles : 6 et 7), Ain Draham



Figure 11 : Placettes matérialisées dans le peuplement de Chêne zeen d'Oued Dhalma (Parcelles : 4 et 15), Ain Draham

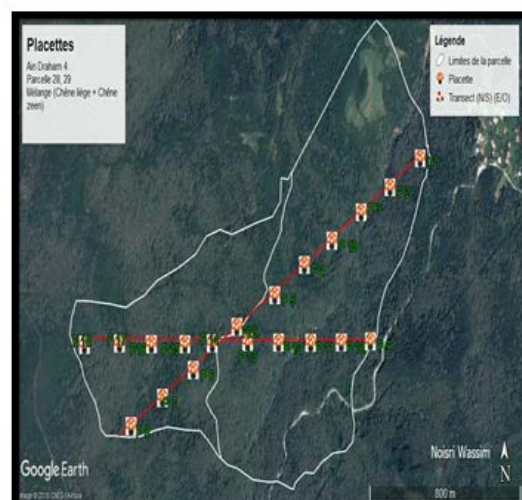


Figure 12 : Placettes matérialisées dans le peuplement mélangé (Chêne liège + Chêne zeen) d'Oued Dhalma (Parcelles : 28 et 29), Ain Draham

## 6. Cartographie des sites d'étude

Une fois les zones ont été définies pour mener l'étude, une cartographie générale est établie pour délimiter définitivement les sites. Les sites d'étude sont des peuplements naturels et artificiels (plantations). Il s'agit des chênaies (chêne-liège, chêne zeen et mélange des deux espèces) et des pinèdes à base de Pin maritime naturel et artificiel (planté), de Pin pignon.

## 7. Transects linéaires et matérialisation des placettes

Pour collecter les données de terrain, nous avons opté à choisir deux parcelles contiguës dans chaque série forestière et en fonction du type du peuplement où poussent les champignons. La méthode adoptée pour collecter les champignons est celle des transects linéaires et la matérialisation des placettes échantillons. Les transects sont croisés, autrement nous parcourons le site dans une direction de la longueur de la parcelle puis nous progressons dans un transect opposé qui épouse la largeur et qui croise le premier. Les transects matérialisés touchent obligatoirement les deux parcelles contiguës sans faire de séparation entre ces deux parcelles. Les placettes de 400 m<sup>2</sup> sont matérialisées et distantes l'une de l'autre de 100 m.

## 8. Paramètres étudiés dans les placettes

### 8.1. Les types de champignons

Une fois la placette est matérialisée, et ses coordonnées GPS sont enregistrées, les champignons trouvés sont tous collectés, dénombrés, photographiés sur place. La pesé et l'identification de ces champignons ont été faites le même jour en se basant sur des clés de détermination [21, 22 et 23], qui font appel à des critères macroscopiques relevant de la botanique et à l'appréciation des critères organoleptiques [24].

La description des macromycètes se base sur les critères macroscopiques suivants : Taille, forme et couleur du chapeau, Aspect de la marge, Mode d'insertion des lames sur le pied, Taille, forme, couleur et ornementation du pied, Texture, consistance et couleur de la chair. Elle se base aussi sur certains critères écologiques qui sont : (i) la Nature du milieu, (ii) l'Espèces végétales associées, et (iii) la Nature du sol. La classification systématique a été faite selon Raven *et al.* [25].

### 8.2. Les composantes végétales

La description et l'identification des végétaux est faite sur le lieu à chaque placette.

Cette description se base sur les arbres et les arbustes puisque ces deux strates sont responsables de la production d'humus responsable de production et de la diversité des champignons.

### 8.3. Analyse du sol

Cette partie va présenter l'ensemble des matériaux, méthodes et techniques mises en œuvre pour traiter les différents aspects de l'étude.

**-Échantillonnage**, a chaque placette, un échantillon de sol a été prélevé et amené au laboratoire pour être analysé en vue de déterminer les caractères physico-chimiques du sol.

**-Détermination du Potentiel hydrogène (pH)**, le pH du sol est mesuré dans le surnageant après agitation pendant 30 min d'une solution préparée avec 5 g de sol dans 25 ml d'eau distillée à l'aide d'un pH- mètre.

**-Détermination de la conductivité électrique**, 200 g de sol seront mélangés avec l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'une pâte saturée. Après 1 h de repos, la pâte sera centrifugée pendant 15 min. La conductivité sera mesurée à partir de la solution en suspension moyennant d'un conductimètre.

**-Détermination de la teneur en matières organiques (MO)**, 1 g d'échantillon de sol sera mis dans un creuset taré dans le four à moufle à 550°C pendant 5 heures. Ensuite, les creusets seront mis dans un dessiccateur après calcination et seront peser à nouveau (poids après incinération). Les résultats sont exprimés en pourcentage.  $MO\% = 100\% - \%MM$ , Avec : *MO*: pourcentage de matière organique, *MM*: pourcentage de matière minérale ; c'est la différence entre les deux creusets.

**-Détermination du Carbone total**, le pourcentage de carbone est calculé à partir de la formule suivante :  $C\% = \%MO / 1,725$

**-Détermination de l'azote total Kjeldahl (NTK)**, nos échantillons sont dans un premier temps minéralisé par chauffage à 400 °C en présence de l'acide sulfurique concentré et d'un catalyseur (CuSo<sub>4</sub>). Cette étape est suivie d'une distillation suite à l'addition de la soude (10 N), l'ammoniac ainsi libéré est recueilli dans une solution d'acide borique (20 g/l). Le dosage de l'azote est effectué directement par l'acide sulfurique (0,05 N). Les résultats sont exprimés en milligrammes d'azote par litre.  $Azote (mg/l) = Volume\ versé\ HCl \times 0,140067$

**-Détermination du phosphore assimilable**, la teneur du sol en phosphore assimilable est déterminée par la méthode d'Olsen (Pauwles *et al.* 1992). L'extraction est effectuée en mélangeant une solution alcaline (pH=9,5) de bicarbonate de sodium  $\text{Na HCO}_3$  (0,5 M) à un échantillon de terre. Après agitation pendant 30 mn. Le phosphore assimilable est mesuré par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 430 nm. Le taux de phosphore assimilable est déterminé à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec des prélèvements précis d'une solution-mère de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (250 $\gamma$ /ml).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

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 [26], la composition des communautés fongiques est déterminée hiérarchiquement par : (i) 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, (ii) 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, et (iii) 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.

Dans un peuplement forestier équienne,

la composition spécifique des communautés de champignons varie avec le temps [27, 28, 29, 30 et 31]. En d'autres termes, tout écosystème forestier, en vieillissant, subit une modification de sa biodiversité, donc de sa mycoflore, ce qui est également sensible dans l'expression quantitative de la fructification des espèces fongiques.

Cette dynamique de la flore fongique associée aux peuplements forestiers est un phénomène universel incontournable qui se traduit par des séquences de succession de flore dans le temps et dans l'espace. La richesse en champignons de l'écosystème, traduite en termes de biodiversité, évolue sans cesse ; elle n'est jamais figée et, par conséquent, il est difficile de la quantifier de manière exhaustive, à un instant précis de l'évolution de la forêt.

### **1. Identification, classification et pesage des champignons identifiés par type de peuplement dans les régions de Tabarka et Ain Draham**

#### **1.1. Classification des champignons**

Tous les champignons collectés sont classés par catégorie selon leurs comestibilités ou toxicité, on distingue : (i) Les espèces comestibles, (ii) Les espèces toxiques qui peuvent provoquer d'un malaise aigu, (iii) Les espèces mortelles, (iv) Les espèces sans valeurs qui n'ont pas aucun intérêt vu qu'ils sont de petites tailles ou bien qu'ils ne possèdent pas aucun goût et intérêt alimentaire, et (v) Les espèces non comestibles qui ne peuvent pas être consommés dont la toxicité n'est pas certaine ou confirmée, Ils ne peuvent pas être comestibles à cause de son chair dur.

#### **1.2. Productivité des peuplements forestiers en champignons**

Par type de peuplement et dans les deux régions où l'étude a été menée, nous avons pu déterminer les différentes catégories de champignons (tableau 1 et figures 13 & 14) avec leur diversité, leur nombre, leur poids et leurs fréquences.

### **2. Analyse statistique**

#### **2.1. Effet des peuplements sur la diversité et la production des champignons**

L'effet des peuplements forestiers sur la diversité des champignons et leurs poids est illustré dans le tableau 2. Il montre que le nombre total des espèces de champignons sous les trois peuplements de Chêne liège, Pin maritime et Pin pignon est respectivement de 45, 52, 38. La différence est significative entre les peuplements à base de pin ppds ( $\alpha=5\%$ ) = 8,92. Au sein de chaque peuplement, on remarque que le nombre de champignons toxiques et mortels sont rare et peu fréquents. Le nombre total des espèces de champignons comestibles, non comestibles, et sans valeurs est presque identique sous les trois peuplements forestiers ; il est respectivement de 32, 44, 43 sous pin pignon, pin maritime et sous chêne liège.



Tableau 1 : Quantification des types de champignons identifiés par type de peuplement

Série forestière	Parcelles	Peuplement	Comestibles		Toxiques		Mortels		Sans valeur		Non comestibles		Poids Total (kg)
			Nombre total	Poids total (kg)	Nombre total	Poids total (kg)	Nombre total	Poids total (kg)	Nombre total	Poids total (kg)	Nombre total	Poids total (kg)	
Unique de Hwamadia	4 et 5	Pin maritime artificiel	13	1,275	5	0,174	1	0,008	12	0,549	9	0,132	2,111
	10 et 11	Pin pignon	10	0,582	2	0,016	1	0,014	9	2,810	9	0,535	3,957
	13 et 14	Chêne liège	12	1,223	3	0,022	0	0	9	1,877	17	1,944	5,066
Tabarka 1 et 2	1 et 20	Pin maritime naturel	7	0,629	4	0,077	2	0,002	16	0,779	13	1,412	2,899
Ain Draham 8	4 et 15	Chêne liège	15	0,729	0	0	1	0,027	23	2,931	10	1,031	4,718
	6 et 7	Pin maritime	19	1,497	7	0,031	3	0,097	25	1,487	10	1,181	4,293
Ain Draham 1	4 et 15	Chêne zeen	28	0,864	7	0,103	4	0,028	34	1,765	14	0,641	3,431
	6 et 7	Pin pignon	10	0,258	7	0,054	3	0,043	13	1,537	13	1,414	3,306
Ain Draham 4	28 et 29	Mélange (chêne zeen + chêne liège)	12	0,238	1	0,011	4	0,049	22	0,986	11	1,266	2,550
<b>Production totale des peuplements</b>												<b>24.182</b>	
<b>Production moyenne par peuplement</b>												<b>2.682</b>	

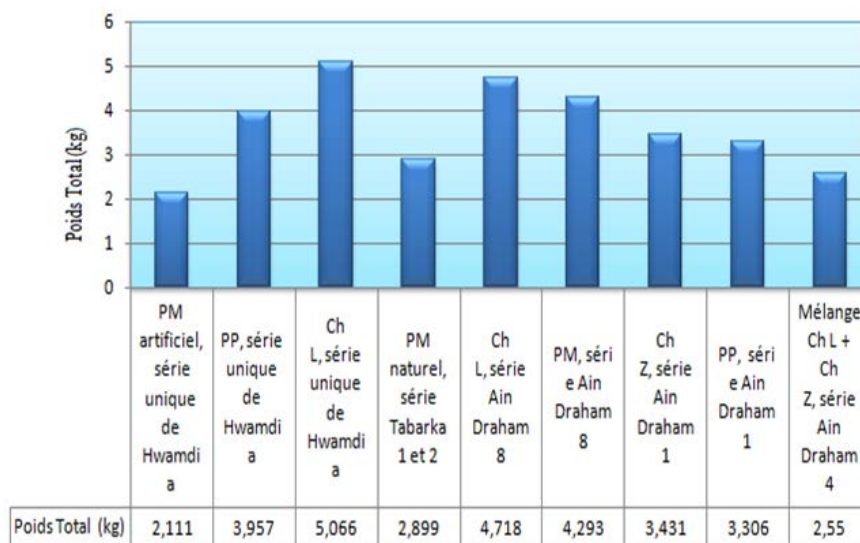


Figure 13 : Production des champignons en Kg par types de peuplement

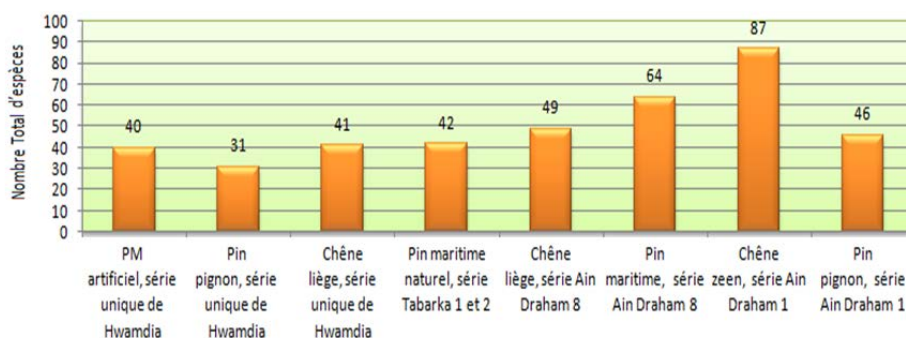


Figure 14 : Nombre total d'espèces de champignons par type de peuplement

Tableau 2 : Nombre total et poids des espèces des champignons sylvestres dans les trois peuplements

Peuplement	Catégories des champignons	Nombre des champignons	Poids des champignons
Chêne liège	Comestible	13	0.976
	Toxique	2	0.011
	Mortel	1	0.014
	Sans valeur	16	2.404
	Non comestible	13	1.488
	<b>Nombre Total</b>	<b>45</b>	<b>4.892</b>
Pin maritime	Comestible	16	1.386
	Toxique	6	0.102
	Mortel	2	0.053
	Sans valeur	19	1.018
	Non comestible	9	0.660
	<b>Nombre Total</b>	<b>52</b>	<b>3.202</b>
Pin pignon	Comestible	10	0.420
	Toxique	5	0.035
	Mortel	2	0.029
	Sans valeur	11	2.173
	Non comestible	11	0.975
	<b>Nombre Total</b>	<b>38</b>	<b>3.632</b>
<b>Coefficient de variation (%) ppds</b>		<b>34.42%</b> <b>8.927</b>	<b>45.11%</b> <b>1.013</b>

Ainsi, les résultats montrent que le poids total des champignons a été de l'ordre 3.2 Kg, 3.63 Kg et 4.89 Kg respectivement sous les trois peuplements Pin maritime, Pin pignon et Chêne liège (Fig. 15). La différence entre les peuplements à pin est non significative ppds ( $\alpha=5\%$ )= 1,013. Cependant, la différence avec le chêne liège est hautement significative dont le poids est 4.89 Kg.

Les résultats statistiques montrent l'absence d'une différence significative. Les trois peuplements produisent le même nombre d'espèces fongiques avec pratiquement le même poids du matériel fongique. Les coefficients de variation très élevés (34,42% & 45,11%) sont dus aux difficultés d'échantillonnage dans la forêt et à la variation de l'échantillonnage dans le peuplement.

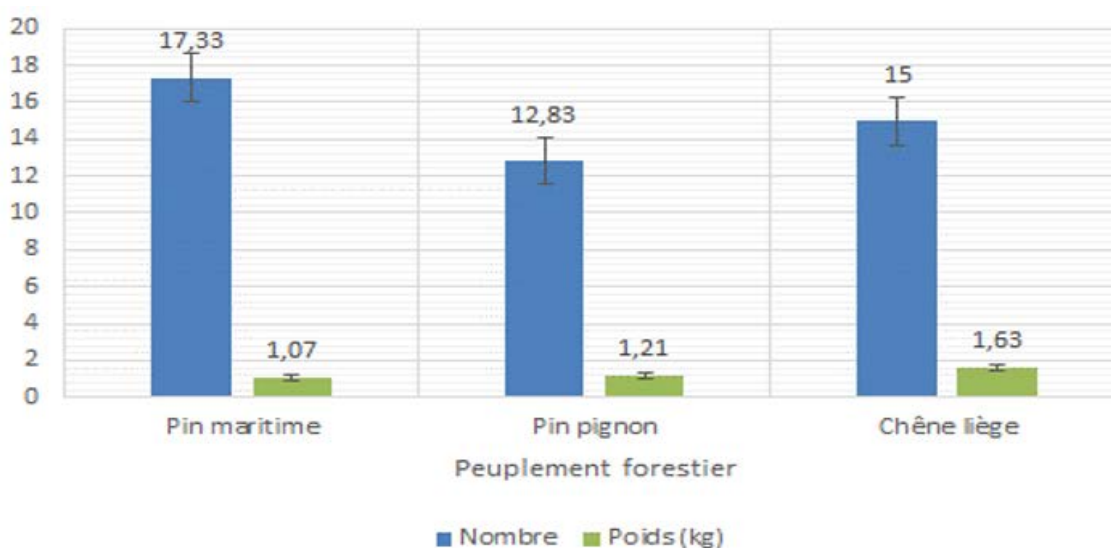


Figure 15 : Nombre et poids des champignons collectés par type de peuplement forestier

## 2.2. Effet des régions sur la diversité des champignons

Une comparaison de la diversité entre les deux régions a été analysée statistiquement (Fig. 16). L'analyse a révélé une différence non significative entre les deux régions de point de vue diversité ou nombre des espèces fongiques. Les deux régions produisent les mêmes nombres d'espèces fongiques. L'analyse statistique a révélé de différence non significative entre les deux régions de point de vue diversité. Les deux régions produisent des poids semblables d'espèces fongiques. Les analyses de la variance montrent que les différences entre les peuplements ne sont pas significatives, tant pour le nombre d'espèces ( $p=0,1323$ ) que pour le poids ( $p=0,2711$ ) des champignons. Ainsi, on peut conclure qu'aucun des peuplements n'est favorable que l'autre pour la production de champignons.

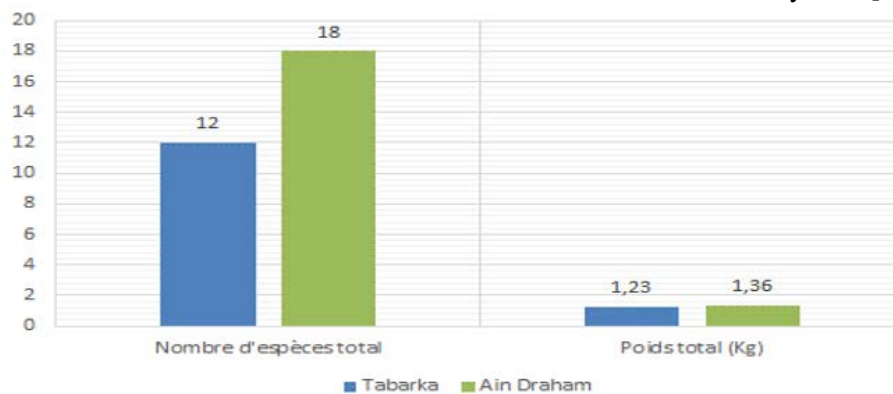


Figure 16 : Nombre et poids des champignons collectés par région

## 3. Effet du sol sur la diversité et la production des champignons sylvestres

### 3.1. Résultats de l'analyse statistique des échantillons du sol

Toutes les données obtenues sont exprimées en moyenne et traitées par l'analyse de variance (ANOVA) avec le Logiciel SAS. Cette analyse détermine la variation des observations de ces différents traitements. Le test de significativité est celui de la distribution de Fischer ou « F test » au seuil de probabilité de 1% (Tableau 4). Le même tableau montre que sur chaque localité, les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques sont statistiquement hautement significatifs au seuil de 0,01.

D'après les résultats obtenus à partir de l'analyse de la productivité et de la diversité des champignons par les différents peuplements, on a pu déterminer qu'il n'y a pas de différence significative entre ces peuplements. Mais de point de vue répartition de différents types de macromycètes au sein d'un peuplement de même essence forestière et entre les différents types de peuplements, la composition spécifique des champignons n'est pas similaire, ce qui est affirmé où certaines espèces sont très intimement liées à la nature de l'essence forestière comme le *Cantharellus lutescens* alors que d'autres sont indifférentes. En ce qui concerne la variabilité de la composition spécifique des communautés fongiques dans les peuplements de même type, les résultats peuvent être liés à d'autres paramètres environnementaux y compris le sol. Ces résultats ont été mis en évidence par Parveen et al. [32], qui a montré que la communauté végétale et les Conditions environnementales ont une influence sur la diversité et la distribution des macromycètes [32].

### Facteur édaphique et diversité des communautés fongiques

Les communautés fongiques sont de mieux en mieux connues, en relation avec la typologie forestière et sociologiquement mieux définies sur les bases des communautés phytosociologiques et des unités de végétation. 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. Dans notre étude et pour connaître l'effet du sol sur la production des champignons, nous allons déterminer parmi les espèces identifiées celles qui réagissent avec le changement des caractéristiques physicochimiques du sol.



Pour plus de fiabilité des résultats nous avons choisi les champignons qui ont présentés des réactions remarquables vis-à-vis les composantes du sol étudiées et / ou de son pH. De plus, les champignons du bois et/ou les champignons qui poussent exclusivement sur les troncs des arbres sont ignorés dans cette étude car ils n'entrent pas en contact direct avec le sol. Ces espèces sont : *Marasmius dryophilus*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Hebeloma sinapizans*, *Boletus edulis*, *Xerocomellus chrysenteron*, *Lepista nuda*, *Paralepista inversa*, *Entoloma lividum*, *Phellodon niger*, *Cantharellus lutescens*.

***Marasmius dryophilus*** : en étudiant les données d'analyses du sol, on a trouvé que cette espèce est présente seulement dans les peuplements ayant une teneur en matière organique moyennement faible ( $17,5\% < MO < 20,5\%$ ), (Chêne zeen d'Ain Draham, pin pignon d'Ain Draham, pin maritime de Malloula et pin maritime de Hwamdia), ce qui explique que cette espèce montre une sensibilité vis-à-vis le pourcentage d'humus dans le sol, mais elle est tolérante pour les autres éléments vue leurs variabilités dans les peuplements situés.

***Hebeloma crustuliniforme et Hebeloma sinapizans***, ces deux espèces contrairement au *Marasmius dryophilus* ont montrés un grand préférenciel au sol riche surtout en MO (Tableau 4), dont ils poussent sous les peuplements de chêne liège de Hwamdia, pin pignon de Hwamdia, pin maritime d'Ain Draham et le mélange de chêne liège et de chêne zeen présentant des sols riches (plus de 67,5%). De plus ces deux espèces ont révélé une sensibilité vers les sols très acides, ceci est montré par leur absence dans le peuplement de chêne liège d'Ain Draham qui se caractérise par une teneur en MO élevée (83,50%) mais un pH très acide par rapport aux autres peuplements (5,46%).

***Boletus edulis et Xerocomellus chrysenteron***, l'étude du comportement de ces deux espèces montre qu'ils existent dans la totalité des peuplements échantillonnés avec des faibles répétitions entre les placettes et un faible nombre sauf au niveau du peuplement de chêne liège d'Ain Draham où leur fructification est abondante. De ce fait (Tableau 4), on peut tirer que ces espèces préfèrent les sols de forte acidité (pH=5,46) et d'une teneur en Azote élevée (0,20%), mais elles sont indifférentes de point de vue teneur en matière organique.

***Lepista nuda et Paralepista inversa***, ces deux espèces poussent sous les pinèdes aussi bien que sous les chênaies, elles sont présentes dans les peuplements de chêne liège de Hwamdia, pin pignon de Hwamdia, chêne liège d'Ain Draham, mélange chêne liège et chêne zeen, et pin pignon d'Ain Draham qui se caractérisent par une forte teneur en MO ( $MO > 67,5\%$ ) et des caractéristiques différentes pour les autres paramètres des sols (Tableau 4). Ce qui révèle que ces espèces sont tolérantes de point de vue teneur en Azote, Phosphore et pH du sol, mais préfèrent les sols riches en MO.

***Entoloma lividum***, ce champignon a été identifié dans tous les peuplements de chêne étudiés à l'exception du peuplement de chêne liège d'Ain Draham représentant un pH très acide par rapport aux autres (pH=5,46). Ce comportement montre que cette espèce est moins tolérante à la variation du pH du sol, mais elle est indifférente pour les autres paramètres.

***Phellodon niger***, ce champignon a été collecté seulement sous les peuplements de pins où il est présent par un faible nombre une faible répétition entre les placettes, sauf au niveau du peuplement de pin pignon de Hwamdia qui a donné une production plus considérable.

Revenant maintenant aux analyses des caractéristiques physicochimiques des sols de ces peuplements, on trouve que le peuplement de pin pignon de Hwamdia présente des taux de Phosphore (65,36 Ppm) et conductivité ( $95,35 \text{ S.m}^{-1}$ ) très variable par rapport aux autres peuplements qui ont des données pratiquement similaires pour ces deux paramètres : ( $62,00 \text{ ppm} < P < 62,71 \text{ ppm}$ ) et ( $65,45 \text{ S.m}^{-1} < \text{Cond} < 82,35 \text{ S.m}^{-1}$ ), mais ils possèdent tous des teneurs en MO très variables ( $17,5\% < MO < 85,5\%$ ). De ce fait on peut dire que le *Phellodon niger* est sensible pour les teneurs en Phosphore et pour la conductivité électrique du sol, mais indifférent pour la quantité de MO.

***Cantharellus lutescens***, ce comestible a été collecté dans tous les peuplements de pins, avec des nombres et des répétitions entre les placettes très importantes sous le pin pignon de Hwamdia et le pin maritime d'Ain Draham ayant des teneurs en MO élevées ( $MO > 67,50\%$ ) et une faible présence sous les autres peuplements, Cette différence est liée essentiellement à son préférenciel aux sols riches en MO, mais il est tolérant pour la conductivité électrique du sol et sa teneur en Azote.

Tableau 4: Analyse de la variance des paramètres physico-chimiques des échantillons du sol (Moyenne  $\pm$  Standard erreur)

Peuplement	% MM	% MO	% C	pH	Cond (S. m <sup>-1</sup> )	P (ppm)	N (mg/l)
<b>Ch L Hwamdïa, Tabarka</b>	15 <sup>ef</sup> $\pm 1,00$	85 <sup>ab</sup> $\pm 1,00$	49,28 <sup>ab</sup> $\pm 0,58$	6,43 <sup>a</sup> $\pm 0,16$	79,28 <sup>cd</sup> $\pm 0,25$	68,41 <sup>b</sup> $\pm 0,54$	0,12 <sup>c</sup> $\pm 0,01$
<b>PM Hwamdïa, Tabarka</b>	81,50 <sup>ab</sup> $\pm 0,50$	18,50 <sup>ef</sup> $\pm 0,50$	10,72 <sup>ef</sup> $\pm 0,29$	6,32 <sup>ab</sup> $\pm 0,02$	82,35 <sup>c</sup> $\pm 2,15$	62,30 <sup>de</sup> $\pm 0,16$	0,10 <sup>c</sup> $\pm 0,00$
<b>PP Hwamdïa, Tabarka</b>	17,50 <sup>e</sup> $\pm 0,50$	82,50 <sup>c</sup> $\pm 0,50$	47,83 <sup>c</sup> $\pm 0,29$	6,16 <sup>cb</sup> $\pm 0,01$	95,35 <sup>b</sup> $\pm 3,45$	65,36 <sup>c</sup> $\pm 0,22$	0,13 <sup>c</sup> $\pm 0,02$
<b>PM Malloula, Tabarka</b>	80,50 <sup>cb</sup> $\pm 0,50$	19,50 <sup>ef</sup> $\pm 0,50$	11,30 <sup>ef</sup> $\pm 0,29$	6,23 <sup>cb</sup> $\pm 0,19$	65,20 <sup>f</sup> $\pm 1,60$	62,00 <sup>e</sup> $\pm 0,34$	0,16 <sup>b</sup> $\pm 0,01$
<b>Ch L, Ain Draham</b>	16,50 <sup>ef</sup> $\pm 0,50$	83,50 <sup>cb</sup> $\pm 0,50$	48,41 <sup>cb</sup> $\pm 0,29$	5,46 <sup>d</sup> $\pm 0,08$	137,83 <sup>a</sup> $\pm 7,35$	76,77 <sup>a</sup> $\pm 0,41$	0,20 <sup>a</sup> $\pm 0,03$
<b>Ch Z, Ain Draham</b>	79,50 <sup>c</sup> $\pm 0,50$	20,50 <sup>e</sup> $\pm 0,50$	11,88 <sup>e</sup> $\pm 0,29$	6,09 <sup>c</sup> $\pm 0,10$	60,35 <sup>f</sup> $\pm 2,15$	62,35 <sup>de</sup> $\pm 0,09$	0,11 <sup>c</sup> $\pm 0,01$
<b>PP Oued Dhalma, Ain Draham</b>	82,50 <sup>a</sup> $\pm 1,50$	17,50 <sup>g</sup> $\pm 1,50$	10,14 <sup>g</sup> $\pm 0,86$	6,33 <sup>ab</sup> $\pm 0,05$	65,45 <sup>g</sup> $\pm 1,05$	62,30 <sup>de</sup> $\pm 0,23$	0,10 <sup>c</sup> $\pm 0,02$
<b>Mélange (Chêne liège + Chêne zeen)</b>	14,50 <sup>g</sup> $\pm 0,50$	85,50 <sup>a</sup> $\pm 0,50$	49,57 <sup>a</sup> $\pm 0,29$	6,16 <sup>cb</sup> $\pm 0,14$	76,30 <sup>ed</sup> $\pm 2,60$	68,72 <sup>b</sup> $\pm 0,34$	0,12 <sup>c</sup> $\pm 0,02$
<b>PM Ain Draham, Tbeynia</b>	32,50 <sup>d</sup> $\pm 2,50$	67,50 <sup>d</sup> $\pm 2,50$	39,13 <sup>d</sup> $\pm 1,45$	6,06 <sup>c</sup> $\pm 0,04$	72,95 <sup>e</sup> $\pm 1,35$	62,71 <sup>d</sup> $\pm 0,17$	0,12 <sup>c</sup> $\pm 0,01$

MS : Matière sèche, MM : Matière minérale, MO : Matière organique, C : Carbone, pH : Potentiel d'hydrogène, P : Phosphore, N : Azote

## CONCLUSION

Les analyses statistiques montrent que de point de vue nombre d'espèces, la différence est significative entre les peuplements à base de pins. Le poids des champignons récoltés a été plus important sous chêne liège contrairement aux peuplements des pins. Une étude mycologique s'avère nécessaire pour estimer le potentiel mycologique, ce qui peut avoir une bonne stratégie de gestion et de promotion efficace et durable. La relation des champignons avec d'autres facteurs de production tel que les facteurs édapho-climatiques, les relations interspécifiques entre les champignons doit être aussi étudiée afin d'avoir une bonne connaissance sur les champignons sauvages de la région pour une bonne estimation et une gestion durable sur le plan socio-économique. L'existence d'une préférence édaphique pour beaucoup de champignons a été maintes fois observée et mise en évidence par plusieurs auteurs ce qui confirme les résultats trouvés suite aux analyses des caractéristiques physicochimique du sol. À titre d'exemple, le cortège de la hêtraie calcicole est profondément différent de celui d'une hêtraie de plateaux acidoclines, même si quelques espèces fagéticoles dominantes se montrent tolérantes ou indifférentes vis-à-vis du sol. Le terme de "soil specificity" est utilisé pour indiquer l'importance du facteur sol dans le développement des champignons mycorhiziens. Le pH du substrat est important pour le bon développement du mycélium et peut avoir un effet sur la récolte.

Le pH d'un substrat peut subir des fluctuations. Certains champignons sont très tolérants à ces variations, d'autres beaucoup moins et même très restrictifs (fructification impossible). De plus, Le pH du sol joue aussi un rôle sur la compétition par les autres organismes. La plupart des champignons poussent entre un pH compris entre 4 et 8 (5-7) mais chaque espèce à un pH optimal. L'impact du sol reste primordial en régulant très fortement la composition spécifique des communautés fongiques.

## RÉFÉRENCES BIBLIOPGRAPHIQUES

- [1]. Dossou M.E., Houessou G.L., Lougbegnon O.T. & Codjia J.T.C. (2012). Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonve et terroirs connexes au Bénin. *Tropicultura*, 30 : 41–48.
- [2]. Malaisse F. (2004). Ressources alimentaires non conventionnelles. *Tropicultura*, SPE : 30-36.
- [3]. Malaisse F. (2010). *How to live and survive in Zambezi open Forest (Miombo Ecoregion)*. Gembloux, Presses. 422 p.
- [4]. Yorou N.S., De Kesel A., Sinsin B. & Codjia J.T.C. (2002a). Diversité et productivité des champignons comestibles de la forêt classée de Wari-Marô (Bénin, Afrique de l'Ouest). Proceedings of XVI<sup>th</sup> AETFAT Congress, Brussels 2000. *Systematics and Geographic of Plants*, 71: 613–625.
- [5]. Yorou N.S., De Kesel A., Codjia J.T.C. & Sinsin B. (2002b). Biodiversité des champignons comestibles du Bénin. Proceedings of the Symposium-Workshop on Biodiversity in Bénin. Abomey-Calavi (Bénin) October 30<sup>th</sup> to November 18<sup>th</sup> 2002, pp. 231–240

- [6]. Yorou N.S., De Kesel A. & Sinsin B. (2002c). Preliminary studies of edible larger fungi in Soudanian Woodlands of Benin. 7<sup>th</sup> congress of the International Mycological Association, Oslo August 2nd to 7<sup>th</sup>, 2002. Abstract book 127 p.
- [7]. Belkhouja A. (2001). Evaluation et modélisation de la fructification du Pin pignon (*Pinus pinea* L.) au nord de la Tunisie. Mémoire du diplôme d'ingénieur. Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs. 79p.
- [8]. Yorou N.S. & De Kesel A. (2002). Connaissances ethnomycologiques des peuples Nagot du centre du Benin (Afrique de l'Ouest). Proceeding of XVI the AETFAT congress, Brussels 2000-Systematics and Geographic of Plants 71: 627-637.
- [9]. Yorou N.S., Kone N.G.A., Guissou M., Guelly K.A., Maba L.D., Ekue M. & De Kesel A. (2014). Biodiversity and Sustainable Use of Wild Edible Fungi in the Sudanian Centre of Endemism: A Plea for Valorisation, in: Ectomycorrhizal Symbioses in Tropical and Neotropical Forests. Ba, A.M., McGuire, K.L. & Diedhiou, A.G., pp. 241-269.
- [10]. Degreef J., Malaisse F., Rammeloo J. & Baudart E. (1997). Edible mushrooms of the Zambezi woodland area. A nutritional, ecological approach. *Biotechnology Agronomy Society and Environment*, 1: 221-231.
- [11]. Oei P. (1993). *La culture des champignons*. Collection « le point sur » Guide technique. Traduction Christine Nédelec, Révision Jean Laborde. Ministère Français de la Coopération. CTA.TOOL.GRET. 320 p.
- [12]. Alday J.G., Martínez D'Aragnon J., De-Miguel S. & Bonet J.A (2017). Mushroom biomass and diversity are driven by different spatio-temporal scales along Mediterranean elevation gradients. *Scientific Reports*, Vol 7. DOI : 10.1038/srep45824
- [13]. Manalee P., Sarma T.C. & Sarma G.C. (2015). Occurrence of Some Economically Important Macrofungi in Ultapani Reserve Forest under Manas Biosphere Reserve, Assam. *International Journal of Advanced Research*, 3:319-325.
- [14]. Abdelwahed D. (2015). Développer la filière champignons sauvages comestibles en Tunisie L'exemple du projet Micosylva. *Forêt Méditerranéenne*, 2 : 131-136.
- [15]. Mesfek F. (2014). Mémoire en magister en biotechnologie : Etude écologique et taxonomique des champignons forestiers et morphologie des ectomycorhizes du chêne vert dans la Wilaya de Relizane. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université d'Oran Es-Senia.
- [16]. Tapwal A., Kumar R. & Pandey S. (2013). Diversity and frequency of macrofungi associated with wet ever green tropical forest in Assam, India. *Biodiversitas*, 14 : 73-78
- [17]. Jdaïdi N. & Hasnaoui B. (2016). Influence des facteurs environnementaux sur l'habitat écologique des *Cantharellus cibarius* en Kroumirie (Nord-Ouest de la Tunisie). *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 3 : 360-368.
- [18]. Service Géologique National, (1987). Carte géologique de la Tunisie - Texte explicatif.
- [19]. Stambouli-Essassi S., Roche E. & Bouzid S. (2007). Evolution de la végétation et du climat dans le Nord-ouest de la Tunisie au cours des 40 derniers millénaires. *Geo-Eco-Trop*, 31 : 171 -214
- [20]. Belkhouja K. & Bortoli L. (1973). *Sols de Tunisie. Les sols de la Tunisie septentrionale*. Bulletin de la division des sols, V: 186 p.
- [21]. Boiron P. (1996). *Organisation et biologie des champignons*. Collection Nathan, 128 p.
- [22]. Houdou G. (2001). *Guide des champignons milieu par milieu*. Editions Belin, 287 p.
- [23]. Lamaison J.-L. & Polese J.-M., (2002). *Grand guide encyclopédique des champignons*. Editions Artémis, 240 p.
- [24]. El Mokni R., El Aouni M.H. & Sebei H. (2013). Contribution à l'identification et à la connaissance des ascomycètes (Fungi ; Ascomycota) dans les zénaies de Kroumirie, Nord-Ouest de la Tunisie. (*Annales de l'INERGREF VOL 18, Numéro Spécial 2013*)
- [25]. Raven P.H., Evert R.F. & Eichhorn S.E. (2007). *Biologie végétale*. Ed. De Boeck, 880 p.
- [26]. Darimont F. (1973). Recherches mycosociologiques dans les forêts de Haute Belgique. Essai sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs, tomes 1 et 2. Institut Royal des sciences naturelles de Belgique, Mémoire No 170. 220 p.
- [27]. Mason P.A., Wilson J., Last F. & Walker C. (1983). The concept of succession in relation with the spread of sheathing mycorrhizal fungi on inoculated tree seedlings growing in unsterile soil. *Plant and Soil*, 71: 247-256.
- [28]. Le Tacon F., Lamoure D., Guinberteau J. & Fiket C. (1984). Les Symbiotes mycorrhiziens de l'Épicéa commun et du Douglas dans le Limousin. *Revue forestière française*, 36(4): 325-337.
- [29]. Dighton J. & 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 10. — Cambridge: Cambridge University., pp. 117-139.
- [30]. Fleming L.V., Deacon J.W. & Last F.T. (1986). Ectomycorrhizal succession in a Scottish birch wood. In : Mycorrhizae : physiology and genetics / Gianinazzi-Pearson and Gianinazzi Eds. Paris : INRA Publications., pp. 259-264.
- [31]. Garbaye J. (1991). Utilisation des mycorrhizes en sylviculture. In : Les Mycorrhizes des arbres et plantes cultivées / D.G. Strullu Ed. . Paris : Lavoisier, — pp. 197-248.
- [32]. Parveen A., Khataniar L., Goswami G., Hazarika D.-J., Das P., Gautam T., Barooah M. & Boro R.C. (2017). A Study on the Diversity and Habitat Specificity of Macrofungi of Assam, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6: 275-297.
- [33]. BON M. (1983). Écologie des macromycètes dans le Sud-Amiénois. *Cryptogamie. Mycologie*, 4 : 207-219.
- [34]. Danielson R.M. & 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.
- [35]. Tyler G. (1989). Edaphical distribution patterns of macrofungal species in deciduous forest of south Sweden. *Acta oecologica. Oecologia Generalis*, 10: 309-326.