

ANALYSE DE LA RÉGÉNÉRATION SPONTANÉE DE LA VÉGÉTATION POST-INCENDIE DANS LA FORET DE *DAR CHICHOU* (*CAP BON*, TUNISIE NORD-ORIENTALE)

KHALED ABAZA*

Mots clés: forêt reboisée, incendies, végétation, régénération post-incendie, *Dar Chichou*, Presqu'île du Cap Bon, Tunisie.

The assessment of spontaneous regeneration of post-fire forest vegetation in *Dar Chichou* Forest (*Cape Bon*, North-East of Tunis). This paper examines the impact of fires on semiarid Mediterranean forests. From July 14 to July 20, 2011, the vast forest of *Dar Chichou*, located in the northern end of the *Cap Bon* peninsula, suffered very serious damage of more than 400 hectares of natural and artificial vegetation. Based on several observations and fieldwork measurements conducted between September 2011 and September 2014, this study assesses the impact of various disturbances caused by the July 2011 fires biodiversity in a Tunisian context, where the forest, in addition to climatic and ecological conditions that trigger fires, has been experiencing a very strong human pressure. In addition to the almost total carbonization of the fauna and flora of the devastated area observed the day after the outbreak of the disaster, the study highlights a good natural regeneration of vegetation, in particular broadleaf trees and secondary vegetation, but according to very varied rhythms and aspects.

1. INTRODUCTION

Les forêts tunisiennes ont toujours été des milieux fortement exposés à la dégradation à travers l'élevage extensif des troupeaux d'ovins, caprins et bovins et le déboisement par les riverains en particulier au cours des années de sécheresse ou à hivers particulièrement rigoureux. Les incendies demeurent de loin la principale menace pour l'espace forestier tunisien (Chendoul, 1986; Le Houerou, 1987; Gammar *et al.*, 2004; Belhaj Khether *et al.*, 2012). En effet, les statistiques des incendies de la *Direction Générale des Forêts* soulignent qu'entre 1985 et la fin de 2012, 3911 incendies des forêts ont été recensés en Tunisie. La superficie incendiée est de 32270 ha, pour une moyenne annuelle de 156 incendies et 1291 ha détruits. En outre, les trois dernières années caractérisées par des troubles sociopolitiques ont été les plus dévastatrices avec un total de 555 incendies enregistrés, détruisant 2707 ha (Chriha, Sghari, 2014). L'essentiel des sinistres ont été enregistrés dans les formations forestières dans la *Dorsale* et la région tellienne.

Du 14 au 20 juillet 2011, le vaste massif forestier de *Dar Chichou*, situé dans l'extrémité Nord de la presqu'île du *Cap Bon* (Fig. 1), a subi plusieurs incendies d'origine criminelle (*D.G.F.* 2011), qui ont profondément perturbé la dynamique des différentes composantes des milieux et engendré des transformations paysagères remarquables dans cette région. En effet, la *Direction Générale des Forêts* et la *Protection Civile* classent les incendies des forêts selon leur gravité en quatre degrés. Le quatrième est le plus grave. Les incendies de *Dar Chichou* sont classés dans cette catégorie.

Une des questions que l'on se pose après un incendie de forêt est quelle est la capacité des écosystèmes à se reconstituer par eux même, et par conséquent quelle est l'opportunité d'engager des travaux pour favoriser leur reconstitution? L'étude qui nous est présentée ici, essaye d'examiner les changements de végétation après incendies sur différents sites incendiés de la forêt artificielle de *Dar Chichou*. Le suivi de la végétation a été fait sur les trois premières années qui ont précédés à enlever ces sinistres. Certes, cette période courte ne permet pas de dresser un bilan de la reconstitution de la

* Docteur, Université de Tunis, Biogéographie, Climatologie Appliquée et Dynamique Érosive Département; Institut Préparatoire aux Études Littéraires et des Sciences Humaines de Tunis; courriel: khaledafabaza@yahoo.fr ./ khaledafabaza@gmail.com .

végétation post-incendie, mais elle est capitale, car c'est pendant cette période que la reconstitution de la végétation est spectaculaire (Trabeaud, 1984).

Dans un premier volet, la présentation du cadre bio-physique de la région d'étude et la méthodologie employée servira de support pour mieux comprendre les différents aspects de comportements des végétaux face à l'action des feux de juillet 2011. Dans un deuxième temps, l'exploitation d'un suivi diachronique d'une série de placettes disposées dans différents contextes spatiaux permet de rendre compte des différentes réponses de la végétation post-perturbation dans les milieux incendiés de la forêt de *Dar Chichou*.

2. CADRE BIOPHYSIQUE ET PRESSIONS SUR L'ESPACE FORESTIER

Le secteur d'étude couvre près de 400 ha de formations forestières ravagées totalement ou partiellement par les feux lors des incendies de juillet 2011, situé dans l'extrémité Sud-Est de la forêt reboisée de *Dar Chichou* qui s'étend sur 12000 ha (Fig. 1).

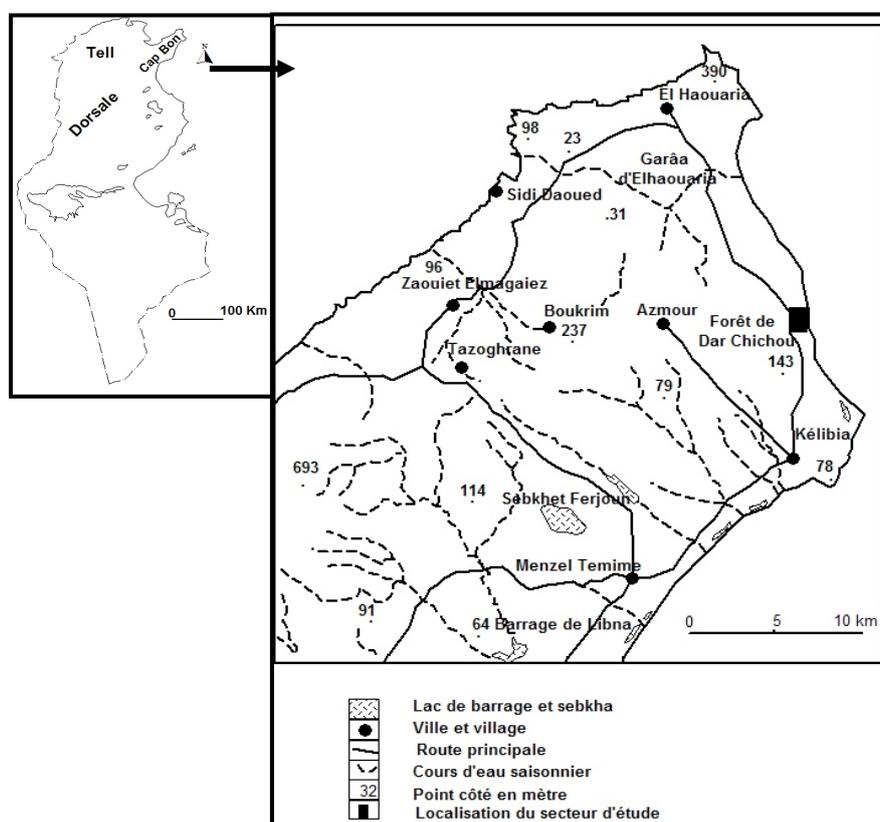


Fig. 1 – Localisation du secteur d'étude.

2.1. Un cadre climatique favorable à l'éclosion des incendies des forêts

a. Une ambiance bioclimatique sub-humide fortement marquée par la sécheresse estivale

Faute des données climatiques fiables à *Dar Chichou*, on se basera sur les paramètres de la station synoptique de *Kélibia* située à près d'une dizaine de kilomètres du secteur d'étude pour dégager leurs caractères climatiques.

Comme le cas de toute la partie septentrionale du *Cap Bon*, les milieux incendiés en juillet 2011 dans la forêt de *Dar Chichou* sont soumis aux influences méditerranéennes maritimes. La station de *Kélibia* est soumise à une ambiance bioclimatique subhumide. Son total annuel moyen de précipitations est de l'ordre de 633 mm. Par ailleurs, ces quantités de pluies se caractérisent par une grande irrégularité à l'échelle annuelle (Fig. 2).

A l'échelle interannuelle, la variabilité est également forte. Ainsi, a-t-on enregistré 1083 mm en 1995/96, contre 328,4 mm seulement en 1986/87.

Les températures moyennes annuelles dans le secteur d'étude sont comprises entre 17 et 18°C. Le mois de février est le plus frais avec une moyenne de 11,9° C. Au mois d'août, on peut observer un maximum absolu de plus de 43°C. En été, les fortes chaleurs combinées à la sécheresse diminuent énormément l'humidité de l'air, ce qui expose davantage la végétation dans le secteur d'étude aux risques d'incendie.

En outre, le secteur d'étude est très venté, en particulier dans les couloirs inter-dunaires. Tout au long de l'année, les situations de calme sont rarement observées (*BOURGOU M.* 1982, *BRUN S.* 2007). Dans la station de *Kélibia*, le nombre de jours sans vents ne dépasse pas 12% des observations au cours de la période qui s'étend entre 1975 et 1998.

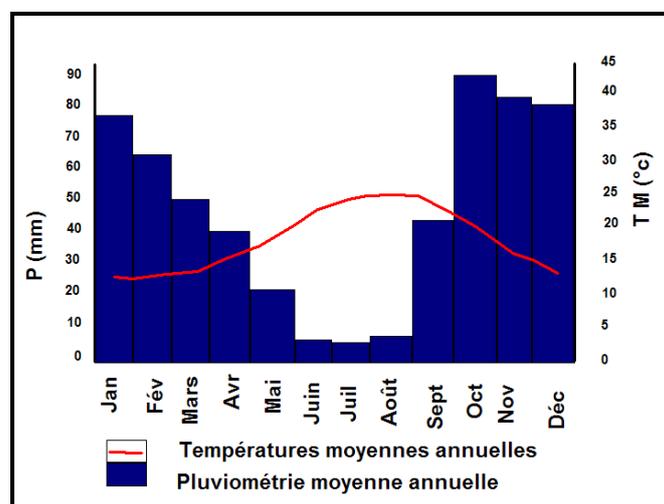


Fig. 2 – Diagramme ombro-thermique de la station de *Kélibia*.

Tableau 1

Répartition mensuelle des vitesses des vents par direction dans la station de *Kélibia* (1975–1998)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Vitesse (m/s)	21,1	21,2	21,3	19,4	19,9	19,2	17,4	18,2	17,6	16,7	18,9	20,5
Direction	W	WNW	W	W	W	WNW	NW	WNW	NNW	W	W	W

Source: *Institut Nationale de Météorologie*

Au total, le cadre climatique général du secteur d'étude est marqué par l'ampleur de la sécheresse estivale (Fig. 2). Ce déficit hydrique climatique accentue davantage l'assèchement des organes végétatifs des plantes (feuilles, aiguilles, brindilles, morceaux d'écorces...) et par conséquent, accentue le risque de déclenchement et de propagation des feux dans l'espace forestier.

En poussant et en canalisant les feux (en particulier, dans les couloirs inter-dunaires), les vents forts, fréquents et chauds en été, augmentent le risque d'éclosion des feux dans l'espace forestier et favorisent le développement de grands incendies très ravageurs et difficiles à combattre comme ceux de juillet 2011.

b. Les conditions météorologiques le jour du déclenchement des feux

Le tableau 4 présente les relevés météorologiques enregistrés le 14 juillet 2011 des paramètres climatiques de la station de *Kélibia*, ayant rapport direct avec le déclenchement et le comportement des feux des forêts.

Tableau 2

Quelques données climatiques enregistrées le 14 juillet 2011 dans la station de *Kélibia*

Température maximale (C°)	Température minimale (C°)	Valeur minimale de l'humidité à 17 (%)	Vent moyen en m/s
31,3	25	31	6,08

Source: (Infoclimat.fr)

Mis à part la chute remarquable de l'humidité relative de l'air observée à 17 heures le jour du déclenchement des feux dans l'espace forestier, les autres valeurs sont nettement au dessous des moyennes mensuelles et saisonnières. En effet, avec 28,15°C, la température moyenne relevée le 14 juillet 2011 est inférieure à celle du mois de juillet (Fig. 2). Quant à la vitesse des vents, la valeur enregistrée se classe dans la catégorie «des vents faibles à modérées», définie par *Ben Boubaker et al.*¹ en 2009. Par conséquent, on pense que les conditions météorologiques qui ont été enregistrées le jour des incendies n'ont joué qu'un rôle secondaire dans l'éclosion et la propagation des feux dans la forêt de *Dar Chichou*.

2.2. Une plaine sableuse à topographie irrégulière

Le secteur d'étude fait partie de la vaste dépression synclinale d'*Elhaouaria-Dar Chichou* couverte d'importants dépôts de sables éoliens (Kchouk, 1963; GROSSE, 1969.). Il s'agit des dunes récentes ayant fait l'objet des opérations de fixation depuis les années 1920 (ABAZA, 2013). La topographie irrégulière du secteur d'étude est due à l'alternance des dunes et des couloirs interdunaires (ou bas fonds) d'extension variable. Des cours d'eau peu encaissés et à écoulement occasionnel drainent le secteur d'étude, dont le plus important est *Oued Gsab* (Fig. 3).

Les sols dans la partie incendiée de la forêt de *Dar Chichou* appartiennent à une gamme assez variée des sols plus ou moins évolués (Brun, 2007). Les sables dunaires d'apports éoliens et assez riches en débris de coquilles sont les plus fréquemment rencontrés. Ces formations éoliennes totalement boisées avant les incendies de juillet 2011, avait connu un début d'évolution matérialisée par l'élaboration d'un horizon humifère légèrement différencié vers 1 m de profondeur. Des lambeaux des sols bruns forestiers d'extension réduite ont été observés avant les feux de 2011 sous les peuplements forestiers dominés par les feuillus. Enfin, des sols minces à texture argileuse et temporairement hydromorphes résultant d'un étalement périodique des particules fines et argileuses lors des crues s'observent aux alentours des cours d'eau et dans les bas fonds. Parfois, cette hydromorphie temporaire peut donner lieu à un encroustement superficiel, notamment au voisinage des nappes.

2.3. Une biomasse végétale pré-incendie à forte densité et très inflammable

Les lambeaux forestiers échappés aux feux parsemés dans les secteurs sinistrés et les données bibliographiques permettent de reconstituer les caractéristiques de cette végétation avant le déclenchement de ces incendies.

Résultant majoritairement de plusieurs générations d'actions de reboisement entreprises depuis les années 1920 dans des milieux sableux instables, la couverture végétale dans le secteur d'étude

¹ Selon Ben Boubaker H. *et al.*, 2009, les vents faibles à modérés "correspondent à des vitesses de vent moyen inférieures à 15 m/s ou des rafales inférieures à 20 m/s".

avant les incendies de juillet 2011 était caractérisée par son taux de recouvrement végétal très élevé (généralement supérieur à 100%) et son hétérogénéité aussi bien sur le plan floristique que sur le plan physiognomique (Bourgou, 1982; D.G.F., 1995; Brun, 2007). En effet, les différentes opérations de reboisement effectuées dans le secteur étudié ont utilisé des espèces introduites caractérisées à la fois par leur croissance rapide et leur grande faculté à résister à l'action destructive des embruns marins (Brun, 2007). Il s'agit surtout, de résineux, *Pinus pinea* (pin pignon), *Pinus halepensis* (pin d'Alep) et *Cupressus spp.* (Cyprès), d'acacias (*Acacia cyclops* et *Acacia cyanophylla*) et d'eucalyptus (*Eucalyptus occidentalis* et *Eucalyptus gomphocephala*) pour les feuillus. Ces essences formaient une strate forestière très dense (taux de recouvrement supérieur à 90%) constituée selon les milieux, soit d'eucalyptus, soit de pin pignon et de pin d'Alep. Les arbres dans cette strate s'individualisent par leurs ports érigés et leurs houppiers assez bien développés.

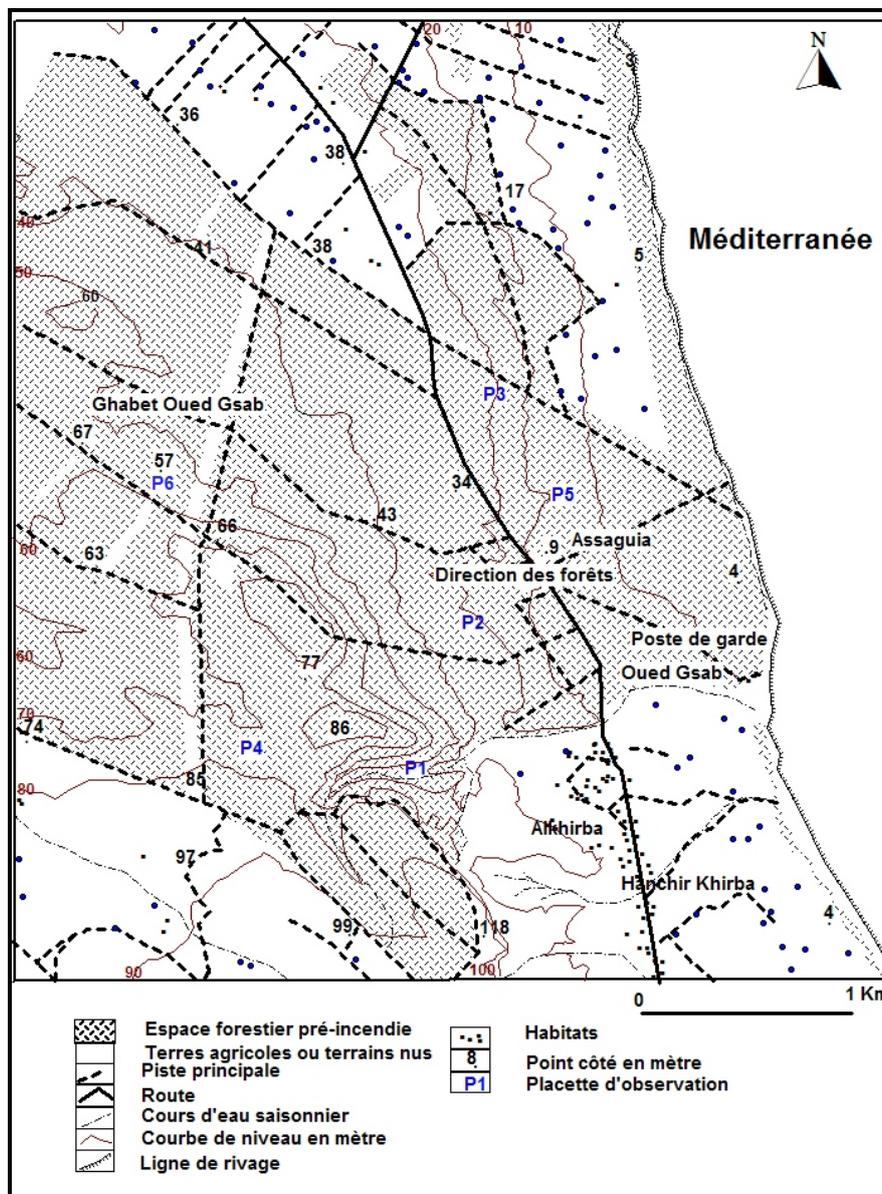


Fig. 3 – Occupation du sol et localisation des placettes d'observation.

Dominée par de taillis de chêne kermès (*Quercus coccifera*), des genévriers (*Juniperus oxycedrus* et *Juniperus Phoenicea*) et de lentisque (*Pistacia lentiscus*), la végétation du sous-bois présente un aspect buissonnant et touffu témoignant d'une dégradation ancienne. Plusieurs groupes d'espèces végétales peuvent être soulevés dans le sous bois selon les caractères écologiques stationnels. Un sol légèrement humifère plus profond laisse apparaître une végétation de lentisque (*Pistacia lentiscus*), de filaire (*Phillyrea angustifolia*), de palmier nain (*Chamaerops humilis*), d'hélianthème à feuille d'*Halimus* (*Halimium halimifolium*) et de lavande à toupet (*Lavandula stoechas*). La végétation sur les sables mal fixés est composée par le canne d'Egypte (*Saccharum aegyptiacum*), l'oyat (*Ammophila arenaria* ssp. *arundinacea*), le retam (*Retama monosperma* ssp. *bavei*), l'*Acacia cyanophylla*. Le myrte (*Myrtus communis*), les joncs et laurier rose soulignent la présence d'une humidité supplémentaire dans les sols (bas fonds, ravines, nappes d'eau superficielles). Enfin, l'enrichissement du sous bois par le romarin (*Rosmarinus officinalis*), les cistes (*Cistus monspeliensis* et *Cistus salviifolius*), l'alfa (*Stipa tenacissima*), les thym, les genêts épineux (*Calicotome villosa*), *Erica arborea*... indique l'accentuation stationnelle de la sécheresse édaphique et du taux de Bicarbonate de calcium dans le sol. Par ailleurs, ce reboisement a engendré aussi un enrésinement important de la végétation dans la partie incendiée de la forêt artificielle de *Dar Chichou*. En effet, plusieurs étendues sont couvertes par des peuplements denses et mono-spécifiques à pins (Fig. 6).

Même si cet espace forestier est totalement mis en défens et profite de diverses actions d'aménagements préventifs (présence d'un service forestier local, nettoyage, contrôle continu, coupe d'éclaircissement, ouverture des chemins d'accès...) dans le cadre de différents *Procès Verbaux d'Aménagement* réalisés par l'Administration Forestière depuis les années 1960, cet enrésinement de la végétation implique la généralisation d'un haut degré de risque d'incendies de forêts, dans ces étendues forestières. Ce risque s'amplifie davantage par la grande quantité de litière libérée par cette végétation: des feuillus (*Eucalyptus* spp.) et d'aiguilles mortes (pins d'Alep et pin pignon), des brindilles, des cônes et des glands qui s'accumulent à la surface du sol, formant ainsi, une matière très inflammable. Ces facteurs expliquent la propagation rapide des feux dans l'espace forestier lors des sinistres et la carbonisation quasi-totale de la végétation et de litière sur une superficie totale de près de 400 ha (D.G.F. 2011) observées le lendemain des incendies (Fig. 5).

2.4. Des conflits permanents autour des terres forestières

Dans les milieux incendiés de la forêt de *Dar Chichou*, les parcelles forestières relèvent de la propriété privée (BRUN S. 2007). Elles constituaient d'anciens terrains privés collectifs ou «*Henchirs*»² sur des terrains sableux dénudés. Leur reboisement au cours des années 1920 s'est effectué sous contrats de reboisement entre les propriétaires de ces terres d'une part et l'Administration Forestière de l'époque. Cette situation foncière délicate est à l'origine des conflits permanents entre l'Administration Forestière et les propriétaires de ces milieux forestiers. Ceci est attesté par le nombre élevé des délits enregistrés ente dans la forêt de *Dar Chichou* entre 1997 et 2000.

Après le changement du régime politique du 14 janvier 2011 en *Tunisie*, les propriétaires, profitant de la situation nouvelle, ont amplifié leurs revendications afin de se dégager des contraintes de l'administration forestière dans le but de transformer leurs statuts fonciers dans un premier temps par leur défrichage systématique, puis par leur lotissement dans un deuxième temps, surtout que le site présente plusieurs atouts (à proximité de la belle plage sableuse d'*Ezzahra*, du site archéologique de *Kerkouane*, d'une zone caractérisée par une forte urbanisation et un dynamisme touristique important, site abrité par *Jebel Sidi Abderrahmène*, le point culminant dans la presque île du *Cap Bon*...).

² «*Henchirs*» est un terme arabe qui signifie de grandes propriétés privées. Il est utilisé par les auteurs de la carte topographique de la Tunisie '(feuille de *Kélibia* et du *Cap Bon*, type 1922).

Tableau 3

Infraction au Code Forestier dans la forêt de *Dar Chichou* 1997–2000)

Nature de délits	Nombre
Pacage illicite	31
Colportage illicite des produits forestiers	19
Délits de coupe	18
Récolte des cônes de pin pignon	5
Délits de chasse	5
Occupation temporaire illicite	3
Carbonisation	3
Déversement des produits divers	1
Enlèvement des produits forestiers	16

Source: *Direction Générales des Forêts* (2000).

Le feu était pour eux la «meilleure solution» pour se débarrasser de cette végétation et atteindre leurs objectifs, ce qui donne un caractère criminel à ces graves incendies. D'ailleurs, le déclenchement des feux dans plusieurs endroits au même temps dans la forêt de *Dar Chichou* pourrait confirmer cette hypothèse (Fig. 4).



Fig. 4 – Le déclenchement des feux dans plusieurs endroits en même temps pourrait confirmer le caractère criminel des incendies de *Dar Chichou* en juillet 2011.



Fig. 5 – Carbonisation quasi-totale de la végétation et de la litière les milieux incendiés en juillet 2011 (Clichés: <https://www.facebook.com/pages>).

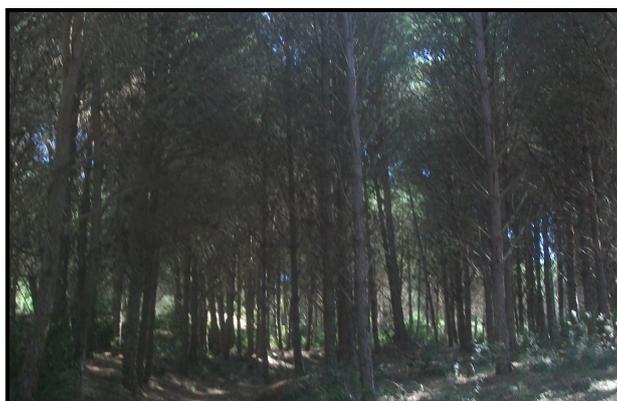


Fig. 6 – Des peuplements mono-spécifiques à pin pignon fournissant de grandes quantités de litière constituées d'aiguilles sont autant de facteurs d'augmentation des risques d'incendie dans l'ensemble forestier de *Dar Chichou* (Cliché de l'auteur, 2014).

3. METHODOLOGIE

Pour observer les étapes de la reconstitution de la végétation incendiée dans le secteur étudié nous avons utilisé la méthode directe (*PAVILLARD* 1935) ou méthode «diachronique». Il s'agit de suivre au cours du temps les changements de la végétation sur des placettes permanentes installées suite au passage des feux. Cette technique permet de mettre en évidence des variations, à la fois physiologiques et floristiques de la végétation post-incendies. L'étude a porté sur les trois années suivant les incendies de 2011. Le choix des placettes a été réalisé selon un échantillonnage stratifié. En effet, ces stations d'observation occupent des sols à prédominance sableuse et sont situées dans des sites topographiques et des formations végétales pré-incendies variés. Par conséquent, elles forment des milieux assez hétérogènes (Tableau 4). Cette diversité des sites des placettes d'observation permettent de cerner l'impact des conditions écologiques stationnelles et de la composition floristique de la végétation pré-incendie dans la régénération forestière post-incendie.

Tableau 4

Sites des placettes d'observation

Numéro de la placette	Localisation et caractéristiques principales du site	Végétation pré-incendie
Placette 1	Un terrain plat drainé par un petit ravin à écoulement saisonnier.	Forêt dense d'Eucalyptus. Un peuplement ligneux à végétation ripicole basse colonise le ravin.
Placette 2	Un couloir inter-dunaire.	Forêt à pin pignon et pin d'Alep.
Placette 3	Complexe des nebkas de moins d'un mètre de haut.	Forêt dense d'Eucalyptus.
Placette 4	Un couloir inter-dunaire.	Matorral bas dominé par les cistes (site d'une ancienne clairière forestière).
Placette 5	Une petite dépression	Matorral moyen et dense à oléastre, lentisque et filaire.
Placette 6	Un petit massif dunaire	Forêt claire d'Eucalyptus, sous-bois dense à feuillus (oléastre, lentisque, filaire et chêne kermès).

La technique d'observation consiste en une ligne permanente de 20 m de long dont les piquets sont scellés dans le sol. La liste floristique de toutes les espèces présentes au moment du relevé est effectuée sur 100 m² (2,5 m de part et d'autre de la ligne).

Tout au long de la ligne, des lectures quantitatives sont réalisées tous les 10 cm. A chaque point d'observation, la présence, ainsi que le nombre des contacts par plante et par strate le long d'une baguette métallique, sont notés. Ces deux types de mesures permettent d'apprécier la diversité floristique et le taux de recouvrement végétal au moment de chaque observation.

Au total, 43 relevés de type *Braun Blanquet* ont été effectués entre septembre 2011 et octobre 2014 dans 6 placettes d'observation de 20 m de côtés.

Afin d'apprécier les impacts des feux sur la diversité floristique et de suivre l'évolution de la régénération de la végétation, nous avons procédé aux calculs des spectres biologiques bruts à partir des relevés réalisés au cours de cette période d'observation sur une seule placette d'observation choisie d'une façon arbitraire (la placette 2).

4. RESULTATS

4.1. Un spectre biologique dominé par les thérophytes après les incendies de juillet 2011

Les spectres biologiques bruts calculés à partir de trois observations réalisées au cours de la saison du printemps sur la placette 2 située dans le site d'une ancienne pinède à pin pignon totalement détruite au cours de cet incendie (Tableau 4) soulignent nettement la prépondérance des espèces herbacées (notamment les thérophytes) qui totalisent près de la moitié des taxons présents lors des

observations. La situation est restée presque stable entre 2011 et 2014. Les individus recensés appartiennent à des groupes d'espèces et des familles divers (sciaphiles, ripicoles, nitratophiles, silicicoles, *Poacées*, *Chénopodiacées*, *Fabacées*, *Papavéracées*, *Fumariacées*, *Brassicacées*, *Résédacées*, *Euphorbiacées*, *Apiacées*...).

L'augmentation des thérophytes s'explique par l'ouverture des milieux suite aux perturbations engendrées par les incendies, profitable aux taxons passant la saison estivale sous forme des graines enfouis dans les sols. Ce sont principalement des espèces fugaces comme *Daucus carota*, *Ononis spp.*, *Galium tunetum*, *Trifolium spp.*, *Medicago spp.*, *Stipa retorta*, *Papaver rhoeas*, *Reseda alba*, *Onopordon nervosum*, *Convolvulus spp.*, *Borago officinalis*... qui ne restent pas présentes dans la végétation exprimée par la suite (Trabaud *et al.*, 1987).

Tableau 5

L'évolution du spectre biologique brut de la végétation sur la placette 2 entre avril 2012 et mai 2014

Types biologiques	Avril 2012	Mai 2013	Mai 2014
	Spectre biologique brut (%)	Spectre biologique brut (%)	Spectre biologique brut (%)
Phanérophytes	17	20	22
Chaméphytes	29	26	28
Hémicryptophytes	9	7	9
Géophytes	11	10	8
Thérophytes	34	37	33
Total	100	100	100

Par conséquent, le stock de graines a joué un rôle important dans cette reconquête des milieux incendiés par les thérophytes (Bonnet *et al.*, 2003). En effet, Leck *et al.* (1989) et Thompson *et al.* (1997) ont montré que les stocks de graines dans les milieux forestiers méditerranéens sont formés principalement par des espèces persistantes correspondant à des taxons herbacés. De ce fait, ces taxons herbacés profitent de ces perturbations pour s'exprimer et recréer leur stock semencier (Bonnet *et al.*, 2003).

A l'inverse des types biologiques précédents, les phanérophytes (feuillus et résineux) sont peu représentées dans les trois spectres biologiques bruts de la végétation des secteurs incendiés dans la placette 2. En effet, les phanérophytes sont plus exigeantes du point de vue de la stabilité des milieux et des conditions édaphiques et climatiques mésologiques. Leur reconquête massive après les feux nécessite une période plus longue qui permettra une stabilisation progressive des milieux affectés par les feux et surtout une amélioration des qualités des sols.

4.2. L'envahissement de plusieurs milieux incendiés par les acacias et par des espèces pyrophiles

Entre septembre 2012 et septembre 2014 se met en place un développement spectaculaire de deux espèces très peu présentes dans la végétation pré-incendie (Tableau 6). Il s'agit particulièrement de l'*Acacia cyclopis* et surtout l'*Acacia cyanophylla*. En effet, ce dernier taxon représente plus de 40% du total des jeunes pousses de type phanérophyte recensées dans les 6 placettes d'observation. Dans certains milieux (surtout les dépressions à sols humifères), ces deux taxons arrivent à reconquérir les sols incendiés et constituer par endroits, des matorrals bas à moyens purs et très denses (Fig. 7). Cette situation nous interpelle sur l'origine des semences de ces jeunes pousses des *Acacia spp.*

Les travaux de fixation des sables mobiles dans la presqu'île du *Cap Bon* (Forêt de *Menzel Belgacem*, *Dar Chichou*, *Bir Jedei*...) exécutés au cours de la première moitié du 20^{ème} siècle ont utilisé deux espèces d'acacia (*Acacia cyclopis* et surtout l'*Acacia cyanophylla*) dans les premiers stades de la fixation biologique des sables semi-fixés (BRUN S. 2007, ABAZA K. 2013) du fait de leur capacité élevée à résister à la déflation éolienne, assez active à l'époque. Puis, dans une seconde étape,

lorsque les sables sont devenus suffisamment fixés, ces deux essences ont été totalement débroussaillées et remplacées par les *Eucalyptus spp.* *Pinus pinea.* *Pinus halepensis...*

Tableau 6

L'évolution de la composition floristique de la végétation sur la placette.2 entre septembre 2012 et mai 2014

Noms de l'espèce	Septembre 2012	Mai 2014
	(%)	(%)
Oléastre	5	7
Lentisque	9	13
Filaire	4	7
Myrte	1	4
<i>Acacia spp.</i>	8	12
<i>Eucalyptus spp.</i>	2	6
Pin pignon	2	3
Chêne kermès	3	5
Chaméphytes et herbacées	66	43
Total	100	100

Par ailleurs, nous pensons que les semences des acacias enfouies dans le sol datant de cette époque seraient à l'origine de cette régénération spectaculaire par graine des acacias dans ces secteurs incendiés (Leck *et al.*, 1989; Thompson *et al.*, 1997).



Fig. 7 – L'envahissement spectaculaire de certains endroits incendiés en juillet 2011 par les acacias (Cliché de l'auteur, 2013).

4.3. Une reprise rapide et importante de la végétation après les incendies

Plus de 3 ans après les incendies de 2011, la reprise de la végétation dans les différents milieux incendiés de la forêt de *Dar Chichou* est matérialisée par une régénération spontanée importante du cortège floristique local et de la flore introduite après les actions de reboisement et de stabilisation des milieux effectués depuis les années 1920. Cette dynamique a été constatée dans les différentes placettes d'observation (Fig. 8).

La richesse floristique correspond au nombre d'espèces recensées dans sa forme épigée vivante au cours du temps.

Après le déclenchement des feux, le terrain dans les 6 placettes d'observation était quasi-totalement dénudé. Les plantes vont apparaître progressivement. La richesse floristique est faible

pendant les neuf premiers mois après l'incendie. Elle croît graduellement pour atteindre un maximum près de 3 ans après l'incendie de juillet 2011, comme en témoigne la Fig. 8.

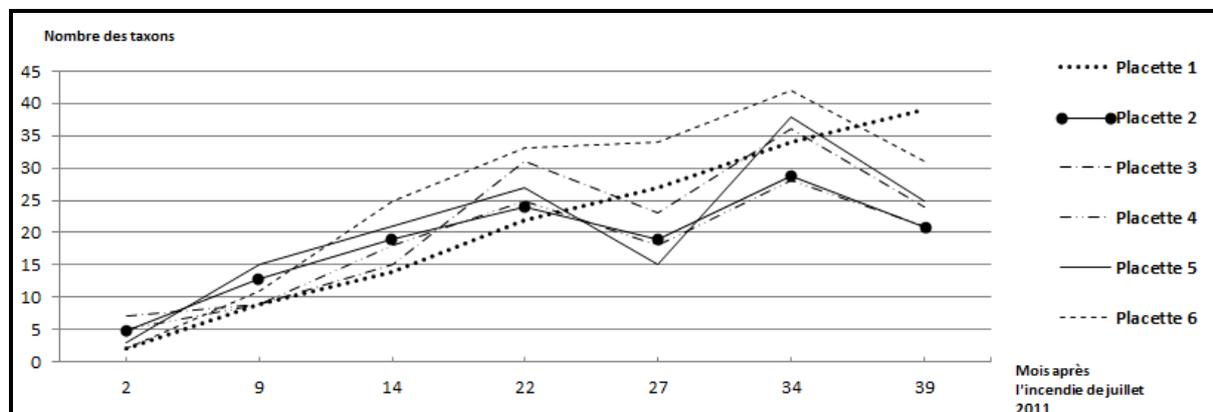


Fig. 8 – Evolution de la richesse floristique après les incendies de juillet 2011 dans les différentes placettes d'observation.

Exception faite de la placette qui occupe un milieu assez particulier (talweg à sols humifère), cette étude montre une variation sensible de la richesse floristique entre les saisons. Les nombres les plus élevés des taxons ont été enregistrés au cours des printemps (9, 22 et 34 mois après les incendies) qui connaissent un développement remarquable des espèces herbacées (géophytes, thérophytes et hémicryptophytes, Tableaux 5 et 6), notamment durant les années particulièrement pluvieuses. En automne et en hiver, on observe une diminution notable de la richesse floristique.

La couverture végétale actuelle dans les milieux incendiés en juillet 2011 forme un matorral bas à moyen assez dense puisque son taux de recouvrement moyen dépasse 80%.

Par endroits, particulièrement dans les dépressions (placette 5), les talwegs (placette 1) et les creux inter-dunaires (placette 2), la végétation dominée par des sujets de feuillus comme les *Acacia spp.*, l'*Eucalyptus spp.* et le lentisque de plus de 60 cm de haut résultant d'une régénération par rejet de souches, constitue une brousse impénétrable (Figs. 7 et 10).

Quatre conditions essentielles qui accroissent les potentialités d'accueil des milieux seraient à l'origine de la vigueur de cette régénération post-incendie observée dans le secteur d'étude:

- l'ouverture du couvert végétal et la disparition de la couche épaisse de litière observée avant l'incendie, ce qui a entraîné une meilleure pénétration de la lumière jusqu'au sol;

- la richesse des sols sablonneux en matière organique et en substance minérale, en particulier dans le niveau supérieur;

- les conditions climatiques favorables enregistrées surtout au cours de l'automne et l'hiver des années 2011 et 2012, marqués par l'abondance des pluies; ce qui a favorisé le développement en abondance des souches de certains feuillus (*Eucalyptus spp.*, oléastre, lentisque, chêne kermès, filaire, myrte, *Acacia spp.*) et des herbacées;

- les opérations de nettoyage des différents milieux incendiés effectuées par le Service Forestier Local au lendemain de l'incendie en 2011 par la collecte et le prélèvement de la biomasse végétale carbonisée, ce qui a permis une meilleure aération des sols.

4.4. Une faible régénération des résineux

Par opposition aux feuillus, les résineux (pin d'Alep et pin pignon) montrent une faible régénération pendant cette période, même dans les pinèdes pures et denses d'avant les incendies de 2011 (placette 2), comme en témoigne le Tableau 6. Quelques plantules de pin pignon de moins de

0,30 m de haut s'observent çà et là dans la végétation post-incendie. A titre d'exemple, on a recensé en septembre 2014 uniquement 5 plantules dans l'ensemble de la superficie de la placette 2 (soit 400 m²). Leur taux de recouvrement végétal est très faible.

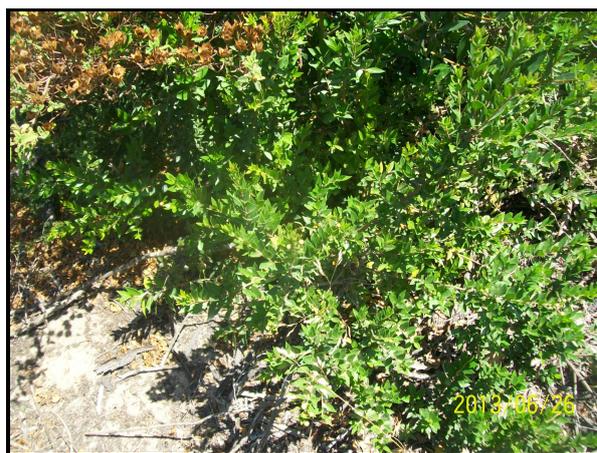
Cette situation pourrait être expliquée par les deux raisons suivantes:

– la faible quantité des semences des pins dans le sol. Cette situation due à l'intensité élevée des feux qui ont détruit quasi-totalement les cônes et les grains des pins dans les différents milieux incendiés. Plusieurs cônes de pin pignon totalement carbonisés ont été observés après ces incendies. D'un autre côté, le manque de semences serait en rapport avec la sur-collecte illicite et non organisée des graines de ces espèces par les riverains de l'espace forestier au cours des années antérieures aux incendies de juillet 2011, ce qui a réduit énormément le stock des graines dans les sols sableux. En effet, les graines de pin d'Alep «Zgougou»³ et pin pignon «Bondok»⁴ présentent une haute valeur commerciale sur le marché (Cf. ABAZA K. 2013). D'après notre enquête de 2013 exécutée dans l'espace forestier voisin de *Henchir Bir Jedei*, plus de 63% des chefs des ménages enquêtés pratiquent cette activité.

– la nature du sol. Les sols sablonneux à faible capacité de rétention dans les parcelles incendiées de la forêt de *Dar Chichou* sont très peu propices au développement des pins, notamment le pin d'Alep (espèces calcicoles).

4.5. La réinstallation de la végétation locale et la modification des aspects de la végétation préexistante

Par rapport à la situation précédents les incendies de juillet 2015, les différents milieux incendiés en 2011 dans la forêt de *Dar Chichou* ont connu une ré-installation spectaculaire des essences végétales locales. Cette reconquête végétale des milieux après les perturbations dues aux feux a intéressé les différents types des milieux incendiés (dunes sableuses mobiles, dunes légèrement fixées, sables grésifiés, couloirs inter-dunaires, fonds des ravins...), certaines phanérophytes comme *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Olea europaea*, *Myrtus communis*, *Ceratonia siliqua*, *Quercus coccifera*... et plusieurs essences ligneuses secondaires caractéristiques de la flore du *Cap Bon* telles que; *Cistus monspeliensis*, *Cistus villosus*, *Cistus Salviifolius*, *Calicotome villosa*, *Lotus spp.*, *Lavandula stoechas*, *Halimium halimifolium*, *Prasium majus*, *Retama raetam*, *Chamaerops humilis*... (Tableau 6; Figs. 7, 9 et 10).



Figs 9 et 10 – Régénération spontanée par rejet de souche de plusieurs espèces de feuillus comme le chêne kermès, le myrte et le lentisque dans les milieux incendiés en juillet 2011 (Clichés de l'auteur, 2013).

³ Terme arabe qui signifie les graines du pin d'Alep.

⁴ Terme arabe qui signifie les graines du pin pignon.

Cette perturbation a provoqué aussi une modification profonde de la composition floristique de la végétation préexistante attestée par la prolifération spectaculaire des diverses espèces pyrophiles, notamment certaines chaméphytes qui ont bien profité des feux. On note surtout plusieurs cistes (*Cistus monspeliensis*, *Cistus salviifolius*, *Cistus villosus*), le genêt épineux (*Calicotome villosa*). Actuellement, ces taxons forment, par endroits, un matorral bas de plus de 80% de recouvrement moyen.

L'augmentation du nombre des espèces rudérales comme; *Arisarum vulgare*, *Urtica spp.* *Chenopodium spp.* *Oxalis pes-caprae*, *Ferula communis*, *Anagallis arvensis*, *Borago spp.* *Centaurea spp.*, *Onopordon nervosum*... dans la végétation observée après perturbations représente une autre conséquence de ces incendies. Elle peut être liée à des taux élevés d'azotes sous forme de nitrates libérés dans les sols suite aux incendies et à l'ouverture des milieux qui engendre l'augmentation de la lumière (Giovannini *et al.*, 1997).

5. DISCUSSIONS ET CONCLUSION

Cette étude présente un exemple illustrant l'extrême fragilité des espaces forestiers méditerranéens semi-arides face aux feux. En effet, sept jours successifs de feux intenses en juillet 2011 étaient capables de transformer 400 ha de la forêt centenaire de *Dar Chichou* en ruine végétale.

Le suivi de la régénération de la végétation durant les trois années après les incendies souligne des dynamiques variées:

Ce travail montre l'importance des essences annuelles (notamment les thérophytes) dans la végétation post-incendie. Elles totalisent près de la moitié des taxons présents lors des observations. Ce phénomène est en rapport avec l'ouverture des milieux suite aux perturbations engendrées par les feux, profitable aux taxons passant la saison estivale sous forme des graines enfouis dans les sols. Alors que, les phanérophytes (résineux et feuillus) sont peu représentés du fait que ce type biologique est plus exigeant du point de vue de la stabilité des milieux et des conditions édaphiques et climatiques mésologiques. La situation est restée presque stable entre 2011 et 2014.

Les feuillus, notamment les acacias, le chêne kermès, l'oléastre et le lentisque, ont connu une bonne reprise quelques mois après le déclenchement des feux alors que la régénération des résineux, en particulier le pin pignon, était modeste et suivait un rythme lent durant les trois années post-incendies.

Un envahissement spectaculaire des milieux incendiés par les essences secondaires de type pyrophytes a été également constaté après les sinistres de 2011.

Par rapport à la situation d'avant juillet 2011, les différents milieux incendiés ont enregistré une reconquête remarquable de plusieurs groupes d'espèces caractérisant la végétation de la presqu'île du *Cap Bon*, qui forment, par endroit, des matorrals moyens denses.

Les incendies qui ont à maintes reprises touchés les milieux forestiers tunisiens, surtout durant les trois dernières années après la déstructuration du pouvoir politique en *Tunisie* en janvier 2011, ont amené à chaque fois les médias et l'opinion publique à poser la question des responsabilités.

La préservation de notre précieux patrimoine naturel végétal passe, à notre sens, par la réalisation des enquêtes sérieuses et apolitiques après chaque événement afin de préciser les causes réelles des incendies. A ce propos, la révision du *Code Forestier* est indispensable dans l'objectif d'instaurer une réglementation plus rigoureuse contre toute atteinte aux espaces forestiers et d'assurer sa vulgarisation auprès des riverains des espaces forestiers souvent à faible niveau d'instruction.

La lutte contre la pauvreté et la marginalisation de la grande masse de la paysannerie riveraine de l'espace forestier pourrait atténuer sensiblement le risque des feux dans les forêts tunisiennes, et ce, surtout par la diversification de leurs sources de revenus, l'instauration des activités non nuisibles à la forêt (apiculture, écotourisme...) et l'amélioration de leur niveau de vie, actuellement très modeste.

En contrepartie, l'amélioration des équipements et des moyens d'intervention et de contrôle de l'espace forestier paraît être une condition nécessaire pour faire face aux feux des forêts et atténuer les dégâts.

Contrairement à certaines idées largement diffusées⁵, il serait déconseillé de reboiser les zones sinistrées. En effet, cette étude a mis en évidence la capacité de ces milieux méditerranéens semi-arides à rétablir spontanément leurs équilibres par une simple mise en défens, comme en témoigne la bonne régénération de la végétation du secteur incendié de la forêt de *Dar Chichou*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abaza, K. (2013), *De l'erg à la forêt. Dynamique des milieux et impacts du reboisement sur le paysage du Cap Bon*. In ouvrage collectif "Des paysages", Publications de l'École Normale Supérieure de Tunis, pp. 83–113.
- Belhaj Khedher, C.H. (2012), *Climat, végétation et incendie. Confrontation des informations globales et locales pour une base des données cartographique*. Mémoire de maîtrise, Fac. des Lettres, des Arts et des Humanités de Manouba, 114 p.
- Ben Boubaker, H. (2010), *Analyse et cartographie automatique des paramètres pluviométriques dans la presqu'île du Cap Bon (Tunisie)*. In ouvrage collectif "Climat, Société et Dynamiques des paysages ruraux en Tunisie", Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, pp. 89–111.
- Ben Boubaker, H., Fehri, N. (2009), *Vents forts et vents extrêmes dans les principales villes côtières de la Tunisie: Mise au point méthodologique et résultats préliminaires*, Geographia thechnica, Numéro spécial. pp. 59–66.
- Bonnet, V., Thiery, T. (2003), *Analyse spatiale et fonctionnelle de la réponse de la végétation après incendie en basse Provence calcaire. Forêt méditerranéenne*, t. XXIV, no. 4, pp. 385–402.
- Bourgou, M. (1982), *Les accumulations dunaires de la péninsule du Cap Bon (Tunisie): étude géomorphologique*. Publications de l'Université de Tunis, 198 p.
- Brun, S. (2007), *Dynamiques des unités paysagères d'un boisement en région littorale. Forêt des dunes de Menzel Belgacem. Cap Bon. Tunisie*, Thèse de Doctorat. Paris IV (Sorbonne), 312 p.
- Chandoul, H. (1986), *Le problème des feux de forêt en Tunisie*. Actes de séminaire sur les Méthodes et matériels à utiliser pour prévenir les incendies de forêt. Valence, Espagne, 29 septembre – 4 octobre 1986, 15 p. + annexes.
- Chriha, S., Sghari, A. (2014), *Les incendies de forêt en Tunisie, les séquelles irréversibles de la révolution de 2011*. Revue. Méditerranée, pp. 87–93.
- Direction Generale des Forets (D.G.F.) (1995), *Résultats du Premier Inventaire Forestier National en Tunisie*. Tunis, 154 p.
- Direction Generale des Forets (D.G.F.) (2010), *Inventaire Forestier et pastoral National*. Direction Générale des Forêts, Tunisie, 180 p.
- Gammar, A.M. (1999), *Evolution des incendies et de l'espace forestier en Tunisie depuis le XIXème siècle*. Actes du colloque "Les incendies des forêts méditerranéennes : prévention, extinction, érosion du sol, reforestation", UNESCO, Athènes, 8 p.
- Gammar, A.M., Ben Salem M. (2004), *Dynamique spatiale et risques environnementaux, analyse cartographique dans le secteur de Jougar (Dorsale tunisienne)*, Communication aux journées scientifiques organisées par l'Association des Universités Francophones sur le thème «Télé-détection et géorisques», Ottawa, 2004.
- Giovannini, G. (1987), *Effect of fire and associate heating wave on the physicochemical parameters related to the soil potential erodibility*. *Ecologia Mediterranea*, **13** (4), pp. 111–117.
- Giovannini, G., Lcchesi, S. (1997), *Modifications induced in the soil physio-chemical parameters by experimental fires at different intensities*. *Soil Science*, **162**, pp. 479–486.
- Grosse, M. (1969), *Recherches géomorphologiques dans la péninsule du Cap Bon*. Publi. Univ. de Tunis. Vol. X, 358 p.
- Kchouk, F. (1963), *Contribution à l'étude des formations dunaires de Dar Chichou*, Thèse 3^{ème} cycle. Université de Paris, 72 p.
- Le Houerou, H.N. (1987), *Vegetation wildfires in the Mediterranean basin: evolution and trends*. *Ecologia. Mediteranea*, pp. 4–12.
- Leck, M.A. (1989), *Wetland seed banks*. In: Leck, M.A., V.T. Parker, and R.L. Simpson (eds.) (1989), *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, Inc., San Diego, CA. pp. 283–305.
- Lili Chabaane, Z., Bouafi, H., Khaldi, A., Chakroun, H., Caloz, R. (2005). *Télégestion et analyse spatiale de la régénération forestières post-incendie dans le massif de Bou Kornine au sud de Tunis*. *Télé-détection*, Vol. 5, no. 1–2–3, pp. 161–181.
- Pavillard, J. (1935), *Eléments de sociologie végétale*. Hermann, Paris. 101 p.
- Site internet: <https://www.facebook.com/pages>.
- Site internet: Infoclimat.fr.
- Thompson, K. (1997), *The soils banks of Nord West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge. Cambridge University, 276 p.
- Trabaud, L. (1984), *Evolution après incendie de la structure de quelques phytocénoses méditerranéennes du Bas Languedoc (Sud de la France)*. *Annales des Sciences Forestières*, **40** (2), pp. 177–195.
- Trabaud, L. (1987), *Dynamics after fire of sclerophyllous plants communities in the Mediterranean basin*. *Ecologia Mediterranea*, **XIII** (4), pp. 25–37.
- Trabaud, L., Lepart J. (1980), *Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire*. *Vegetatio*; **43** (1/2), pp. 49–57.

Reçu Mai 26, 2015

⁵ S. Chriha et A. Sghari 2014.