

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane MIRA-Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière: Sciences Biologiques
Option: Biologie de la Conservation et Développement Durable



Réf.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Cartographie et évaluation de l'état de la population de Buplèvre à
feuille de plantain *Bupleurum plantagineum* Desf. dans le Parc National
de Gouraya après l'incendie de l'été 2016 (Nord-est algérien).

Présenté par:

HIMRANE Hadjer & YOUSFI Dyhia

Soutenu le : **22 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

Mr MOUSLI Mohand Laid	MAA	Président
Mr BELBACHIR Farid	MAA	Encadreur
Mr LAIMOUCHE Abdelhafid	MAA	Examineur
Mr KERRIS Tayeb		Invité

Année universitaire: 2016/2017

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur compréhension et leur soutien tout au long de mes études.

Ma très chère sœur Sarsoura, ma belle-sœur Farah et mes deux frères Idris et Bilal pour leur soutien et encouragements.

Mes chers ami(e)s Bachir, Walidou, Isma, Meryouma, la sweetlilia, Ailou, Chuck Norris, Karim Ardh, Mehdi bugs, Saleh et Hamid « la preuve » pour leur soutien permanent tout au long de mon parcours.

*Mon binôme mähboulà **Didi-jones** et à toute sa famille.*

Sans oublier notre chère calinou Châton ZWITA qui nous a accompagnées lors de nos longues nuits de travail et TOMY LE SAUVAGE que j'aime par-dessus tout.

Hadjer

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur compréhension, leur soutien tout au long de mes études.

Mes très chères sœurs Djida et Ghozéléne, ainsi qu'à mon frère Idir, pour leur soutien et encouragements.

Mes chers ami(e)s Atilou, Chuck Amir, Nanouh, Yacine, Moufok, Idir, Sofiane, Cachalot, Ramzy, Karim Ardh, Mahdi bugs, Saleh et Hamid « la preuve » pour leur soutien permanent tout au long de mon parcours.

Mes deux sœurs de cœur Mia et Soumie que j'aime par-dessus tout.

Mon meilleur et fidèle ami Saïd pour son soutien et ces encouragements.

*Mon adorable binôme et amie **MOWGLI** pour tous nos délires et aventures « no man's land » et à toute sa famille.*

Ma Lee-Loup pour ses délires et son soutien moral tout au long de ce travail.

Sans oublier notre chère calinou Châton ZWITA qui nous a accompagnées lors de nos longues nuits de travail.

Dybia

Remerciements

Nous tenons à remercier notre encadreur M^r Farid Belbachir, Maître-assistant A - Chargé de cours à l'Université de Béjaïa, pour sa grande disponibilité et ses encouragements tout au long de l'élaboration de ce travail.

Nous ne remercierons jamais assez au Dr Hamid Saou, Enseignant-chercheur à l'Université de Béjaïa, pour son encadrement dans les travaux de cartographie, ses précieux conseils, sa patience et sa disponibilité.

Nos vifs remerciements s'adressent à M^r Mohand Laïd Mousli, Maître-assistant A - Chargé de cours à l'Université de Béjaïa, qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Nous remercions M^r Abdelhafid Laïmouche, Maître-assistant A - Chargé de cours à l'Université de Béjaïa, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos sincères gratitude vont à M^r Tayeb Kerris, Directeur du Parc National de Gouraya, pour nous avoir autorisées à réaliser notre étude dans l'aire protégée et pour nous avoir facilité le travail par la mise à notre disposition du matériel scientifique.

Nous tenons à remercier également le personnel de la Direction du Parc National de Gouraya, plus particulièrement M^r Fatsah Dries, pour son aide.

Nous exprimons notre gratitude à M^r Ouahid Zandouche, Directeur de l'Institut National de la Recherche Forestière, pour ses précieux conseils et recommandations concernant la cartographie.

Nous désirons aussi remercier M^r Seddik Bachir, Maître-assistant A - Chargé de cours à l'Université de Béjaïa, pour sa sympathie et son aide précieuse.

Nous exprimons nos remerciements à M^r Hamid Yahi, Président de l'Association de Spéléologie et Sports de Montagne de Béjaïa, ainsi qu'à tous les adhérents de cette dernière pour la mise en disposition de l'équipement de terrain nécessaire à la réalisation de notre étude.

Nous remercions vivement M^r Karim Khima, Président de l'Association ARDH, pour sa solidarité et pour nous avoir apporté son soutien moral tout au long de notre étude.

Nous remercions également M^{me} Amel Belbachir, Maître-assistant A – Chargé de cours, à l'Université de Béjaïa, pour sa grande générosité et l'intérêt incontestable qu'elle porte à tou(te)s les étudiant(e)s.

Nos vifs remerciements vont aussi au Dr Zoubir Boubaker, Enseignant-chercheur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, Alger, pour ses précieux conseils.

Nous exprimons nos remerciements au Dr Farid Bekdouche, Enseignant-chercheur à l'Université de Béjaïa, pour la mise à notre disposition d'une documentation riche et variée.

Enfin, nos vifs remerciements vont au Dr Moufok Azzoug, Enseignant-chercheur à l'Université de Béjaïa, pour toute l'aide qu'il nous a apportée, pour sa générosité, ainsi que pour la mise à notre disposition d'une documentation riche et variée.

Table des Matières

Liste des figures.....	x
Liste des tableaux	xii
Liste des annexes	xiii
Liste des abréviations.....	xiv
Chapitre 1. Introduction.....	1
Chapitre 2. Synthèse bibliographique.....	5
2.1. Présentation de <i>Bupleurum plantagineum</i> Desf.	5
2.2. Etudes réalisées sur <i>Bupleurum plantagineum</i> Desf.....	5
2.3. Statuts de menace et de conservation de <i>Bupleurum plantagineum</i>	6
2.4. Biodiversité du Bassin Méditerranéen et anthropisation	6
2.5.L'incendie, facteur de dégradation ou d'épanouissement des écosystèmes méditerranéens.....	7
2.6. Principales adaptations des végétaux au feu	8
2.7. Objectifs de l'étude	9
Chapitre 3. Présentation de la zone d'étude : le Parc National de Gouraya	10
3.1. Bref historique de la création du PNG.....	10
3.2. Limites géographiques	10

3.3. Caractéristiques physiques.....	10
3.3.1. Aperçu géologique	10
3.3.2. Relief	12
3.4. Caractéristiques climatiques	12
3.4.1 Pluviométrie	12
3.4.2. Températures	12
3.4.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен	15
3.4.4. Climagramme d’Emberger	15
3.5. Richesse floristique	17
3.6. Principales formations végétales	18
3.7. Menaces sur la biodiversité	19
Chapitre 4. Méthode et matériel.....	21
4.1. Travail préalable à l’investigation de terrain.....	21
4.2. Sortie pilote	21
4.3. Collecte des données sur le terrain	23
4.3.1. Prospection, identification et géoréférencement des limites de la zone incendiée.....	23
4.3.2. Identification des sites d’occurrence de <i>B. plantagineum</i> affectés par l’incendie.....	26
4.3.3. Examen de la régénération de <i>B. plantagineum</i> après le passage de l’incendie...	26
4.4. Travail de cartographie	26
Chapitre 5. Résultats	28

5.1. Délimitation cartographique de la zone incendiée dans le PNG durant l'été 2016...	28
5.2. Comparaison de l'étendue et des limites de la zone incendiée entre la carte établie durant la présente étude et celle réalisée par la DGF	28
5.3. Délimitation cartographique et nombre de sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i> affectés par l'incendie de l'été 2016	30
5.4. Régénération de <i>B. plantagineum</i> dans son habitat naturel après le passage de l'incendie de l'été 2016	30
Chapitre 6. Discussion	36
Chapitre 7. Conclusion générale.....	39
Références bibliographiques.....	41
Annexes	47

Liste des Figures

Figure 1. Limites géographiques de la zone d'étude : le Parc National de Gouraya	11
Figure 2. Caractérisation de la période sèche caractérisant le PNG sur la base du Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1978-2012).....	15
Figure 3. Localisation du Cap Carbon (PNG) sur le Climagramme d'Emberger....	17
Figure 4. Carte de la zone incendiée au sein du PNG durant l'été 2016 établie par la DGF	22
Figure 5. Zones situées sur le versant nord du Djebel Gouraya inaccessibles à l'investigation de terrain – PNG	24
Figure 6. Limites de l'incendie de 2016 passant par un site inaccessible dans le Secteur de M'Cid-el-Bab – PNG.....	25
Figure 7. Carte comparative entre la zone incendiée au sein du PNG (été 2016) établie au cours de la présente étude et celle réalisée par la DGF.....	29
Figure 8. Distribution géographique de l'ensemble des sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i> affectés par l'incendie de l'été 2016 au sein du PNG.....	31
Figure 9. Distribution géographique des sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i> affectés par l'incendie de l'été 2016 dans le Secteur de Yemma Gouraya – PNG..	32
Figure 10. Distribution géographique des sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i> affectés par l'incendie de l'été 2016 dans le Secteur de Yemma Yamna – PNG..	33
Figure 11. Distribution géographique des sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i> affectés par l'incendie de l'été 2016 dans le Secteur de M'Cid-El-Bab – PNG....	34

Figure 12. Régénération végétative d'un individu de <i>B. plantagineum</i> brûlé par l'incendie de l'été 2016 dans le versant nord de Yemma Yamna - PNG	35
Figure 13. Régénération végétative de <i>B. plantagineum</i> 10 mois après l'incendie de l'été 2016 dans le versant nord de M'Cid-El-Bab – PNG.....	35

Liste des tableaux

Tableau I. Précipitations caractérisant le PNG pour la période 1978-2012 - Station Météorologique du Cap Carbon (Béjaïa).....	13
Tableau II. Températures caractérisant le PNG pour la période 1978-2012 - Station Météorologique du Cap Carbon (Béjaïa).....	14

Liste des annexes

ANNEXE I. Végétation incendiée dans les Secteurs de Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M’Cid-El-Bab (été 2016) – Parc National de Gouraya.....	47
ANNEXE II. Présence/absence de régénération de <i>B. plantagineum</i> dans les sites d’occurrence incendiés en été 2016 - Secteur de Yemma Gouraya – Parc National de Gouraya.....	48
ANNEXE III. Présence/absence de régénération de <i>B. plantagineum</i> dans les sites d’occurrence incendiés en été 2016 – Secteur de Yemma Yamna – Parc National de Gouraya.....	49
ANNEXE IV. Présence/absence de régénération de <i>B. plantagineum</i> dans les sites d’occurrence incendiés en été 2016 – Secteur de M’Cid-El-Bab – Parc National de Gouraya.....	50

Liste des abréviations

ASSMB : Association de Spéléologie et Sports de Montagne de Béjaïa.

CENEAP : Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le Développement.

DGF : Direction Générale des Forêts.

FAO : l'Organisation pour l'alimentation et l'Agriculture.

GPS : Système de Géolocalisation par Satellite.

JORADP : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

LR : Liste Rouge.

MAB : programme sur l'Homme et la Biosphère

ONM : Office National Météorologique.

PNG : Parc National de Gouraya.

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

WWF: World Wildlife Fund.

Chapitre 1. Introduction

En raison des nombreuses et diverses activités humaines en progression, la diversité biologique ou biodiversité mondiale est actuellement menacée d'extinction. L'érosion irréversible de la biodiversité est principalement causée par une forte demande anthropique pour l'utilisation et l'exploitation des ressources biologiques, ainsi que le défrichement des terres qui ne cessent de s'accroître au fil des temps (Anonyme 2005). Globalement, les principales menaces mettant en péril les espèces et les communautés biologiques incluent la perte, la dégradation et la fragmentation des habitats ; les diverses formes de pollution (hydrique, atmosphérique, lumineuse, etc.) ; la surexploitation de la faune et de la flore (chasse et collecte excessives) ; l'introduction d'espèces invasives dans les habitats naturels ; la transmission de maladies résultant des activités anthropiques et des interactions avec l'homme ; et le changement climatique mondial (Groom *et al.* 2006 ; Primack 2010 ; Primack *et al.* 2012).

Le constat d'une pression sans cesse grandissante des activités anthropiques sur les ressources naturelles dans l'époque géologique actuelle dite « Anthropocène » (ex. Crutzen 2002 ; Water *et al.* 2016), menaçant substantiellement la pérennité desdites ressources et l'avenir de l'humanité, interpelle l'homme à agir dans l'urgence (WWF International 2016) et ce, en protégeant un grand nombre d'espèces afin d'épargner certaines fonctions écologiques, jusqu'à ce jour méconnues pouvant être cruciales pour la stabilité et le bon fonctionnement des écosystèmes car le rythme d'extinction actuel des espèces est de cent à mille fois plus élevé que le rythme naturel évalué (Anonyme 2005).

Dans le cadre d'une évaluation de la situation de conservation de milliers d'espèces de faune et de flore, régulièrement actualisée, par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), il a été établi que 19.817 espèces sont menacées d'extinction sur un ensemble de 63.837 espèces animales et végétales (UICN 2012). Les catégories d'espèces suivantes figurent parmi les plus vulnérables à l'extinction (Primack 2010) : les espèces à distribution géographique restreinte ; les espèces représentées par une ou quelques populations ; les espèces caractérisées par des populations à taille réduite ; les espèces dont les populations

sont en déclin ; les espèces chassées ou collectées par l'homme ; les espèces à faible capacité de reproduction ; et les espèces nécessitant un habitat spécialisé.

Il est à noter que l'identification des espèces les plus vulnérables à l'extinction est essentielle pour le travail de protection de la biodiversité mondiale (Primack 2010). A cet effet, l'UICN a établi différentes catégories de conservation pour les espèces qu'elle a évaluées ; à savoir notamment celles qui sont *vulnérables*, *en danger d'extinction* et *en danger critique d'extinction* (UICN 2001). Toutefois, nombreuses sont les espèces possédant les caractéristiques de vulnérabilité à l'extinction qui ne sont pas portées à ce jour sur la Liste Rouge des Espèces Menacées (LR) de l'UICN car elles n'ont pas été évaluées selon les critères de l'UICN faute d'avoir été étudiées (Standards and Petitions Working Group 2006 ; Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016). A titre d'exemple, 11.901 espèces de plantes seulement avaient été évaluées sur environ 287.000 décrites lors de la version 2006 de la LR de l'UICN ; soit environ 4% du total (Standards and Petitions Working Group 2006). Par conséquent, des efforts devront être consentis par la communauté scientifique internationale pour étudier les taxa mal connus et non encore évalués selon les critères de l'UICN afin que ces derniers puissent bénéficier d'un statut de conservation.

Par ailleurs, il est important de s'assurer que les menaces qui mettent en péril les espèces vulnérables à l'extinction soient correctement identifiées et liées aux contraintes sur la viabilité des populations, de telle sorte que les menaces supposées soient évaluées et leurs effets sur les espèces cibles soient compris. L'amélioration des connaissances sur le sujet permettra aux gestionnaires de la biodiversité de mettre en œuvre des stratégies ciblées pour atténuer les effets des menaces sur les espèces en péril (Environment Canada 2007). A titre d'exemple, l'incendie naturel, accidentel ou intentionnel est généralement considéré comme un facteur perturbant les écosystèmes naturels (FAO 2010). Bien qu'ils puissent causer la dévastation de nombreux écosystèmes dans diverses régions du monde, les incendies sont nécessaires au bon fonctionnement et à la dynamique d'autres écosystèmes adaptés à cette perturbation comme les matorrals et les pinèdes des régions à climat méditerranéen (ex. Chandler et al. 1983 ; Trabaud 1991 ; mais voir la critique de Bradshaw et al. [2011] sur les caractéristiques des plantes adaptées aux incendies dans les régions à climat méditerranéen). Toutefois, il est important de noter que la région méditerranéenne n'abrite pas uniquement des écosystèmes dont la flore est adaptée pour se régénérer vigoureusement après le passage des incendies. Cette région héberge aussi d'autres formations végétales d'altitudes dont les

espèces constitutives n'ont pas développé les mécanismes d'adaptation nécessaires pour faire face aux incendies. A titre d'exemple, un récent incendie a dévasté un peu plus de 7 hectares d'une cédraie à *Cedrus atlantica* en contact avec une formation sclérophylle de chêne vert *Quercus ilex* subsp. *ballota* dans le Parc National du Djurdjura (Algérie) en octobre 2016 (Dépêche de Kabylie 2016). Ainsi, il est important d'identifier si des facteurs tels que les incendies peuvent être une menace sur la survie des espèces vulnérables à l'extinction présentes dans des formations végétales qui ont été peu ou non étudiées.

L'Algérie est caractérisée par une grande diversité géomorphologique, paysagère, biologique et écologique. La riche flore de ce pays inclut 224 taxa endémiques et 1630 taxa rares distribués dans sa partie nord¹ (Quézel & Santa 1962, 1963 ; Véla & Benhouhou 2007). Connue pour son fort taux d'endémisme et d'espèces végétales rares, l'Algérie fait partie du point chaud (*hotspot*) de biodiversité du Bassin Méditerranéen (Myers & Cowling 1999 ; Médail & Myers 2004) car elle abrite, d'une part, une partie du complexe bético-rifain dans sa partie nord-ouest ; et d'autre part, l'ensemble dit « Kabylies-Numidie-Kroumirie » dans sa région centre et nord-est (Véla et Benhouhou 2007). Par ailleurs, une étude a identifié 22 Zones Importantes pour les Plantes (ZIP) dans le nord de l'Algérie sur la base de la présence d'espèces menacées et d'endémiques locales (Yahi *et al.* 2012).

Le Mont ou Djebel Gouraya, localisé dans le Parc National de Gouraya (PNG) dans le nord-est algérien fait partie de l'ensemble « Kabylies-Numidie-Kroumirie » et abrite des taxa rares et endémiques locaux qui ne figurent pas sur la LR de l'UICN car leur statut de conservation n'a pas été évalué selon les critères de l'UICN. Tel est le cas de *Silene sessionis* Batt., *Allium trichocnemis* J. Gay, *Hypochaeris saldensis* Batt. Et *Erysimum cheiri* subsp. *inexpectans* Véla, Ouarmim & Dubset. Dans le cas du Buplèvre à feuille de plantain *Bupleurum plantagineum* Desf., une endémique locale à distribution géographique restreinte au Mont Gouraya, deux études récentes ont abouti à la proposition d'une catégorie de conservation pour l'espèce en utilisant les critères proposés par la LR de l'UICN (Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016). Ces études se sont attelées à collecter les premières données scientifiques sur la distribution spatiale et l'estimation de la population de l'espèce dans son habitat naturel, avec une référence particulière aux individus matures. La synthèse des données obtenues à partir de ces études a proposé l'inclusion de *B. plantagineum* dans la

¹La rareté et l'endémisme de la flore du sud du pays n'ayant pas été comptabilisés dans les travaux des auteurs cités.

catégorie de conservation *Vulnérable* en utilisant le sous-critère D1 *Nombre d'individus matures* (intégré dans le critère D – *Population très petite et restreinte*) de la LR de l'UICN (Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016).

Suite à un violent incendie d'origine anthropique qui a ravagé une grande superficie du PNG au cours de l'été 2016, affectant ses parties centrale et orientale dans laquelle des espèces rares et endémiques sont présentes, y compris *B. plantagineum* (Akroune & Bourkeb 2016), la nécessité d'une étude faisant un état des lieux de la situation de conservation de la population de cette espèce après l'incendie s'est faite sentir. C'est pour répondre à ce besoin qu'une cartographie et une estimation des sites d'occurrence de *B. plantagineum* touchés par l'incendie a été réalisée dans le cadre de la présente étude. Par ailleurs, compte-tenu que l'espèce n'est présente que dans des habitats situés essentiellement en exposition nord sur les falaises et les milieux rupestres caractérisés par une ambiance humide (Rebbas, 2014 ; Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016), il a été implicitement supposé que les incendies ne toucheraient pas ces habitats, d'autant plus que les quantités de combustible qui y sont accumulés paraissent faibles (E. Véla comm. pers. ; observation personnelle). En fait, l'incendie de l'été 2016 a battu en brèche ce préjugé étant donné qu'il a parcouru la zone centrale du PNG, particulièrement le site de M'Cid-el-Bab, où *B. plantagineum* est présent en grande quantité (Akroune & Bourkeb 2016). Ainsi, une question s'est naturellement posée, à savoir celle de l'impact du passage du feu sur la régénération naturelle de l'espèce étant donné qu'aucune recherche n'a traité de ce sujet que ce soit en condition naturelle ou artificielle. La présente étude apporte des éléments de réponse à cette question.

Chapitre 2. Synthèse Bibliographique

2.1. Présentation de *Bupleurum plantagineum* Desf.

Appartenant à la famille des Apiaceae, le genre *Bupleurum* compte 55 espèces dans la flore Algérienne (Quézel & Santa 1963). Le Buplèvre à feuille de plantain *Bupleurum plantagineum* est une plante vivace, ligneuse à la base et pouvant atteindre 60 à 150 cm de longueur. Les tiges développées du *B. plantagineum* portent des feuilles entières, glabres, sessiles et lancéolées ; La plante possède des ombelles composées de 8 à 20 rayons assez courts, ainsi que des fruits ronds et diversement ornés (Quézel & Santa 1963).

En 1785, Renato Desfontaines révèle pour la première fois l'existence de *B. plantagineum* dans la région de Bougie (Desfontaines 1785) ; présent sur les rochers calcaires du Cap Carbon et ses environs (Quézel & Santa 1963). Considérée comme une endémique locale du Djebel Gouraya, cette espèce occupe principalement les falaises orientées en exposition nord (Rebbas 2014 ; Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016) ; exception faite pour le Secteur de Yemma Yamna où sa présence déborde légèrement sur le versant sud (Akroune & Bourkeb 2016) et le Secteur du Phare où un groupe d'individus a été observé en exposition sud (Saadi et Benali 2015). Selon Rebbas (2014), *B. plantagineum* occupe les habitats situés dans un intervalle d'altitude compris entre 30 m et 204 m. Toutefois, l'investigation de Saadi et Benali (2015) a révélé la présence de l'espèce entre 5m (Cap Bouak) et 485 m (Sentier des Crêtes – Pic-des-Singes) d'altitude dans la partie orientale du PNG.

En terme de distribution géographique, *B. plantagineum* est présent dans les zones suivantes du PNG : M'Cid-El-Bab, Yemma Yamna, Yemma Gouraya, Pic-des-Singes, Pointe Noire, Cap Carbon et Cap Bouak (Quézel & Santa 1963 ; Rebbas 2014 ; Abbas 2015 ; Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016).

2.2. Etudes réalisées sur *Bupleurum plantagineum*

Très peu d'études ont traité spécifiquement de *B. plantagineum*. Ces dernières incluent les sujets suivants : la caractérisation morphologique, phylogénétique et cytogénétique de

l'espèce (Zemouri & Mansouri 2012) ; la composition chimique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles composant l'espèce (Laouer *et al.* 2009) ; la description des flavonoïdes extraits à partir de l'espèce (Bencheraiet *et al.* 2011, 2012) ; et la cartographie de la répartition et l'estimation de la taille de la population de l'espèce en vue d'une évaluation du statut de conservation de l'espèce selon les critères de l'UICN (Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016).

2.3. Statuts de menace et de conservation de *Bupleurum plantagineum*

Actuellement, *B. plantagineum* est officiellement protégé par la législation algérienne et porté sur la Liste des Espèces Végétales Non Cultivées Protégées d'Algérie par le Décret exécutif n° 12-03 du 04 Janvier 2012 (JORADP 2012). Il est à noter que *B. plantagineum* a fait l'objet d'une inscription sur la LR de l'UICN en 1997 avec le statut d'espèce rare et endémique en Algérie (Walter & Gillet 1998). Toutefois, le manque de travaux scientifiques sur la bio-écologie et la conservation de *B. plantagineum* dans son habitat naturel, excepté ceux réalisés par Saadi & Benali (2015) et Akroune a Bourkeb (2016), a eu pour conséquence une absence de l'évaluation du statut de conservation de l'espèce par la LR de l'UICN à nos jours.

2.4. Biodiversité du Bassin Méditerranéennes et anthropisation

Le Bassin Méditerranéen représente l'une des régions les plus riches et diversifiées du monde en matière d'espèces végétales et animales. La particularité de la Méditerranée réside dans sa diversité spécifique, notamment celle des végétaux estimée à 25.000 espèces dont plus de la moitié sont endémiques et n'existent nulle part ailleurs dans le monde (UICN 2008). Ce fort taux d'endémisme se traduisant par 13.000 végétaux méditerranéens endémiques, dont 5.500 endémiques restreintes (Véla & Benhouhou 2007) fait du Bassin Méditerranéen l'un des 25 points chauds (hotspots) de la diversité biologique, autrement-dit une zone de haute priorité de conservation (Myers *et al.* 2000).

L'organisation de la biodiversité exceptionnelle de la région méditerranéenne résulte de ses écosystèmes particuliers possédant de nombreuses caractéristiques qui leur sont propres. Ces écosystèmes méditerranéens ont pour particularités la combinaison de l'existence d'un milieu continental déterminé par la présence d'une saison sèche de durée variable et celle d'une

plaine côtière bordée par un arrière-pays montagneux ; à cela s'ajoutent les barrières latitudinales façonnées par la Méditerranée elle-même et l'orientation est-ouest de ses chaînes montagneuses. La présence de l'ensemble de ces processus et facteurs particuliers ont créé dans la région un ensemble de niches écologiques favorisant la formation de nombreux groupements variés d'animaux et de végétaux (Ramade 1990).

En plus d'être un milieu de prédilection pour le foisonnement d'espèces animales et végétales particulières, le Bassin Méditerranéen est aussi une région où la pression de la population augmente de jour en jour. Bien longtemps déjà, les écosystèmes méditerranéens subissaient des perturbations liées à l'activité anthropique de l'Homme, tels que le défrichement ou la dégradation par l'action conjuguée du surpâturage, de la hache et de l'incendie lors du début de la période néolithique ; ce qui a transformé les écosystèmes terrestres primitifs en formations végétales arbustives appelées garrigues sur terrains calcaires et maquis sur terrains siliceux (Ramade, 1990). Comme l'ont montré divers travaux archéologiques, les régions à climats méditerranéen connaissent depuis la préhistoire de nombreux incendies (Carrega 2008). De ce fait, l'incendie a contribué à créer les types de végétation qui poussent dans le Bassin Méditerranéen (Trabaud 1991) et influence ainsi la dynamique des communautés végétales de la région méditerranéenne.

L'incendie représente une menace permanente pour les forêts de la région Méditerranéenne et est leur principale cause d'altération et de celle des peuplements arbustifs subforestiers (garrigues, broussailles, maquis ; Ramade 1990). Enfin, selon WWF (2001), les feux à eux seuls détruisent en moyenne 1% par an de la forêt, tandis qu'il ne subsiste que 17% de la couverture de la forêt originelle de la Méditerranée.

2.5. L'incendie, facteur de dégradation ou d'épanouissement des écosystèmes méditerranéens

Selon Lamotte (1995), si l'on se réfère aux bases de la biologie de la conservation, on doit tout faire pour éviter que des espèces, des écosystèmes et des types de paysages disparaissent. Le feu constitue un facteur écologique important dans les écosystèmes méditerranéens et est considéré comme un élément naturel et fondamental du fonctionnement de nombreux écosystèmes forestiers (Nasi *et al.* 2002). Depuis longtemps, le feu est considéré comme un facteur influençant la dynamique de la végétation (Barry 1960). Le phénomène des feux est

actuellement perçu comme une perturbation ayant un impact éphémère sur les composantes des écosystèmes plutôt que négatif (Trabaud 1991). Selon Quézel et Médail (2003), le feu est considéré comme un phénomène d'anthropisation qui n'est pas récent et qui a largement contribué pendant des siècles à façonner le paysage végétal. Cependant, si l'incendie provoque un amoindrissement de la production à moyen et court terme, ainsi que la perte immédiate de matériel sur pied, il n'affecte en rien la subsistance et la succession des boisements (Madoui *et al.* 2006). En effet les différentes investigations ayant trait à la cicatrization post-incendie des formations végétales dans la région méditerranéenne montrent que celles-ci retrouvent leur structure et leur composition floristique initiale (Trabaud 1980 ; Bekdouche 2010 ; Madoui *et al.* 2006).

Par ailleurs, les effets du feu doivent être évalués en terme de régimes des incendies ; à savoir le type, la fréquence, l'intensité et la saison (Trabaud 1991), et doivent prendre en compte les caractéristiques topographiques mais aussi les conditions météorologiques, en plus de la structure du combustible qui jouent un rôle majeur dans les effets du feu sur l'écosystème (Trabaud 1991 ; Keeley 2009). Cela étant dit, les feux annuels au sein des formations forestières sont écologiquement importants car ils stimulent les espèces résistantes qui remplacent celles présentes dans des milieux non perturbés. Les feux favorisent aussi l'épaississement de l'écorce, l'aptitude à cicatrizer les brûlures, la capacité pour les graines de survivre et de germer (cas des espèces pyrophiles) et la faculté pour certaines espèces végétales à se régénérer (FAO 2010). Enfin, selon Rigolot (1997), la perturbation par le feu est essentielle pour la subsistance de la biodiversité et la régénération.

2.6. Principales adaptations des végétaux au feu

Les plantes de climat Méditerranéen présentent une grande capacité à persister après le passage du feu en raison de leur capacité à survivre aux passages répétés de l'incendie et de résister à une période de sécheresse marquée. De ce fait, on distingue de nombreuses similitudes biologiques entre les plantes méditerranéennes et celles des régions tropicales ; d'autant plus que de nombreuses plantes de climat méditerranéen ont évolué à partir d'ancêtres d'origine tropicale (Dallman 1998).

Par ailleurs, le feu a opéré une sélection sévère en éliminant les espèces incapables de lui résister tout en propageant celles qu'il favorise (les espèces pyrophiles). En effet, les

incendies répétés sont à l'origine des stratégies adaptatives des plantes méditerranéennes pour survivre au feu. Les plantes qui subsistent au passage du feu sont appelées pyrophytes. Ces dernières utilisent deux stratégies pour survivre au passage du feu : soit en étant capable de repousser après incendie, soit en produisant des graines résistantes au feu pour assurer la survie de leur descendance. Il est à noter qu'après un incendie, la plupart des espèces pérennes du pourtour méditerranéen se régénèrent par rejets végétatifs. Même les espèces qui ont la capacité de se régénérer à la fois par rejets et semences (de façon mixte) utilisent préférentiellement le mode de régénération végétatif. Cependant certains végétaux vivaces ne peuvent se reproduire que par graine après la perturbation (Trabaud 1986, 1991).

2.7. Objectifs de l'étude

La présente étude vise les objectifs suivants :

1. La délimitation cartographique de la zone incendiée au sein du PNG durant l'été 2016.
2. La comparaison de l'étendue et des limites de la zone incendiée entre la carte établie durant la présente étude et celle réalisée par la DGF juste après l'incendie.
3. La délimitation cartographique des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie au sein du PNG.
4. La détermination du nombre de sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par le feu dans le PNG et par secteur incendié.
5. Déterminer l'existence ou non d'une régénération de *B. plantagineum* dans son habitat naturel après le passage de l'incendie.
6. Déterminer le mode de régénération de *B. plantagineum* après le passage de l'incendie.

Chapitre 3. Présentation de la zone d'étude : le Parc National de Gouraya

3.1. Bref historique de la création du PNG

Pendant la colonisation française, le Parc National du Djebel Gouraya avait été constitué par arrêté gouvernemental du 7 août 1924 ; s'étalant sur une superficie de 530 hectares (Gouvernement Général de l'Algérie et al. 1930). Après l'indépendance de l'Algérie, le PNG a été créé par le décret n° 84-327 du 3 Novembre 1984 (JORADP 1984), puis il a été classé en tant que Réserve de la Biosphère en 2004 par le Conseil International de Coordination du Programme *l'Homme et la Biosphère* (MAB) de l'UNESCO à Paris (UNESCO-MAB Biosphère Reserves Directory 2006). Il est à noter qu'en 2001, le Lac Mézaïa a été intégré au PNG par l'arrêté n° 407/2001 établi par le Wali de Béjaïa (DGF & Parc National de Theniet El Had 2006).

3.2. Limites géographiques

Localisé dans la Wilaya de Béjaïa, le PNG délimite une partie de la chaîne côtière de l'Algérie du Nord. Totalisant une superficie, de 2.080 ha, cette aire protégée est située à 127 km à l'est de Tizi-Ouzou ; à 110 km au nord-est de Sétif ; à 96 km à l'ouest de Jijel et à 239 km au nord-ouest de Constantine. S'ouvrant sur la mer Méditerranéenne du nord jusqu'à l'est sur une longueur de 11,5 km, le PNG est limité au sud par la Route Nationale n° 24 et à l'ouest par la ligne de crête reliant Ighil-Izza à Boulimat (CENEAP non daté ; Figure 1).

3.3. Caractéristiques physiques

3.3.1. Aperçu géologique

Le PNG est localisé dans le domaine tellien et les chaînes littorales calcaires liasiques du Secteur de la Petite Kabylie (Duplan 1952). Il est caractérisé par la dominance des roches calcaires résistantes à l'érosion rendant le site un terrain escarpé et accidenté. Un anticlinal est formé par le Djebel Gouraya et le Djebel Adrar Oufarnou, découpé par des failles subverticales (Duplan & Grevelle 1960).

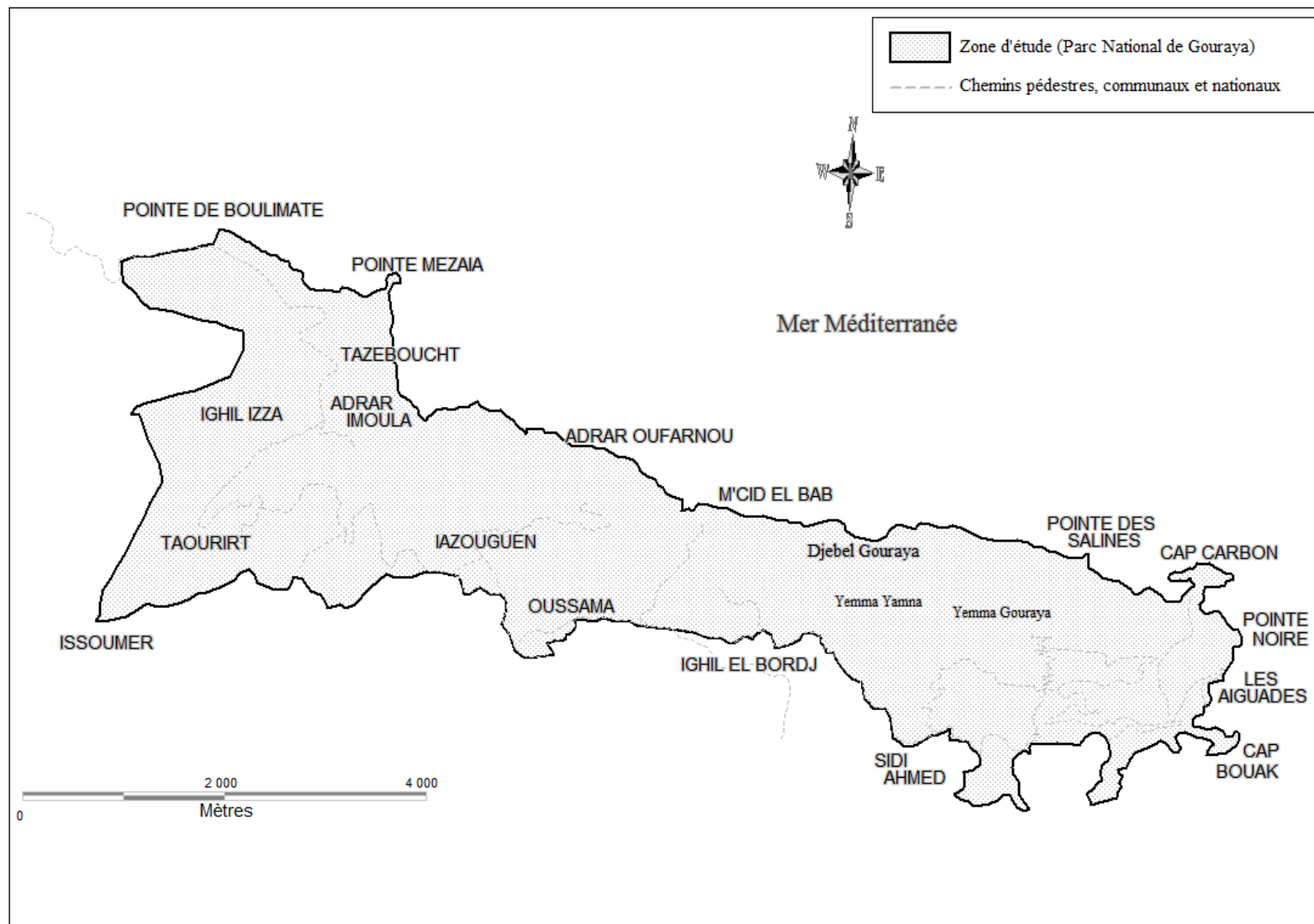


Figure 1. Limites géographiques de la zone d'étude : le Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie)

3.3.2. Relief

Le PNG est caractérisé par un relief très accidenté. Deux zones y sont distinguées : la première, représentée par le Djebel Gouraya, située à l'est et au sud-est de l'aire protégée, est caractérisée par un haut relief très accidenté avec de fortes pentes supérieures à 25% ainsi que des pentes moyennes allant de 12,5% à 25%. Une seconde zone, située au nord et au nord-ouest du PNG, est caractérisée par de faibles pentes de l'ordre de 3% à 12,5% (CENEAP non daté).

La classe altitudinale supérieure à 200 m apparaît au niveau du massif montagneux composé du Djebel Gouraya et Adrar-Oufarnou, avec un point culminant à 672 m sur le Djebel Gouraya. Par contre, les parties orientale et occidentale du PNG sont dominées par la classe d'altitude inférieure à 200 m (CENEAP non daté).

3.4. Caractéristiques climatiques

Les données climatiques (pluviométrie, températures et humidité) présentées ci-dessous sont celles enregistrées par la Station Météorologique de l'Aéroport Abane Ramdane de Béjaïa (36° 43' N ; 05° 04' E ; altitude : 1,75 m). Ces données ont été établies sur une période de 34 années, à savoir celle de 1978-2012 (Office National de Météorologie non daté).

3.4.1. Pluviométrie

Le Tableau I montre que pour la période 1978-2012 le mois de janvier est celui qui a enregistré le plus de précipitations avec une valeur de 133 mm/an. A l'inverse, le mois le moins arrosé est juillet avec une valeur de 3 mm/an. La moyenne des précipitations annuelles durant cette période est de 780 mm/an.

3.4.2. Températures

Le Tableau II montre que le mois le plus chaud pour la période 1978-2012 est août, avec une valeur de 29,7 °C; alors que le mois le plus froid pour la même période est janvier, avec une valeur de 9,1 °C. Il est aussi à noter que la température moyenne annuelle est de 11,6 °C.

Tableau I. Précipitations caractérisant le PNG pour la période 1978-2012 - Station Météorologique du Cap Carbon (Béjaïa) (ONM non daté)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
P (mm)	133	89	77	49	43	19	3	10	50	90	102	115	780

P : Moyenne mensuelle des précipitations

Tableau II. Températures caractérisant le PNG pour la période 1978-2012 - Station Météorologique du Cap Carbon (Béjaïa) (ONM non daté)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
M (C°)	14,1	14,7	16,9	19,4	22,5	25,8	28,4	29,7	28,2	23,2	18,4	15,3	14,1
m (C°)	9,1	9,4	10,5	12,2	14,9	18,1	21,2	21,9	20,5	17,1	13,4	10,2	9,1
(M+m)/2 (C°)	11,6	12,1	13,7	15,8	18,7	21,9	24,8	25,8	24,4	20,1	15,9	12,8	11,6

M : Moyenne mensuelle des températures maximales. m : Moyenne mensuelle des températures minimales. (M+m)/2 : Moyenne annuelle des températures.

3.4.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

La Figure 2 représente le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Bagnouls & Gaussen 1957) établi pour le PNG sur la base des données enregistrées par la Station Météorologique du Cap Carbon durant la période 1978-2012 (voir aussi Tableau I et Tableau II). Il est à rappeler que selon Bagnouls et Gaussen (1957), un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations (P), exprimé en millimètres par an, est égal ou inférieur au double de la température moyenne (T) du mois, exprimée en degré centigrade ; autrement-dit : $P \text{ (mm/an)} = 2T$.

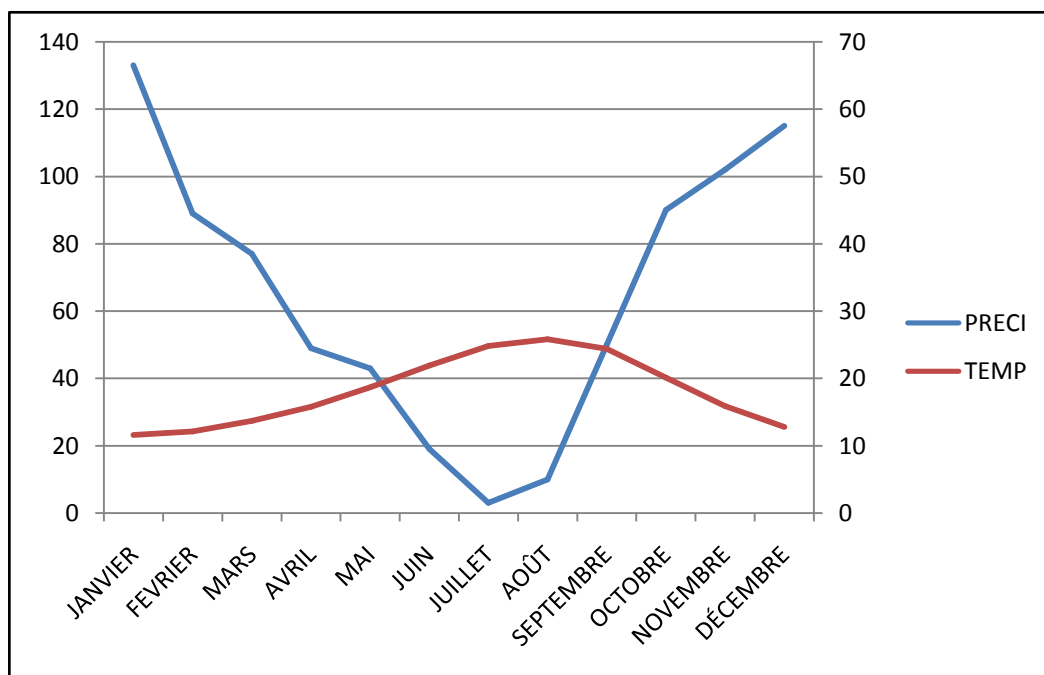


Figure 2. Caractérisation de la période sèche caractérisant le PNG sur la base du Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen- Période 1978-2012.

Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen suggère que la période sèche s'est étalée sur 4 mois, à savoir entre mi-mai et mi-septembre, durant la période 1978-2012.

3.4.4. Climagramme d'Emberger

Le calcul du quotient pluviothermique (Q2), d'une part, et celui de la valeur de la température minimale du mois le plus froid, d'autre part (Emberger 1955), permettent la localisation de la Station Météorologique du Cap Carbon sur le Climagramme d'Emberger (Figure 3).

Le quotient pluviothermique d'Emberger est exprimé par la formule suivante :

$$Q_2 = 1000 P / [(M+m)/2] [M-m].$$

Q_2 : Quotient pluviothermique d'Emberger.

P : Pluviométrie annuelle (mm).

M: Moyenne des maxima du mois le plus chaud (degré Kelvin).

m : Moyenne des minima du mois le plus froid (degré Kelvin).

$(M+m)/2$: Température moyenne.

M-m : Amplitude thermique extrême (continentalité ou évaporation).

Selon Emberger (1955), un climat méditerranéen est d'autant moins sec que le quotient est plus grand.

La Figure 3 montre que la valeur de la Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) est de 29,7 °C et celle de la Moyenne des minima du mois le plus froid (m) est de 9,1 °C. Quant aux valeurs de la pluviométrie annuelle (P) et du quotient pluviothermique d'Emberger (Q_2) enregistrés à la Station Météorologique du Cap Carbon, celles-ci sont respectivement de 780 mm et de 129.

La valeur calculée de m (9,1 °C) combinée à celle du Quotient pluviothermique d'Emberger (129) classent le PNG dans l'étage bioclimatique *subhumide à hiver chaud*.

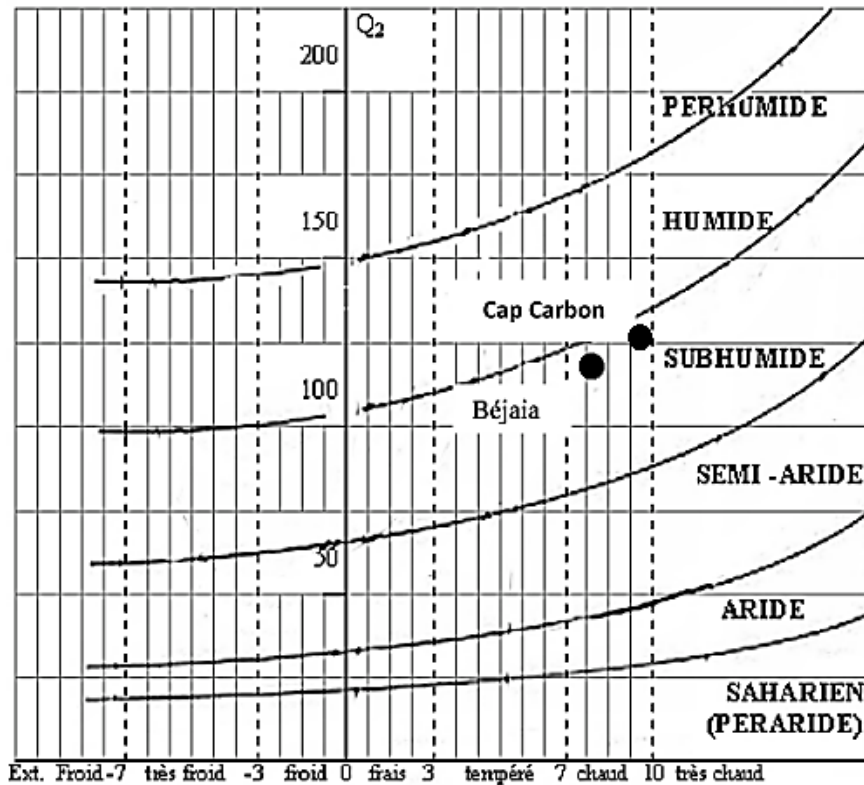


Figure 3. Localisation du Cap Carbon sur le Climagramme d'Emberger

3.5. Richesse floristique

Identifié comme une ZIP, le PNG abrite au total 938 espèces végétales dont 11 taxa² sont des endémiques locales et régionales; à savoir *Silene sessionis*, *Sedum multiceps*, *Erodium battandieranum*, *Allium trichocnemis*, *Bupleurum plantagineum*, *Limonium gougetianum*, *Genista ulicina*, *Genista hirsuta* subsp. *erioclada*, *Genista tricuspudata* et *Genista triacanthos* subsp. *vepres* (CENEAP non daté).

La flore du PNG est divisée en 3 ensembles en fonction des biotopes habités. Ces ensembles sont représentés par la flore terrestre (460 espèces communes), la flore lacustre (35 espèces) et la flore marine (55 espèces phytoplanctoniques et 72 espèces phytobenthiques) (DGF& Parc National de Theniet El Had 2006).

²La nomenclature des espèces citées est celle établie par la base de données African Plant Database (version 3.4.0).

3.6. Principales formations végétales

Le PNG présente une grande diversité de formations végétales³ naturelles qui sont caractérisées par leur originalité géographique. On y distingue 10 types représentés comme suit (CENEAP non daté):

- a. Les formations forestières occupent une surface de 170,88 ha. Celles-ci sont caractérisées par des formations de Pin d'Alep *Pinus halepensis*, d'Eucalyptus *Eucalyptus spp.*, de Cyprès Vert *Cupressus sempervirens* et de Chêne-liège *Quercus suber*.
- b. Les matorrals arborés s'étendent sur une superficie de 104,63 ha, situés dans la partie centrale du PNG, plus précisément au niveau du village Oussama partagé en deux grandes entités et quelques fragments à l'est. Une entité arborescente très claire est représentée par des Eucalyptus et quelques pieds isolés de pin d'Alep. Par ailleurs, une entité arbustive est représentée par *Olea europaea* subsp. *europaea*, *Quercus coccifera*, *calycotome spinosa* Camp, *Phillyrea media* et *Pistacia lentiscus*.
- c. Les matorrals hauts occupent une superficie de 75,25 ha ; Ils sont localisés dans la partie orientale du par cet représentés essentiellement par *Phillyrea latifolia*, *Olea europaea* subsp. *europaea*, *Ceratonia siliqua* et *Juniperus phoenicea*.
- d. Les matorrals moyens occupent une superficie de 216,41 ha, apparaissant sous forme de taches sur le versant est d'Ighil-Izza, le versant nord du Djebel Gouraya et au niveau de la zone est du PNG. Ils sont composés essentiellement d'espèces arbustives représentées par *Phillyrea latifolia*, *Olea europaea* subsp. *europaea* et *Quercus coccifera*.
- e. Les matorrals bas s'étendent sur une superficie de 702,50 ha. Ils constituent les formations végétales dominantes dans les parties centrale et occidentale du PNG. Les espèces qui y sont dominantes sont *Cistus monspeliensis*, *C. salviifolius*,

³ Voir Note précédente.

Ampelodesmos mauritanicus, *Phillyrea latifolia*, *Bupleurum fruticosum*, *Myrtus communis*, *Erica multiflora* et *Lavandula stoechas*.

- f. Les matorrals dégradés occupent une superficie de 105,42 ha. Ils sont présents sous forme de taches localisées dans les parties centrales et occidentales du PNG. Ces formations végétales sont dominées par *Ampelodesmos mauritanicus*.
- g. Les formations végétales rupestres occupent une superficie de 101,01 ha. Les milieux rupestres sont essentiellement localisés au nord du PNG et au Cap Carbon, Djebel Gouraya et Adrar Oufarnou. Ces formations végétales sont particulièrement caractérisées par *Euphorbia dendroides* avec un recouvrement de 30 %, et *Chamaerops humilis* avec un recouvrement de 17 %.
- h. Les ripisylves localisées dans la partie ouest du PNG totalisent une superficie de 68,80 ha.
- i. Les formations végétales lacustres s'étendent sur une superficie de 2,5 ha. Elles sont présentes au Lac Mézaïa, une zone humide artificielle alimentée par une nappe phréatique, etsituée au centre de la ville de Béjaïa.
- j. Les falaises se situent dans la partie nord du PNG et s'étendent sur une superficie de 153,62 ha. Les formations végétales qui y sont présentes sont principalement composées d'*Euphorbia dendroides*, *Chamaerops humilis*, *Capparis spinosa*, *B. plantagineum* et *Sedum sediforme*.

3.7. Menaces sur la biodiversité

Les menaces auxquelles fait face la biodiversité du PNG engendrent des dégâts dévastateurs au niveau de sa composition faunique et floristique, ainsi que sur la structure des habitats (CENEAP non daté). Les menaces identifiées sont les suivantes (CENEAP non daté): (i) la surexploitation des ressources naturelles du PNG par la population locale répartie dans 11 villages localisés dans les parties centrale et occidentale de l'aire protégée; (ii) le tourisme non réglementé au sein du PNG ; ce dernier étant caractérisé par des paysages particuliers et des sites historiques qui font de lui un pôle d'attraction touristique ; (iii) les constructions

illicites altérant et/ou détruisant la structure du paysage et le couvert végétal ; (iv) l'incendie, l'un des facteurs les plus destructeurs, détruisant plus de 90 hectares de couvert végétal par an ; (v) les décharges illicites, telle que celle localisée à Boulimat se situant au nord-ouest du PNG, totalisant une superficie de 4 ha. Cette dernière constitue une source de pollution de l'air et de dégradation du sol ; (vi) l'exploitation des ressources minières ; (vii) et les contraintes juridiques (menace indirecte).

Chapitre 4. Méthode et matériel

4.1. Travail préalable à l'investigation de terrain

Préalablement à l'investigation de terrain, un premier travail a consisté à obtenir le plus d'informations possible sur l'incendie qui a ravagé une grande partie du PNG le 21 Juillet 2016. A cet effet, le Directeur du PNG et son staff ont fourni aux étudiantes chargées de la présente recherche une carte illustrant la zone de l'aire protégée parcourue par l'incendie, ainsi que des informations sur la nature, la durée et le lieu du départ de ce dernier. Il est important de souligner que la carte susmentionnée avait été rapidement réalisée par un chargé de mission de la Direction Générale des Forêts (DGF) dépêché au PNG après l'occurrence de l'incendie et ce, afin de constater les dégâts occasionnés par ce dernier et établir un rapport de situation pour son administration de tutelle. Ainsi, l'étendue et les limites de la zone incendiée ont été matérialisées à main levée sur un fond de carte topographique dans Google Earth (version 2016) sur la base d'une estimation visuelle réalisée sur le terrain (Figure 4). Il est à noter qu'aucune autre carte de la zone incendiée n'était disponible au niveau de la Circonscription des Forêts et de la Conservation des Forêts de Béjaïa. Par conséquent, la carte fournie par la Direction du PNG a servi de document de départ pour l'élaboration ultérieure d'une carte plus précise de la zone incendiée au sein du PNG nécessaire à la présente étude.

4.2. Sortie pilote

Une sortie pilote a été réalisée le 28 novembre 2016 au sein de l'aire protégée, regroupant les étudiantes chargée de l'étude et Mr Fatsah Dries, Inspecteur des Forêts et fonctionnaire au PNG. Cette étape a eu pour objectif la reconnaissance visuelle sur le terrain de l'étendue de l'incendie. Pour ce faire, une paire de Jumelles Modèle Zomz Aurore USSR (7 x 50) et une carte topographique de la zone d'étude (échelle 1/5000) ont été utilisées. Un croquis préliminaire des limites de la zone incendiée a été établi au cours de la sortie. Cette dernière a aussi permis l'identification de plusieurs stations à *B. plantagineum* touchées par l'incendie.

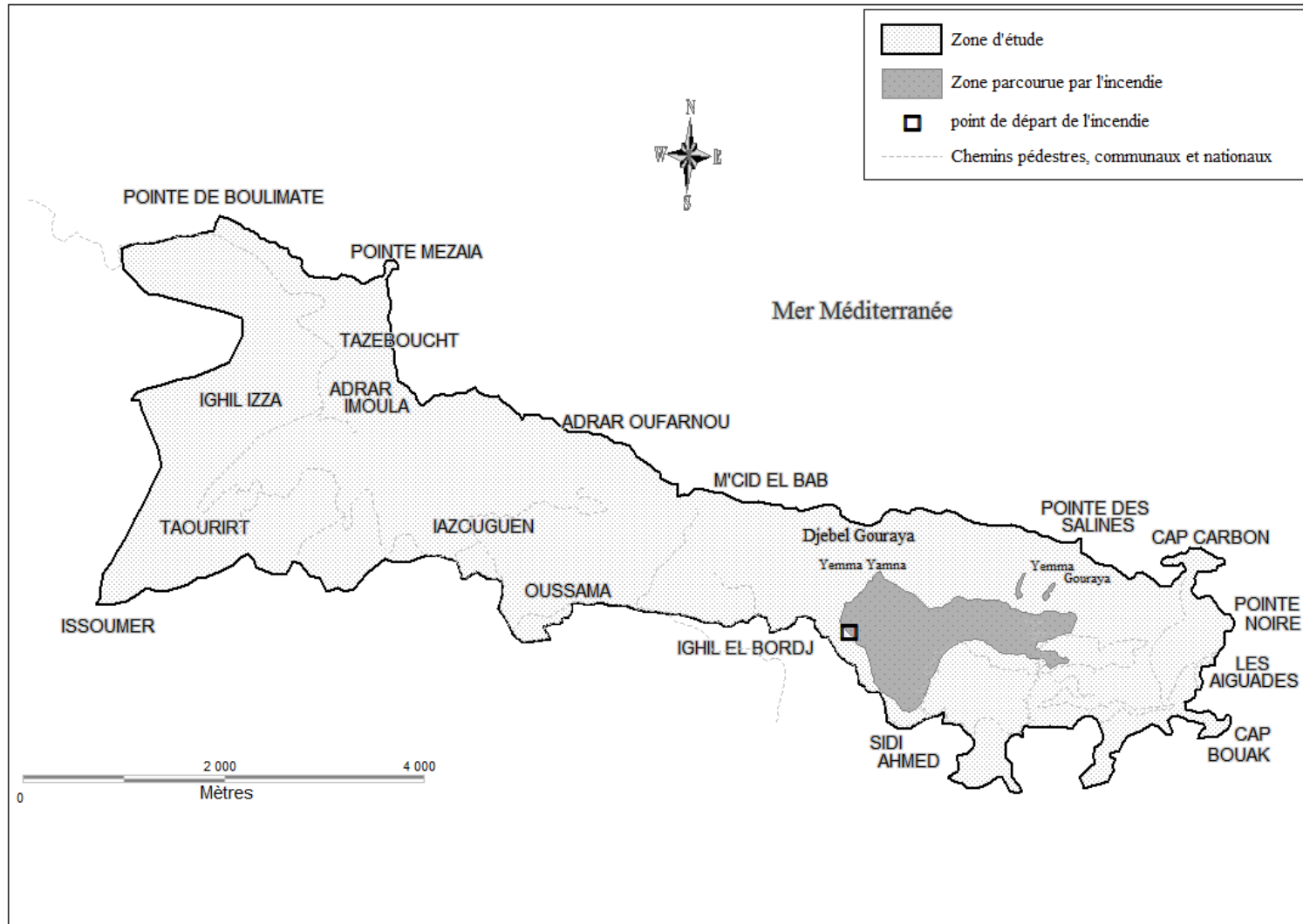


Figure 4. Carte de la zone incendiée au sein du PNG durant l'été 2016 établie par la Direction Générale des Forêts (modifiée à partir d'une carte réalisée sur un fond topographique dans Google Earth [Version 2016]).

Compte-tenu des difficultés d'accès à certains sites caractérisés par un relief tourmenté, notamment au versant nord du Djebel Gouraya, les étudiantes ont sollicité le concours de l'Association de Spéléologie et Sport de Montagne de Béjaïa (ASSMB) afin d'être initiées aux techniques de terrain nécessaires pour surmonter les contraintes rencontrées.

Suite à la sortie pilote, le croquis établi sur le terrain a servi de base pour la réalisation d'une carte provisoire des limites de l'incendie en utilisant une image satellite extraite de Google Earth (Version 2017) et ce, afin d'avoir une vue générale de l'étendue de l'incendie et d'identifier l'ensemble des zones difficiles d'accès pour les investigations de terrain à venir.

4.3. Collecte des données sur le terrain

La collecte des données a été effectuée du 16 Février au 25 Mai 2017. Les prospections sur le terrain ont été effectuées à pied, à l'exception de quelques sites difficiles d'accès situés principalement sur le versant nord du Djebel Gouraya où elles ont été réalisées par le moyen de l'escalade grâce à un équipement spécialisé mis à disposition par l'ASSMB. Toutefois, deux zones situées dans ledit versant n'ont pu être explorées tant le relief était abrupt et dangereux d'accès (Figure 5). La collecte des données sur le terrain a consisté en trois activités principales décrites ci-dessous :

4.3.1. Prospection, identification et géoréférencement des limites de la zone incendiée

Cette activité s'est déroulée du 16 Février au 13 Avril 2017. Elle avait d'abord consisté en un repérage des limites territoriales parcourues par l'incendie, principalement à travers un balayage minutieux de la zone à la jumelle. Cette étape a été suivie d'un parcours à pied des limites physiques de l'incendie en enregistrant systématiquement des waypoints tous les 30 m d'intervalle à l'aide d'un récepteur GPS, Modèle Garmin eTrex Legend HCx. Toutefois, lorsque le parcours pédestre ne pouvait être effectué en relief tourmenté (ex. falaises et/ou affleurements rocheux), comme cela avait été le cas pour trois sites localisés respectivement en versant nord des Secteurs⁴ de Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab

⁴Les secteurs correspondent « à la perception intuitive des étudiants des groupements de *B. plantagineum* observés sur le terrain séparés les uns des autres par une discontinuité de présence » (Saadi & Benali 2015).



Figure 5. Zones situées sur le versant nord du Djebel Gouraya inaccessibles à l'investigation de terrain – Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie)

(Figure 6), l'intervalle entre les enregistrements des waypoints a été modifié (50 m, 100 m et 100 m d'intervalle, respectivement). Dans le cas du Secteur de Yemma Yamna, la limite de la zone incendiée arrivait dans un site inaccessible presque en bord de mer, très éloigné du lieu où les étudiantes se trouvaient en hauteur. Ainsi, l'altitude affichée par le GPS a été notée et celle du point le plus bas de la limite de l'incendie estimée visuellement en établissant la moyenne des valeurs proposées par chacune des étudiantes et celle de l'accompagnateur et ce, afin de minimiser l'erreur d'estimation.



Figure 6. Limites de l'incendie de 2016 passant par un site inaccessible dans le Secteur de M'Cid-el-Bab (les 2 flèches blanches verticales indiquent les limites) – Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie).

Au fur et à mesure de la progression sur le terrain, les coordonnées UTM des waypoints des limites de la zone incendiée ont été consignées dans un carnet de note, suivies d'observations si nécessaire. A la suite de chacune des sorties sur le terrain, toutes les données collectées dans le récepteur GPS ont été téléchargées sur un ordinateur portable et soigneusement copiées dans un fichier Excel.

Il est à noter que le parcours, l'identification et le géoréférencement de la zone incendiée sur le terrain ont été réalisés pour l'établissement ultérieur d'une carte numérisée caractérisant le plus précisément possible les limites de la zone incendiée au sein du PNG.

4.3.2. Identification des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie

Cette activité s'est étalée sur une période allant du 18 Avril au 25 Mai 2017. Elle a consisté en une prospection des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie. Il est à noter qu'un site d'occurrence est un site abritant soit un individu soit plusieurs individus de l'espèce. A cet effet, une carte maillée (échelle : 1/25.000 ; maille de dimension 500 m x 500 m) sur laquelle est représentée la distribution de l'ensemble des sites d'occurrence de l'espèce au sein du PNG (voir Figure 24 de la page 42 du mémoire d'Akroune & Bourkeb [2016]) a été utilisée. Cette carte a servi pour le repérage sur le terrain des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie. Une fois le site d'occurrence cible repéré dans une maille, la fonction de recherche du waypoint lui correspondant a été activée dans le récepteur GPS et le déplacement vers l'endroit précis entamé. Il est à préciser que préalablement à la prospection de terrain, les étudiantes avaient pris soin de télécharger dans la mémoire du récepteur GPS les coordonnées géographiques des waypoints de tous les sites d'occurrence de *B. plantagineum* identifiés dans le PNG lors des deux études précédentes (Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016) et ce, afin de faciliter la recherche des sites d'occurrence ciblés.

4.3.3. Examen de la régénération de *B. plantagineum* après le passage de l'incendie

Cette activité a débuté le 28 Novembre 2016 et s'est achevée le 25 Mai 2017. Elle a consisté en une observation minutieuse des individus de *B. plantagineum* brûlés après le passage de l'incendie dans les sites d'occurrence visités afin de déterminer s'il y a eu régénération ou non et décrire le mode de régénération (par semis ou par voie végétative). Pour ce faire, tous les individus de *B. plantagineum* accessibles sur les sites cibles ont été examinés avec attention et les données relatives à la régénération notées sur un carnet.

4.4. Travail de cartographie

Cette étape de l'étude a nécessité plusieurs séances de travail au laboratoire avec le logiciel MapInfo Professional (Version 8.0) sous la direction du Dr Hamid Saou, enseignant-chercheur à l'Université de Béjaïa. Ainsi 5 cartes ont été établies pour mener à bien l'analyse des données collectées sur le terrain :

- Une carte comparative entre la zone incendiée dans le PNG (été 2016) établie par la DGF et celle réalisée durant la présente étude.
- Une carte de distribution géographique des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie au sein du PNG.
- Trois cartes illustrant avec précision les sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie dans les Secteurs de Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab, respectivement.

Chapitre 5. Résultats

5.1. Délimitation cartographique de la zone incendiée dans le PNG durant l'été 2016

La carte des limites géographiques de la zone incendiée au sein du PNG établie durant la présente étude est représentée (en ligne pointillée) sur la Figure 7. Cette zone, totalisant une superficie estimée à 287 ha, est située dans les parties centrale et orientale de l'aire protégée.

L'incendie a principalement affecté trois secteurs du Djebel Gouraya ; à savoir ceux de Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab (Annexe I). Toutefois, la partie orientale du Mont Adrar Oufarnou a aussi été parcourue par l'incendie. Les observations de terrain ont montré que le versant sud du Djebel Gouraya a été majoritairement affecté par l'incendie, incluant la partie orientale de Yemma Gouraya, Sidi-Ahmed, Ighil-El-Bordj et M'Cid-El-Bab. En revanche, le versant nord du Djebel Gouraya a été partiellement affecté par l'incendie ; les secteurs de Yemma Gouraya et M'Cid-El-Bab étant les plus impactés. Une infime partie du versant nord de Yemma Yamna a été affectée par le passage des feux. Enfin, une partie du versant sud et une autre du versant nord du Mont Adrar Oufarnou ont été impactées par l'incendie.

5.2. Comparaison de l'étendue et des limites de la zone incendiée entre la carte établie durant la présente étude et celle réalisée par la DGF

La superposition de la carte de la zone incendiée établie au cours de cette étude avec celle réalisée par la DGF suggère que dans cette dernière les limites et la superficie de la zone incendiée ont été largement sous-estimées (Figure 7). Il est à noter que le rapport accompagnant la carte réalisée par la DGF avait estimé l'aire incendiée à 167 ha seulement (Direction Générale des Forêts non publié). Ce constat est d'importance étant donné que la carte de la zone incendiée établie par la DGF exclut le versant nord de Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab qui ont été affectés par l'incendie et abritent une station de *B. plantagineum* chacun. Il est à rappeler que le Secteur de M'Cid-El-Bab héberge le plus grand effectif estimé de l'espèce au sein du PNG (Akroune & Bourkeb 2016).

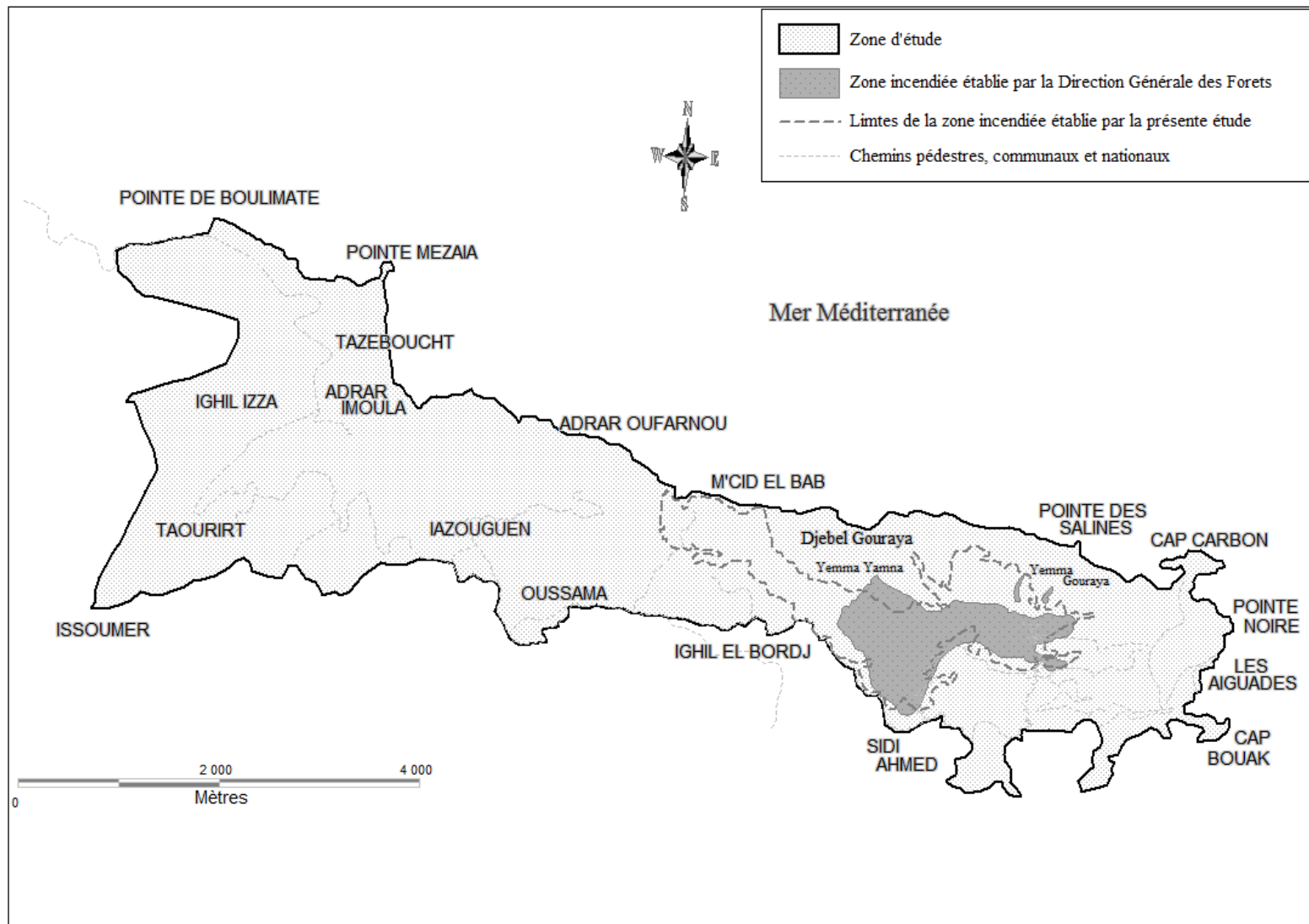


Figure 7. Carte comparative entre la zone incendiée au sein du PNG (été 2016) établie au cours de la présente étude et celle réalisée par la Direction Générale des Forêts.

5.3. Délimitation cartographique et nombre de sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie de l'été 2016

La Figure 8 présente la délimitation cartographique des sites d'occurrence de *B. plantagineum* impactés par l'incendie de l'été 2016 au sein du PNG. La carte indique clairement trois ensembles de sites d'occurrence affectés par les feux, repartis respectivement dans les secteurs de Yemma Gouraya (partie orientale), Yemma Yamna (partie orientale) et M'Cid-El-Bab (partie centrale).

Par ailleurs, 96 sites d'occurrence de *B. plantagineum* sur un total de 194 répartis au sein du PNG ont été affectés par l'incendie ; soit un peu moins de la moitié des sites d'occurrence identifiés dans l'aire protégée (49,5%) (Figure 8).

En outre, il est à noter que les distributions géographiques des sites d'occurrence de l'espèce au sein des Secteurs de Yemma Gouraya et M'Cid-El-Bab suggèrent que la totalité de ces sites (n=22 et n=48, respectivement) ont été affectés par les feux (Figure 9 et Figure 11). Quant au Secteur de Yemma Yamna, un seul site d'occurrence sur un total de 27 a été épargné par l'incendie (Figure 10).

5.4. Régénération de *Bupleurum plantagineum* dans son habitat naturel après le passage de l'incendie de l'été 2016.

Dans les Secteurs de Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab parcourus par les feux de l'été 2016, une nette régénération de la population de *B. plantagineum* a été observée. Il est à souligner que la régénération de l'espèce avait déjà été remarquée lors de la sortie pilote réalisée le 28 Novembre 2016, soit un peu plus de 4 mois après l'occurrence de l'incendie. Ainsi dans les 96 sites d'occurrence de l'espèce impactés par l'incendie, la totalité des individus brûlés accessibles à l'observation se sont régénérés (Annexe II, Annexe III et Annexe IV).

L'examen des individus de *B. plantagineum* suggèrent que le mode de régénération principal chez l'espèce après incendie est le rejet à partir de la base ligneuse de la tige brûlée (mode de régénération végétative ; Figure 12a, Figure 12b et Figure 13).

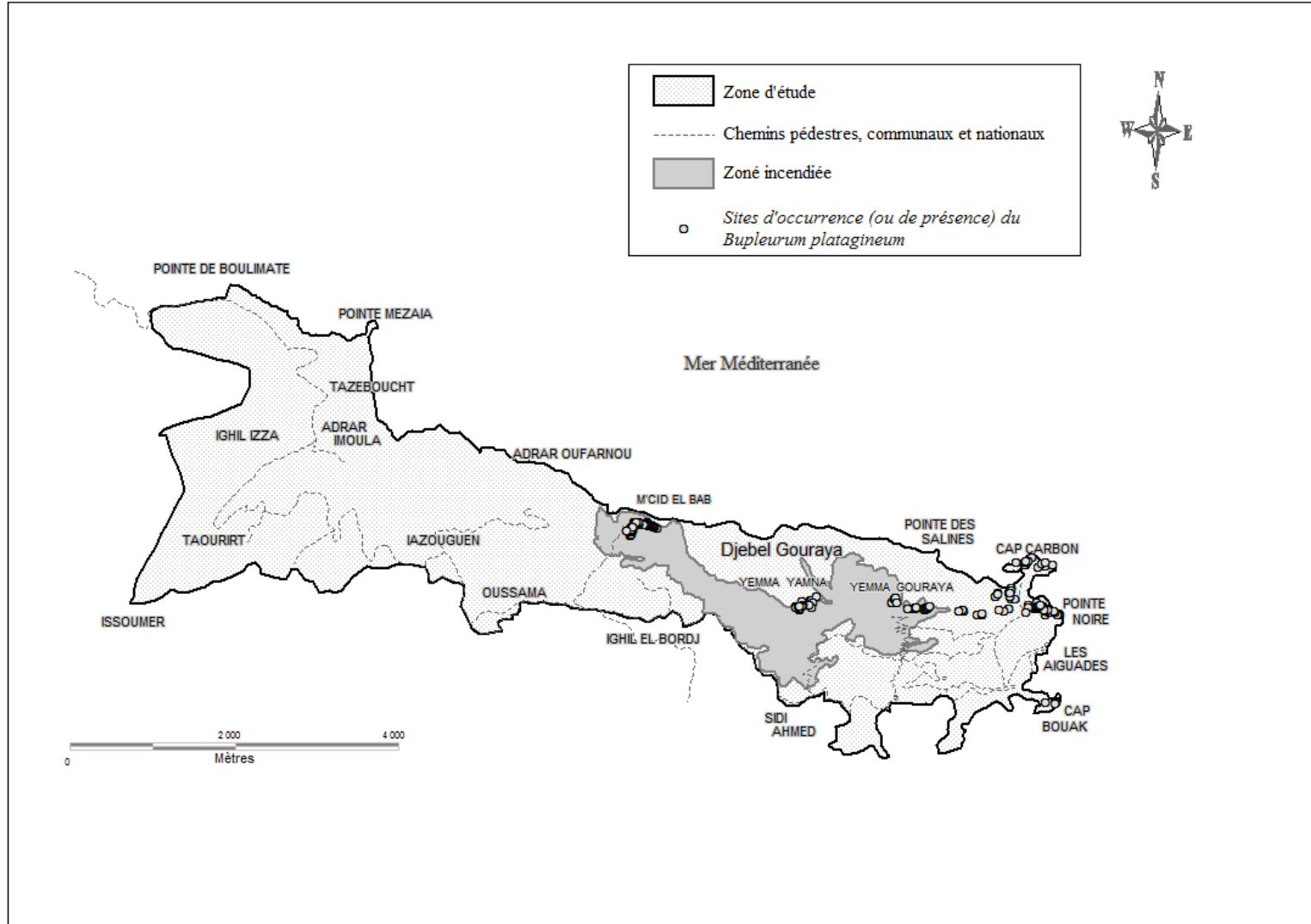


Figure 8. Distribution géographique de l'ensemble des sites d'occurrence de *B. platagineum* affectés par l'incendie de l'été 2016 au sein du Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie).

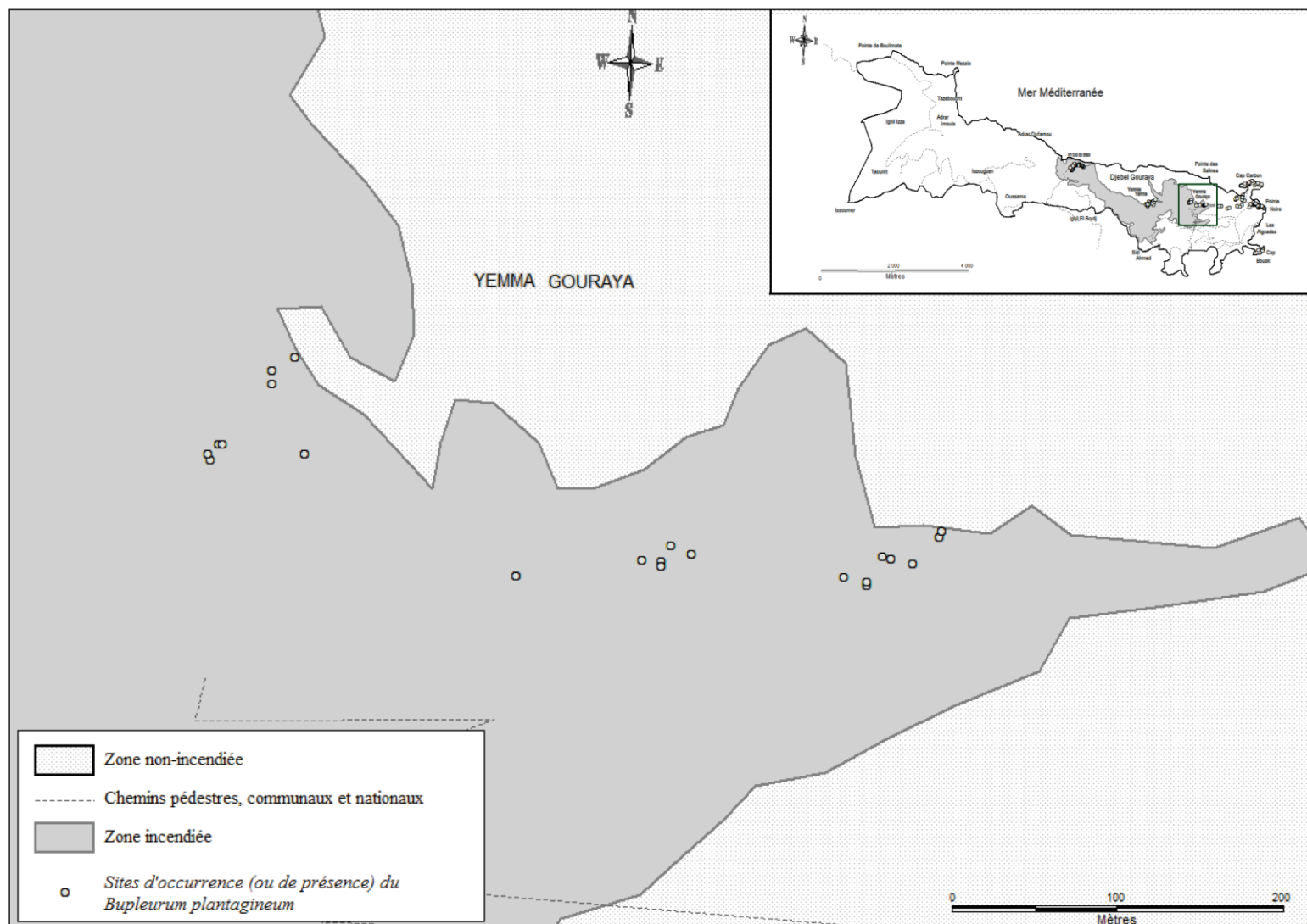


Figure 9. Distribution géographique des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie de l'été 2016 dans le Secteur de Yemma Gouraya - Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie).

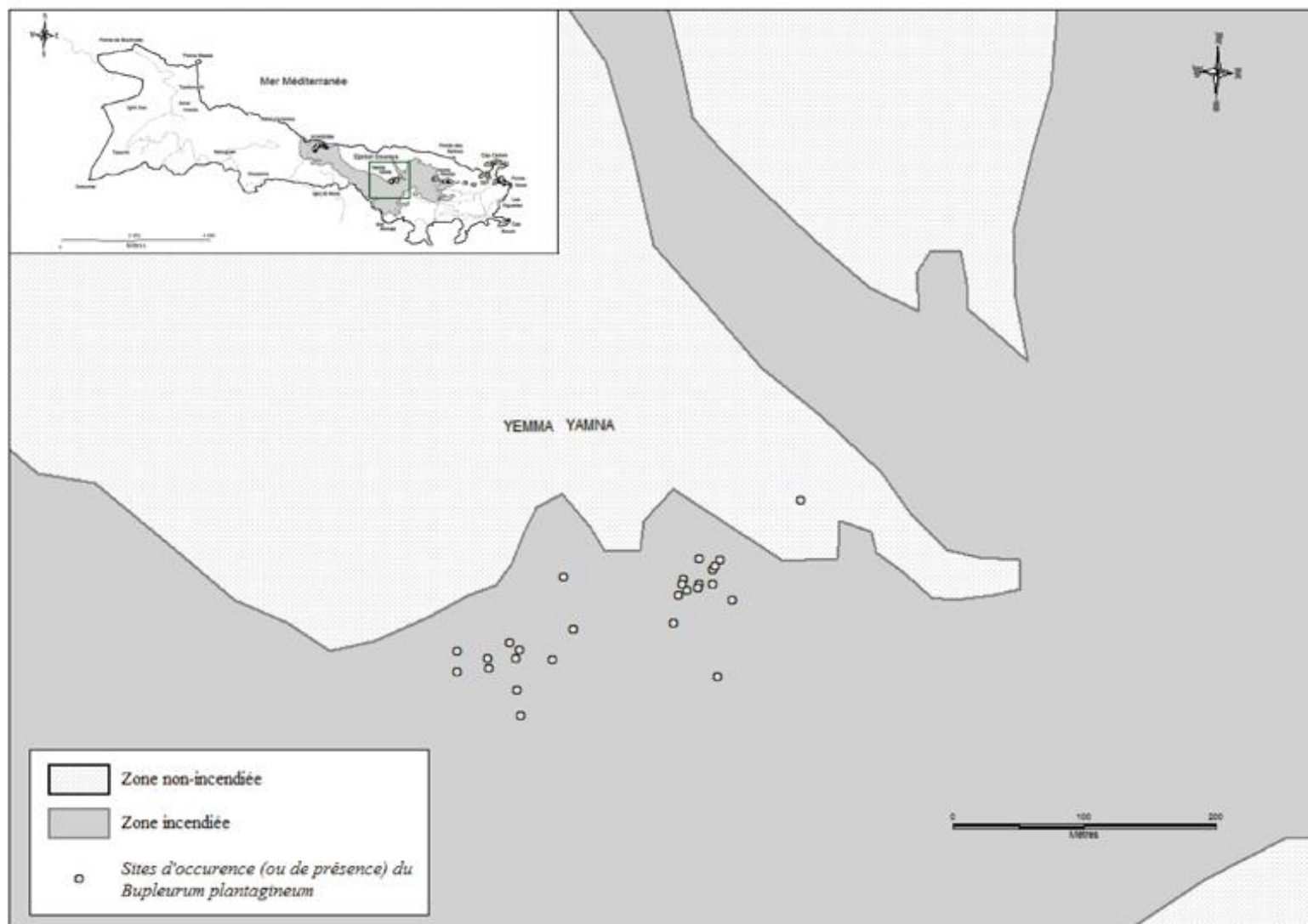


Figure 10. Distribution géographique des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie de l'été 2016 dans le Secteur de Yemma Yamna - Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie).

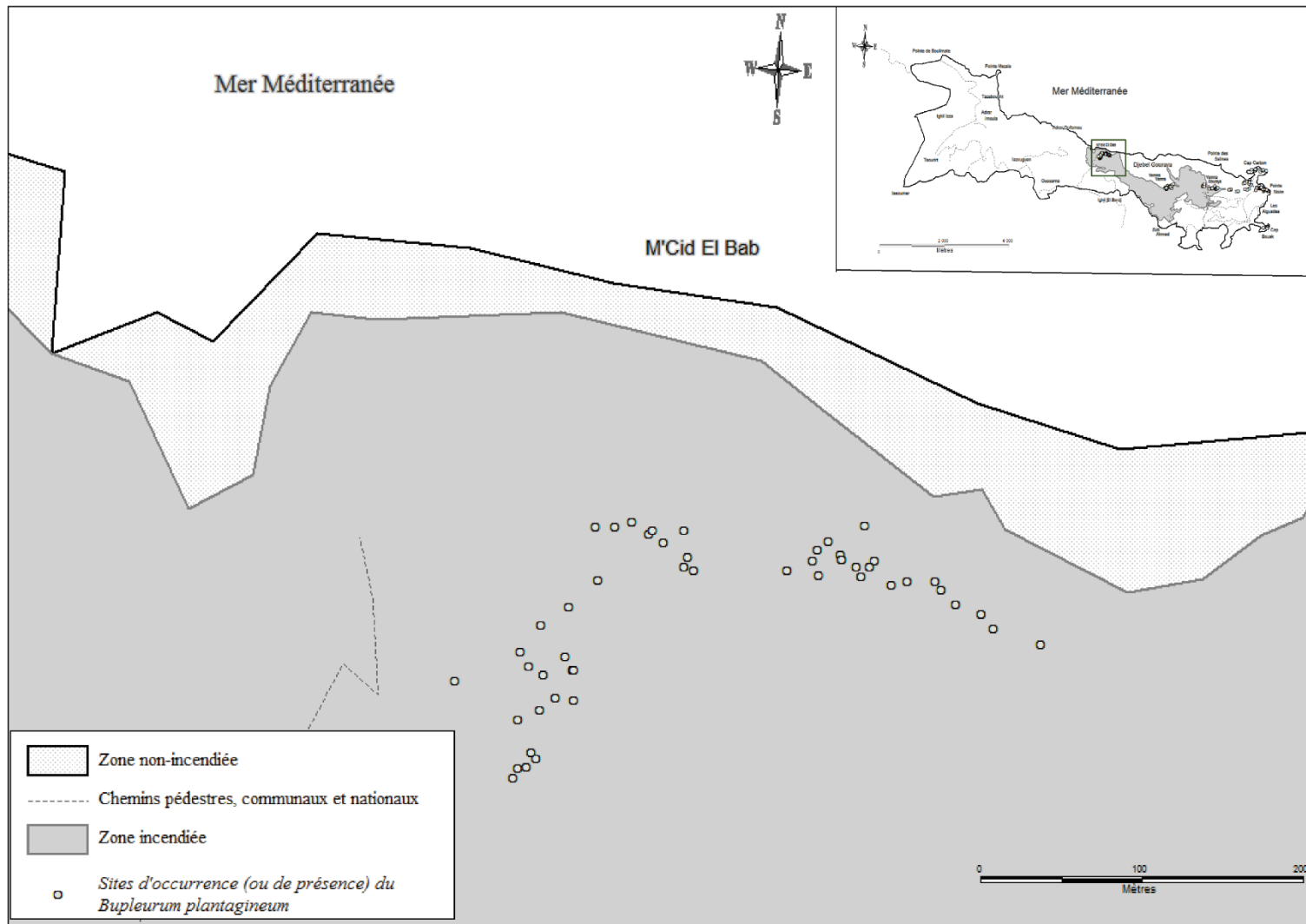


Figure 11. Distribution géographique des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie de l'été 2016 dans le Secteur de M'cid-El-Bab - Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie).



Figure 12. Régénération végétative d'un individu de *B. plantagineum* brûlé à différents stades de développement après l'incendie de l'été 2016 dans le versant nord de Yemma Yamna – (a) Stade de régénération : 4 mois après l'incendie ; (b) Stade de régénération : 8 mois après l'incendie



Figure 13. Régénération végétative de *B. plantagineum* 10 mois après l'incendie de l'été 2016 dans le versant nord de M'cid-El-Bab - Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie)

Chapitre 6. Discussion

La présente étude a tenté d'apporter des éléments de réponse sur la situation de conservation de la population de *B. plantagineum* après l'incendie de l'été 2016 qui a affecté les parties orientale et centrale du PNG. A cet effet, elle a visé à atteindre plusieurs objectifs ; à savoir (i) une délimitation cartographique de la zone incendiée ; (ii) une comparaison entre la carte de l'étendue et des limites de la zone incendiée établie lors de la présente étude et celle réalisée par la DGF juste après l'incendie ; (iii) une délimitation cartographique des sites d'occurrence de *B. plantagineum* affectés par l'incendie ; (iv) une détermination du nombre de sites d'occurrence affectés par le feu ; et (v) un examen de la régénération des individus brûlés de *B. plantagineum* après l'incendie.

La présente délimitation cartographique de la zone incendiée suggère que l'incendie de l'été 2016, d'origine anthropique, a ravagé un peu moins de 300 ha de végétation dans les parties centrales et orientale du PNG principalement, avec Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab considérés comme les zones les plus affectées. Ainsi, même si l'origine de l'incendie est considérée comme accidentelle, il n'en demeure pas moins que ce dernier a ravagé presque 14% de la superficie terrestre de l'aire protégée (2080 ha ; DGF & Parc National de Theniet El Had 2006).

La comparaison entre la carte de la zone incendiée réalisée au cours de cette étude et celle établie de façon rapide par le chargé de mission de la Direction Générale des Forêts a suggéré que l'étendue et les limites de la zone parcourue par les feux ont largement été sous-estimées dans la seconde carte. En effet, cette dernière avait non seulement amputé la superficie incendiée de 120 ha par rapport à celle qui a été présentement estimée, mais elle avait aussi exclu de ses limites les zones incendiées de Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab qui abritent des habitats de *B. plantagineum*. Cette observation démontre que des prospections et des observations minutieuses sur le terrain sont nécessaires pour appréhender l'impact réel des incendies sur les écosystèmes, notamment les espèces vulnérables et leur habitat.

En outre, la cartographie des données collectées sur le terrain a montré que presque la moitié des sites de présence de *B. plantagineum* hébergés dans le PNG ont été impactés par l'incendie, incluant ceux qui se trouvent dans les zones rupestres et les falaises exposées en

versant nord du Djebel Gouraya, à forte ambiance humide. Cet environnement particulier (humidité élevée) documenté comme favorable à l'espèce (Rebbas 2014 ; Saadi & Benali 2015 ; Akroune & Bourkeb 2016), combiné à une faible charge de combustible accumulée (E. Véla comm. pers. ; obs. pers.), aurait laissé supposer que les incendies n'impacteraient pas ce type d'habitats. Pourtant, l'incendie de l'été 2016 n'a malheureusement pas épargné ces derniers. Il est possible que les habitats particuliers à *B. plantagineum* aient des caractéristiques topographiques (ex. pentes accentuées) favorables à la propagation d'un feu comme l'a fait remarquer Trabaud (1991) qui suggère que le risque d'incendie dépend, entre autre, des caractéristiques topographiques, des conditions météorologiques et de la structure du combustible.

Par ailleurs, l'observation minutieuse des individus accessibles, de *B. plantagineum* brûlés par l'incendie de l'été 2016a montré que ces derniers se sont tous régénérés peu de temps après l'incendie et ce, par rejets à partir de la base ligneuse des tiges brûlées ; suggérant que l'espèce a développé des aptitudes écologiques pour faire face aux perturbations récurrentes comme les incendies. Cette observation est en accord avec Dallman (1998) qui affirme que les espèces végétales vivant en climat méditerranéen montrent une grande capacité à se maintenir après le passage d'un incendie. En outre, le mode de régénération par rejets observé pour l'ensemble des individus brûlés de *B. plantagineum* dans le PNG renforce les affirmations de Trabaud (1986, 1991) que la majorité des plantes vivaces du Bassin Méditerranéen se régénèrent par voie végétative après le passage d'un incendie.

Cette nouvelle information relative à la capacité de régénération de *B. plantagineum* après le passage d'un feu apparaît importante d'un point de vue de la conservation de l'espèce étant donné qu'avant cette étude les conséquences d'un incendie sur la survie de l'espèce n'avaient jamais été documentées. Cette étude suggère que *B. plantagineum* n'est pas menacé par le passage des incendies puisqu'elle se régénère peu de temps après. Toutefois, on ne sait pas si une fréquence élevée d'incendies sur un même site pourrait mettre en péril la survie de l'espèce. Cela dit, il n'en demeure pas moins que *B. plantagineum* doit faire l'objet d'une attention particulière de la part des spécialistes de la conservation et des gestionnaires du PNG étant donné que c'est une espèce qui remplit les critères de vulnérabilité à l'extinction car elle a une distribution géographique très restreinte (endémique locale au Djebel Gouraya) ; elle n'est représentée que par une seule population dont la taille est réduite et elle requiert un habitat spécialisé pour survivre (falaises et milieux rupestres à ambiance humide

principalement) (Primack 2010). Une stratégie proactive de la conservation de la biodiversité accompagnée d'une sensibilisation efficace du public sur l'importance patrimoniale du PNG devra être de mise pour faire en sorte que le PNG ne soit pas déclassé dans le futur. Comme l'ont souligné Akroune & Bourkeb (2016), si une telle situation se produisait, l'ouverture de carrières pourrait être envisageable et, par conséquent, porter atteinte à l'intégrité des habitats des espèces rupicoles rares et menacées, incluant *B. plantagineum*.

Chapitre 7. Conclusion générale

La présente étude dresse un état des lieux sur la situation de conservation de *Bupleurum plantagineum*, une espèce rare et endémique du PNG, après le passage de l'incendie de l'été 2016 qui a affecté les parties orientale et centrale de l'aire protégée.

Combinant les observations de terrain et l'analyse cartographique des données, cette étude suggère que l'incendie s'est étendu sur presque 14% de la superficie terrestre totale de l'aire protégée ; un constat amer qui rappelle les gestionnaire de la biodiversité la difficulté de protéger les espèces et les habitats vulnérables des menaces qui les guettent à la limite des aires protégées qui les abritent, particulièrement celles qui sont de petite taille et de forme irrégulière, et ce, en raison d'un effet lisière important (Primack 2010).

Cette étude a aussi démontré la nécessité de procéder à de nombreuses prospections de terrain et à une collecte minutieuse des données après le passage d'un incendie afin de délimiter cartographiquement, de la façon la plus précise possible, la zone incendiée et d'appréhender l'impact réel de cette perturbation sur la biodiversité et les habitats.

Par ailleurs, les observations de terrain réalisée au cours de cette recherche ont indiqué que les incendies peuvent atteindre et impacter des habitats que l'on suppose habituellement épargnés de ce type de perturbation en raison des conditions écologiques qui y règnent (ex. milieux rupestres à forte ambiance humide et à faible charge de combustible présents dans le PNG), battant en brèche ce préjugé.

Même si presque la moitié des sites de présence de *B. plantagineum* abrités par le PNG ont été affectés par le passage de l'incendie, il n'en demeure pas moins que l'espèce a développé une stratégie d'adaptation lui conférant la possibilité de faire face à cette perturbation. En effet, la présente étude suggère que *B. plantagineum* se régénère naturellement, et principalement, par voie végétative après le passage d'un incendie. Ainsi, il est raisonnable d'affirmer que l'incendie ne peut être considéré comme une menace à la survie de *B. plantagineum* dans son habitat rupestre dans le PNG. Toutefois, on ne connaît pas l'impact d'une fréquence élevée de cette perturbation sur la conservation de l'espèce.

Enfin, le buplèvre à feuilles de plantain doit faire l'objet d'une attention particulière de la part des spécialistes de la conservation et des gestionnaires du PNG car il possède les caractéristiques des espèces vulnérables à l'extinction ; à savoir une distribution géographique très restreinte ; la persistance sous forme d'une seule population isolée avec un effectif réduit ; et l'exigence d'un habitat spécialisé pour sa survie (Primack 2010). Bien que très peu probable dans le futur en raison de l'existence du Parc National de Gouraya, la seule menace qui pourrait compromettre la survie de l'espèce serait la dégradation et la destruction de son habitat par l'ouverture de carrières. Ainsi, il est important d'œuvrer pour une stratégie proactive de la conservation de la biodiversité au sein du PNG afin de maintenir sa biodiversité tout en sensibilisant le public sur l'importance patrimoniale de cette aire protégée.

Références bibliographiques

Abbas, L. (2015). Evaluation et gestion des potentialités biologiques du Parc National de Gouraya. Mémoire de Magister en Sciences de la Nature (Option : Ecologie et Environnement) Béjaïa (Algérie) : Université de Béjaïa.

African Plant Database (version 3.4.0). Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and South African National Biodiversity Institute, Pretoria, "accès [mois, année]", de <<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>>.

Akroune, L. & T. Bourkeb (2016). Distribution et taille de la population de Buplèvre à feuille de plantain (*Bupleurum plantagineum* Desf.) dans la zone centrale et occidentale du Parc National de Gouraya (Kabylie des Babors, Algérie).

Anonyme (2005). Déclaration de Paris sur la Biodiversité. Déclarations finales.

Bagnouls, F. et Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. Ann. Géogr. 355,193-220.

Bekdouche, F. (2010). Evolution après feu de l'écosystème suberaie de Kabylie (Nord algérien). Thèse de Doctorat. Ecologie forestière. Tizi-Ouzou : Université de Tizi-Ouzou..

Bencheraiet, R., A. Kabouche, Z. Kabouche & J. May (2011). Flavonoids of *Bupleurum plantagineum*. *Chemistry of Natural Compounds* 47 (5): 814-815.

Bencheraiet, R., A. Kabouche, Z. Kabouche, R. Touzani & J. May (2012). Flavonol 3-O-Glycosides from Three Algerian *Bupleurum* Species. *Rec. Nat. Prod.* 6 (2): 171-174.

Bradshaw, S.D., K.W. Dixon, S.D. Hopper, H. Lambers & S.R. Turner (2011). Little evidence for fire-adapted plant traits in Mediterranean climate regions. *Trends in Plant Science* 16 (2): 69-76.

Carrega, P. (2008). Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne : compréhension et évolution. Sep 2008, Montpellier, France. 21, pp 11-23. Actes des colloques de l'AIC.

CENEAP (non daté). Parc National du Gouraya, wilaya de Béjaïa- Actualisation du Zonage du Parc National du Gouraya, Phase1: Diagnostic et état des lieux. Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le développement. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Alger.

Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud & D. Williams (1983). Forest fire behavior and effects, Fire in Forestry vol. I. New York : Wiley.

Crutzen, P.J. (2002). Geology of mankind. *Nature* 415 (6867): 23.

Dallman, P.R. (1998). Plant life in the world's Mediterranean climates. Oxford (UK): Oxford University Press.

Dépêche de Kabylie (2016). Djurdjura, 7 hectares de cèdres de l'Atlas et de chênes verts en cendres – Le Parc national ravagé par les flammes. Date : 9 Octobre 2016.

Desfontaines, R. (1785). Flora atlantica :sive historia plantarumquae in Atlante, agro tunetano et algeriensi crescent. Parisiis : L.G. Desgranges.

DGF& Parc National de Theniet El Had (2006). Atlas des Parcs Nationaux Algériens. Parc National de Theniet El Had.

Duplan, L. (1952). La région de Bougie. 19^{ème} congrès Géol. Intern. Mong. Rég. , 1^{er} Série, 17. Alger.

Duplan, L. et Grevelle, M. (1960). Notice explicative de la carte géologique au 1/50.000ème Bougie. Pub. Serv. Carte géol. De l'Algérie, Alger.

Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool., Fac. Scien. Série Bot. 7: 3-43.

Environment Canada (2007). Species at Risk Act Implementation Guidance – Draft – Guidelines on Identifying and Mitigating Threats to Species at Risk – August 2007. Government of Canada.

FAO (2010). Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 – Rapport principal. Rome : FAO.

Gouvernement Général de l'Algérie, Service des Eaux et Forêts & Commissariat Général du Centenaire (1930). *Les Parcs Nationaux en Algérie.* Alger : Jules Carbonel.

Groom, M.J., G.K. Meffe & C.R. Carroll (2006). Principles of Conservation Biology (3rd Edition). Sunderland, Massachusetts (USA): Sinauer Associates, Inc.

JORADP (1984). Décret n°84-327 du 3 novembre 1984 portant création du Parc National de Gouraya (wilaya de Bejaia). Journal Officiel de la République Algérienne démocratique et Populaire. 07-11-1984. 55:1277.

JORADP (2012). Décret exécutif n°12 - 03 du 10 et du 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire. 312-39.

Keeley, J.E. (2009). Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire* 18 (1): 116-126.

Lamotte, M. (1995). À propos de la biodiversité. *Courrier de l'environnement de l'INRA.* 24 : 5-12.

Laouer, H., Hirèche, Adjal, Y., Prado, S., Boulaacheb, N., Akkal, S., Singh, G., Singh, P., Isidorov, V.A. & Szczepaniak, L. (2008). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Bupleurum montanum* and *B. Plantagineum*. *Natural Product Communications* 4 (11): 1605-1610.

Madoui, A., J.M. Géhu, D. Alatou (2006). L'effet du feu sur la composition des pinèdes de *Pinus halepensis* Mill. dans le nord de la forêt de Bou-Taleb, Algérie. *Ecologia Mediterranea* 32 : 5-13.

Médail, F. & N. Myers (2004). Mediterranean Basin. In : *Mittermeier R.A., Robles Gil P., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C.G., Lamoreux J. & da Fonseca G.A.B. (eds.). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions.* CEMEX (Monterrey), Conservation International (Washington) & Agrupación Sierra Madre (Mexico).

Myers, N. & R.M. Cowling (1999). Mediterranean Basin. In: *Mittermeier R.A., N. Meyers, P.R. Gil & C.G. Mittermeier (Eds), Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions.* Mexico: CEMEX.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Nasi, R., R. Dennis, E. Meijaard, G. Applegate & P. Moore (2002). Forest fire and biological diversity. *Unasylva* 209 (53) : 36-40.

Office National de Météorologie (non daté). Données climatiques de la station météorologique de Béjaïa (document interne). Office National Météorologique Algérien.

Primack, R.B. (2010). Essentials of Conservation Biology (5th Edition). Sunderland, Massachusetts (USA): Sinauer Associates, Inc.

Primack, R.B., Sarrazin, F. & Lecomte, J. (2012). Biologie de la conservation. France : Dunod.

Quézel, P. & F. Médail (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Paris : Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS.

Quézel, P. & S anta, S. (1962-1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale (2 volumes). Paris : C.N.R.S.

Ramade, F. (1990). La conservation des écosystèmes méditerranéens – Enjeux et perspectives. Les fascicules du Plan Bleu. Paris : Economica.

Rigolot, E. (1997). Incendie et biodiversité en région méditerranéenne française. *Forêt Méditerranéenne* XVIII (1) : 35-38.

Rebbas, K. (2014). Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas du Parc National de Gouraya et des sites d'intérêt biologique et écologique de la région de Béjaïa Thèse de Doctorat en Sciences, option: Ecologie. Algérie : Université de Sétif.

Saadi, N. & Benali, L. (2015). Cartographie de la répartition et estimation de la taille de la population de Buplèvre à feuille de plantain (*Bupleurum plantagineum* Desf.) du littoral oriental de Djebel Gouraya – Petite Kabylie, Algérie. Mémoire de Master en Sciences Naturelles de l'Environnement. Béjaïa (Algérie) : Université de Béjaïa.

Standards and Petitions Working Group. 2006. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 6.2. Prepared by the Standards and Petitions Working Group of the IUCN SSC Biodiversity Assessments Sub-Committee in December 2006.

Trabaud, L. (1986). Aspect floristique de la recolonisation des garrigues de *Quercus coccifera* et des forêts de *Pinus halepensis* après incendie en Bas Languedoc (sud de la France). In : Bases ecològiques per la gestiò ambiental : 13-16. Dip. De Barcelona. Barcelona.

Trabaud, L. (1991). Le feu est-il un facteur de changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen ? *Sécheresse* 2 (3) : 163-174.

UICN (2001). Catégories et Critères de l'UICN pour la Liste Rouge, Version 3.1, Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN. Gland. Suisse : IUCN.

UICN (2008). La Méditerranée : Menace sur un haut lieu de la biodiversité. UICN.

UICN (2012). Lignes directrices pour l'application des Critères de la Liste rouge de l'UICN aux niveaux régional et national : Version 4.0. Gland (Suisse) et Cambridge (Royaume-Uni) : UICN.

UNESCO MAB Biosphere Reserves Directory. Dernière mise à jour: 03/04/2006
<<http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=ALG+06&mode=all>>.

Véla, E. & Benhouhou, S. (2007). Evaluation d'un nouveau point-chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du nord). *C. R. Biologies* 330 : 589–605.

Walter, K.S. et Gillet, H.J. (1998). IUCN Red List of Threatened Plants. IUCN, Gland Suisse (CH) & Cambridge (UK).

Waters, C.N., J. Zalasiewicz, C. Summerhayes, A.D. Barnosky, C. Poirier, A. Gatuszka, A. Cearreta, M. Edgeworth, E.C. Ellis, M. Ellis, et al. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351 (6269): aad2622-1-aad2622-10.

WWF (2001). Les forêts de Méditerranée, nouvelle stratégie de conservation. Rome : WWF.

WWF International (2016). Rapport Planète Vivante 2016 – Risque et résilience dans l'Anthropocène. WWF International.

Yahi, N., E Véla, S Benhouhou, G De Belair, R Gharzouli (2012). Identifying Important Plants Areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *Journal of Threatened Taxa* 4 (8), 2753-2765.

Zemouri, T. et Mansouri, F. (2012). Etude morphologique et cytogénétique de *Bupleurum plantagineum* Desf. (Apiaceae), endémique au Golfe de Béjaïa. Mémoire de fin de cycle. Master II en Biologie. Université de Béjaïa.

ANNEXE I. Végétation incendiée dans les Secteurs de Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M’Cid-El-Bab (été 2016) – Parc National de Gouraya



Végétation incendiée dans le Secteur de Yemma Gouraya.



Végétation incendiée dans le Secteur de Yemma Yamna (versant nord).



Végétation incendiée dans le Secteur de M’Cid-El-Bab.



Végétation incendiée dans le Secteur de Yemma Yamna (versant sud).

**ANNEXE II. Présence/absence de régénération de *B. plantagineum* dans les sites
d'occurrence incendiés en été 2016 - Secteur de Yemma Gouraya
- Parc National de Gouraya**

N° des Waypoints des sites d'occurrence	Coordonnées UTM (fuseau: 31) des sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i>		Régénération
	Nord	Est	Présence
1	686465 m	4071530 m	+
2	686467 m	4071526 m	+
3	686451 m	4071510 m	+
4	686437 m	4071513 m	+
5	686432 m	4071514 m	+
6	686408 m	4071501 m	+
7	686422 m	4071498 m	+
8	686422 m	4071496 m	+
9	686313 m	4071516 m	+
10	686300 m	4071521 m	+
11	686294 m	4071511 m	+
12	686294 m	4071508 m	+
13	686282 m	4071512 m	+
14	686204 m	4071502 m	+
15	686072 m	4071578 m	+
16	686066 m	4071638 m	+
17	686052 m	4071630 m	+
18	686052 m	4071622 m	+
19	686021 m	4071584 m	+
20	686019 m	4071584 m	+
21	686012 m	4071578 m	+
22	686014 m	4071574 m	+

**ANNEXE III. Présence/absence de régénération de *B. plantagineum* dans les sites
d'occurrence incendiés en été 2016 – Secteur de Yemma Yamna
- Parc National de Gouraya**

N° des Waypoints des sites d'occurrence	Coordonnées UTM (fuseau 31) des sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i>		Régénération
	Nord	Est	Présence
1	685029 m	4071609 m	+
2	685045 m	4071608 m	+
3	685041 m	4071603 m	+
4	685039 m	4071601 m	+
5	685017 m	4071593 m	+
6	685039 m	4071589 m	+
7	685029 m	4071589 m	+
8	685028 m	4071587 m	+
9	685020 m	4071585 m	+
10	685016 m	4071589 m	+
11	685013 m	4071581 m	+
12	685054 m	4071577 m	+
13	685009 m	4071560 m	+
14	685043 m	4071519 m	+
15	684926 m	4071595 m	+
16	684885 m	4071545 m	+
17	684892 m	4071539 m	+
18	684917 m	4071532 m	+
19	684889 m	4071533 m	+
20	684890 m	4071508 m	+
21	684893 m	4071489 m	+
22	684869 m	4071525 m	+
23	684868 m	4071533 m	+
24	684845 m	4071538 m	+
25	684845 m	4071522 m	+
26	684933 m	4071555 m	+

**ANNEXE IV. Présence/absence de régénération de *B. plantagineum* dans les sites
d'occurrence incendiés en été 2016 – Secteur de M’Cid-El-Bab
- Parc National de Gouraya**

N° des Waypoints des sites d'occurrence	Coordonnées UTM (fuseau: 31) des sites d'occurrence de <i>B. plantagineum</i>		Régénération
	Nord	Est	Présence
1	683144 m	4072515 m	+
2	683114 m	4072525 m	+
3	683107 m	4072534 m	+
4	683091 m	4072540 m	+
5	683082 m	4072549 m	+
6	683078 m	4072554 m	+
7	683061 m	4072554 m	+
8	683051 m	4072552 m	+
9	683040 m	4072567 m	+
10	683034 m	4072589 m	+
11	683037 m	4072563 m	+
12	683029 m	4072557 m	+
13	683029 m	4072563 m	+
14	683019 m	4072571 m	+
15	683012 m	4072579 m	+
16	683005 m	4072574 m	+
17	683002 m	4072567 m	+
18	682986 m	4072561 m	+
19	682928 m	4072561 m	+
20	682922 m	4072563 m	+
21	682924 m	4072569 m	+
22	682922 m	4072586 m	+
23	682909 m	4072586 m	+
24	682902 m	4072584 m	+
25	682900 m	4072584 m	+
26	682889 m	4072591 m	+
27	682879 m	4072588 m	+
28	682867 m	4072588 m	+
29	682868 m	4072555 m	+
30	682850 m	4072538 m	+
31	682833 m	4072527 m	+
32	682820 m	4072510 m	+

33	682848 m	4072507 m	+
34	682825 m	4072501 m	+
35	682852 m	4072499 m	+
36	682834 m	4072496 m	+
37	682779 m	4072492 m	+
38	682842 m	4072482 m	+
39	682853 m	4072480 m	+
40	682832 m	4072474 m	+
41	682818 m	4072468 m	+
42	682827 m	4072448 m	+
43	682830 m	4072444 m	+
44	682824 m	4072439 m	+
45	682818 m	4072438 m	+
46	682815 m	4072432 m	+
47	682853 m	4072499 m	+
48	683006 m	4072558 m	+

Résumé

Cette étude dresse un état des lieux sur la situation de conservation de *Bupleurum plantagineum* après le passage de l'incendie de l'été 2016 qui a affecté les parties orientale et centrale du Parc National de Gouraya. L'incendie a principalement touché les zones de Yemma Gouraya, Yemma Yamna et M'Cid-El-Bab.

Combinant les observations de terrain et l'analyse cartographique des données, cette étude suggère que l'incendie s'est étendu sur presque 14% de la superficie terrestre totale de l'aire protégée. Par ailleurs, l'étude a indiqué que 96 sites d'occurrence de *B. plantagineum* sur un total de 194 répartis au sein du PNG ont été affectés par l'incendie. Toutefois, la totalité des individus brûlés accessibles à l'observation se sont régénérés peu de temps après le passage de l'incendie en privilégiant le mode de régénération végétatif. Ainsi, il est raisonnable d'affirmer que l'incendie ne peut être considéré comme une menace à la survie de *B. plantagineum* dans son habitat rupestre dans le PNG. Bien que très peu probable dans le futur en raison de l'existence du Parc National de Gouraya, la seule menace qui pourrait compromettre la survie de l'espèce serait la dégradation et la destruction de son habitat par l'ouverture de carrières. Ainsi, il est important d'œuvrer pour une stratégie proactive de la conservation de la biodiversité au sein du PNG afin de maintenir sa biodiversité tout en sensibilisant le public sur l'importance patrimoniale de cette aire protégée.

Mots clés

Bupleurum plantagineum, régénération post-incendie, conservation, cartographie, Parc National de Gouraya, Algérie.

Abstract

This study is a follow up of the state of conservation of *Bupleurum plantagineum* after the 2016 summer which affected the eastern and central parts of the Gouraya National Park. The fire mainly affected Yemma Gouraya, Yemma Yamna and M'Cid-El-Bab areas.

Combining field observations with cartographic data analysis, this study suggests that the fire has spread over almost 14% of the total land area of the protected area. The study also indicated that 96 sites of occurrence sites of *B. plantagineum* out of a total of 194 distributed within the PNG were affected by the fire. However, all the burned individuals accessible to observation regenerated shortly after fire passage by privileging the vegetative regeneration mode. It is therefore reasonable to assume that fire cannot be considered a threat to the survival of *B. plantagineum* in its rocky habitat in PNG. Though very unlikely in the future due to the existence of the Gouraya National Park, the only threat that could jeopardize the survival of the species would be the degradation and destruction of its habitat through the opening of quarries. It is therefore important to develop a proactive conservation strategy in order to maintain the PNG biodiversity while raising public awareness of the heritage importance of this protected area.

Keywords

Bupleurum plantagineum, post-fire regeneration, conservation, mapping, Gouraya National Park, Algeria