

Part comparée des saproxyliques dans le peuplement de Coléoptères entre milieu naturel et milieu post-incendié du massif forestier de l'Édough (Nord-Est, Algérie)

Rached HADIBY¹, Mehdi BOUKHEROUFA², Yasmine ADJAMI¹, Hesni DJEDDA²,
Anis BOUSSAHA², Abdelaziz FRIH³, Kamelia Hesni BENOTMANE², Feriel SAKRAOUI²

1. Laboratoire d'Écobiologie des milieux marins et littoraux, Faculté des sciences, Université Badji Mokhtar Annaba BP 12, 23 200, Annaba, Algérie.

2. Laboratoire des sols et développement durable, Département de biologie, Faculté des sciences, Université Badji Mokhtar Annaba BP 12, 23 200, Annaba, Algérie.

3. Laboratoire de bio surveillance environnementale (LBSE), Département de biologie, Faculté des sciences, Université Badji-Mokhtar, 12 El Hadjar, 23000 Annaba, BP, Algérie.

* Auteur correspondant : Rached HADIBY : rached.hadiby@univ-annaba.org

Manuscrit reçu le 30/07/2022, accepté le 24/10/2022, mis en ligne le : 04/12/2022

Résumé De par leur grande sensibilité aux changements environnementaux, les Coléoptères sont d'excellents indicateurs de la santé des écosystèmes. Dans cette étude, nous avons analysé la diversité et l'abondance du peuplement de Coléoptères dans deux environnements différents pour en déduire la part des espèces saproxyliques. L'étude qui en découle a été réalisée de mars à juin 2022 dans le massif montagneux de l'Édough, où nous avons mené un échantillonnage systématique dans le site naturel de Ain Boukal et le site post-incendié de Ain Barber. Nous avons utilisé deux dispositifs de piégeage qui sont la chasse à vue et les pots Barber le long d'un transect dans chaque site. Au total, 750 spécimens ont été récoltés, identifiés et répartis en 20 espèces appartenant à 10 familles taxonomiques. Le calcul des indices écologiques du peuplement de Coléoptères révèle la présence exclusive et l'abondance de deux familles saproxyliques (Cerambycidae et Buprestidae) au niveau du milieu post incendié. Enfin, l'analyse de l'organisation trophique des Coléoptères a montré que les saproxyliques constituent le groupe fonctionnel le plus important juste après celui des phytophages, suggérant la mise en place d'un processus de restauration typique dans les milieux post incendiés.

Mots-clés Coléoptères saproxyliques, milieu naturel, milieu post-incendié, Massif montagneux de l'Édough.

Titre anglais : Comparative share of saproxylics in the population of beetles between natural environment and post-fire environment of the Edough forest massif (North-East, Algeria)

Abstract As highly sensitive to environmental change, beetles are excellent indicators of ecosystem health. In this study, we analyzed the diversity and abundance of Coleoptera stands in two different environments to infer the share of saproxylic species. The resulting study was conducted from March to June 2022 in the Edough mountain range, where we conducted systematic sampling in the Ain Boukal natural site and the Ain Barber post fire site. We used two trapping devices which are sight hunting and pitfall traps along a transect in each site. A total of 750 specimens were collected, identified and divided into 20 species belonging to 10 taxonomic families. The calculation of the ecological indices of the Coleoptera stand reveals the exclusive presence and abundance of two saproxylic families (Cerambycidae and Buprestidae) in the post-fire environment. Finally, the analysis of the trophic organization of the beetles showed that saproxylics constitute the most important functional group just after that of phytophages, suggesting the establishment of a restoration process in post-fire environments.

Keywords Saproxylic beetles, natural environment, post fire environment, Édough mountain range.

Introduction

Les écosystèmes méditerranéens subissent chaque année d'importants incendies de forêt, avec en moyenne 600 000 hectares brûlés dans l'ensemble du bassin méditerranéen, constituant ainsi l'une des causes les plus importantes de perturbations (TRIGO *et al.*, 2006 ; MEDDOUR-SAHAR & DERRIDJ, 2012). La variabilité interannuelle des surfaces brûlées est dépendante des conditions climatiques, de la topo-morphologie, des caractéristiques de la végétation et des actions anthropiques (APONTE *et al.*, 2016 ; TURCO *et al.*, 2017 ; CALHEIROS *et al.*, 2021). Paradoxalement, lorsque les feux sont maîtrisés, ils jouent un rôle-clé dans le maintien de la diversité de certaines espèces animales au niveau du paysage forestier en créant un habitat de soutien qui leur sont favorables (METHVEN & MURRAY, 1974 ; GRANSTRÖM, 2001 ; WEYENBERG *et al.*, 2004). Plusieurs espèces d'insectes saproxyliques profitent de ces habitats forestiers brûlés en se nourrissant directement de l'écorce ou du bois des arbres morts ou moribonds (SAINT-GERMAIN *et al.*, 2004b ; BOULANGER *et al.*, 2010). Les coléoptères forment une partie importante des organismes saproxyliques et fournissent d'importants services écologiques (NIEMELÄ, 1997; SIITONEN *et al.*, 2001). Au

cœur des réseaux trophiques, ils représentent une part non-négligeable du régime alimentaire de plusieurs espèces de vertébrés (NAPPI & DRAPEAU, 2009; NAPPI *et al.*, 2010 ; BOUKHEROUFA *et al.*, 2009, 2020). Ils sont également impliqués dans la décomposition du bois mort, la transformation et le recyclage naturel du bois, et par conséquent, dans la restitution au sol des éléments nutritifs capitalisés dans les tissus ligneux et corticaux, et donc dans le cycle énergétique et nutritif du milieu (BRUSTEL *et al.*, 2004 ; BOULANGER & SIROIS, 2007 ; COBB *et al.*, 2010). Ce sont donc d'excellents bio-indicateurs de changements dans les écosystèmes forestiers, en permettant d'évaluer l'impact des incendies sur la diversité des communautés animales (BUDDIE *et al.*, 2006 ; TOIVANEN & KOTIAHO, 2007) et en jouant un rôle-clé dans la régénération forestière (CALMONT, 2012). Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux coléoptères saproxyliques dans les chênaies post-incendiées du massif montagneux de l'Édough. Cette région du Nord-Est algérien fait partie d'un hot spot régional de biodiversité et est considérée comme un centre d'endémisme pour bon nombre d'espèces végétales (VELA & BENHOUBOU, 2007). Culminant à 1 008 m d'altitude, le massif forestier de l'Édough a été confronté, au même titre que toutes les forêts méditerranéennes, à de nom-

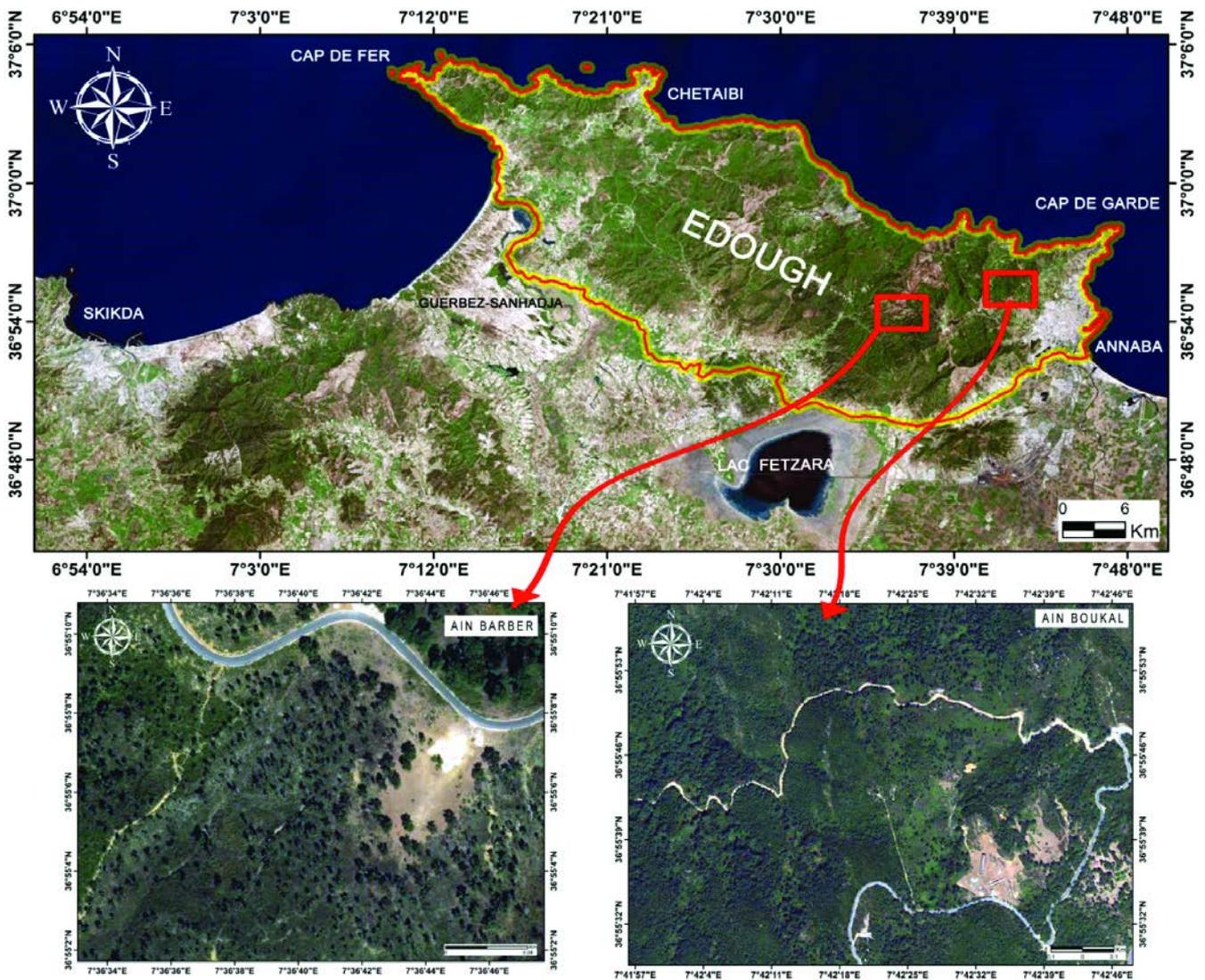


Figure 1

Situation géographique des deux sites d'étude ;Ain Barber et Ain Boukal.
Geographical location of the two study sites;Ain Barber and Ain Boukal.

breux incendies dont la récurrence pourrait porter atteinte à l'intégrité de ce haut lieu de biodiversité. L'objectif de cette étude est d'analyser la part des saproxyliques dans le peuplement global des Coléoptères à travers la caractérisation de leur diversité et de leur abondance dans les milieux post incendiés, et la comparaison de ces indicateurs aux milieux naturels.

Matériel et méthode

Description de la zone d'étude

L'étude a été réalisée au niveau de la péninsule d'Édough durant la saison printanière 2022 (de début mars à fin juin). Le massif montagneux de l'Édough est situé à extrême Nord-Est de l'Algérie, avec une superficie de 47 350 hectares, et est limité au Sud-Est par le complexe humide Guerbès Senhadja, au Sud par le bassin du lac Fetzara, à l'Ouest par le cours inférieur de l'Oued El Kébir et par la plaine de Kharraza à l'Est, au Nord la péninsule est bordée par la mer méditerranéenne (OUALARBI & ZEGHICHE, 2009). Le climat de type méditerranéen règne dans la région, les vents sont souvent des vents du Nord-Est. Le massif de l'Édough est peuplé, sur son versant nord, par des espèces forestières. Nous avons choisi deux sites pour l'échantillonnage : le site naturel de Ain Boukal et le site post-incendié de Ain Barber (Figure 1).

La forêt d'Ain Boukal est située sur le versant Nord du massif de l'Édough, entre 363 m et 510 m d'altitude. Le cadre global est le massif forestier de la piste du huitième km, dit du col du Chacal. La piste part de la route W16 reliant Annaba au village de Seraïdi et chemine à une altitude d'environ 500 m, peu variée, durant 5,5 km. Elle rejoint le

chemin qui relie l'ancien village de Sainte Croix de l'Édough à la plage d'Oued Bagrat (MECHTOUB, 2020). Cette localité est caractérisée par quatre habitats forestiers dans un « couloir » d'échantillonnage de 200 m de large environ et de 5 km de long en tenant compte du développement de la piste (Figure 2) : Une subéraie : *Quercus suber* L., et son riche cortège floristique associé ; une zénaie mixte dont l'essence principale est le *Quercus canariensis* mêlé au Chêne-liège et au pin ; avec un sous-bois parfois dense, une zénaie pure avec *Q. canariensis*, et une pinède maritime avec une strate arborée occupée par le *Pinus pinaster* avec un sous-bois pauvre.

La forêt post-incendiée de Ain Barber se situe près de la route (36°55'03.8"N - 7°36'43.0"E). Totalement incendiée en août 2021, cette localité était une subéraie située à 579 m d'altitude, caractérisée par la dominance du chêne-liège *Quercus suber* suivi de son cortège floristique et par la présence de quelques spécimens de chêne zeen *Quercus canariensis* et de pin maritime *Pinus pinaster*.

Stratégie d'échantillonnage

Nous avons utilisé deux techniques de collecte des coléoptères afin de récolter un maximum d'espèces, à savoir : la chasse à vue (MARTIN, 1983) et les pots Barber. Concernant la méthode d'échantillonnage par la chasse à vue, nous avons parcouru dans chaque site un transect de 500 m de long à une vitesse moyenne de 3 km/h en comptabilisant de part et d'autre tous les individus de chaque espèce. Concernant la technique des pots Barber, nous avons utilisé l'échantillonnage systématique en plaçant 11 pots le long de chaque transect espacés de 50 mètres (Figure 3).

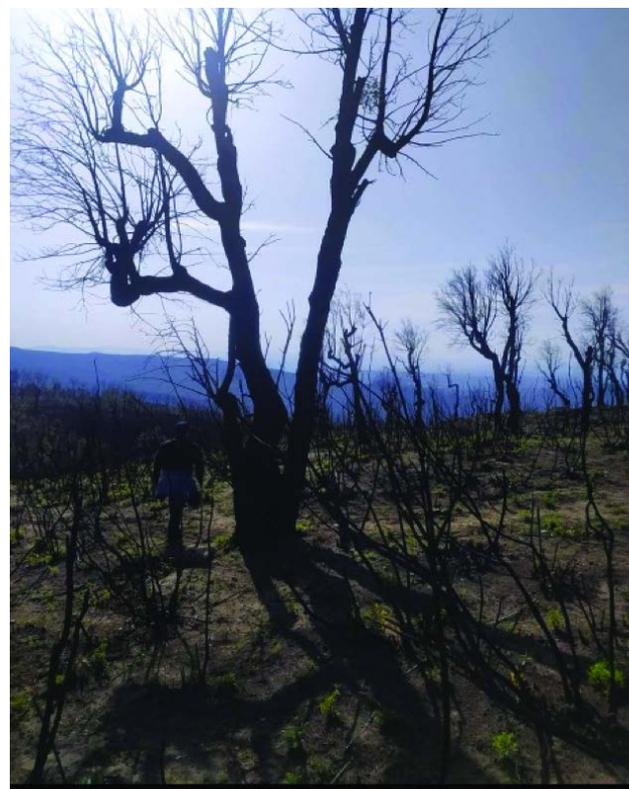


Figure 2

Photo des deux sites d'étude (Site naturel d'Ain Boukal à gauche et site post-incendié d'Ain Barber à droite).
Photo of the two study sites (Natural site of Ain Boukal on the left and post-fire site of Ain Barber on the right).

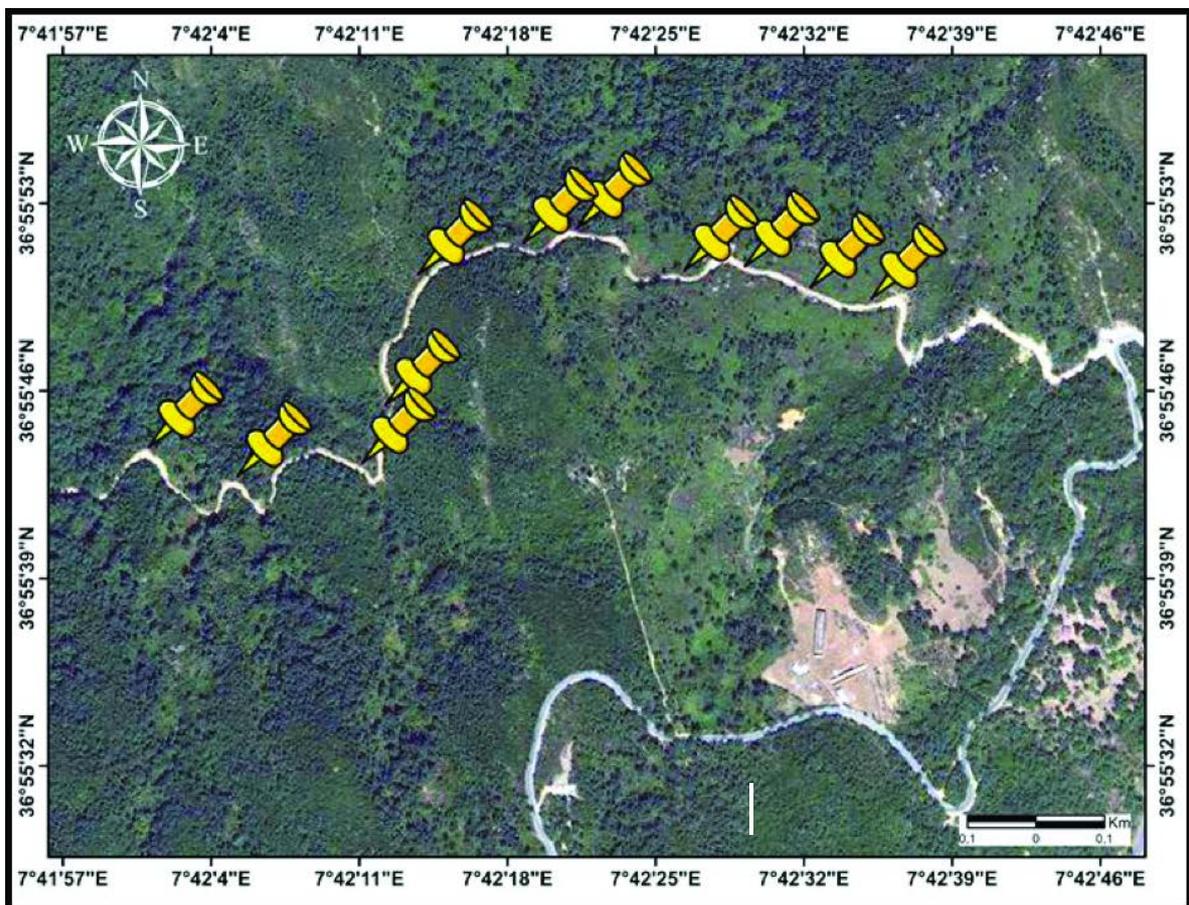
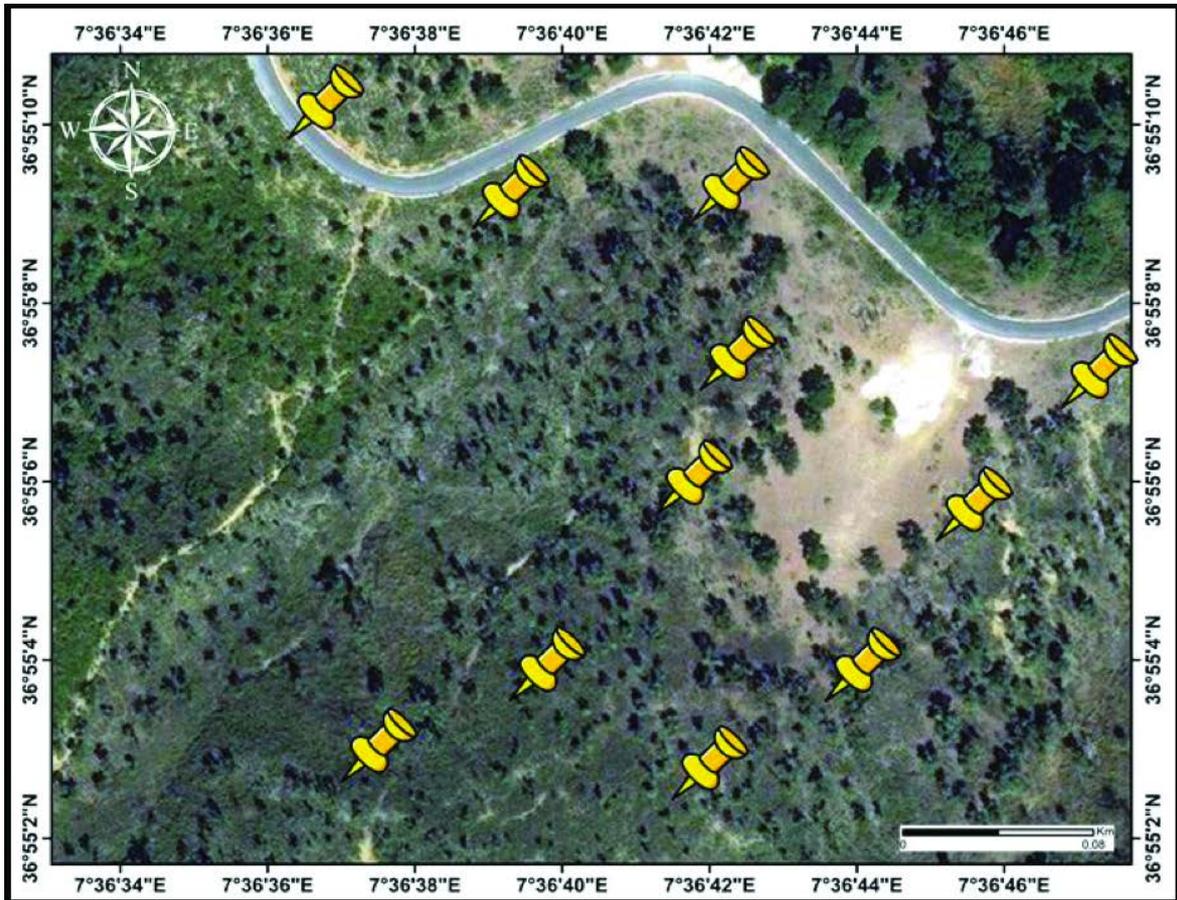


Figure 3

Position géographique des pots Barber sur les deux sites d'étude.
Geographical position of the Barber pots on the two study sites.

Les spécimens collectés sur le terrain ont été nettoyés et triés au laboratoire, puis identifiés sous la loupe binoculaire. L'identification taxonomique s'est appuyée sur l'utilisation de clés de détermination, des différentes familles rencontrées, qu'il s'agisse des Carabidae (JEANNEL, 1942 ; DU CHATENET, 2005), des Scarabeidae (PAULIAN, 1941 ; PAULIAN & BARAUD, 1982 ; BARAUD, 1992), des Buprestidae (THERY, 1942 ; DU CHATENET, 2000), et des Cerambycidae (TOUROULT, 2019). Nous avons également utilisé les clés de Du Chatenet (2000) pour l'identification des Chrysomelidae, des Coccinellidae, des Tenebrionidae, des Oedemeridae, des Geotrupidae et des Histeridae.

Indices écologiques et analyse des données

Pour analyser la composition et la structure de la communauté de Coléoptères, nous avons calculé quelques indices écologiques: la richesse spécifique (S), qui correspond au nombre total d'espèces présentes dans une station (RAMADE, 1984), la fréquence relative (Pi%), qui correspond à l'abondance d'une espèce i, par rapport à l'abondance totale de toutes les espèces du peuplement. L'indice de diversité de Shannon-Weaver a été calculé. Selon RAMADE (1984), cet indice permet d'évaluer la diversité réelle d'un peuplement dans un biotope, et varie en fonction du nombre d'espèces. Il est calculé à partir de la formule suivante: $H = -\sum (Ni/N) \log_2 Ni/N$ (Ni : nombre d'individus d'une espèce donnée, allant de 1 à S (nombre total d'espèces). N : nombre total des individus de toutes les espèces. Enfin, l'indice d'équitabilité de Pielou (E) a également été calculé. C'est le rapport entre la diversité spécifique observée (H) et la diversité maximale théorique (H max) pouvant être obtenue avec le même nombre

d'espèces (PIELOU, 1969). Il est exprimé comme suit : $E = H / H \text{ max}$ (E : Equitability Index; H : Shannon-Weaver Diversity Index; H max : Maximum diversity), et est obtenue par la formule suivante $H \text{ max} = \log_2(S)$ (S : Nombre d'espèces formant le peuplement). Nous avons également calculé l'indice de Sorensen ou l'analyse de similitude, qui permet d'apprécier la similitude ou la différence existant entre la composition spécifique du peuplement de Coléoptères récoltés dans les deux sites (MAGURRAN, 1988). L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel Past 3.11.

Résultats

Identification taxonomique du peuplement de Coléoptères dans les deux sites

Au terme de cette étude, nous avons identifié 20 espèces appartenant à 10 Familles dans les deux milieux. Les espèces trouvées dans chaque milieu sont décrites dans le tableau I.

Analyse des indices écologiques

Au total, 540 individus ont été collectés dans le milieu post-incendié de Ain Barber et 210 individus dans le milieu naturel de Ain Boukal. Le calcul des fréquences relatives converties en pourcentage révèle une dominance des Tenebrionidae dans les deux milieux suivis par les Coccinellidae (24 %) et les Scarabeidae (13 %) dans le milieu post-incendié, et par les Oedemeridae (27 %) et les Scarabeidae (18 %) dans le milieu naturel. En outre, nos résultats montrent la présence exclusive de deux familles, en l'occurrence les Cerambycidae et les Buprestidae dans la forêt post-incendiée de Ain Barber (Figure 4).

Tableau I

Position géographique des pots Barber sur les deux sites d'étude.
Geographical position of the Barber pots on the two study sites.

Familles	Ain Barber (milieu post-incendié)	Ain Boukal (milieu naturel)
Scarabeidae	<i>Tropinota squalida</i> Scopoli, 1763 (Phyto) <i>Anisoplia tempestiva</i> Erichson, 1847 (Saprox) <i>Oxythyrea funesta</i> Poda, 1761 (Phyto) <i>Sisyphus schaefferi</i> Linnaeus, 1758 (Copro) <i>Bubas bubalus</i> Olivier, 1811 (Phyto) <i>Protaetia morio</i> Fabricius, 1781 (Phyto)	<i>Tropinota squalida</i> Scopoli, 1763 (Phyto) <i>Anisoplia tempestiva</i> Erichson, 1847 (Saprox) <i>Oxythyrea funesta</i> Poda, 1761 (Phyto)
Chrysomelidae	<i>Lachnaia cylindrica</i> Chevrollet, 1836 (Phyto)	<i>Lachnaia cylindrica</i> Chevrollet, 1836 (Phyto)
Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758 (Préd)	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758 (Préd)
Carabidae	<i>Nebria andalusia</i> Rambur, 1837 (Préd) <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> Fabricius, 1787 (Préd)	<i>Nebria andalusia</i> Rambur, 1837 (Préd)
Tenebrionidae	<i>Asida</i> sp Latereille, 1802 (Décomp) <i>Optarum sabulosum</i> Linnaeus, 1761 (Phyto) <i>Heliotaurus ruficollis</i> Fabricius, 1781 (Phyto)	<i>Asida</i> sp Latereille, 1802 (Décomp) <i>Optarum sabulosum</i> Linnaeus, 1761 (Phyto) <i>Stenosis</i> sp Herbst, 1799 (Décomp)
Oedemeridae	<i>Oedemera lurida</i> Marsham, 1802 (Saprox)	<i>Oedemera lurida</i> Marsham, 1802 (Saprox)
Geotrupidae	<i>Trypocopris vernalis</i> Linnaeus, 1758 (Copro)	<i>Trypocopris vernalis</i> Linnaeus, 1758 (Copro)
Histeridae		<i>Hister quadrinotatus</i> Scriba, 1790 (Préd)
Cerambycidae	<i>Purpuricenus desfontainii</i> Fabricius, 1792 (Saprox) <i>Anoplodera sanguinolenta</i> Linnaeus, 1761 (Saprox)	
Buprestidae	<i>Acmaeodera degener</i> Scopoli, 1763 (Saprox)	

Phyto : Phytophage / Préd : Prédateur / Copro : Coprophage / Décomp : Décomposeur / Saprox : Saprophylique.

Tableau 2

Calcul des indices écologiques du peuplement de coléoptères dans les deux milieux.

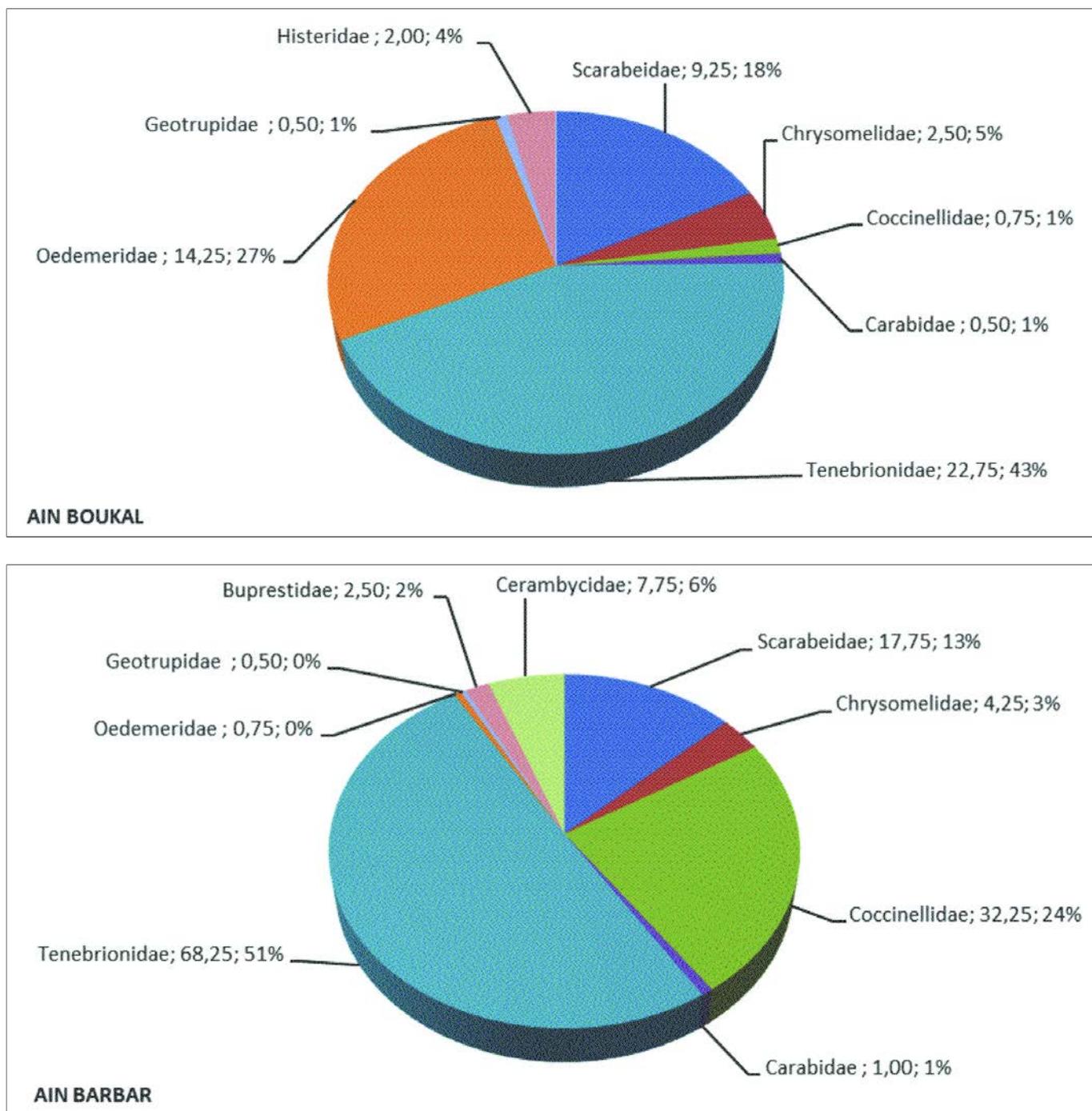
Calculation of ecological indices of the beetle population in the two environments

Familles	Ain Barbe	Ain Boukal
Richesse S	S = 18	S = 12
Shannon H	H = 1,817	H = 1,988
Simpson	D = 0,739	D = 0,8258
Pielou J	J = 0,6287	J = 0,6287
Sorensen	Qs = 0,667	

L'indice de diversité du peuplement récolté est de 1,817 à Ain Barber et de 1,988 à Ain Boukal. Le calcul de l'indice de Pielou J est de 0,62 à Ain Barber et de 0,80 à Ain Boukal. L'indice de similitude de Sorensen est de 0,667 ce qui indique une similitude qualitative dans la composition des deux peuplements (Tableau 2).

Analyse de l'organisation trophique

Selon leur régime alimentaire, les espèces récoltées ont été réparties en cinq groupes fonctionnels (Figure 5). Les résultats obtenus dans le milieu naturel montrent que les saproxyliques représentent 15% du peuplement global de

**Figure 4**

Proportions des familles de coléoptères calculées sur la base des fréquences relatives dans les deux sites d'étude.
Proportions of beetle families calculated based on relative frequencies at the two study sites.

Coléoptères, alors que dans le milieu post-incendié, cette proportion passe au double (28%), grâce notamment à la présence exclusive et l'abondance de deux familles appartenant au groupe des saproxyliques (Cerambycidae et Buprestidae), ce qui en fait le groupe le plus abondant après celui des phytophages. Ces derniers sont les plus abondants dans les deux milieux avec une proportion de 39% sur l'ensemble des espèces recensées à Ain Barber et 31% à Ain Boukal. Ils se nourrissent essentiellement de végétaux et comptent un grand nombre de défoliateurs appartenant surtout à la famille des Chrysomelidae dans les deux sites. Les prédateurs représentent 17% des Coléoptères récoltés à Ain Barber et 31% à Ain Boukal. La majorité de ces prédateurs sont des Carabidae. Les coléoptères Saproxyliques s'attaquent aux troncs des arbres de chêne-liège et se nourrissent de bois mort, on a compté 28% à Ain Barber et seulement 15% à Ain Boukal. En revanche, bon nombre des espèces récoltées sont Saproxyliques au stade larvaire et appartiennent à différentes familles dont les Scarabeidae Cerambycidae et Buprestidae. Les décomposeurs représentent 11% de l'ensemble des espèces recensées à Ain Barber et 15% à Ain Boukal, Les coprophages récoltés dans les deux subéraies représentent des taux presque équivalents qui ne dépassent pas 8% dans les deux sites.

Discussion

Dans cette étude sur la diversité du peuplement de Coléoptères, nous avons fourni des informations ponctuelles d'ordre éco-entomologique dans une région où ce peuplement reste peu étudié. Nous avons ainsi pu caractériser 12 espèces appartenant à 08 familles dans le site naturel de Ain Boukal, et 18 espèces appartenant à 9 familles dans le milieu post-incendié de Ain Barber. L'inventaire annuel réalisé dans les subéraies du nord est algérien par GHANEM (2014) et

DAAS *et al.* (2016) fait état de plus de 100 espèces appartenant à 25 différentes familles, dont les plus représentatives sont celles des Scarabeidae, Carabidae, Curculionidae, Tenebrionidae, Cerambycidae, Cleridae, Buprestidae, Coccinellidae, Chrysomelidae, Staphylinidae et Histeridae. Ces travaux sont en accord avec les nôtres, même si nous nous sommes limités à la période printanière dans l'échantillonnage, puisque notre objectif était de réaliser une analyse comparée de la diversité entre un milieu naturel et un milieu post incendié, et de comprendre la dynamique de recolonisation par les coléoptères, de ces territoires récemment impactés par le feu. D'ailleurs nos résultats ont montré d'importantes différences dans les abondances des espèces de Coléoptères en faveur du milieu post incendié. Ce dernier induit des modifications qui ne sont pas toujours un désastre pour les communautés fauniques, qui vont se restructurer en favorisant la dynamique de certains organismes plus opportunistes (BOULANGER *et al.*, 2010). Nos résultats ont également mis en évidence la présence exclusive et la forte abondance de deux familles taxonomiques en l'occurrence les Cerambycidae et les Buprestidae, dans le milieu post incendié comparativement au milieu sain. EVANS (1966) distingue parmi les Coléoptères saproxyliques ceux qui sont surtout attirés par la fumée comme les Cerambycidae et ceux qui, comme les Buprestidae, sont surtout attirés par la chaleur. Immédiatement après l'incendie, ces deux familles colonisent les brûlis, où ils utilisent les arbres récemment tués comme substrats de reproduction (BOULANGER *et al.*, 2010 ; COBB *et al.*, 2011 ; AZERIA *et al.*, 2012). L'une des principales caractéristiques d'une forêt récemment brûlée est l'abondance de bois mort et/ou moribond de haute qualité provenant d'arbres fraîchement tués, des arbres qui étaient encore en croissance et en excellente condition au moment de leur mort, ce qui favorise la présence et l'abondance d'insectes sapro-xyliques, les Cerambycidae et les Buprestidae le cas échéant (WIKARS, 1997; SAINT-

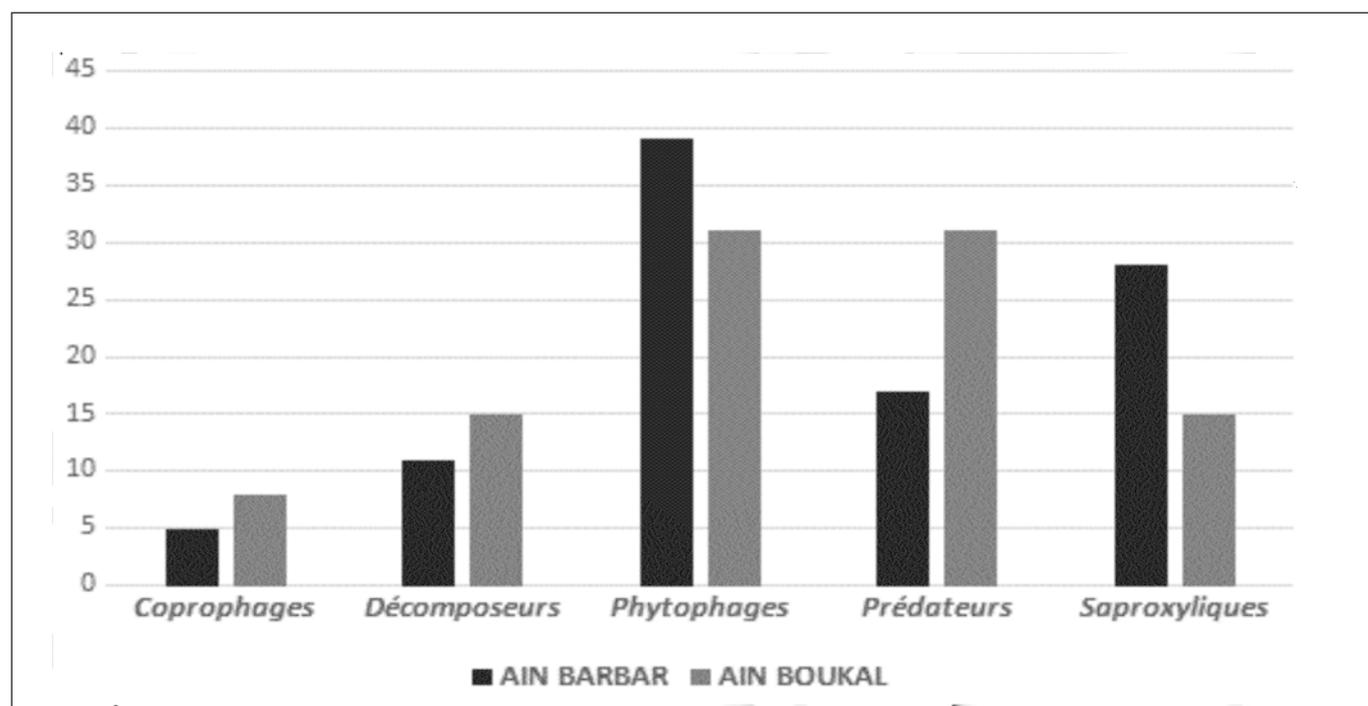


Figure 5

Proportions des groupes trophiques dans les deux sites d'étude.
Proportions of trophic groups in the two study sites.

GERMAIN *et al.*, 2004 a,c). Les conditions retrouvées en forêts brûlées sont particulièrement importantes pour ces espèces qui ont de la difficulté à surmonter les mécanismes de défense des arbres sains, et qui grâce aux incendies, se limitent à la colonisation d'arbres morts ou préalablement affaiblis (BOUGET *et al.*, 2005). Même si les assemblages de Coléoptères saproxyliques en vol libre colonisant les forêts brûlées sont structurés de manière aléatoire au début de la période post-incendie (McCULLOUGH *et al.*, 1998), il n'en demeure pas moins que ce sont de bons indicateurs biologiques de la biodiversité des forêts (EVANS *et al.*, 2007)

Conclusion

Pour peu qu'ils soient maîtrisés, les feux de forêts sont des facteurs écologiques qui jouent un rôle important dans la diversification et le maintien des communautés végétales et animales qui y sont inféodés, notamment celles des Coléoptères. Les résultats obtenus sur la période printanière, nous ont permis d'analyser la diversité et l'abondance comparée du peuplement de Coléoptères entre les deux types de milieu, et de mettre en évidence la part des saproxyliques particulièrement importante dans les milieux post-incendiés, ce qui témoigne du rôle fonctionnel que jouent ces espèces dans la restauration et la régénération forestière dans les milieux méditerranéens.

Références

- APONTE, C., DE GROOT, W.J. & WOTTON, B.M. (2016).- Forest fires and climate change: causes, consequences and management options. *International Journal of Wildland Fire*, **25** (8), pp.i-ii.
- AZERIA, E.T., IBARZABAL, J. & HÉBERT, C. (2012).- Effects of habitat characteristics and interspecific interactions on co-occurrence patterns of saproxylic beetles breeding in tree boles after forest fire: null model analyses. *Oecologia*, **168** (4), 1123-1135.
- BARAUD, J. (1992).- Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe. *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, **61** (9), 1-2.
- BOUGET, C. (2005).- Short-term effect of windstorm disturbance on saproxylic beetles in broadleaved temperate forests: Part I: do environmental changes induce a gap effect? *Forest Ecology and Management*, **216** (1-3), 1-14.
- BOUKHEROUFA, M., SAKRAOUI, F., BELBEL, F. & SAKRAOUI, R. (2020).- Winter diet of the common genet, *Genetta genetta* (Carnivora, Viverridae), and the African golden wolf, *Canis anthus* (Carnivora, Canidae), in altitudinal locality of the Edough Forest (northeastern Algeria). *Zoodiversity*, **54** (1), 67-74.
- BOUKHEROUFA, M., SAKRAOUI, F., BENYACOU, S., GIRAUDOUX, P. & RAOUL, F. (2009).- Écologie alimentaire de la genette commune (*Genetta genetta*) dans un écosystème forestier du Parc national d'El Kala (Nord-est algérien). *Mésogée (Marseille)*, **64**, 83-91.
- BOULANGER, Y. & SIROIS, L. (2007).- Postfire dynamics of black spruce coarse woody debris in northern boreal forest of Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, **36** (7), pp.1770-1780.
- BOULANGER, Y., SIROIS, L. & HÉBERT, C. (2010).- Distribution of saproxylic beetles in a recently burnt landscape of the northern boreal forest of Québec. *Forest Ecology and Management*, **260** (7), 1114-1123.
- BRUSTEL, H., VALLADARES, L. & VAN MEER, C. (2004).- Contribution à la connaissance de Coléoptères saproxyliques remarquables des Pyrénées et des régions voisines. *Bulletin de la Société entomologique de France*, **109** (4), 413-424.
- BUDDIE C., LANGOR D.W., POHL G.R., & SPENCE J.R. (2006).- Arthropod responses to harvesting and wild-fire: Implications for emulation of natural disturbance in forest man. *Biol. Conserv.*, **128**, 346-357.
- CALMONT, B. (2012).- Étude des Coléoptères saproxyliques de la vallée du Fossat, commune de Job (63). Étude réalisée par la Société d'Histoire Naturelle Alcide-D'Orbigny (S.H.N.A.O), 144 p.
- CALHEIROS, T., PEREIRA, M.G. & NUNES, J.P. (2021).- Assessing impacts of future climate change on extreme fire weather and pyro-regions in Iberian Peninsula. *Science of The Total Environment*, **754**, 142-233.
- COBB, T.P., HANNAM, K.D., KISHCHUK, B.E., LANGOR, D.W., QUIDEAU, S.A. & SPENCE, J.R. (2010).- Wood feeding beetles and soil nutrient cycling in burned forests: implications of post fire salvage logging. *Agricultural and Forest Entomology*, **12** (1), 9-18.
- COBB, T.P., MORISSETTE, J.L., JACOBS, J.M., KOIVULA, M.J., SPENCE, J.R. & LANGOR, D.W. (2011).- Effects of post-fire salvage logging on deadwood associated beetles. *Conservation Biology*, **25** (1), 94-104.
- DAAS, H., ADJAMI, Y., GHANEM, R., VIÑOLAS, A., OUAKID, M. & TAHRAOUI, A. (2016).- Coleoptera inventory in cork oak stands of North-Eastern Algeria. *Turkish Journal of Forestry*, **17**, 11-17.
- DU CHATENET, G. (2000).- Coléoptères phytophages d'Europe. Volume 1, N.A.P. éditions, 359 p.
- DU CHATENET, G. (2005).- Coléoptères d'Europe, Carabes, Carabiques et Dytiques. Tome 1. Adepaga. N.A.P. éditions, 625 p.
- EVANS, W.G., (1966).- Perception of infrared radiation from forest fires by *Melanophila acuminata* DeGeer (Buprestidae, Coleoptera). *Ecology*, **47**, 1061-1065.
- EVANS, H.F., MORAAL, L.G. & PAJARES, J.A. (2007).- Biology, ecology and economic importance of Buprestidae and Cerambycidae. In *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*, Eds F. Lieutier *et al.*, Springer, Dordrecht, pp. 447-474.
- GHANEM, R. (2014).- Facteurs biotiques impliqués dans l'état sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. Effet des insectes ravageurs sur les feuilles et les glands. (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar), 197 p.
- GRANSTRÖM, A. (2001).- Fire management for biodiversity in the European boreal forest. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **16** (S3), 62-69.
- JEANNEL, R. (1942).- Coléoptères carabiques, deuxième partie. Faune de France, Tome 40, Paul Lechevalier et fils, Paris. 1173 p.
- MAGURRAN, A.E. (1988).- *Ecological diversity and its measurements*. Cambridge University Press. 175 p.

- MARTIN, J.E.H. (1983).- Les Insectes et les Arachnides du Canada. Ière partie : Récolte, préparation et conservation des insectes, des acariens et des araignées. *Canada Agriculture*, 11-86.
- McCULLOUGH, D.G., WERNER, R.A. & NEUMANN, D. (1998).- Fire and insects in northern and boreal forest ecosystems of North America. *Annual Review of Entomology*, **43** (1), 107-127.
- MECHTOUB, R. (2020).- *Importance des Milieux Forestiers de l'Édough pour l'Avifaune Nicheuse*. [Mémoire de Master]. Université Badji Mokhtar Annaba, Algeria, 58 p.
- MEDDOUR-SAHAR, O. & DERRIDJ, A. (2012).- Bilan des feux de forêts en Algérie: analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, **23** (2), 133-141.
- METHVEN, I.R. & MURRAY, W.G. (1974).- Using fire to eliminate understory balsam fir in pine management. *The Forestry Chronicle*, **50** (2), 77-79.
- NAPPI, A. & DRAPEAU, P. (2009).- Reproductive success of the black-backed woodpecker (*Picoides arcticus*) in burned boreal forests: are burns source habitats? *Biological Conservation*, **142** (7), 1381-1391.
- NAPPI, A., DRAPEAU, P., SAINT-GERMAIN, M. & ANGERS, V.A. (2010).- Effect of fire severity on long-term occupancy of burned boreal conifer forests by saproxylic insects and wood-foraging birds. *International Journal of Wildland Fire*, **19** (4), 500-511.
- NIEMELÄ, J. (1997).- Invertebrates and boreal forest management: Invertebrados y Manejo de Bosques Boreales. *Conservation Biology*, **11** (3), 601-610.
- OUALARBI, A. & ZEGHICHE, A. (2009).- Sensibilité à l'érosion du massif cristallophyllien de l'Édough (Nord-Est Algérien). Synthèse. *Revue des Sciences et de la Technologie*, **20**, 58-72.
- PAULIAN, R. (1941).- *Faune de France. Coléoptères Scarabéidés*. Fédération française des Sociétés de sciences naturelles. Pierre André imp. 243 p.
- PAULIAN, R. & BARAUD, G. (1982).- Faune des Coléoptères de France, vol. II. Lucanoidea et Scarabaeoidea, *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, **53** (6), p. 224.
- PIELOU, E.C. (1969).- Ecological diversity and its measurement. In: *An introduction to mathematical ecology*, John Wiley & Sons, New York, pp. 221-235.
- RAMADE, F. (1984).- *Éléments d'écologie : Écologie fondamentale*. Ed. McGraw-Hill, Paris, 397p.
- SAINT-GERMAIN, M., DRAPEAU, P. & HÉBERT, C. (2004a).- Comparison of Coleoptera assemblages from a recently burned and unburned black spruce forests of north-eastern North America. *Biological Conservation*, **118** (5), 583-592.
- SAINT-GERMAIN, M., DRAPEAU, P. & HÉBERT, C. (2004b).- Landscape-scale habitat selection patterns of *Monochamus scutellatus* (Coleoptera: Cerambycidae) in a recently burned black spruce forest. *Environmental entomology*, **33** (6), 1703-1710.
- SAINT-GERMAIN, M., DRAPEAU, P. & HÉBERT, C. (2004c).- Xylophagous insect species composition and patterns of substratum use on fire-killed black spruce in central Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, **34** (3), 677-685.
- SIITONEN, J., PENTTILÄ, R. & KOTIRANTA, H. (2001).- Coarse woody debris, polyporous fungi and saproxylic insects in an old-growth spruce forest in Vodlozero National Park, Russian Karelia. *Ecological Bulletin*, **49**, 231-242.
- THERY, A. (1942).- *Faune de France Coléoptères Buprestidae*. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris, 280 p.
- TOIVANEN, T. & KOTIAHO, J.S. (2007).- Mimicking natural disturbances of boreal forests: the effects of controlled burning and creating dead wood on beetle diversity. *Biodiversity and Conservation*, **16** (11), 3193-3211.
- TOUROULT, J. (2019).- *Test comparatif de l'efficacité des variantes de pièges aériens attractifs*. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris. Occurrence dataset. DOI: 10.15468/p9kgm6 (accessed via gbif.org 15 April 2020).
- TRIGO, R.M., JOSE, M.C., PEREIRA, M.P., MOTA, B., CALADO, T.G., DACAMARA, C.C. & SANTO, F.C. (2006).- Conditions atmosphériques associées à la saison exceptionnelle des incendies de 2003 au Portugal. *International Journal of Climatology*, **26** (13-15), 1741-1757.
- TURCO M., VON HARDENBERG J., AGHAKOUCHAK A., LLASAT M.C., PROVENZALE A. & TRIGO, R.M. (2017).- On the key role of droughts in the dynamics of summer fires in Mediterranean Europe. *Scientific Reports*, **7**, art. 81.
- VÉLA, E. & BENHOUBOU, S. (2007).- Evaluation d'un nouveau point-chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du nord). *C. R. Biologies*, **330**, 589-605.
- WEYENBERG, S.A., FRELICH, L., & REICH, P. (2004).- Logging versus fire: How does disturbance type influence the abundance of *Pinus strobus* regeneration? *Silva Fennica*, **38**, 179-194.
- WIKARS, L.O. (1997).- Effects of forest fire and the ecology of fire-adapted insects. PhD Thesis, Uppsala, Sweden: *Acta Universitatis Upsaliensis*, Uppsala.