



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

Faculté des sciences.
Département de Biologie.
THESE

Présentée en vue de l'obtention d'un diplôme de doctorat LMD.
Filière : Ecologie et environnement.
Spécialité : Ecologie des Sols.

Intitulé

**Impact du Sanglier (*Sus scrofa*) sur les propriétés
des sols et la régénération forestière dans le nord est
algérien.**

Présentée par : Mlle Benotmane Kamelia Hesni.

Directeur de thèse		
Boukheroufa Mehdi	<i>Maitre de conférences A</i>	Université d'Annaba
Présidente		
Samai Ibtissam	<i>Professeur</i>	Université d'Annaba
Examineurs		
Tiar ghoulam	<i>Professeur</i>	Université d'El Tarf
Boulahbal Raouf	<i>Maitre de conférences A</i>	Université d'El Tarf
Salhi Amina	<i>Professeur</i>	Université d'Annaba
Année universitaire 2023 / 2024		

Remerciements

En me replongeant dans les pages de ce travail de longue haleine, je suis envahie d'une profonde gratitude envers ceux qui m'ont accompagnée et soutenue tout au long de ce chemin. C'est avec un cœur rempli de reconnaissance que je souhaite exprimer ma sincère gratitude à toutes les personnes ayant contribué à l'aboutissement de ce chapitre important de ma vie académique.

*Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde reconnaissance à la Présidente du jury, **Pr Samai Ibtissem**, dont l'acceptation de présider ce jury revêt une grande importance pour moi. Votre confiance préliminaire et votre volonté de guider les délibérations sont des honneurs que je chéris grandement.*

*Je suis également reconnaissante envers les examinateurs **Pr Salhi Amina**, **Dr Boulahbel Raouf**, et **Pr Tiar Ghoulem** qui ont accepté d'évaluer mon travail. Votre engagement à examiner le fruit de mes recherches avec votre grand savoir est un élément crucial pour l'aboutissement de ce processus académique.*

*Je tiens à remercier chaleureusement mes superviseurs, mes guides étoilés dans le cosmos académique **Pr Boukheroufa-Sakraoui feriel** et **Dr Boukheroufa Mehdi** pour leur soutien indéfectible, leurs conseils éclairés et leur patience sans borne. Votre accompagnement a été un pilier de ma progression et de ma persévérance, je vous remercie du fond du cœur, non seulement pour ce que vous avez fait pour moi en tant que doctorante, mais aussi pour ce que vous avez ajouté à ma vie sur le plan humain. Cette thèse est le fruit de votre dévouement et de votre amour pour l'enseignement et je suis honorée d'avoir pu parcourir ce chemin à vos côtés.*

*Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers **Pr Meriggi** pour son accueil exceptionnel à l'université de Pavie-Italie, ainsi qu'envers son équipe dévouée, **Francesca et Lora**.*

*Un immense merci également au **Pr Katona, Dr Centeri** au **Dr Faher** et à **Natalia** de l'université Szent István-Hongrie pour leur soutien inestimable, le partage généreux de leur savoir et leur disponibilité sans faille.*

*Je tiens également à exprimer ma plus profonde gratitude à **Dr Dadci Oualid** et **Dr Dadci- Sakraoui Rym** pour leur aide inestimable et leur encouragement constant tout au long de ces années.*

*Je souhaite également adresser ma gratitude à mes collègues de l'équipe **DAFEC**, avec qui j'ai partagé tant de moments de réflexion et d'échange. Votre esprit de camaraderie et votre solidarité ont rendu les jours difficiles plus légers et les succès plus doux.*

*Ma grande reconnaissance va chaleureusement à **la Conservation des forêts de Annaba** et un merci énorme à **Dr Mohcene Alleme** à **Afrah Sara** et **Hadjer** ainsi que **la direction de l'environnement** pour leur accueil et pour toutes les données dont ils n'ont pas hésité à me fournir.*

Mes amis, véritables alliés dans cette aventure, ont toujours été là pour m'offrir un sourire, un mot d'encouragement ou une pause bien méritée. Votre présence a ajouté de la couleur à ce voyage parfois monochrome.

Enfin, je suis infiniment reconnaissante envers ma famille. Votre amour inconditionnel, votre soutien sans faille et votre foi en moi ont été les piliers de cette réussite. Cette thèse est autant votre œuvre que la mienne, car sans vous, rien de cela n'aurait été possible.

Abstract

Our doctoral research problem was predicated on the analysis of the contrasting ecological roles of a prolific and invasive species, specifically the wild boar (*Sus scrofa*). The subsequent study was conducted from 2021 to 2023 across various ecosystems where the species is prevalent, notably in its preferred habitat, the forest ecosystem, but also in lacustrine and urban ecosystems to which the species has gradually expanded. Within the forest ecosystem, we undertook the geolocation of rooting signs in both a natural environment and a post-wildfire setting, conducting physicochemical analyses of the rooted soils to deduce effects. We also carried out the geolocation of rooted areas around blue and black lakes to assess impacts during and post the regulated hunting season. Lastly, we conducted an ethno-zoological survey to identify urban sectors in the city of Annaba frequented by the species, and performed regular monitoring at the household waste collection points in these target districts.

The findings indicate that in the natural environment, the wild boar's rooting activity improves the distribution of nutrients in the soil; however, in the post-wildfire environment, this activity does not have a discernible influence on soil characteristics. At wetland sites, our findings from the blue lake exhibit an unequal distribution of rooted areas with intense activity near rare plants such as the royal fern. Conversely, the black lake displayed limited activity, since it is situated near a cork oak grove, indicating that the species frequents this site only for drinking and grooming purposes. Urban environment results reveal that Sector 3, encompassing the districts of Sidi Achour, Les Hongrois, Cité El Rym, and Les Allemands, is identified by Annaba city residents as a hotspot for the species' presence, with an exponential proliferation. Finally, the results demonstrate that regulated hunting efforts have no impact on wild boar populations. These findings provide essential data for conservation managers to devise a true management strategy for this invasive species and thus prevent deleterious effects on biodiversity, animal health, and human wellbeing.

Keywords: *Sus scrofa* – invasive species – ecosystems – biomonitoring – conservation management.

RESUME

Notre problématique de thèse s'est appuyée sur l'analyse des rôles écologiques aux effets contrastés d'une espèce invasive et prolifique, en l'occurrence le sanglier *Sus scrofa*. L'étude qui en découle a été réalisée entre 2021 et 2023 dans différents types d'écosystèmes où l'espèce est présente, en l'occurrence, l'écosystème forestier qui est son habitat de prédilection, mais également dans les écosystèmes lacustres et urbains où l'espèce a progressivement migré. Nous avons mené dans l'écosystème forestier un travail de géolocalisation des traces d'enracinements dans un milieu naturel et un milieu post incendié, où nous avons réalisé des analyses physicochimiques des sols enracinés pour en déduire les effets. Nous avons également mené un travail de géolocalisation des surfaces enracinées au niveau des lacs bleu et noir pour évaluer les effets pendant et après la période de chasse réglementaire. Enfin, nous avons mené un travail s'enquête ethno zoologique pour identifier les secteurs urbains de la ville de Annaba fréquentés par l'espèce, et réalisé un monitoring régulier au niveau des points de collecte d'ordures ménagères de ces quartiers cibles.

Les résultats obtenus montrent que dans le milieu naturel le sanglier pratique une action de labourage, améliorant la distribution des nutriments dans le sol par contre, son activité dans le milieu post incendié n'a pas d'influence perceptible sur les caractéristiques édaphiques. Dans les zones humides, nos résultats dans le lac bleu montrent une répartition inégale des surfaces enracinées avec une activité intense près de plantes rares telles que la fougère royale. En revanche, dans le lac noir les résultats ont mis en exergue une activité assez restreinte, du fait que le lac est à proximité d'une subéraie ce qui explique que l'espèce n'y s'y rend que pour des fins d'abreuvement, et de toilette. Les résultats relatifs à la fréquentation du milieu urbain montrent que le secteur 3, qui englobe les quartiers de Sidi Achour, Les Hongrois, Cité El Rym et Les Allemands, est désigné par les résidents de la ville de Annaba comme étant un hot spot de fréquentation de l'espèce, avec une prolifération exponentielle. Enfin, les résultats montrent que les efforts de chasse réglementaire n'ont aucune incidence sur les populations de sanglier. Ces résultats constituent des données fondamentales pour les gestionnaires, afin de mettre en place une véritable stratégie de gestion conservatoire de cette espèce invasive et de prévenir ainsi les effets délétères sur la biodiversité, la santé animale et le bien être humain.

Mots clé : *Sus scrofa* – espèce invasive – écosystèmes – bio monitoring – gestion conservatoire.

ملخص

إشكالية الأطروحة البحثية لدينا استندت على تحليل الأدوار البيئية ذات التأثيرات المتباينة لنوع غازي ومتكاثر، وهو الخنزير البري *Sus scrofa*. الدراسة التي تلت ذلك أجريت بين عامي 2021 و2023 في أنواع مختلفة من النظم البيئية التي يتواجد فيها النوع، وبالأخص، النظام البيئي الغابي الذي يعد موطنه المفضل، ولكن أيضاً في النظم البيئية البحرية والحضرية التي هاجر إليها تدريجياً. أجرينا في النظام البيئي الغابي عملاً لتحديد مواقع آثار الحفر في بيئة طبيعية وبيئة بعد حريق، حيث قمنا بتحليلات فيزيائية وكيميائية للتربة لاستنتاج التأثيرات. كما قمنا بعملية تحديد مواقع الأسطح التي تم حفرها في محيط البحيرة الزرقاء والبحيرة السوداء لتقييم التأثيرات أثناء وبعد فترة الصيد التنظيمية. أخيراً، أجرينا عملاً لاستطلاع الرأي الإثنوزولوجي لتحديد القطاعات الحضرية في مدينة عنابة التي يرتادها النوع، وأجرينا مراقبة منتظمة عند نقاط تجمع النفايات المنزلية في هذه الأحياء المستهدفة.

أظهرت النتائج أن الخنزير البري في البيئة الطبيعية يمارس نشاطاً للحرق، يحسن توزيع المغذيات في التربة بينما في البيئة بعد الحريق لم يكن لنشاطه تأثير ملحوظ على خصائص التربة. في المناطق الرطبة، أظهرت نتائجنا في البحيرة الزرقاء توزيعاً غير متساوٍ للمساحات المحفورة مع نشاط مكثف بالقرب من نباتات نادرة مثل السرخس الملكي. بالمقابل، أظهرت البحيرة السوداء نشاطاً محدوداً، نظراً لأن البحيرة تقع بالقرب من غابة الفلين مما يفسر أن النوع لا يزورها إلا لأغراض الشرب والتنظيف. النتائج المتعلقة بالتردد على البيئة الحضرية تظهر أن القطاع 3، الذي يضم أحياء سيدي عاشور وحي Les Hongrois وحي الريم وحي Les allemands، يتم تحديده من قبل سكان مدينة عنابة كنقطة ساخنة لوجود هذه الفصيلة، مع انتشار تكاثري تصاعدي. وأخيراً، تظهر النتائج أن جهود الصيد المنظم ليس لها أي تأثير على مجموعات الخنازير البرية. تقدم هذه الاكتشافات بيانات أساسية لمديري الحفظ لوضع استراتيجية إدارة حقيقية لهذا النوع الغازي وبالتالي منع التأثيرات الضارة على التنوع البيولوجي وصحة الحيوانات ورفاهية الإنسان.

الكلمات المفتاحية: *Sus scrofa* - النوع الغازي - الأنظمة البيئية - الرصد البيولوجي - إدارة الحفظ.

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1	Donnés Météorologiques de la Ville de Annaba (2021- 2023). T : Température moyenne annuelle. TM : Température maximale moyenne annuelle. Tm : Température minimale moyenne annuelle. PP : Précipitation totale annuelle de pluie et / ou neige fondue.	11
2	Principaux cours d'eau du PNEK (Benyakoub <i>et al.</i>, 1998)	15
3	Donnés Météorologiques du Parc National d'El Kala (2021- 2022). T : Température moyenne annuelle. TM : Température maximale moyenne annuelle.	16
4	Position systématique du sanglier	19
5	Présentation du questionnaire d'enquête distribué aux citoyens	53
6	Description des quartiers du secteur 3 de la Wilaya de Annaba.	56
7	Analyse comparative des paramètres physico chimiques entre ring out et in dans le milieu naturel	59
8	Analyse comparative des paramètres physico chimiques entre ring out et in dans le milieu post-incendié naturel	61
9	Calcule de la superficie des zones enracinées au lac bleu (Sasplanet)	64
10	Calcule de la superficie des zones enracinées au lac Noir (Sasplanet)	66
11	Révision des effets des sangliers sur les paramètres physico-chimiques des sols dans les milieux naturels	84
12	Résumé de la faune forestière contribuant à la régénération forestières et l'amélioration de la qualité des sols des forêts avec zone d'étude, nom des espèces et références représentatives.	85

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	Le système "individus - environnement - population" (Barbault, 1992)	01
2	Modèle conceptuel des interactions entre les espèces envahissantes, espèces natives, fonctionnements des écosystèmes, le commerce mondial et le changement global (Dukes & Mooney, 2004).	02
3	Taxonomie de la famille des Suidés et du genre <i>Sus</i> en particulier (d'après la synthèse de Ruvinski & Rothschild 1998).	04
4	Impacts du Sanglier sur l'environnement avec en (a) l'impact sur les végétaux et en (b) l'impact sur les animaux. D'après Massei & Génov 2004.	06
5	Carte de localisation de la zone d'étude.	09
6	Carte géologique schématique du massif de l'Edough (Hilly, 1962).	10
7	Situation du Parc National d'El Kala (Sas Planet, 2022). Limites en rouge	13
8	Unités éco-géographiques de la zone d'étude (D'après Benyacoub <i>et al.</i> , 1998. Modifié)	14
9	Localisation de la ville d'Annaba.	17
10	Carte des différents types des sols (Carte réalisée par Sadiq Tahmi, 2022).	18
11	Relation entre la couleur et l'âge du sanglier (Daucourt & Gaudy.,2018)	19
12	Poils du sanglier (Cliché Ben Ammar, 2013).	20
13	Répartition du <i>Sus Scrofa</i> en Algérie (Kowalski & RzebiK ZEBIK- Kowalska., 1991) (Modifiée,2023)	21
14	Description de l'aire de répartition du sanglier (en vert) (Daucourt & Gaudy, 2018) Source : www.atlas-mammiferes.fr	22
15	Morphologie du sanglier (Argelliers2007)	23
16	<i>Sus Scrofa Attila</i> record de 355 kg (Daucourt & Gaudy, 2018)	23
17	Canines de Sanglier. (a) grès et défenses d'un mâle, (b) canines d'un mâle à bouche fermée (Ben Ammar, 2013)	24
18	Mâchoire inférieure d'un Sanglier mâle (Selmoun, 2013)	25
19	Grès de sanglier (Daucourt & Gaudy, 2018)	25
20	Distinction du sanglier mâle et femelle (Daucourt & Gaudy, 2018)	26
21	Empreintes du Sanglier <i>Sus Scrofa</i> (Cliché Benotmane)	27

22	Carte de la zone d'étude et les points des relevés du site naturel de Bouzizi, du site post-incendié de Ain barbar	31
23	Mesures standard prises sur chaque enracinement : à l'intérieur, sur la bague et à l'extérieur	32
24	Protocole de préparation des échantillons de sol. (Cliché Benotmane K, 2021)	33
25	Lac bleu (Cliché Benotmane K., 2022).	49
26	Végétation du lac Bleu (a :Ranunculus aquatilis, b :Iris pseudacorus, c :Osmunda japonica,d : Nymphaea alba) (cliché Benotmane., 2022)	49
27	Lac Noir (Cliché Benotmane K., 2022).	49
28	La végétations du lac Noir (A : Pistacia lentiscus,B : Potamogeton polygonifolius, C : lavandula stoechas,D : Cynoglossum creticum, E : Cistus salviifolius).	50
29	La carte du secteur 3 de la Wilaya d'Annaba.	52
30	Carte du secteur 3 de Annaba avec les points de collecte (Source : Direction de l'environnement).	55
31	Les médianes des variables mesurées dans le milieu naturel	58
32	Les médianes des variables mesurées dans le milieu post-incendié	61
33	Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques du sol dans la forêt naturelle de Bouzizi	62
34	Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques du sol dans la forêt post-incendiée de Ain Barbar	63
35	Carte zone d'enracinement pendant la période de chasse au lac bleu	64
36	Carte zone d'enracinement après la période de chasse au lac bleu	65
37	Trace d'enracinement du sanglier <i>Sus scrofa</i> au lac Bleu	65
38	Carte zone d'enracinement pendant la période de chasse au lac Noir	66
39	Carte zone d'enracinement après la période de chasse au lac Noir	67
40	Trace d'enracinement du sanglier <i>Sus scrofa</i> au lac Noir	67
41	Ration femme/homme questionnée.	68
42	Proportion des personnes questionnées selon les classes d'âges.	69
43	Proportions des sangliers dans les secteurs de la Wilaya d'Annaba	69
44	Lieu et heure d'observation du sanglier dans le milieu urbain.	70
45	Organisation sociale du sanglier dans le milieu urbain.	71
46	Différenciation des Sexes chez les Sangliers par les Citoyens Enquêtés.	72

47	Contact des sangliers avec d'autres espèces.	72
48	Perception des citoyens de la Wilaya d'Annaba sur l'évolution des effectifs des Sangliers.	73
49	Perception du danger posé par les Sangliers en milieu urbain.	74
50	Perception de l'impact du sanglier dans l'environnement.	74
51	Perception de l'urbanisation du sanglier.	75
52	Cartographies des points chauds de densité du sanglier dans le secteur 3	76
53	Effectifs médians des populations de Sangliers dans les différents quartiers du 3ème secteur (Représentation graphique par Boxplot)	77
54	Evolution mensuelle des effectifs du sanglier.	78
55	Variations mensuelles des effectifs du Sanglier en fonction de l'âge	78
56	Variations mensuelles des effectifs du Sanglier dans les différents quartiers du secteur 3	80

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
II. MATERIEL ET METHODES	9
1. Présentation des zones d'étude	9
1.1. Le massif montagneux de l'Edough.....	9
1.2. Les zones humides du Park National d'El Kala.....	13
1.3. La ville de Annaba	17
2.2. Présentation du modèle biologique.....	19
2.2.1. Position systématique.....	19
2.2.2. Répartition géographique :.....	20
En Algérie :	20
2.2.3. Description morphométrique :	22
2.2.4. Données écologiques :	26
2.2.5 L'impact du sanglier :	30
2.3. Méthodologie générale	30
2.3.1. Impact du sanglier dans le milieu forestier	31
2.3.2 Impact du sanglier sur les zones humides :	47
2.3.3 Impact du sanglier sur le milieu urbain :	52
2.3.1. Enquête ethno - zoologique :	53
2.3.1 Monitoring du sanglier en milieu urbain :	55
Analyses statistiques des données	56
RESULTATS ET INTERPRETATION	57
1. Impact du sanglier dans le milieu forestier :	57
1.1 L'analyse de l'impact du sanglier dans le milieu naturel (BOUZIZI).....	57
1.2L'analyse de l'impact du sanglier dans le milieu post-incendié (AIN BARABAR).....	59
1.3. Analyse comparative de l'impact du sanglier entre le milieu naturel et le milieu post incendié :	62
2. Impact du sanglier dans le milieu lacustre	63
2.1. Impact du sanglier sur le sol au niveau du lac Bleu	63
2.2. Impact du sanglier sur le sol au niveau du lac Noir.....	65
3.L'impact du sanglier sur l'écosystème urbain :	68
3.1. Analyse du questionnaire de l'enquête ethno zoologique :	68
3.1.1. Description de la population ciblée par l'enquête :	68
3.1.2. Analyse des réponses relatives au monitoring du Sanglier :.....	69
3.2 Monitoring des sangliers par quartier dans le secteur 3 :.....	75
3.3Evolution des effectifs de la population du sanglier dans le secteur 3.....	77

DISCUSSION GENERALE	83
Le sanglier exerce-t-il un effet sur les propriétés physio chimiques des sols forestiers?.....	83
Le sanglier exerce-t-il un effet sur les propriétés physio chimiques des sols forestiers post - incendiés?	85
Le sanglier exerce-t-il un effet sur les zones humides?	86
Le sanglier s'urbanise !! quelles causes pour quels effets?.....	87
La chasse régule-t-elle suffisamment les populations de sanglier?.....	89
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	91
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	94

Introduction

INTRODUCTION GENERALE

La notion de population est fondamentale en écologie et en biologie de la conservation, car elle permet de comprendre comment les organismes interagissent avec leur environnement et comment les changements dans la population peuvent avoir des répercussions sur l'écosystème dans son ensemble (Lévêque & Mounolou, 2001). Une bonne gestion des populations animales est souvent nécessaire pour maintenir l'équilibre écologique et prévenir des impacts négatifs sur la biodiversité et les écosystèmes (Song *et al.*, 2020 ; Akesson *et al.*, 2021). Centrée sur l'existence de systèmes population-environnement, les populations animales et végétales subissent des modifications permanentes induites aussi bien par l'apparition de nouveaux individus (reproduction, émigration) mais également par la disparition d'individus (mortalité, immigration), et sont tributaires de variables structurelles telles que : l'effectif à un temps donné (densité de population quand l'effectif est exprimé par unité de surface), la structure spatiale (distribution des individus dans l'espace), la structure démographique (âge et sexe des individus), la structure génétique (fréquences des différents allèles), et l'organisation sociale (Pecl *et al.*, 2017; Weiskopf *et al.*, 2020 ; De Kort *et al.*, 2021). En outre, les populations animales sont étroitement inféodées aux environnements dont elles dépendent et avec lequel elles interagissent dans un cadre climatique et physico-chimique (Rivas *et al.*, 2023). L'étude de la dynamique d'une population animale donne ainsi autant d'indications relatives aux paramètres démographiques qu'aux variations des effectifs et s'appuie largement sur les connaissances fondamentales dans tous les domaines de l'écologie contemporaine (Dakos, 2020 ; Millon, 2020 ; Warlick *et al.*, 2023) (Fig. 1).

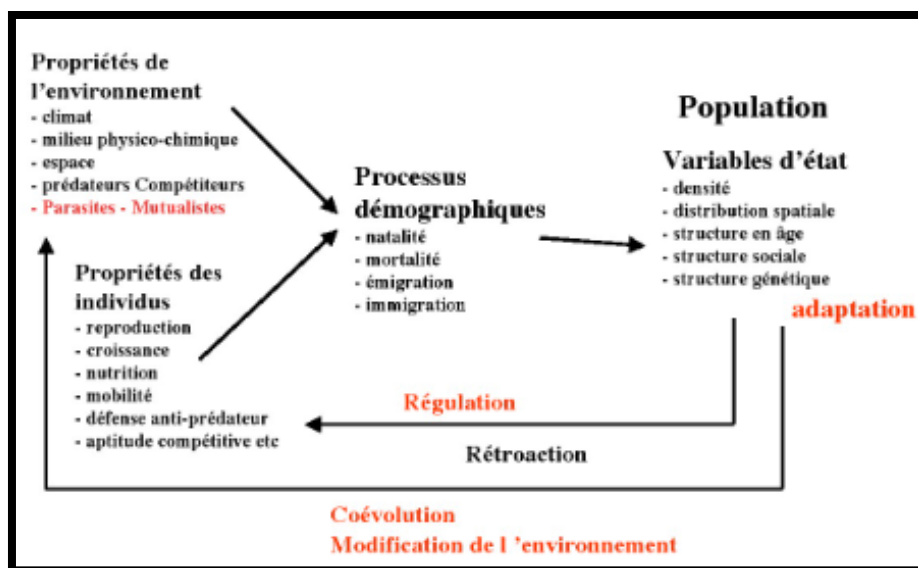


Figure 1 : Le système "individus - environnement - population" (Barbault, 1992)

Ces systèmes populations – environnement sont de plus en plus déstabilisés par les modifications induites par l’homme, et qui ont toujours favorisé le déplacement des ressources faunistiques bien au-delà de leurs potentialités effectives de dispersion naturelles (**Vanderhoeven *et al.*, 2007**). Ces phénomènes de sur dispersion ont été accentué par le développement et la massification des voies de transport, notamment pour les plantes de culture et les animaux d’élevage (**Gentili *et al.*, 2021**) induisant à terme une forte modification dans la distribution des espèces. Outre les activités de transport, celles liées à l’élevage, à la sylviculture et à l’horticulture ont fortement contribué à ces mouvements d’espèces et à l’élargissement hors norme des amplitudes de distribution, donnant ainsi naissance à une des principales menaces pesant sur la biodiversité et les services écosystémiques associés : « les invasions biologiques » (**Hulme, 2021**).

D'un point de vue purement biologique, une invasion est le processus par lequel une espèce, animale ou végétale, est transportée de son environnement d’origine jusqu’à un autre environnement d’où elle était absente (*in* **Prentis *et al.*, 2008**). On qualifie une telle espèce d’exotique dans la région envahie, et elle est dite « envahissante » lorsqu’elle parvient à s’établir, stabiliser sa population, puis proliférer, avec des impacts sanitaires, socioéconomiques et écologiques parfois extrêmement délétères sur la zone touchée (**Diagne, 2021**) (**Fig.2**).

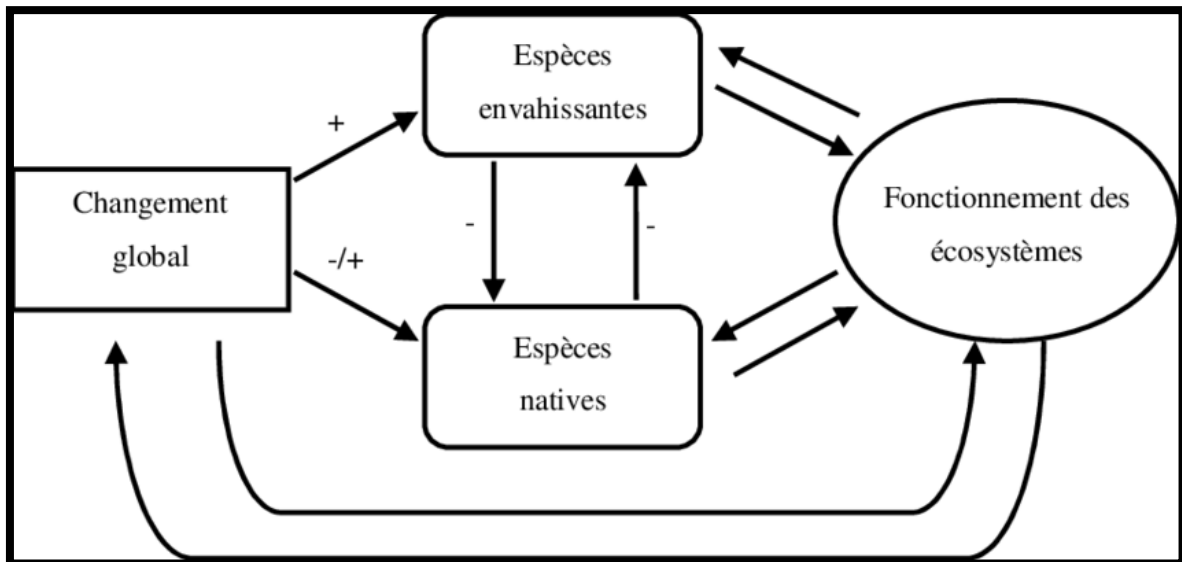


Figure 2 : Modèle conceptuel des interactions entre les espèces envahissantes, espèces natives, fonctionnements des écosystèmes, le commerce mondial et le changement global (**Dukes & Mooney, 2004**).

Les invasions biologiques peuvent perturber les équilibres écologiques en modifiant la structure et la composition des communautés d'organismes, en entrant en compétition directe avec les espèces indigènes pour les ressources trophiques, en prédatant ou en parasitant d'autres espèces, et en modifiant les processus écologiques (Menozzi, 2010 ; Lévêque *et al.*, 2012). Ces effets induisent de lourdes conséquences écologiques, mais également économiques, notamment vis-à-vis de la réduction des rendements agricoles, la destruction d'infrastructures, le coût des mesures de gestion et de contrôle, et les perturbations des industries liées à la biodiversité (Ahmed *et al.*, 2022). Sur ce dernier point, de nombreux travaux indiquent que les invasions biologiques sont l'une des principales causes d'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale (Canning-Clode, 2015) pouvant entraîner l'extinction ou le déplacement d'espèces indigènes, ce qui peut perturber les écosystèmes dans leur ensemble (Bellard *et al.*, 2022 ; Vantarová *et al.*, 2023) Dès lors, il apparaît clair que la compréhension des processus par lesquels les espèces invasives affectent le biote indigène, et l'analyse de leur impact dans l'ensemble de leur aire de répartition, permettent de mettre en place des actions concrètes de conservation, visant à atténuer les pertes supplémentaires de biodiversité (UICN, 2018 ; Adamjy, 2020 ; Ottenburghs, 2021 ; Henry *et al.*, 2023 ; Risch *et al.*, 2021).

Les termes "espèces invasives" et "espèces envahissantes" sont souvent utilisés de manière interchangeable, et étroitement associées, cependant, il existe des nuances subtiles dans leur signification, selon le contexte géographique, selon qu'elles soient indigènes ou introduites, et selon leur capacité à proliférer et à avoir des impacts négatifs sur la biodiversité, les habitats et les écosystèmes (Iannone *et al.*, 2021). Dans ce sens, plusieurs espèces problématiques ont acquis une reconnaissance mondiale grâce à des évaluations exhaustives quantifiant la menace qu'elles représentent pour différents types d'écosystèmes (Early *et al.*, 2016). Le caractère invasif est une notion hybride et complexe, mais néanmoins réductrice, où convergent des mécanismes biologiques (forte fécondité et forte productivité, par exemple), des facteurs causaux historiques (si on ne connaît pas l'histoire d'un milieu, il est impossible de distinguer les espèces récemment naturalisées des espèces autochtones), et des représentations culturelles de la nature (Menozzi, 2010)

Parmi ces espèces invasives, le sanglier occupe une place de choix, dans la mesure où il compte parmi les 100 pires espèces exotiques envahissantes au monde (Olivier *et al.*, 1993 ; Tack, 2018 ; Risch *et al.*, 2021). Les sangliers ne sont pas indigènes d'Afrique du Nord puisqu'ils sont originaires d'Eurasie, mais au fil du temps, ils ont colonisé de nombreuses

régions du monde, y compris l’Afrique du Nord, où ils sont considérés comme une espèce allochtone. De nombreux auteurs ont démontré que l'origine de l'espèce se situe en Asie de l'Est, où les sangliers ont été séparé de leurs parents les plus proches (*Sus verrucosus*) il y a environ 0,9 à 0,5 million d'années (Lucchini *et al.*, 2005 ; Scandura *et al.*, 2008). Sous l'influence de la dernière glaciation, une forte diminution des effectifs s'est produite, mais les Carpates ont servi de refuge, et de nombreuses espèces, y compris les sangliers, y ont trouvé un espace pour survivre (Velickovic *et al.*, 2016). À la fin de la période glaciaire, ces espèces ont rapidement recolonisé les régions voisines et, de nos jours, les sangliers sont largement répandus en Europe, en Asie et en Afrique du Nord (Sommer *et al.*, 2009 ; Mihalik *et al.*, 2020). Leur taxonomie est donc assez complexe avec de nombreuses sous-espèces définies sur des critères morphologiques (Genov, 1999) ou encore génétiques (Larson *et al.*, 2016). Le Sanglier appartient à l’ordre des Artiodactyles et au sous-ordre des Suiformes. Des études paléontologiques révèlent l’existence de la famille des Suidés à l’Oligocène, entre 34 et 23 millions d’années avant notre ère (Ruvinski & Rothschild, 1998). Les Suidés se sont divisés ensuite en trois sous-familles et cinq genres. Le genre *Sus* est le plus diversifié et Groves & Grubb (1993) avaient différencié huit espèces groupées en deux groupes informels (Groves, 2007). Parmi toutes les espèces de ce genre, *Sus scrofa* (sanglier d’Eurasie) est la plus répandue et la plus diversifiée. Ouchaou *et al* (2019) ont mis en exergue une quinzaine de sous-espèces dont les différenciations ont été essentiellement contrôlées par la géographie. Néanmoins, le statut de sous espèces n’est pas reconnu par tous et plusieurs auteurs préfèrent parler de « races » (Fig.3).

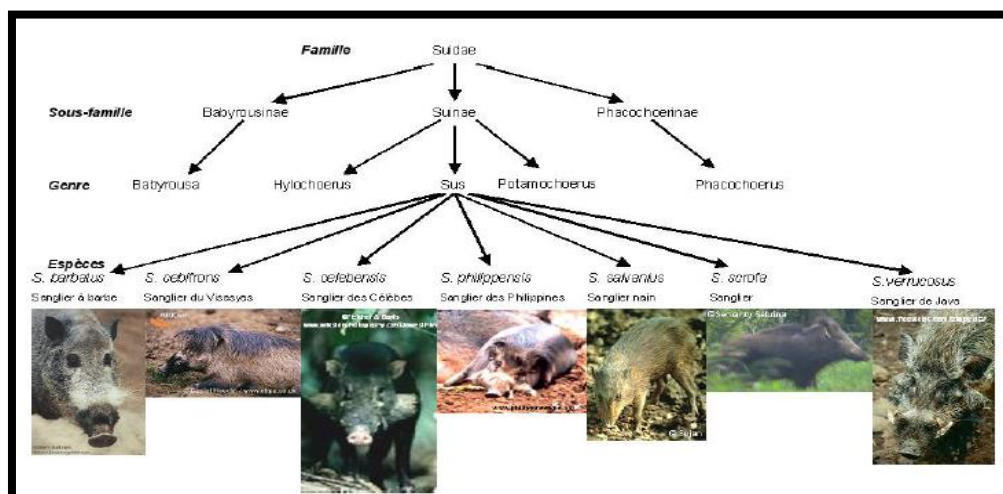


Figure 3 : Taxonomie de la famille des Suidés et du genre *Sus* en particulier (d’après la synthèse de Ruvinski & Rothschild 1998).

De nombreux travaux ont démontré que le sanglier constitue une menace directe sur plus

de 672 taxons dans 54 pays différents dans le globe (**Risch *et al.*, 2021**). En effet, cette espèce à la répartition mondiale, est un mammifère au régime alimentaire généraliste et omnivore, qui va fonctionner à la fois comme un grand prédateur et comme un herbivore, dans toute son aire de répartition qu'elle soit native ou non native (**Barrios-Garcia & Ballari, 2012**). Au cours de ces dernières années, les populations du sanglier ont augmenté régulièrement un peu partout dans le monde (**Massei *et al.*, 2015 ; Vallé *et al.*, 2016 ; Velickovic *et al.*, 2016 ; Tack, 2018 ; El Almi, 2019**). Cette augmentation a des conséquences de plus en plus visibles sur différents types de milieux et d'habitats (**Morelle *et al.*, 2016 in Vallé *et al.*, 2016**), si bien que les fortes densités de sangliers conduisent à des demandes de réduction de la population pour éviter les dommages liés aux : cultures, aux maladies épidémiques, aux problèmes économiques, aux menaces pour la conservation de la nature ainsi qu'à celles pour le bien-être humain (**Gortázar, 2007 ; Lagos *et al.*, 2012 ; Keuling, 2021**). L'impact négatif du sanglier a été largement documenté à travers toute son aire de répartition (**Baubet *et al.*, 2004 ; Cutini *et al.*, 2013 ; Dovrat *et al.*, 2014 ; Burrascano *et al.*, 2015 ; Picard *et al.*, 2015**), Ces effets sont d'autant plus marqués et inquiétants lorsqu'il s'agit des zones humides car même si bon nombre d'entre elles sont régies par des conventions internationales, elles restent néanmoins soumises à des pressions qui compromettent leurs propriétés et leurs capacités de production (**Vallé, 2016**). Et pour cause, ces habitats couvrent environ 6% de la surface de la terre et jouent des rôles multifonctionnels (écologique, biologique et climatique) : ils participent activement dans les équilibres naturels, ce sont des réserves d'eau exploitable par l'homme, ce sont des banques de gènes, et surtout d'importantes réserves biologiques, qui accueillent des populations végétales et animales très diversifiées, contribuant ainsi au maintien de la diversité biologique (**Skinner & Zalawski, 1995**). Cependant, de nombreux indicateurs actuels témoignent en faveur d'une destruction de plus en plus importante de ces espaces vitaux, à travers tout le globe, en Algérie y compris (**Raachi, 2007 ; Delorme *et al.*, 2012 ; Vallée, 2016**). Outre la pression anthropique (**Turner, 1992 ; Adamji, 2020**), l'introduction ou la propagation d'espèces envahissantes, le sanglier le cas échéant, affectent directement les espèces indigènes et peuvent influencer les changements dans ces types d'écosystèmes par le biais de multiples perturbations (**Brown, 2014 ; Risch *et al.*, 2021**). De ce fait, il devient nécessaire voir urgent de mettre en place des études d'impact afin que des mesures réglementaires de gestion rationnelle soient mises en place (**Fig.4**).

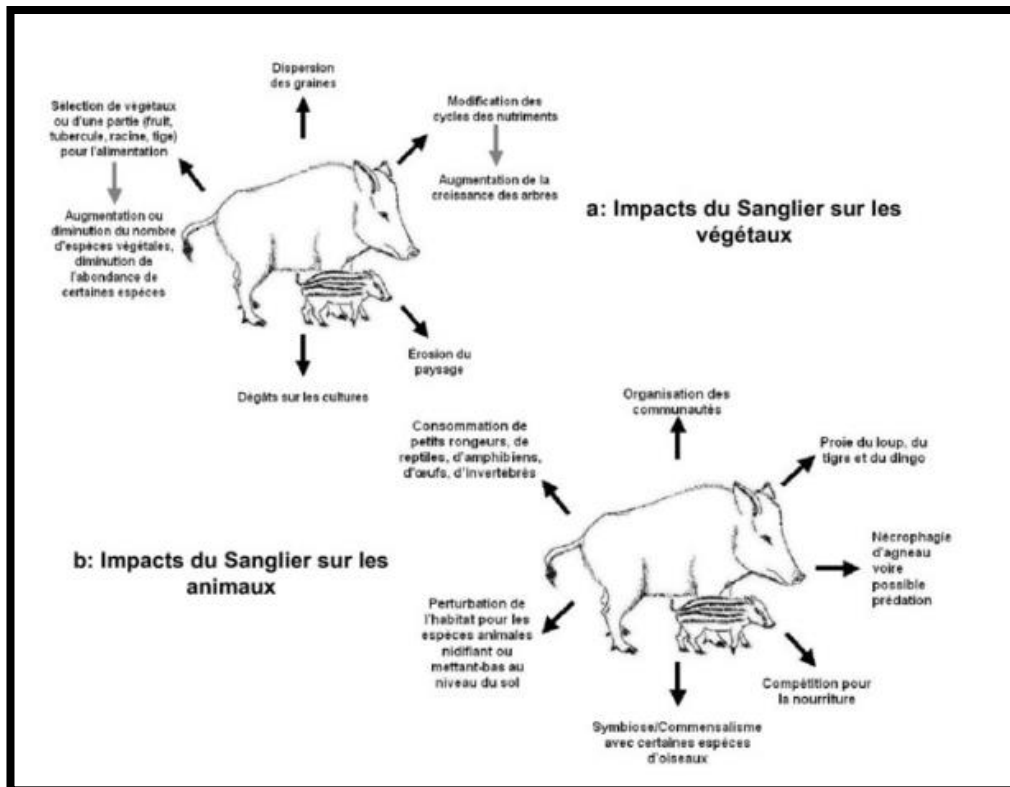


Figure 4 : Impacts du Sanglier sur l'environnement avec en (a) l'impact sur les végétaux et en (b) l'impact sur les animaux. D'après Massei & Génov 2004.

Outre les milieux humides, le caractère invasif du sanglier alimente de nombreuses inquiétudes dans la mesure où l'espèce se retrouve dans le milieu urbain. Il y a cinquante ans encore, le sanglier était un animal difficile à apercevoir, car il représentait l'espèce sauvage par excellence et fascinait aussi bien les naturalistes que les chasseurs. Aujourd'hui, le sanglier semble omniprésent, au bord des routes, comme à l'intérieur des villes. La biodiversité des milieux urbanisés est la résultante d'une mosaïque complexe de milieux naturels résiduels, et de paysages urbains et industriels (centres villes, zones résidentielles, parcs industriels, routes, stationnements, voies ferrées, parcs aménagés, terrains vacants et désaffectés, etc.), ainsi que de territoires agricoles situés en périphérie des aires urbaines. Dans ce contexte, de nombreux auteurs ont décrits les dégâts occasionnés par l'espèce qu'il s'agisse de biens matériels ou encore de problèmes touchant la santé publique (Keuling *et al.*, 2016 ; Keuling, 2021). De nombreux auteurs décrivent des processus de colonisation et/ou d'installation dans des milieux où les effectifs étaient jusqu'à présent peu nombreux (Mauget *et al.*, 1984 ; Gérard & Campan, 1988). Or, cette espèce typiquement forestière, qui exerce un impact positif sur l'aération des sols et qui participe activement à la régénération forestière (Macci *et al.*, 2012 ; Slawski & Slawska, 2020 ; Pitta-Osses *et al.*, 2022), montre de grandes possibilités

d'acclimatation dans des milieux très contrastés (**Vassant & Breton, 1986 ; Nowak *et al.*, 2005**). Partant du principe que les populations de sanglier ne cessent d'augmenter à travers toute leur son aire de répartition (**Servanty, 2007**), de nombreux scientifiques se sont intéressés aux causes de cette prolifération exponentielle. Il en ressort globalement la disparition des prédateurs comme le loup et le lynx (**Bratton 1974, 1975, 1976**), le recul des espaces agricoles dans les milieux les moins propices à la culture, le changement climatique, ou encore la modernisation de l'agriculture (**Barasona *et al.*, 2021**). Dès lors, son arrivée est souvent synonyme de fortes modifications dans le milieu colonisé (bénéfiques ou négatives selon les points de vue) affectant la flore comme la faune (**Singer *et al.*, 1984 ; Lacki & Lancia, 1986 ; Kotanen, 1995 ; Bruinderink & Hazebroek, 1996 ; Barrios-Garcia & Ballari, 2012 ; Brown, 2014 ; Vallée, 2016 ; Benotmane *et al.*, 2022**). C'est pour cette raison que la régulation des populations naturelles du sanglier reste tributaire de la chasse, car l'homme constitue le régulateur principal voir exclusif de cette espèce invasive (**Challies, 1975 ; Mueller-Dombois & Spatz, 1975 ; Howe & Bratton, 1976**). Les méthodes de chasse varient selon les régions en raison des densités de sangliers, des caractéristiques géographiques (végétation, relief, etc.) et des pratiques des chasseurs (**Keuling *et al.*, 2021**), sans compter que la régulation des populations impose une très bonne connaissance du modèle biologique, y compris des classes d'âge concernées par la chasse... (**Boumendjel *et al.*, 2016 ; Keuling *et al.*, 2010 ; 2021**). Ainsi, il apparait clair qu'une bonne gestion de la chasse est essentielle pour réguler, voire réduire, les populations de sangliers, car sans chasse, cette espèce double ses effectifs chaque année, ce qui lui confère le statut d'espèce prolifique et envahissante qu'il devient impératif de réguler (**Massei *et al.*, 2011 ; Keuling *et al.*, 2013 ; Daucourt & Gaudy, 2018**).

En Algérie, les sangliers sont présents dans toute la partie nord du pays, mais ils s'étendent progressivement vers le sud (**Kowalski & Kowalska, 1991**). Cette espèce est surtout présente dans les montagnes boisées qui s'étendent de l'Atlas tellien à l'Atlas pré-saharien. Dans la zone saharienne, le sanglier ne peut être observé que dans les zones humides telles que les palmeraies, au nord du Sahara (**in Boumendjel *et al.*, 2016**). **Boumendjel (2015)** a fait état des résultats d'une étude de recensement élaborée en 1987, par un groupe d'experts bulgares en gestion forestière, et qui a affirmé que la taille de la population de sangliers algériens était estimée à 125 000 individus. La proportion de sangliers qui devaient être chassée chaque année à l'époque était d'environ 10,0 - 20,0 % (12.500 - 25.000) (**El Bey, 2012**). En dehors de cette étude de

recensement, il n'y a pas eu de données enregistrées concernant l'évolution de la taille de la population de sangliers en Algérie, en dépit des nombreux signalements concernant son expansion démographique, du fait que l'espèce ne subit aucune pression de la part des prédateurs naturels, son seul prédateur étant l'homme, et des croyances religieuses qui font que l'espèce n'est pas consommée. A toutes ces données s'ajoute l'interdiction de la chasse durant la décennie noire (de 1992 à 2002), autant de facteurs qui ont sans doute joué un rôle déterminant dans la prolifération exponentielle qu'a connue l'espèce. Actuellement, la chasse du sanglier comme celle du gibier est régie par la Loi 04-07 du 14 août 2004 portant les modalités de l'exercice de la chasse touristique, de délivrance et de validation des permis de chasse, ainsi que les modalités d'organisation et de gestion des battues administratives.

La genèse de cette problématique de thèse s'est donc appuyée sur tous ces éléments à partir desquels nous avons tenté, à travers l'analyse de certaines données bioécologiques du sanglier, de caractériser la totipotence de ses impacts en fonction des milieux qu'il colonise. L'étude qui en découle vise les objectifs suivants :

- Caractérisation de l'impact du sanglier sur l'écosystème forestier : nous avons mené ce travail dans l'écosystème forestier de l'Edough, où nous avons réalisé des analyses physico – chimiques des sols enracinés dans les milieux naturels et dans les milieux post – incendiés.
- Caractérisation de l'impact du sanglier dans l'écosystème lacustre du Parc National d'El Kala, où nous avons cartographié les surfaces enracinées autour des lacs bleu et noir pendant et après l'accomplissement de la période de chasse.
- Caractérisation de l'impact du sanglier dans l'écosystème urbain de la ville de Annaba, quatrième grande métropole d'Algérie, où nous avons mené une enquête ethno-zoologique pour identifier les secteurs où l'espèce est présente, et cartographié les hot spot de fréquentation de l'espèce pour émettre des recommandations aux gestionnaires locaux.

Matériel et méthodes

II. MATERIEL ET METHODES

1. Présentation des zones d'étude

Notre problématique s'est construite autour de l'analyse de l'impact du sanglier dans trois types de milieux : forestier, humide et urbain. Nous avons donc développé trois axes de recherche et nous nous sommes focalisés pour les besoins de notre étude sur les zones suivantes :

- Le massif montagneux de l'Edough pour l'évaluation de l'impact du sanglier en milieu forestier
- Le Parc National d'El Kala pour l'évaluation de l'impact du sanglier en milieu lacustre
- La ville d'Annaba pour l'évaluation de l'impact du sanglier en milieu urbain.

Nous procéderons donc à une description sommaire de chacune des zones pour poser le cadre théorique et méthodologique de nos choix de sites.

1. 1. Le massif montagneux de l'Edough

Le massif forestier de l'Edough se situe dans le nord de la wilaya de Annaba, à l'extrême Nord-Est de l'Algérie, et couvre une superficie totale de 47.350 hectares, il est délimité au Sud-Ouest 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 Méditerranée et le point culminant du massif se situe à 1008 mètres à Kef Sabaa (**Oularbi & Zeghiche, 2009 ; Toubal *et al.*, 2014**), (Fig. 5).

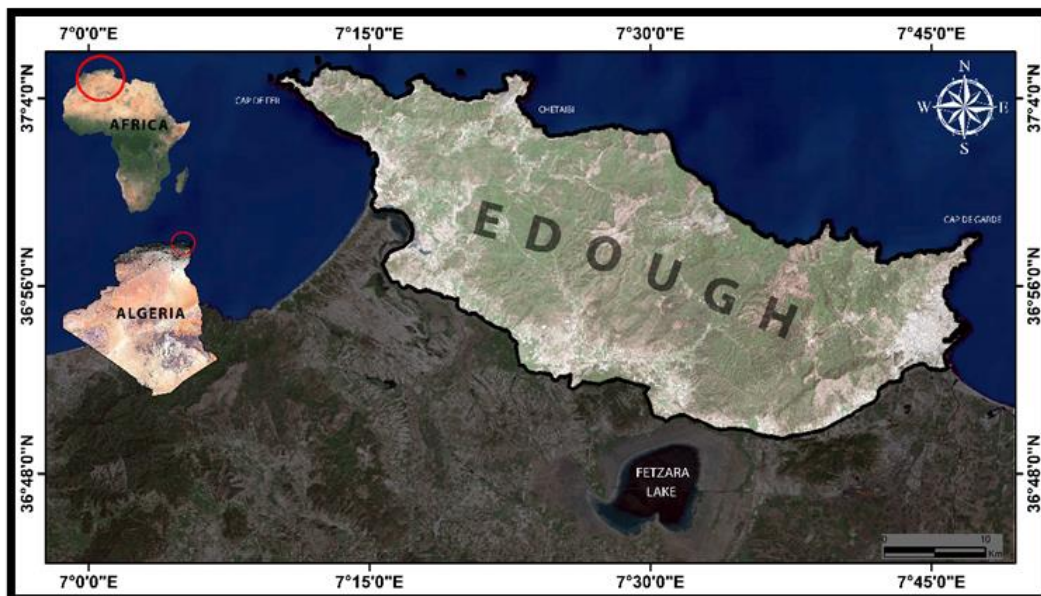


Figure 05 : Carte de localisation de la zone d'étude.

En tant que hot spot de biodiversité, ce site exceptionnel a fait l'objet de nombreuses recherches (Véla & Benhouhou, 2007 ; Hamel *et al.*, 2013 ; Hamel *et al.*, 2018 ; Boulemtafes *et al.*, 2018 ; Bellili, 2022 ; Belbel *et al.*, 2022 ; Laref *et al.*, 2022) Ce qui a conduit à sa désignation en tant que réserve protégée, couvrant à la fois les zones terrestres et marines, y compris la zone humide du lac Fetzara. Ce statut a été officiellement établi par le décret N° 2261, le 7 septembre 2023, avec la signature de l'arrêté par Monsieur Le Wali d'Annaba.

La péninsule de l'Edough est décrite comme étant un ensemble de reliefs de hauteur modérée, formant une sorte d'îlot montagneux entouré par la mer. Elle est réputée pour les pentes raides de ses versants (Hilly, 1962). Il présente un dôme cristallin surmonté de formations sédimentaires mésozoïques d'affinité tellienne, résultant de processus tectoniques. Sa géologie se compose de trois types de formations, à savoir des terrains cristallins, des terrains éruptifs et métamorphiques, des terrains sédimentaires, ainsi que des terrains sédimentaires quaternaires qui remplissent la plaine (Toubal, 1989). Le noyau du dôme est principalement constitué de gneiss en association complexe avec des roches ultrabasiques, et il est surmonté par des micaschistes renfermant du grenat, du disthène et de la staurotide, associés à des marbres. Au-dessus de cela, on trouve une alternance de micaschistes avec du grenat, de la staurotide et de l'andalousite, ainsi que des bancs de quartzite avec des lentilles de leucogranite gneissique (Fig.06).

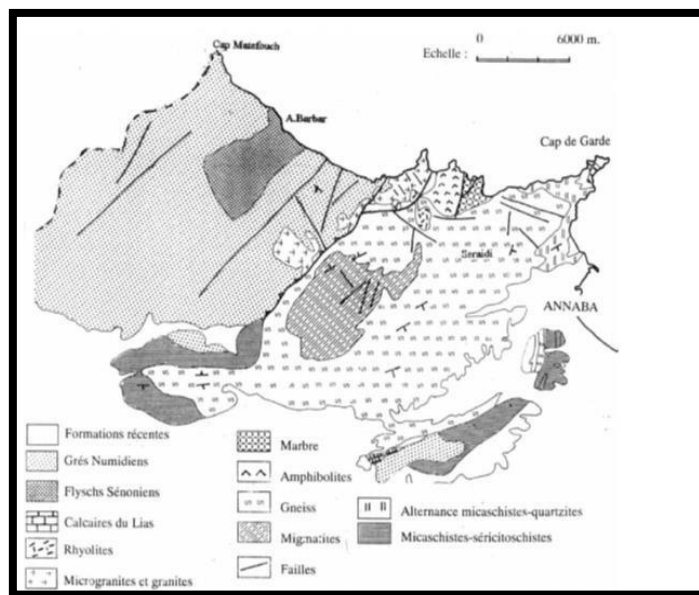


Figure 06 : Carte géologique schématique du massif de l'Edough (Hilly, 1962).

Le climat qui prévaut dans la région montagneuse est typiquement de type méditerranéen. Les précipitations varient en fonction de l'altitude, augmentant à partir du niveau de la mer jusqu'au point culminant de la région à 1008 mètres. Il est important de noter que les précipitations sont significatives, souvent dépassant un mètre annuellement, (*in Boulemtafess, 2015*). Les variations de température sont influencées par plusieurs facteurs, notamment la saison, la latitude, l'altitude et les conditions atmosphériques. Dans la péninsule de l'Edough, les températures mensuelles les plus élevées sont généralement enregistrées de juin à août, tandis que les températures les plus basses sont observées de novembre à mars (**Louhi, 2014**).

Le vent joue un rôle constant le long de la côte de l'Edough et a des effets directs et indirects sur l'environnement. Il peut causer des dommages physiques à la végétation, au sol et aux roches, tout en modifiant d'autres facteurs climatiques tels que la répartition des précipitations, la diminution des températures et l'augmentation de l'évaporation. Les vents dominants proviennent du Nord-Ouest et apportent les précipitations les plus abondantes, caractérisés par des vitesses très élevées. Les vents du Sud-Est, connus sous le nom de Sirocco, sont chauds et sont plus fréquents en août (**Seltzer, 1946**) (**Tab.01**).

Tableau 01 : Données Météorologiques de la Ville de Annaba (2021- 2023). T : Température moyenne annuelle. TM : Température maximale moyenne annuelle. Tm : Température minimale moyenne annuelle. PP : Précipitation totale annuelle de pluie et / ou neige fondue.

Année	T	TM	Tm	Pp	V	RA	SN	TS	FG
2021	18,7	24,4	13. 3	619.83	13	89	0	31	29
2022	19,7	25	13, 7	590,95	12	83	0	24	33

Le massif de L'Edough dont les altitudes vont de 0 à 1008 m, est essentiellement occupé par les terres forestière (forêts, maquis et reboisements) sont dominantes avec une superficie de 45 802 Ha soit 94,4% de la superficie totale de la zone. L'occupation du sol à dominance forestière avec un taux de boisement de 80 % ; mais le couvert forestier est dégradé et clairsemé en raison de la pression animale (surpâturage). Les terres à cultures sont modestes et ne couvrent que 5,3 % de la superficie totale de la péninsule. Les maquis représentent 65 % de la superficie occupée par les terres forestières dont les deux tiers à l'état de maquis arboré ce qui témoigne de l'état de dégradation des forêts. Les forêts proprement dites ainsi que les reboisements couvrent une superficie de 16054 Ha soit 35 % des formations forestières de la zone constitués par les essences végétales suivantes :

Le chêne liège (*Quercus suber*), le chêne zen (*Quercus canariensis*), L'olivier (*Olea europaea*), Pin maritime (*Pinus pinaster*), châtaignier (*Castanea sativa*), Bruyère arborescente (*Erica arborea*). La répartition de la végétation se fait suivant les conditions écologiques locales : altitude, topographie, substrat et bioclimat. La flore régionale de l'Edough se caractérise essentiellement par les légumineuses arbustives (*Cytisus, Calycotome, Genista, ...*), les rosacées (*Cerasus, Rubus, Crataegus*), les éricacées et les cistacées.

Les groupements végétaux se rangent dans 3 étages altitudinaux de végétation qui succèdent de bas en haut comme suit :

- L'étage thermoméditerranéen : Nettement thermophile, qui se caractérise par l'oléolentisque à caroubier (0 à 500 m), avec pour espèces principales : *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Nerium oleander*, *Ceratonia siliava*, *Chamaerops humilis*, *Porasium majus*.
- L'étage mésoméditerranéen : Qui regroupe les chênaies persistantes à chêne-liège et les groupements climatique à pin maritime (500 à 800). Les espèces qui s'y distinguent sont : *Quercus suber*, *Pinus pinaster*, *Quercus faginea*, *Pteris aquilina*, *Cerasus avium*, *Cytisus crifolorus*, *Erica arborea*, *Lavandula stoechos*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea media*, *Daphne gnidium*, *Myrtus communis*.
- L'étage supraméditerranéen : domaine de la chênaie caducifoliée à chêne-zeen audessus de 800 m environ, on y trouve également : (*Castanea sativa*), (*Ilex aquifolium*), (*Alnus glutinosa*), (*Viburnum tinus*), (*Ceataegus monogyba*), (*Cyclamen africanum*) (**Toubal, 1986**).

La faune du massif forestier de l'Edough n'est plus la même, l'ours et le lion ont complètement disparu. Elle se compose de la plupart des espèces communes en Algérie du nord : le chacal dore (*Canis aureus algirensis*), le loup doré d'Afrique (*Canis anthus*), la genette commune (*Genetta genetta*), le renard roux (*Vulpes vulpes*), le chat sauvage (*Felis silvestris*), le sanglier (*Sus scrofa*), la mangouste (*Herpestes ichneumon*), le herisson d'Algérie *Atelerix algirus*, la musaraigne musette (*Crocidura russula*), le porc-épic (*Hystrix cristata*) et le mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*). Le porc-épic (*Erethizon dorsatum*). Parmi les oiseaux on peut citer la bus, l'épervier le pigeon ramier, le merle, le rouge gorge, le huppe fascié, la mésange, la grive et le Geal. On peut citer aussi quelques espèces d'insectes comme les papillons dont l'Azuré commun (*Polyommatus icarus*), Jason ou Pacha à deux queues (*Charaxes jasius*) et le Citron de Provence (*Gonepteryx cleopatra*). (**DGRF, 2006**).

1.2. Les zones humides du Parc National d'El Kala

Le Parc National d'El-Kala (PNEK) a été créé par le décret 83/462 du 13/07/1983, répondant au souci de l'Algérie de préserver son patrimoine naturel national. Situé à l'extrême Nord-Est algérien, dans la wilaya d'El-Tarf, le PNEK est délimité par la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est, la mer Méditerranée au Nord, le marais de la Mekkada à l'Ouest, et les monts de la Medjerda au Sud et à l'Est (**Benyacoub, 1993**). Cet espace s'étend sur une superficie de 76 438 ha et englobe plusieurs communes de la région (**Fig.7**).

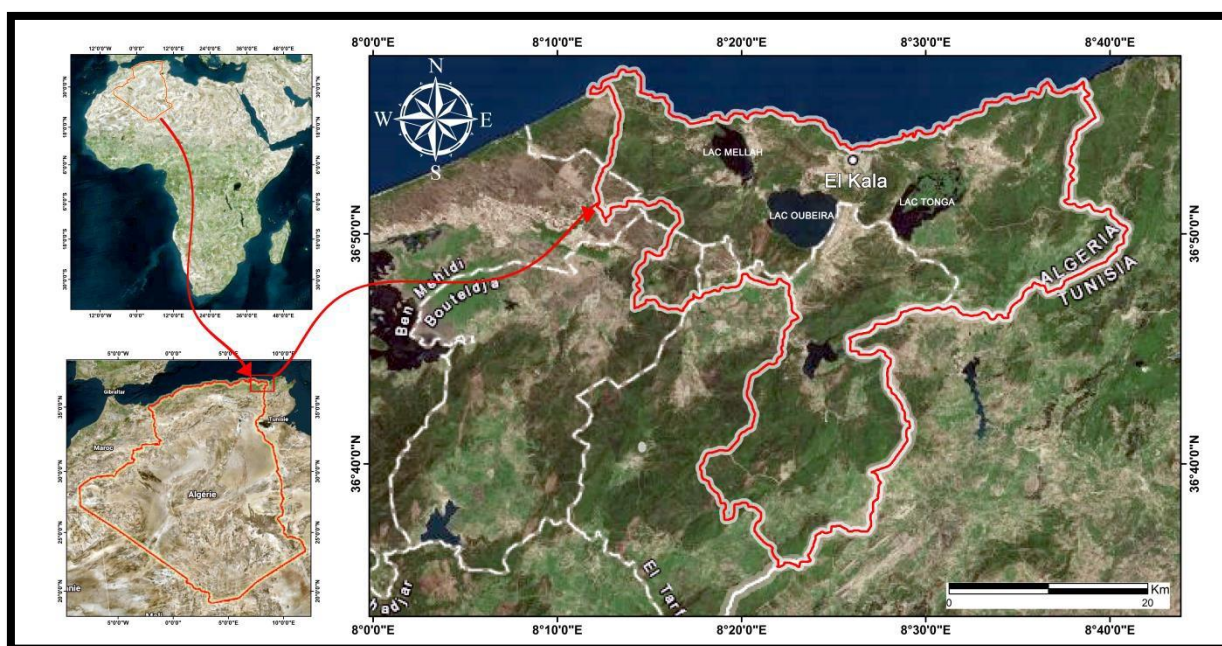


Figure 07 : Situation du Parc National d'El Kala (Sas Planet, 2022). Limites en rouge

L'histoire géologique du PNEK est fortement marquée par les événements liés à la formation du tell oriental. Cette région représente le prolongement vers l'Est de l'Atlas tellien, chaîne montagneuse qui traverse le nord de l'Algérie en direction générale S-S. O-N. N-E. Au cours du tertiaire, une importante activité tectonique au miocène inférieur, a donné lieu à d'importants mouvements orogéniques qui ont conduit à l'élévation et la conformation du tell oriental, avec son volume montagneux actuel (**Morel, 1990**). Par la suite, le rabaissement du niveau de la mer a entraîné le creusement de vallées sur le versant nord de l'Atlas et un dépôt important de conglomérats dans tous les bassins internes (**Marre, 1987**). Au quaternaire supérieur, une intense période d'activité érosive

a profondément façonné les paysages actuels et a donné lieu à la formation du cordon dunaire littoral et ses plages, ainsi qu'au dépôt d'alluvions sur toutes les parties basses.

Joleaud (1936) a étudié la lithologie régionale. Il en ressort une dominance de grès et d'argiles numidiens de l'Eocène supérieur. Les grès sont la composante essentielle des reliefs de la région. La désagrégation des roches donne des sols de nature acide favorisant le développement d'importants maquis à essences acidophiles telles que le chêne liège. Les argiles, quant à eux, constituent un socle profond, imperméable, sur lequel reposent les grès numidiens. En surface, ils affleurent dans les fonds de vallées et les dépressions.

Les dunes sableuses les plus anciennes sont composées d'éléments très fins et très éolisés et sont recouvertes d'une pellicule ferrugineuse, d'où le nom de *sables rouges* donné à ces dunes. Certaines se retrouvent jusqu'à 30 km de la côte, dans la vallée d'Oued Bougous, ce qui montrent qu'elles avaient une grande extension (**Morel, 1990**). Les dunes récentes, voire actuelles, recouvrent la moitié nord-ouest du massif du cap Rosa, où elles peuvent dépasser les 100 m de hauteur.

On peut distinguer trois grands ensembles écologiques se succédant du nord au sud, dans un alignement est-ouest approximativement parallèle : la zone littorale méditerranéenne, la zone sublittorale, formée de collines et de dépressions et les montagnes de la Medjerda susdites (**Fig. 8**).

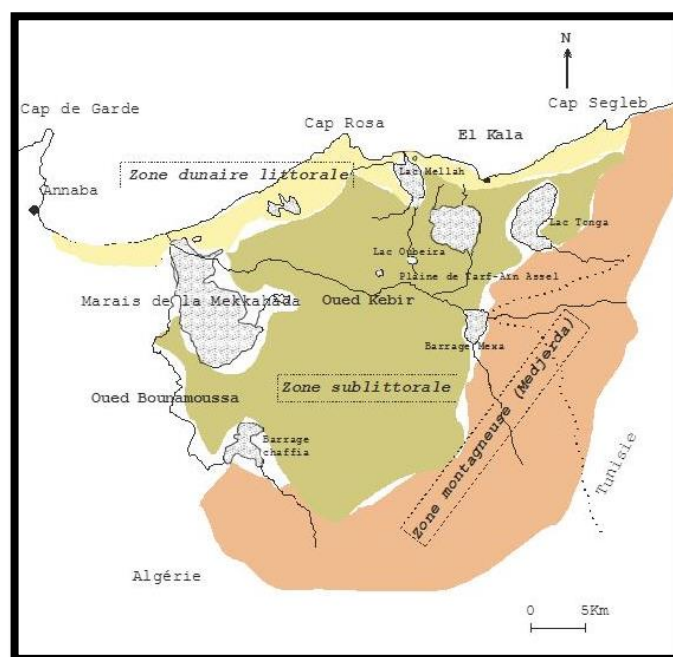


Figure 08 : Unités éco-géographiques de la zone d'étude
(D'après Benyacoub *et al.*, 1998. Modifié)

Le PNEK se distingue par un réseau hydrographique étendu comprenant plusieurs lacs tels que le lac Tonga, le lac Oubeira, le lac Mellah, le lac Bleu, le lac Mexa et le lac Noir, ainsi que des sources telles que Bougles, Bouredim et Oum El Bhaim situées au sud-est de la région, avec un débit total de 150 l/s, équivalent à 12 700 m³/j. Les autres sources, environ 40 au total et réparties dans le parc ou ses environs, présentent des débits variables allant de 0,5 l/s à 10 l/s (**Benyakoub *et al.*, 1998**). Le PNEK comprend également un barrage et plusieurs oueds, parmi lesquels El-Kebir, El-Areug, Bougous et El-Aroug sont les plus importants.

La topographie de la région d'El Kala donne lieu à trois systèmes hydrographiques distincts (**Tab 02**) :

1. La partie sud-est est drainée par trois oueds, à savoir l'oued Bougous, Mellila et l'oued El Kebir, ce dernier agissant comme le collecteur principal avec des apports de 245 Hm³/an. Il alimente les nappes dunaires, et pendant les crues, les dépressions inter-dunaires sont inondées.
2. La partie orientale se caractérise par plusieurs oueds, généralement à faible débit, qui s'écoulent principalement dans la plaine d'Oum Teboul.
3. La partie ouest est traversée par de nombreux oueds tels que Bouaroug, Mellah, Reguibet, Boumerchen, Dai El-Graa, qui se déversent majoritairement dans les lacs Mellah et Oubeira.

Tableau 02 : Principaux cours d'eau du PNEK (Benyakoub *et al.*, 1998)

Principaux Oueds	Longueur (Km)	Exutoire
Oued Reguibet	8	Mellah
Oued Nhal	3,5	Plage cap rosa
Oued Mellah	7	Mellah
Oued El-Aroug	5	Mellah
Demat Rihane	1,5	Oubeira
Boumerchen	2	Oubeira
Dai El-Graa	5	Oubeira
El-Areug	10	Tonga
El-Hout	14	Tonga
Bougous	24	Mexa
Sbaa	4	Oued El-Kebir

Bouredim	5	Bouredim
Messida	10	Oubeira El-Kebir
El-Kebir	35	Mafrag

Le climat méditerranéen de la région se caractérise par des contrastes saisonniers marqués, avec une saison douce et pluvieuse d'octobre à avril, suivie d'une saison chaude et sèche de juin à septembre, ponctuée par des changements brutaux tels que les vagues de chaleur dues aux siroccos. L'automne et le printemps sont de courte durée et sujets à des variations climatiques soudaines. Dans l'ensemble, la région d'El-Kala bénéficie d'un climat méditerranéen chaud, avec des températures maximales pouvant atteindre 50°C, tandis que les températures les plus basses sont enregistrées en altitude pendant l'hiver au Djebel Ghorra, avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an (**Benyacoub & Chabi, 2000**) (Tab.03).

Tableau 03 : Données Météorologiques du Parc National d'El Kala (2021- 2022). T : Température moyenne annuelle. TM : Température maximale moyenne annuelle. Tm : Température minimale moyenne annuelle. PP : Précipitation totale annuelle de pluie et / ou neige fondue.

Année	T	TM	Tm	Pp	V	RA	SN	TS	FG
2021	18.88	25.3	15. 3	550.41	14	84	0	29	27
2022	20,1	26	15, 7	520,75	13	79	0	22	30

Le PNEK abrite une faune exceptionnelle, notamment une riche variété d'oiseaux, avec 189 espèces répertoriées, dont 55 sont des migrateurs hivernaux et 134 sont des espèces nicheuses (**Benyacoub, 1998**). En outre, le parc compte 199 espèces d'invertébrés, 17 espèces de reptiles, 11 espèces de mammifères, et 7 espèces de micromammifères (**Benyacoub et al., 1998 ; Rouag et al., 2006 ; Bouslama et al., 2009 ; Boukheroufa et al., 2009 ; Hafis et al., 2015 ; Sakraoui et al., 2014 ; Ailam, 2017 ; Kettaf, 2019 ; Fediras et al., 2020**)

En ce qui concerne la flore du PNEK, **De Belair (1990)** a recensé une diversité exceptionnelle avec plus de 850 espèces, englobant des algues, des champignons, des lichens, des mousses, des fougères, et des spermaphytes. Cette diversité végétale contribue à l'écosystème unique du parc, renforçant son importance en tant que réserve de biosphère reconnue par l'UNESCO depuis 1991.

1.3. La ville de Annaba

Annaba, la quatrième plus grande ville d'Algérie avec une population de 640 050 habitants, est une grande métropole située à 600 kilomètres de la capitale Alger. Elle s'étend sur 1 412 km², avec un littoral méditerranéen de 80 km, offrant un cadre géographique unique. Limitée au nord par la mer Méditerranée, au sud par la wilaya de Guelma, à l'est par la wilaya d'El-Tarf, et à l'ouest par la wilaya de Skikda, cette ville est entourée par des éléments naturels remarquables (Belabed, 2009). Annaba, en tant que centre industriel majeur, est renommée pour sa polyvalence industrielle, en particulier en tant que capitale de la production d'acier. Le complexe sidérurgique d'El Hadjar (ARCELOR MITTAL) et le complexe de production d'engrais ASMIDAL (FERTIAL, KIMIAL et SOMIAS) sont les piliers de son économie industrielle, avec 84 entreprises opérant dans divers secteurs. De plus, en tant que technopole universitaire, Annaba compte 7 facultés, soutenant le développement économique et social grâce à ses ressources scientifiques et académiques. Cette ville en pleine expansion s'impose comme un acteur essentiel de l'Algérie moderne. (Mellouk & Aroua, 2015) (Fig.09).

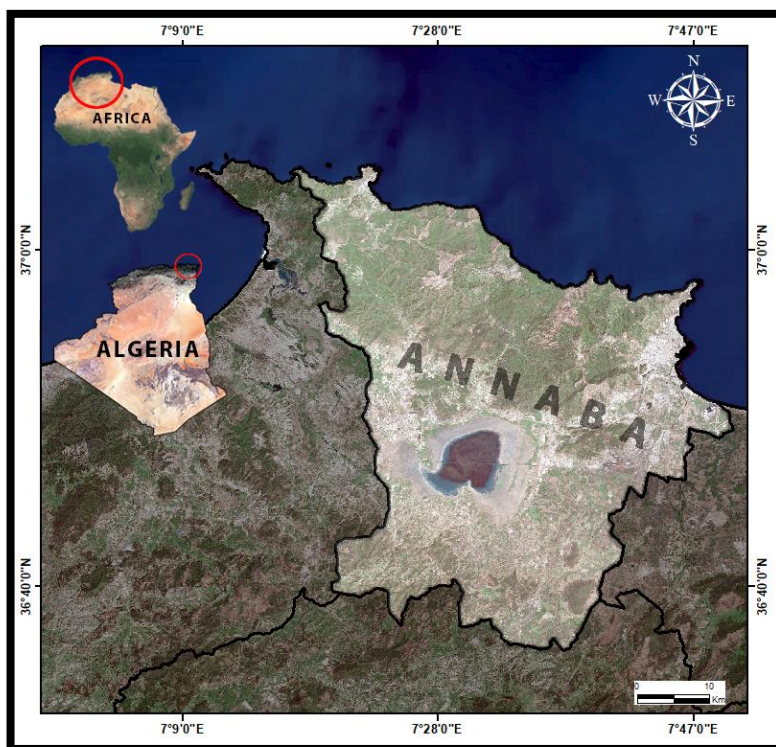


Figure 09 : Localisation de la Wilaya d'Annaba.

L'espace vital de la Wilaya est divisé en trois régions distinctes. La région côtière, s'étendant sur 80 kilomètres, abonde en ressources halieutiques. Les plaines, au sud de la zone côtière, couvrent environ 20% du territoire, caractérisées par leur fertilité et leur utilisation intensive pour l'agriculture. La région montagneuse occupe 52% du territoire, dominée par le Massif de l'Edough (*Aissaoui et al., 2017*)

Sur le plan pédologique, **Durand en 1954** révèle que la région d'Annaba présente divers types de sols, allant des sols podzoliques insaturés destinés à la croissance du chêne-liège aux sols dunaires le long de la côte littorale, en passant par les sols alluviaux dans les plaines, et les sols solonetz et solonachets souvent marécageux (**Fig.10**).

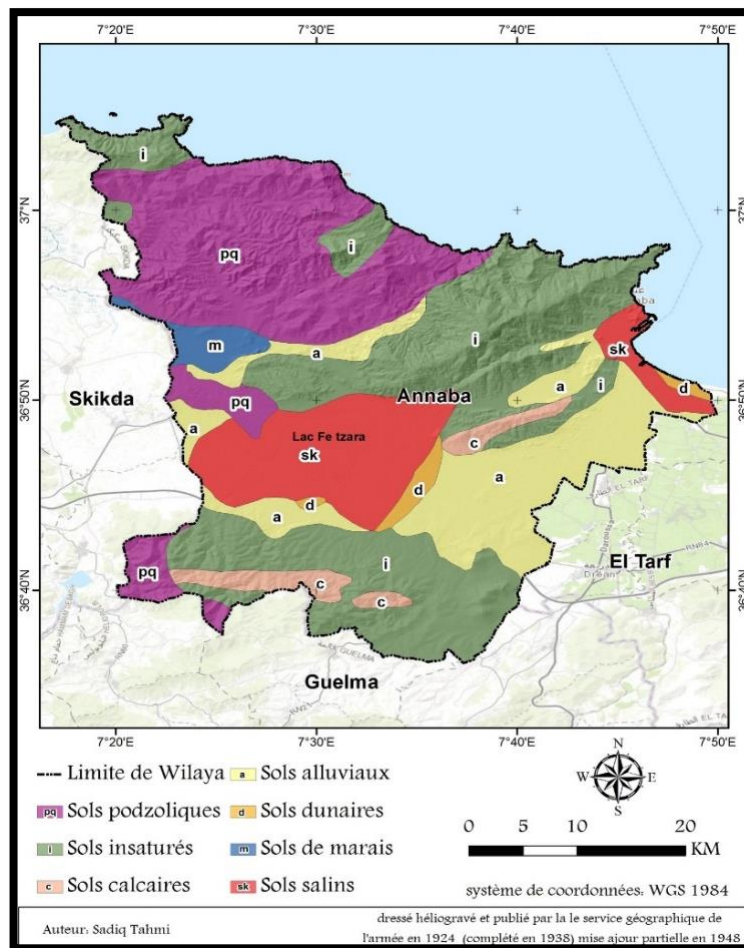


Figure 10 : Carte des différents types des sols (Carte réalisée par Sadiq Tahmi, 2022).

En ce qui concerne le climat dominant, la ville d'Annaba bénéficie d'un climat méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs, ainsi que des hivers doux et humides avec des précipitations

abondantes. La température moyenne annuelle à Annaba est de 18,2°C, avec des précipitations annuelles moyennes de 741,8 mm (normales climatiques pour la période 2010-2021) (**Infoclimat, 2022**). Depuis 2010, on observe une augmentation de 1°C des températures maximales et une hausse de 0,8°C des températures moyennes.

2.2. Présentation du modèle biologique

2.2.1. Position systématique

D'après **Oliver (1995)**, la position systématique du Sanglier est la suivante :

Tableau 04 : Position systématique du sanglier

Classe	Mammifères
Super ordre	Ongulés
Ordre	Artiodactyles
Sous ordre	Suiformes
Super famille	Suoidae
Famille	Suidés
Sous famille	Suinés
Genre	<i>Sus</i>
Espèce	<i>S. scrofa</i> Linné, 1758

La classification de l'espèce varie en fonction de la couleur du pelage, qui présente une variabilité en fonction de l'âge et de la saison. Chez les adultes, le pelage peut aller du gris clair au noir. En revanche, les marcassins possèdent une fourrure rousse rayée, avec des bandes longitudinales alternant le noir et le jaune (**Aulagnier & Thevenot, 1986**). Après la mue de printemps, les jeunes de l'année adoptent le pelage sombre des adultes et sont appelés les "bêtes noires" ou "bêtes de compagnie" (**Hafis & Ouabbas., 2015**). Il est possible de déterminer l'âge du Sanglier en examinant son développement physique, en particulier les modifications qui surviennent au niveau de son pelage (**Daucourt & Gaudy, 2018**) (**Fig.11 ; Fig.12**).





Marcassin	Bête rousse	Bête noire ou bête de compagnie	Bête noire adulte ou ragot
			
De 0 à 6 mois	De 6 à 12 mois	De 1 à 2 ans	2 ans et plus

Figure 11 : Relation entre la couleur et l'âge du sanglier (Daucourt & Gaudy.,2018)



Figure 12 : Poils du sanglier (Cliché Ben Ammar, 2013).

2.2.2. Répartition géographique :

En Algérie :

D'après les travaux de **Klaa (1991)** et ceux de **Kowalski & Rzebik-Kowalska (1991)**, la superficie occupée par cette espèce, englobe toutes les wilayas du nord caractérisées par une abondance de formations forestières. Sur les hauts plateaux, sa répartition est inégalement répartie en raison de la rareté des zones boisées, comme le mentionne **Klaa (1991)**. En progressant vers le Sud, dans la région saharienne d'Algérie, les observations se font plus sporadiques. À ces latitudes, l'espèce est uniquement repérée dans des environnements humides tels que les palmeraies, les zones de culture, ou aux abords des zones marécageuses, comme indiqué par **Kowalski & Rzebik-Kowalska (1991)**.

De plus, ces chercheurs soutiennent qu'il existe de nombreuses zones au sein de son aire de distribution où l'espèce ne subit aucune pression de la part de ses prédateurs naturels, à l'exception de l'homme. En Algérie, en raison de considérations religieuses, la consommation de sa viande est peu répandue, ce qui pourrait potentiellement expliquer l'explosion démographique de cette espèce (Fig.13).

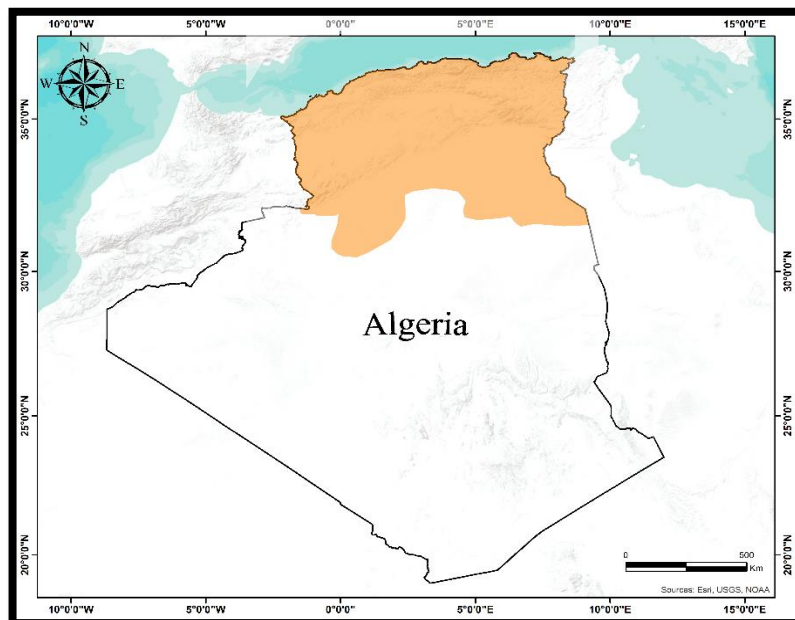


Figure 13 : Répartition du *Sus Scrofa* en Algérie (Kowalski & Rzebik ZEBIK- Kowalska., 1991) (Modifiée,2023)

Dans le monde :

Selon **Barrios-Garcia & Ballari (2012)**, ces dernières années, on observe une nette expansion tant en termes de population que de répartition géographique du *Sus scrofa*. Le genre *Sus*, qui compte actuellement seulement huit espèces, principalement localisées en Asie (**Herrero et al., 2002**), affichait historiquement une aire de répartition bien plus étendue, englobant l'Europe, l'Afrique du Nord, en plus de l'Asie (**Macdonald & Fradrich, 1991 ; Oliver, 1995**). Aujourd'hui, après des décennies de croissance géodémographique, le Sanglier est présent sur tous les continents, occupant la quasi-totalité de l'Europe, l'Asie centrale et du sud, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Afrique du Nord, les États-Unis et l'Amérique du Sud (**Oliver, 1995**).

Selon **Massei et al., (1997)** il est désormais considéré comme l'ongulé sauvage le plus largement distribué et abondant au monde. Cette expansion remarquable peut s'expliquer par le taux de reproduction élevé sanglier, sa grande plasticité adaptative associée à une grande mobilité naturelle (**Baubet, 1998 ; Spitz & Lek, 1999**), ainsi que par les déplacements provoqués par l'homme, qui ont grandement contribué à sa dispersion mondiale, notamment par des introductions et des

réintroductions (Rosell & Herrero, 2007 ; Oliver 1995 ; Randi, 1995 ; Genov,1999) notent que cette expansion phénoménale a engendré de nombreuses variétés locales, regroupées sous *Sus scrofa* en tant que sous-espèces ou écotypes, bien que leur nombre exact reste sujet à débat.

L'augmentation récente de la population de Sangliers est principalement attribuée à une plus grande disponibilité de nourriture liée à l'intensification de l'agriculture et à des hivers plus cléments, en raison des changements climatiques en cours (Barrios-Garcia & Ballari, 2012 ; Massei *et al.*, 2015 ; Vetter *et al.*, 2015, 2020).

Par ailleurs, l'impact relatif de la mortalité des Sangliers a récemment diminué (Massei *et al.*, 2015). Cependant, la chasse demeure la principale cause de mortalité de ces animaux en Europe centrale (Keuling *et al.*, 2013). Une étude supplémentaire a révélé que l'augmentation des populations de Sangliers est attribuable à la régression de leurs prédateurs naturels, à leur remarquable capacité d'adaptation, ainsi qu'à la dégradation de leurs habitats naturels (El Alami, 2019) (Fig.14).

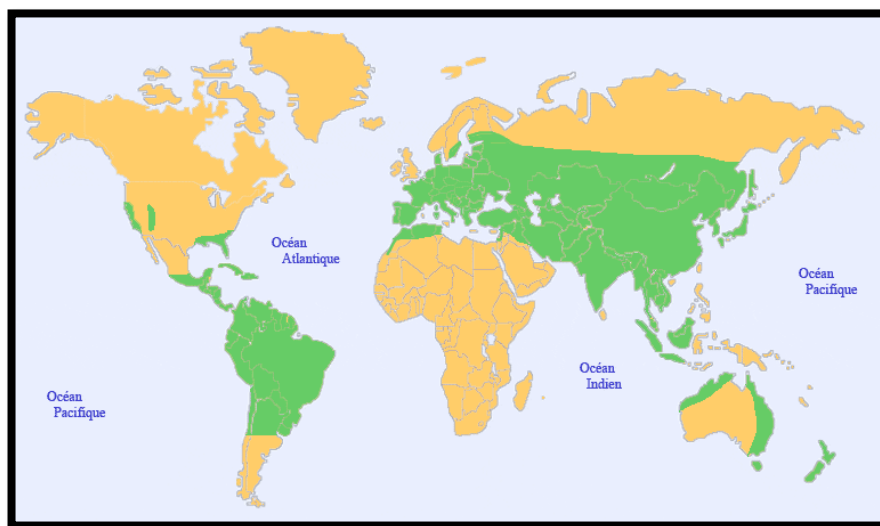


Figure 14 : Description de l'aire de répartition du sanglier (en vert) (Daucourt & Gaudy, 2018)

Source : www.atlas-mammiferes.fr

2.2.3. Description morphométrique :

Son corps exhibe un léger aplatissement latéral, sa tête se caractérise par ses proportions considérables, tandis que ses membres se distinguent par leur courte mais robuste constitution. La queue, quant à elle, arbore une longueur notable. Chez les individus de sexe masculin exclusivement, on observe une transformation des canines inférieures en d'assertives défenses.

Il convient de noter que la crête dorsale du Sanglier se pare d'une crinière singulière, constituée de longues soies brunâtres, lesquelles peuvent atteindre jusqu'à une quinzaine de centimètres au cours de la saison hivernale (Hafis & Ouabbas, 2015) (Fig.15).

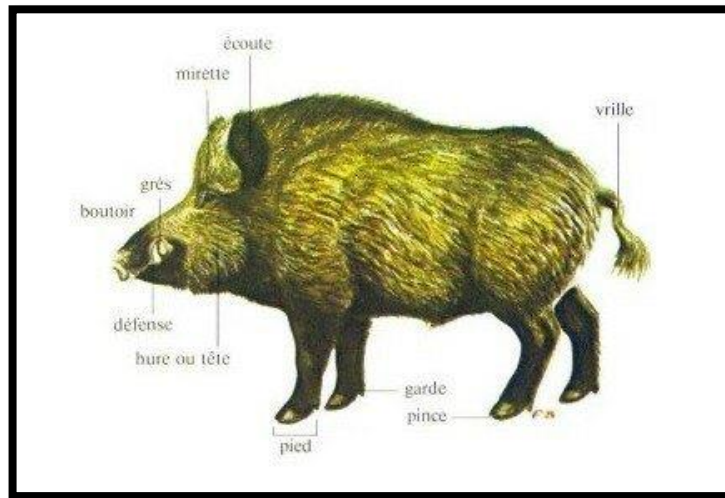


Figure 15 : Morphologie du sanglier (Argelliers2007)

La taille du sanglier varie en fonction de la disponibilité alimentaire et des conditions du milieu. Le plus grand mâle peut mesurer 1,50 m à 1,60 m et atteindre un poids de 150 à 180 kg, alors que les femelles pèsent entre 70 à 90 kg (Macdonald & Fradrich, 1991 ; Durantel, 2007) (Fig.16).



Figure 16 : Sus Scrofa Attila record de 355 kg (Daucourt & Gaudy, 2018)

Les canines du Sanglier se caractérisent par un développement continu tout au long de la vie de l'animal. Les canines inférieures des mâles, connues sous le nom de "défenses," deviennent de plus

en plus impressionnantes avec l'âge, et cette caractéristique est propre aux Suidés (**Brandt, 2006**). Quant aux canines supérieures, nommées "grés," elles sont plus modestes et s'incurvent vers le haut au cours de la croissance (**Fig.17 ; Fig.18**). Ces canines s'usent naturellement en se frottant les unes contre les autres, ce qui en fait des armes redoutables chez les mâles. Les canines des femelles, communément appelées "crocs" ou "crochets," sont plus petites que celles des mâles et sont quasiment invisibles lorsque la gueule est fermée (**Fig.19**).

De plus, l'examen de la mâchoire inférieure offre des informations clés :

- Entre 6 et 8 mois, la quatrième prémolaire présente trois lobes, et la première molaire a fait son apparition, ce qui porte le total des dents à 36.
- Vers l'âge de 12 mois, la deuxième molaire émerge, les prémolaires de lait s'usent, et la dentition compte désormais 40 dents.
- Entre 14 et 18 mois, les prémolaires sont remplacées, et la quatrième devient bilobée.
- Entre 24 et 30 mois, la troisième molaire fait son apparition.
- Enfin, à l'âge de 3 ans, la dentition est complète et comprend 44 dents. Chaque demi-mâchoire est équipée de 3 incisives, 1 canine, 4 prémolaires et 3 molaires (**Ben Ammar, 2013**).



Figure 17 : Canines de Sanglier. (a) grés et défenses d'un mâle, (b) canines d'un mâle à bouche fermée (Ben Ammar, 2013)

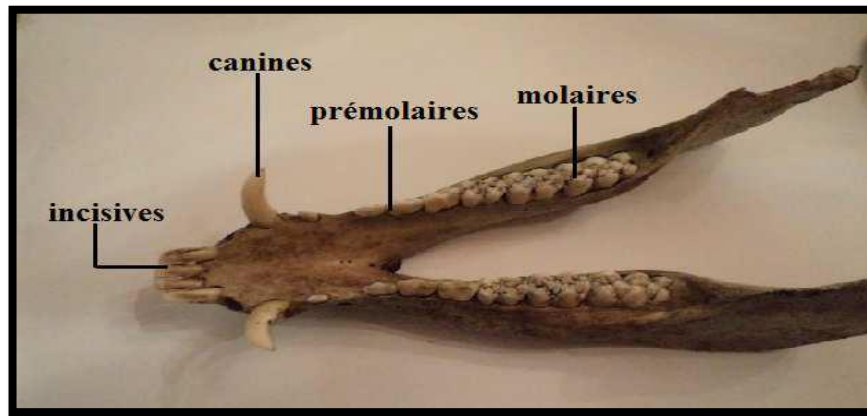


Figure 18 : Mâchoire inférieure d'un Sanglier mâle (Selmoun, 2013)

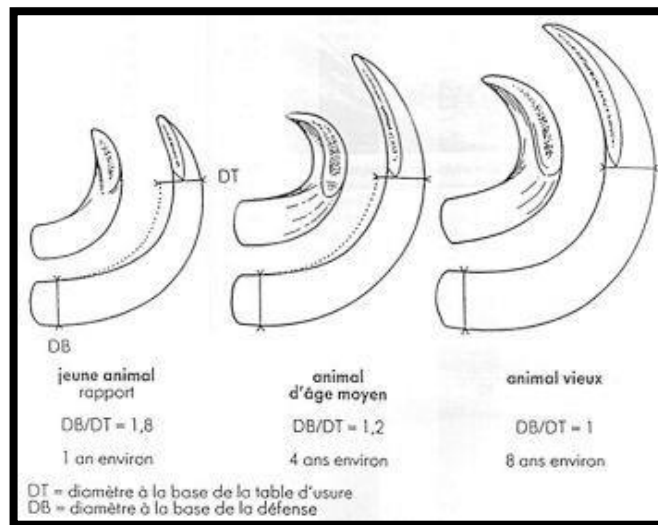


Figure 19 : Grès de sanglier (Daucourt & Gaudy, 2018)

Sus scrofa se distingue par un marqué dimorphisme sexuel en faveur des mâles (MacDonald & Frädrieh, 1991 ; Nowak, 2005). Ce phénomène se manifeste principalement par une disparité significative au niveau de la masse corporelle (Baubet, 1998). En effet, les mâles les plus imposants peuvent atteindre des longueurs de 1,50 mètre et un poids pouvant culminer à 180 kilogrammes, avec une hauteur au garrot variant entre 90 et 65 centimètres. En comparaison, les femelles sont notablement plus petites, bien que certaines puissent dépasser les 130 kilogrammes (MacDonald & Frädrieh, 1991 ; Baubet, 1998) a avancé que cette disparité de taille s'explique par l'investissement plus important des femelles dans la reproduction.

Les mâles arborent une crinière qui parcourt leur dos, particulièrement visible en automne et en hiver (Marsan & Mattioli, 2013). Pendant la période de reproduction, les mâles développent une couche de tissu sous-cutané d'une épaisseur de 2 à 3 centimètres, s'étendant des omoplates au croupion. Cette

couche de tissu joue un rôle protecteur pour les organes vitaux lors des combats territoriaux (Tack, 2018) (Fig.20).

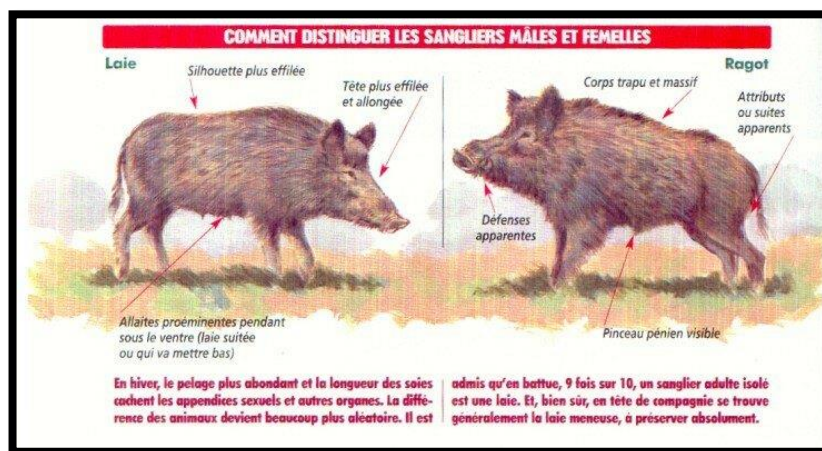


Figure 20 : Distinction du sanglier mâle et femelle (Daucourt & Gaudy, 2018)

2.2.4. Données écologiques :

2.2.4.1. Habitat :

Le sanglier est une espèce sédentaire (Baubet, 1998) et son habitat est particulièrement diversifié : il s'étend de la plaine à la montagne et des zones relativement sèche à d'autres marécageuses. Il fréquente les milieux pourvus d'eau de nourriture et d'une végétation assez haute pour qu'il puisse s'y dissimuler (Braza & Alvarez, 1989). Il se rencontre dans les écotypes montagnards, les forêts mixtes et de feuillus, les champs, les prairies voisines des bois et des roselières (Bandino *et al.*, 2015). L'espèce préfère les étages bioclimatiques humides, sub-humides et arides supérieurs (Cuzin, 2003 ; Bandino *et al.*, 2015). Le sanglier est un animal plutôt sédentaire qui habite les forêts de feuillus et de résineux-feuillus. Le domaine vital des femelles s'étend de 300 à 400 hectares, tandis que celui des mâles peut atteindre 500 à 3000 hectares, cet espace étant partagé par plusieurs groupes sans conflit (Daucourt & Gaudy, 2018). Le sanglier peut parcourir plus de 3 km par jour (Pellerin *et al.*, 2016 ; Prévot & Licoppe, 2013)

2.2.4.2. Indice de présence :

L'empreinte du pied du Sanglier se caractérise par des traits spécifiques qui permettent une distinction aisée par rapport à celles d'autres espèces. Dans certaines circonstances, il est possible d'évaluer l'effectif d'une troupe de Sanglier en analysant ces empreintes. Par exemple, lorsque les

Sangliers traversent un passage étroit doté d'un sol humide, les empreintes fournissent des informations précieuses sur le groupe qui a emprunté cet itinéraire pendant la nuit précédente (El Alami, 2019) (Fig.21).



Figure 21 : Empreintes du Sanglier *Sus Scrofa* (Cliché Benotmane)

2.2.4.3. Reproduction :

Le Sanglier présente un potentiel reproducteur considérable. Le mâle atteint la maturité sexuelle vers l'âge de 10 mois (Mauget & Boissin, 1987). En ce qui concerne la laie, l'âge auquel elle atteint la maturité sexuelle dépend de son poids, qui doit être d'environ 35 à 40 kg (Vassant *et al.*, 1995). Ce seuil de poids se situe généralement entre 8 et 24 mois (Gérard & Campan, 1988).

La période de rut du Sanglier se déroule principalement en novembre et décembre. Cependant, la reproduction peut avoir lieu de septembre à mars. Normalement, la laie donne naissance à une portée par an, avec des cas exceptionnels de deux portées, et sa gestation dure précisément 3 mois, 3 semaines et 3 jours. La première portée survient généralement vers l'âge de 2 ans, avec une moyenne de 3 à 7 marcassins par portée (Daucourt & Gaudy, 2018). Delcroix *et al.*, (1990) mentionnent que, au sein d'une compagnie, les chaleurs de la laie dominante (la plus âgée) déclenchent de manière synchronisée celles des autres femelles. Il n'est pas rare de rencontrer des laies suitées tout au long de l'année.

Contrairement à certaines autres espèces de grands gibiers, le Sanglier ne suit pas un modèle saisonnier strict pour sa reproduction. Le rut s'étale sur une période étendue, de septembre à mars,

avec un pic observé entre novembre et janvier. De plus, bien que l'automne et l'hiver semblent être les saisons privilégiées pour la reproduction, une laie peut entrer en chaleur tous les 21 jours, avec une période de réceptivité d'environ 48 heures. Par conséquent, elle peut mettre bas à n'importe quel moment de l'année (**Dzięciolowski *et al.*, 1992**). Cependant, plusieurs facteurs environnementaux et sociaux, tels que la photopériode, la disponibilité de la nourriture et le rôle des femelles dans le groupe, peuvent influencer ce schéma de reproduction, (**Delcroix *et al.*, 1990**). Selon **Haltenorth & Diller (1985)** une laie n'entre pas en chaleur lorsqu'elle est gestante (pendant 4 mois), en période d'allaitement (pendant 3 mois), et également pendant les longues journées d'été (pendant un maximum de deux mois d'œstrus). Tous ces facteurs font que les laies donnent généralement naissance à une seule portée par an. Exceptionnellement, elles peuvent en avoir deux, mais cela demeure rare (**Daucourt & Gaudy, 2018**).

2.2.4.4. Longévité et rythmes d'activité

La longévité moyenne du sanglier se situe vers 10 ans avec une longévité maximale estimée à 27 ans (**Daucourt & Gaudy, 2018**). Le Sanglier est un animal principalement nocturne ; actif pendant la nuit, même dans des régions où la pression de chasse est minime (**Speybrouck, 2007**). Son activité débute dès le crépuscule (**Aulagnier & Thevenot, 1986**). Ce comportement présente un cycle biphasique, caractérisé par une phase de repos diurne qui occupe plus de la moitié de leur temps quotidien, généralement pendant la journée. Selon **Janeau *et al.*, (1995)**, les Sangliers ne choisissent pas au hasard leurs sites de repos, mais optent pour des emplacements qui leur assurent une protection maximale potentielle et un certain confort thermique.

La deuxième phase est la phase d'activité nocturne, au cours de laquelle les Sangliers se lancent à la recherche de nourriture. Ils quittent alors le couvert forestier pour s'alimenter, manifestant une grande activité. Cette quête alimentaire se produit lors de leurs déplacements et représente environ 40% de leur activité totale. C'est pourquoi les points d'eau et les souilles sont des endroits visités de manière quotidienne par ces espèces (**Aulagnier & Thevenot, 1986 ; Speybrouck, 2007 ; Hafis & Ouabbas, 2015**)

2.2.4.5. Régime alimentaire :

Le sanglier dispose d'une grande plasticité écologique, d'un comportement alimentaire très opportuniste et de loin du plus grand potentiel de reproduction de toutes les espèces d'ongulés dans

le monde entier par rapport à la masse corporelle (**Boitani *et al.*, 1995 ; Taylor *et al.*, 1998 ; Herrero *et al.*, 2006 ; Darinot, 2014**).

Le régime alimentaire est composé des racines, de plantes vertes, des fruits issus des milieux agricoles (**Edwards-Jones & Howells, 1996**), de bulbes, de bulbilles et de rhizomes. Le sanglier consomme des végétaux riches en énergie tels que les glands, les faines, les châtaignes, les pignons, les olives, les céréales, et les champignons (**Herrero *et al.*, 2006**). Il peut également adopter un comportement charognard (**Bandino *et al.*, 2015**). Le reste de son régime alimentaire est composé d'insectes, de vers de terre, des œufs d'oiseaux, de gastéropodes, de petits rongeurs, de reptiles et d'amphibiens.

Baubet *et al.*, (2008). Il peut également fourrager au niveau des décharges d'ordures ménagères (**Servanty, 2007**).

Le régime alimentaire du sanglier a été étudié dans un large éventail d'habitats, y compris les zones humides (**Dardaillon., 1987**), les environnements alpins (**Baubet *et al.*, 2004**), les forêts (**Valet *et al.*, 1994 ; Massei *et al.*, 1996 ; Baubet, 1998**), et les agroécosystèmes (**Genov, 1981 ; Herrero *et al.*, 2006**).

2.2.4.6. Organisation sociale :

Les mâles du Sanglier tendent à adopter un comportement plutôt solitaire, tandis que les femelles ont la propension à se regrouper en compagnies composées de 10 à 20 individus, sous la direction d'une laie dominante. Les jeunes restent auprès des femelles, mais au-delà de l'âge de 6 mois, les jeunes mâles forment leur propre groupe distinct. Les Sangliers suivent un rythme d'activité cyclique, marqué par le repos pendant la période diurne et une activité essentiellement axée sur l'alimentation pendant la nuit. Toutefois, il n'est pas inhabituel, lorsque les conditions de tranquillité le permettent, d'observer des compagnies, en particulier des laies accompagnées de leur progéniture, actives durant la journée. Les deux sexes manifestent une tendance à la sédentarité, à condition que les conditions environnementales soient propices, notamment en ce qui concerne la disponibilité de nourriture et d'eau, la couverture végétale et la tranquillité.

De manière régulière, le Sanglier a recours à l'application de boue sur son corps et se frotte contre les troncs d'arbres. Cette pratique lui permet de se débarrasser des parasites, de réguler sa température corporelle et de marquer son territoire, conformément aux observations de **Daucourt & Gaudy (2018)**.

2.2.5 L'impact du sanglier :

Le sanglier est la seule espèce dont la régulation est tributaire de la chasse, l'homme constituant le prédateur principal de cette espèce pour le moins invasive (**Dauccourt & Gaudy, 2018**), et pour cause, cette espèce entraîne par son enracinement un certain nombre de problèmes ou des dommages importants aux cultures et aux prairies (**Herrero et al., 2006 ; Schley et al., 2008 ; Schley & Roper, 2003**). D'une autre part, le comportement des sangliers peut être en conflit avec les objectifs de conservation. Par exemple, le comportement de recherche de nourriture des sangliers peut compromettre le succès de la reproduction des espèces nichant au sol (Nidification au sol) (**Carpio et al., 2016 ; Oja et al., 2017**), menacent les reptiles (**Graitson et al., 2019**). Ainsi Par la prédation, le sanglier peut avoir un impact direct sur les vertébrés et les invertébrés du sol (**Granval & Muys, 1995 ; Laznik & Trdan, 2014**) et un impact négatif sur la biodiversité (**Hone, 2002**). Par ailleurs, le retournement du sol et la consommation de graines ont des conséquences sur la banque de graines et sur la biodiversité végétale (**Burrascano et al., 2015 ; Dovrat et al., 2014 ; Picard et al., 2015**).

Pour autant, de nombreux auteurs décrivent un effet positif par le comportement d'enracinement du sanglier pendant la recherche de la nourriture, ce qui modifie partiellement la dynamique de l'écosystème et la composition du sol (**Pitta-Osses et al., 2020**), et affecte généralement 15 à 50 cm l'horizon superficielle du sol (**Slawski, 2020**) et avoir des effets positifs sur la couverture, la diversité et la régénération de la végétation (**Barrios-Garci & Ballari, 2012**). Certaines études ont également montré que le sanglier pouvait disperser les graines d'espèces envahissantes et donc jouer un rôle négatif sur l'écosystème (**Dovrat et al., 2012**).

2.3. Méthodologie générale

Les axes développés dans le cadre de cette thèse sont structurés comme suit :

- L'évaluation de l'impact du sanglier dans le milieu forestier a été entreprise durant la période hivernale 2021 et 2022.
- L'évaluation de l'impact du sanglier sur les zones humides a été entreprise avant et après la période des battues administratives 2022.
- L'évaluation de l'impact du sanglier sur le milieu urbain a été entreprise durant les deux années 2022 et 2023.

2.3.1. Impact du sanglier dans le milieu forestier

2.3.1.1. Présentation des sites d'échantillonnage :

Notre étude a été menée durant la période hivernale dans 2 sites différents, un naturel et l'autre site post incendié (**Fig.22**), la sélection des 2 sites a été essentiellement réalisée sur la base de la présence significative et régulière de traces d'enracinement du sanglier, où nous pouvons observer et mesurer l'impact de l'enracinement directement à travers les paramètres physico-chimiques du sol.

Le premier site naturel est situé au niveau de la forêt de Bouzizi ($36^{\circ}53'59.7''N$ $7^{\circ}39'10.2''E$). Il est situé près du nord-est du massif de l'Edough, entre 800 m et 850 m d'altitude. Cette localité est caractérisée par une forêt de chênes-lièges (*Quercus suber* L.) et son riche cortège floristique associé. (**Fig.22**)

Le deuxième site correspond à la forêt post incendié de Ain barbar ($36^{\circ} 55 '03.8''N$ - $7^{\circ}36'43.0''E$) qui se trouve à proximité de la route. Complètement détruite par un incendie en août 2021, cette localité était une forêt de chênes-lièges située à une altitude de 579 mètres au-dessus de la mer Méditerranée, caractérisée par la prédominance du chêne-liège (*Quercus suber*), suivi de son cortège floristique, et par la présence de quelques spécimens de chêne de Zéen (*Quercus canariensis*) et de pin maritime (*Pinus pinaster*). (**Fig. 22**)

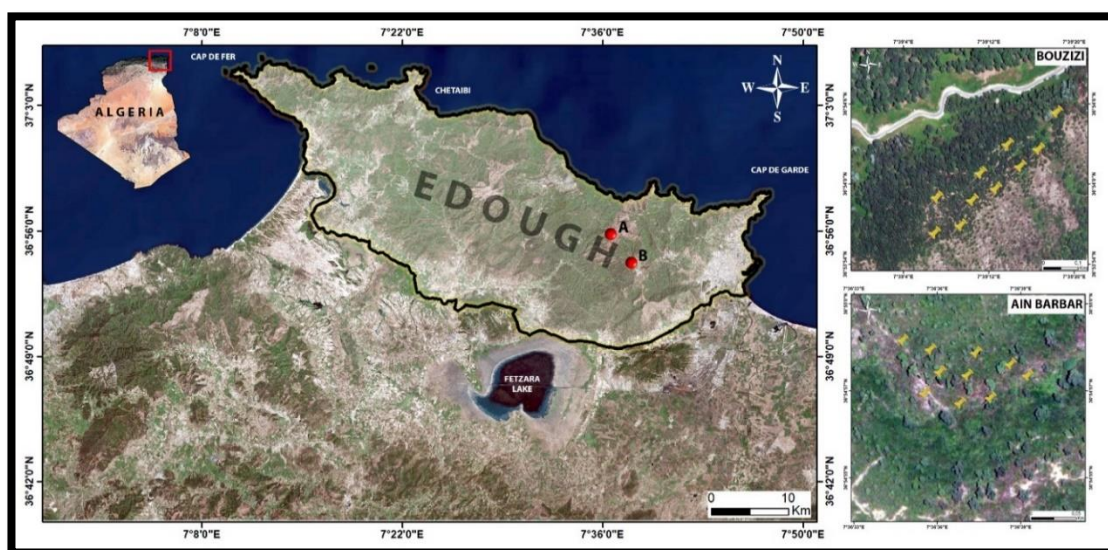


Figure 22 : Carte de la zone d'étude et les points des relevés du site naturel de Bouzizi, du site post-incendié de Ain barbar

2.3.1.2 Présentation de la stratégie d'échantillonnage :

Le protocole de sélection et de prélèvement des échantillons à partir des racines de sangliers est un protocole international standard établi par Pitta-Osses *et al.*, (2020). Nous avons déterminé les

coordonnées géographiques de chacune des racines sélectionnées en utilisant un GPS. Ensuite nous avons prélevé 3 échantillons de 250 g de sol dans chaque racine : un au milieu du trou (IN), le second à partir de l'anneau qui entoure la racine (RING), et le troisième, un témoin (OUT), qui a été prélevé à côté de la racine à l'aide d'une tarière. (Fig.23)

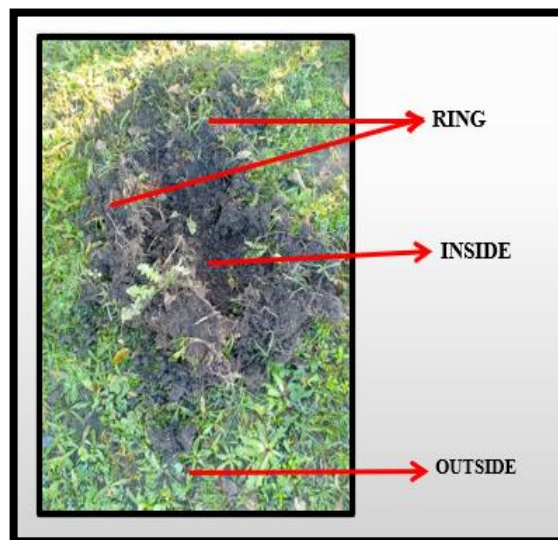


Figure 23 : Mesures standard prises sur chaque enracinement : à l'intérieur, sur la bague et à l'extérieur

2.3.1.3 Analyse physico-chimique des échantillons :

Après avoir prélevé des échantillons sur le terrain, nous les avons transférés au laboratoire Sols et Développement Durable, où ils ont été soumis à une préparation préliminaire avant d'être soumis à des analyses physico-chimiques. Chacun des échantillons spécifiquement définis a été séché à température ambiante pendant environ 5 jours. Une fois ces échantillons correctement séchés, nous avons fait le broyage, suivi d'un tamisage avec des tamis possédant une maille de 2 mm, avant de procéder aux dosages nécessaires (Fig.24).



Figure 24 : Protocole de préparation des échantillons de sol. (Cliché Benotmane K, 2021)

Les dosages ont été effectués au niveau du laboratoire central d'Analyses de l'entreprise « FERTIAL » (certifié ISO/CEI 17025), où les échantillons ont subi une caractérisation physico – chimique.

2.3.1.3.1 Caractérisation physique :

➤ **Granulométrie (Méthode internationale à l'aide de la pipette de Robinson)**

L'analyse granulométrique d'un sol, consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. On sépare par les analyses de sol, les particules en trois classes distinctes : soit sable (de 2 à 0,05 mm), le limon (de 0,05 à 0,02 mm) et l'argile (inférieure à 0,02 mm). Cela nous permet de connaître certaines caractéristiques du sol, comme la capacité des racines à y pénétrer, la capacité du sol à retenir l'eau, ou sa vulnérabilité à la compaction. (*In Samai, 2017*) ; Et donc la granulométrie est effectuée selon la méthode internationale, (par l'emploi de la pipette de Robinson) (*in Samai, 2017*) .

➤ **Réactifs**

- Solution d'acide chlorhydrique (HCl)
- Eau d'oxygéné (H₂O₂)
- l'Héxamétaphosphate

➤ **Mode opératoire**

- Peser 10 g du sol,
- Ajouter 15 ml de H₂O₂ dans une erlenmeyer
- Agiter manuellement quelques jours pour destruction de la matière organique,
- Rajouter 10 ml et laisser à ébullition lente 4 h au bain de sable .
- Ajouter 15 ml HCl à 0,5N et laisser 24 h,
- Rajouter 10 ml HCl
- Ébullition à la plaque chauffante jusqu'à la dispersion de la mousse,
- Mettre en repos,
- Laver les erlenmeyers avec l'eau distillée et les mettez dans des flacons jusqu'à 500 ml,
- Ajouter 10 ml de l'examétophosphate
- Agitation deux heures,
- Mettez le contenu dans une éprouvette jusqu'à 1000 ml,
- Séparer l'argile et le limon avec la pipette de robinson
- Tamiser le sable

2.3.1.3.2 Caractérisation chimique :

➤ **pH : Principe (Clément *et al.*, 2003)**

Par définition, il est l'unité de mesure de la concentration en ions hydrogènes, permettant d'évaluer l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il existe plusieurs méthodes de mesure du pH (pHeau, pHKCl). (Dajoz, 1985 *in* Samai, 2017).

➤ **Mode opératoire:**

- Préparation de la suspension de sol (prise d'essai / eau 1/5 P/P).
- Mesurage de la différence de potentiel existant entre une électrode de mesure et une électrode de référence plongée dans une suspension aqueuse en équilibre de l'échantillon de sol.
- La mesure se fait manuellement à l'aide d'un pH mètre de pailleasse.
- L'appareil est d'abord étalonné avec les tampons 4 et 7.
- Le pH est mesuré sous agitation, à stabilité, à température ambiante.
- Commencer la mesure des pH entre une heure et deux heures après la fin de l'agitation. La mesure est réalisée sous agitation, à stabilité, sur la suspension de sol. La

température des solutions étalon doit être la même que la température des échantillons (à 1°C). L'appareil est équipé d'une sonde thermique qui corrige le pH en fonction de la température, on veillera cependant à ce que les solutions étalon et les extraits à mesurer soient à la même température.

- Etalonner le pH mètre avec les tampons pH 4 et pH 7 en entrant les valeurs des pH 4 et 7 pour cette température.
- Noter la valeur de la pente d'étalonnage dans le cahier d'utilisation de l'appareil. Bien rincer les électrodes entre chaque mesure.
- Mesurer chaque étalon comme échantillon et vérifier que l'on retrouve pH 4.00 ± 0.01 et pH 7.00 ± 0.01.
- Verser la suspension de sol (environ 50 ml) dans un bécher propre muni d'un magnétique.
- Mesurer le pH de la suspension de chaque échantillon.
- Les électrodes doivent plonger d'au moins 3 cm dans la suspension.
- La mesure se fait à stabilité sous agitation (agitation magnétique). Pour un fonctionnement normal des électrodes, le temps de stabilisation est inférieur à 30 secondes.
- Noter la valeur du pH sur la feuille de travail.
- Bien rincer les le pH 7 comme échantillon et noter la valeur obtenue sur la feuille de travail, on doit retrouver 7,000.02

➤ **Détermination de la conductivité : Principe (Clément *et al.*, 2003)**

La conductivité électrique s'effectue de la même manière que le pH eau (du sol sol/eau), mais par le conductimètre à la place du pH mètre. (Samaï, 2007).

➤ **Mode opératoire :**

A) Prise d'essai

Peser à 0.01 g près 20 g d'échantillon de terre fine sèche à 2 mm. Verser la prise d'essai dans le flacon plastique pré numéroté correspondant. Travailler dans l'ordre de la feuille de travail.

B) Mise en suspension

Distribuer dans chaque flacon 100 ml d'eau déminéralisée à 20°C ± 2°C Fermer hermétiquement chaque flacon. Placer les flacons dans la caisse d'agitation. Agiter

pendant 30 minutes sur agitateur rotatif réglé à 40 tours/ minute. Sortir les échantillons de la caisse d'agitation.

B') Filtration partie de l'extrait

L'opération de filtration n'est pas nécessaire si la conductivité n'est pas demandée. Il faut passer alors directement au point C Sans attendre. Pour chaque échantillon, agiter vigoureusement le flacon à la main. Retirer rapidement le couvercle et verser rapidement sur le filtre une partie de la suspension.

Recueillir les filtrats dans un pilulier plastique. Ne pas remplir trop les filtres de manière à éviter des remontées de matière le long du filtre et une contamination des extraits.

Les filtrats obtenus doivent être clairs et le volume récupéré sur électrodes avec une pissette d'eau déminéralisée entre chaque échantillon. Barreau A la fin de la série de mesure, mesurer à nouveau frisant (environ 50 ml). Les filtres auront été préalablement lavés trois fois à l'eau déminéralisée puis séchés. Faire les mesures de la conductivité et du pH sitôt après, le jour même.

Le filtrat obtenu sera utilisé pour la mesure de la conductivité (dès la filtration réalisée, couvrir les piluliers). Le reste de la suspension de sol sera utilisé pour la mesure du pH.

➤ **Matériel et appareillage :**

- Balance précise à 0.01 g près.
- Distributeur OPTIFIX réglé à 100 ml.
- Jeux de flacons en matière plastique de 125 ou 150 ml fermant hermétiquement.
- Agitateur rotatif (réglé à 40 tours / min).
- Agitateur magnétique avec barreaux aimantés.
- Piluliers jetables d'environ 50 ml.
- Rampe de filtration + entonnoirs en verre ou en polypropylène.
- Filtres dans cendre à filtration lente (Whatmann n°) diamètre 15 cm au moins.
- PH mètre de paillasse CRISON GLP21 permettant une lecture à 0.01 unité pH près.
- Conductimètre de paillasse CRISON GLP32.

➤ **Réactifs :**

- Eau déminéralisée (Qualité I) exempte de dioxyde de carbone d'ions métalliques, dont la conductivité maximale à 25°C est de 0.1 microSim et de pH-5.6 (A titre

indicatif, une eau de résistivité de 10 mégaoohms- cm à une conductivité de 0.01 microS/cm).

- Solutions étalons pH 4 et pH 7 Ces solutions sont conservées en salle climatisée à 20°C.
- Ces solutions sont croisées avec les tampons de référence du laboratoire.
- Solutions étalons pour la mesure de la conductimétrie.
- Les solutions étalons suivantes peuvent être fabriquées à partir de KCl qualité pour analyse et d'eau déminéralisée Qualité II.
- Solution de KCl N 50 dans H.O (1491 g de KCl/ litre)
- Conductivité à 25°C 2.769 mS/cm.
- Conductivité à 20°C:2500 mS/cm.
- Solution de KCl N100 dans HO (0.746 g de KCl/ litre)
- Conductivité à 25°C 1.413 mS/cm.
- Conductivité à 20°C:1.279 mS/cm.
- Solution de KCl N/200 dans HO (0.373 g de KCl/ litre)
- Conductivité à 25°C:0.720 mS/cm
- . Conductivité à 20°C:0.652 mS/cm
- . On peut aussi utiliser des solutions étalons externes par exemple : Solution étalon CRISON 1413 S/cm (à 25°C). Solution étalon CRISON 12.88 S/cm (à 25°C). Ces solutions externes seront impérativement utilisées pour le contrôle de l'eau déminéralisée.
- Mesurer à nouveau frisant (environ 50 ml). Les filtres auront été préalablement lavés trois fois à l'eau déminéralisée puis séchés. Faire les mesures de la conductivité et du pH sitôt après, le jour même.
- Le filtrat obtenu sera utilisé pour la mesure de la conductivité (dès la filtration réalisée, couvrir les piluliers). Le reste de la suspension de sol sera utilisé pour la mesure du pH.

➤ **Détermination du phosphore Principe**

Consiste à l'extraction de formes de phosphore soluble par agitation de la prise d'essai dans une solution d'hydrogénocarbonate de sodium dans des conditions déterminées de

façon à réduire la concentration des ions calcium aluminium et fer (II) par précipitation de carbonate de calcium, d'hydroxydes d'aluminium et de fer (III) a libérer ainsi les ions phosphates dans la solution. Le Dosage colorimétrique des ortho phosphates. Après dialyse, l'heptamolybdate d'ammonium et l'antimoine III potassium oxyde tartrate réagissent en milieu acide pour former un complexe Antimoine phosphate molybdène. Ce complexe, réduit par l'acide ascorbique à 40°C prend une couleur bleu foncé. L'intensité de la coloration proportionnelle la concertation en ortho-phosphate est dosée à 880 nm

➤ **Matériel et appareillage**

- Spectrophotomètre à flux continu SKALAR
- Agitateur rotatif.
- PH mètre de paillasse Balance analytique de précision de 10.001g.
- Rampe en PVC permettant de supporter les entonnoirs et les filtres.
- Agitateur magnétique.
- Jeux de flacons en plastique de capacité de 250 ml fermant hermétiquement pour l'extraction.
- Jeu de pots en matière plastique (piluliers) de capacité de 80 a100 ml pour récupérer les filtrats.
- Fioles jaugées de 100 ml classe A Burette de précision 20 ml classe A Pipettes classe AS.
- Eprouvette graduée classe A de 100ml Distributeur de réactif de 100 ml (LAAP60).
- Papier filtre exempt des éléments à déterminer (filtre WHATMAN ou Schleicher et Schhuell 512 2 125mm).
- Main et cuillère de pesée.

➤ **Réactifs et consommable**

- Seuls des réactifs de qualités analytiques reconnues sont utilisés :
- Charbon actif donnant une absorbance du blanc de moins de 0.015.
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH).
- Solution d'extraction hydrogénocarbonate de sodium (NaHCO₃) 0.5 mol/l.
- Agent mouillant FFD6.

- Acide sulfurique 95-97% (H₂SO₄).
- Heptamolybdate d'ammonium tétra hydraté.
- Potassium antimoine III oxytartrate hémi hydraté.
- Acide ascorbique.

➤ **Préparation de la gamme d'étalonnage :**

- Rincer plusieurs fois la burette de 20 ml de précision 0.02 ml avec de l'eau déminéralisée, puis avec la solution étalon fille déjà préparé. Remplir de nouveau la burette avec la solution étalon et ajuster le volume à 20 ml
- Numéroter 6 fioles de 100 ml (STD 1. STD 2 STD 3, STD 4 STD 5, STD 6).
- A l'aide de la burette, délivrer dans chaque fiole les volumes correspondant au tableau ci-dessous.
- Compléter chaque fiole et jauger à 100 ml avec de la solution d'hydrogénocarbonate de sodium 0,5 mol/l
- La gamme d'étalonnage ne se conserve pas: Le refaire à chaque dosage.

➤ **Mode opératoire**

A) **Réception des échantillons :**

Les échantillons sont réceptionnés selon les dispositions prévues dans l'instruction.

B) **Prise d'essai :**

- A l'aide d'une spatule peser 5 g ±0.01g d'échantillon pour essai (terre fine sèche à 2mm)
- Dans une main de pesée, transférer la masse pesée dans un flacon d'agitation numéroté de 250 ml. Utiliser un pinceau pour nettoyer la main de pesée.
- Un échantillon à blanc est systématiquement rajouté en début de série.
- Le blanc est utilisé pour éliminer toute trace de contamination susceptible d'être présente dans l'eau ou dans les réactifs.

➤ **Mise en solution**

Toute l'opération de mise en solution doit être la plus rapide possible de façon à limiter au maximum le temps entre l'ajout de la solution d'extraction et la filtration Travailler toujours dans l'ordre de la numérotation des flacons.

- Vérifier que la solution d'hydrogencarbonate de sodium est à 20°C ±1°C. Ajouter dans chaque flacon, solution d'extraction 100 ml 20.5 ml à l'aide du distributeur LAAP80.

- Fermer chaque flacon hermétiquement.
- Placer aussitôt les flacons dans une caisse d'agitation dans l'ordre de leur numérotation.
- Installer les caisses d'agitation sur l'agitateur rotatif.
- Caler de manière à ce que les caisses ne puissent bouger.
- Laisser agiter exactement 30 minutes à $20^{\circ}\text{C} + 1^{\circ}\text{C}$.
- Noter sur la feuille de travail la température d'extraction.

➤ **Filtration**

- Déposer des entonnoirs avec des papiers filtre plissés sur la rampe de filtration.
- Placer des petits flacons ou des piluliers numérotés destinés à recevoir les filtrats sous les entonnoirs.
- Dès que l'agitation est terminée, sortir les flacons et procéder sans attendre à la filtration.
- Agiter à nouveau chaque flacon à la main,
- Retirer le bouchon et verser une partie de la suspension sur le filtre.
- Ranger les flacons contenant les filtrats sur un plateau dans l'ordre chronologique des numéros de la feuille de travail.
- Boucher les flacons en attendant le dosage.
- Retirer et jeter les filtres usagés.
- Le dosage doit être réalisé le jour même

➤ **Dosage**

- Juste avant le dosage sortir les réactifs du réfrigérateur afin de les laisser revenir à température ambiante pour le dosage.
- Mettre sous tension le spectrophotomètre, l'interface ainsi que le PC de pilotage Allumer le four dans le compartiment d'analyse du phosphore (40°C)
Régler sur le passeur (réglage de base)
- Le temps de prélèvement à 10 secondes. Le temps de rinçage à 60 secondes.
- Le temps de l'air à 1 seconde. » Laisser tourner l'appareil à l'eau déminéralisée puis avec les réactifs pendant au moins 20 minutes avant de démarrer les dosages.

- Repolir les cuvettes de l'échantillonneur dans l'ordre fixe par la table d'échantillons et lancer le dosage. Pour la mise en œuvre de l'appareil SKALAR, suivre les instructions du Guide d'utilisation du logiciel SKALAR FLOW ACCESS et démarrer l'analyse.

➤ **Essai à blanc et limite de quantification**

Un essai à blanc est systématiquement réalisé en début de chaque série analytique. Le suivi du dérivé du blanc est enregistré dans les feuilles de paillasse. La limite supérieure de la valeur du blanc à ne pas dépasser est aussi définie. La valeur du blanc ne doit pas dépasser 0,018 mg/l en cas de dépassement de cette limite L'essai doit être refait avec une nouvelle courbe d'étalonnage

➤ **Détermination de l'azote Principe**

Minéralisation de l'azote organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur de minéralisation. L'azote organique est ainsi transformé en azote ammoniacal. L'azote ammoniacal est entraîné par un courant de vapeur, refixé dans une solution d'acide borique de 2%, puis titré par une solution standard d'acide sulfurique (0.01 mol/L). L'azote ainsi déterminé est généralement assimilé à l'azote total quand l'azote nitrique est négligeable par rapport à l'azote total

➤ **Matériel et appareillage**

- Distillateur et titrateur automatique pour l'analyse d'azote à échantillonnage manuel Foss KJELTEC.
- Unité de minéralisation automatique de marque VELP SCIENTIFICA reliée à un dispositif de récupération des fumées acides. " Ensemble de tube de minéralisation de 250 ml.
- Distributeur de 100 ml.
- Balance analytique précise à 0.001 g près.
- Verrerie de précision de classe A.

➤ **Réactifs**

- Acide sulfurique (d=1.84, 97%)
- Catalyseur de minéralisation à base de dioxyde titane.
- Sulfurique 1N.
- Acide sulfurique 0.01 mol/l.

- Hydroxyde de sodium 10mol/l.
- Acide borique à 2%.
- D'indicateur coloré
- Eau de qualité II

➤ **Mode opératoire**

A) Prise d'essai :

- Peser à l'aide d'une spatule environ 25 g d'échantillon pour essai (terre sèche fine à 2 mm) dans une main de pesée.
- Transférer le contenu de la masse pesé dans un tube de minéralisation de 250 ml.
- Utiliser un pinceau pour nettoyer la main de pesée.
- Prévoir en début de la série les trois premiers tubes comme étant des essais à blanc.

B) Mise en solution

- Mettre des lunettes de sécurité Ajouter une pastille de catalyseur. Ajouter 05 ml d'acide sulfurique 97% à l'aide du distributeur.
- Placer les tubes dans l'ordre de leur numéro dans le bloc de minéralisation.
- Mettre sous tension le système d'aspiration des vapeurs de la hotte d'attaque.
- Programmer la minéralisation du bloc comme suit :
- Montée progressive à 400°C. Stabilisation 30mn à cette température (400°C).
- Laisser refroidir et faire sortir les tubes du bloc de minéralisation.
- Les couvrir en attendant le dosage

A) Dosage

- Veiller à bien disposer des quantités de réactifs nécessaires à la totalité des séries de dosage.
- Mettre sous tension et programmation de l'appareil (FOSS).
- Ouvrir le robinet (eau de refroidissement).
- Attendre la fin de l'auto-test. Saisir le mot de passe 1234 Ouvrir session. Saisir le programme d'analyse, le poids et le type d'échantillon (blanc ou échantillon de sol).

➤ **Départ analyse Calcul:**

Le taux d'azote dans le sol est calculé et affiché directement sur l'écran de l'appareil en pourcent. Essai à blanc et limite de quantification : Un essai à blanc est systématiquement réalisé en début de chaque série analytique. Le suivi de la dérive du blanc est donné sur la feuille de paillasse. La limite supérieure de la valeur du blanc à ne pas dépasser est aussi définie. La valeur du blanc ne doit pas dépasser 0.15 ml, en cas de dépassement de cette limite l'essai doit être refait avec un nouveau blanc. La limite de quantification $L_q=0.001\%$.

➤ **Détermination des cations Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ extractibles par l'acétate d'ammonium**

➤ **Principe :**

Extraction des cations du sol par agitation de la prise d'essai en présence d'une solution à 1 mol.l^{-1} d'acétate d'ammonium à Ph 7 avec un rapport d'extraction de 1/20 (m/v)

Dosage des cations K^+ et Na^+ par spectrophotométrie d'émission de flamme ou par spectrométrie d'absorption atomique

Dosage des cations Ca^{++} et Mg^{++} par spectrométrie d'absorption atomique Il est possible d'utiliser d'autres méthodes de dosage équivalentes

Les résultats sont conventionnellement exprimés en gramme d'oxydes 1000 g d'échantillon

➤ **Réactifs**

Au cours de l'analyse, les réactifs utilisés doivent être de Qualité analytique reconnue

- Eau distillée ou déminéralisée, exempte des éléments analysés et ayant une conductivité inférieure à $0,5 \mu\text{S.cm}^{-1}$
- Acétate d'ammonium ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) dont la teneur en K_2O , Na_2O et MgO est inférieure à $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ et celle de CaO inférieure à $2,5 \text{ mg.kg}^{-1}$
- Solution d'acide chlorhydrique, $c(\text{HCl})=1 \text{ mol.l}^{-1}$
- Solution d'ammoniac, $c(\text{NH}_4\text{OH})=1 \text{ mol.l}^{-1}$
- Solution d'acide acétique, $c(\text{CH}_3\text{COO})=1 \text{ mol.l}^{-1}$
- Chlorure de lanthane hexahydraté, $(\text{LaCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$
- Solution mères étalons
- Solution de potassium, $c(\text{K}_2\text{O})=0,500 \text{ g.r}^{-1}$
- Solution de sodium, $c(\text{Na}_2\text{O})=0,500 \text{ g.r}^{-1}$

- Solution de calcium ,c (CaO) = 1,000 g.r-1
- Solution de magnésium, c (MgO) = 1,000 g.r-1

➤ **Mode opératoire :**

➤ **Extraction**

a. Préparation de la solution d'extraction

Dissoudre 77,0 g d'acétate d'ammonium (42) dans environ 000 ml d'eau (4.1). Ajuster le pH a 7,00 0,05 au moyen des solutions d'acide acétique (4.5) ou d'ammoniaque (4.4). Transférer dans une fole jaugés de 11. Ajus lar au volume avec de l'eau (4.1), homogénéisé

b. Prise d'essai-Extraction

Les valeurs admises pour les masses de prise d'essai, les volumes de solution d'extraction correspondants ainsi que les volumes des récipients d'agitation à utiliser sont les suivants :

1. Masse de prise d'essai (g) :
 - 25
 - 50
 - 75 à 100
2. Volume de la solution d'extraction (ml) :
 - 25
 - 100
 - 125 à 150
3. Volume de récipient d'agitation (ml) :
 - 100
 - 200
 - 250 à 300

En tenant compte de ces données, il faut :

- Poser échantillon pour essai (voir article 6) à 0,1 %.
- Transférer dans le récipient (5.2), ajouter le volume correspondant de solution d'extraction (7.1.1) au moyen du distributeur (5.3)
- Placer la suspension sur l'agitateur (5.4) et agiter à une température de 20 °C ± 2 °C pendant 1 h.
- Filtrer sur fibre (5.5) une fois l'agitation terminée.

➤ **Préparation de l'essai à blanc**

Réaliser une extraction dans les mêmes conditions que précédemment, mais en l'absence d'échantillon. Par convention, les concentrations de l'essai à blanc ne dépassent pas 0,05 mg.l⁻¹ de MgO, Na₂O:0,05 mg.l⁻¹ de K, 0,2 mg.l⁻¹ de CaO

➤ **Dosage**

➤ **Préparation des solutions en vue du dosage-Diluants et rapports de dilution**

Après s'être assuré que les solutions remplissent les conditions de validité des mesures spécifiées en 3.2.5, est possible d'utiliser Féaux (4.1) comme diluant pour l'émission de flamme et une solution de chlorure de lanthane obtenue en dissolvant 0.5 g de (LaCl₃·6H₂O) (46) dans 11 d'eau (4.1) pour l'absorption atomique. Lorsque les concentrations des solutions d'essai dépasseront le domaine de concentration figurant dans le Tableau 2, diluer préalablement les solutions d'essai avec la solution d'extraction (7.1.1) (dilution primaire) Généralement, les rapports de dilution sont:

- 1/10 (V/V) pour K et Na en émission de flamme et d'absorption atomique;
- 1/20 (VV) pour Mg en absorption atomique :
- 1/50 (VV) pour Ca en absorption atomique.

➤ **Longueurs d'onde**

- Potassium 766,5 nm (émission et absorption).
- Sodium 589,0 nm (émission et absorption).
- Calcium 422.7 nm.
- Magnésium 285,2 m

➤ **Mesures spectrométriques**

Présenter successivement les solutions d'étalonnage, les solutions d'essai et la solution d'essai à blanc préparées. S'assurer de l'absence d'influence d'un échantillon sur l'autre

qui serait, due à une décontamination insuffisante du système de nébulisation. Déterminer la fonction d'étalonnage et déduire les concentrations des solutions d'essai et de la solution d'essai à blanc. Vérifier que cette dernière répond aux spécifications données. Dans le cas contraire, rechercher la cause de la contamination et recommencer l'essai Si nécessaire, retrancher la valeur de l'essai a blanc de la valeur de l'essai

➤ **Conditions de validité des mesures**

Il faut vérifier que ses conditions instrumentales assurent :

- Une répétabilité et reproductibilité des mesures en accord avec l'objectif recherché
- La spécificité du signal de mesure ; la validité de la fonction d'étalonnage qui suppose :
- La validité de la relation entre la valeur du signal et la concentration
- L'identité de comportement des solutions étalons et des solutions d'essai (absence d'interférence).

Cette règle est applicable lorsqu'il y a modification du rapport de dilution ou extension des gammes de concentrations par rapport au présent document.

2.3.2 Impact du sanglier sur les zones humides :

2.3.2.1 Présentation de la zone d'étude :

Dans notre étude nous avons mené une campagne de prospection à la recherche des empreintes du sanglier autour des lacs du Parc National d'El Kala. Globalement, nous avons constaté une présence des racines dans tous les sites. Pour les besoins de cette étude préliminaire, notre choix s'est porté sur 2 lacs, en l'occurrence, le lac bleu et le lac noir qui de par leur superficie réduite et leur grande accessibilité nous ont permis de déployer une prospection complète. Quant à la période d'étude, nous avons conduits deux campagnes d'échantillonnage à raison de deux sorties par campagne, pendant (Novembre - décembre 2021) et après (Février – Mars 2022) la période de chasse réglementée du sanglier, et qui a lieu chaque année entre le 15 septembre et le 30 janvier.

2.3.2.1.1 Le lac Bleu

Le lac bleu est situé dans une zone inter dunaire au nord-est du lac Mellah Coordonnées N 36.909° E 8.338° (**Neffar, 1991**). Il s'agit d'une dépression résultant probablement d'un assèchement du grand lac Mellah. La profondeur de ce lac est estimée entre 10 à 35 mètres (**Cheriak, 1993 ; Boumendjel, 2015 ; Djaaboub , 2008**). Les terrains autour du plan d'eau notamment à l'est, sont des sables limoneux et tourbeux. Ils sont cultivés et irrigués avec l'eau du lac (**Fig. 25**).

Quant à la végétation du lac bleu, il est caractérisé par quatre ceintures de végétation : la première est constituée de plantes aquatiques où l'on trouve les nénuphars *Nymphaea alba et callitriche stagnalis*. La deuxième c'est les plantes semi aquatiques en l'occurrence la typha *angustifolia* , *Cladium mariscus*, *Iris pseudacorus* .La troisième ceinture c'est les plantes semi terrestres où on trouve le *salix alba* . La quatrième ceinture c'est l'Aulnaie ou on trouve le *pistacia lentiscus ; salix pedicellata ; lavandula stoechas*. Malgré que le lac bleu soit classé Ramsar l'activité anthropique n'échappe pas aux yeux on effet il y a des champs agricoles clôturé et une activité de fourrage importante sur le site. (**Fig. 26**)

2.3.2.1.1.2 Le lac noir

La Tourbière du Lac Noir 36°51'18"N 08°12'25"E, d'une superficie de 5,00 ha, est située dans le complexe des zones humides d'El Kala (**Fig.27**) Il s'agit d'un ancien lac asséché accidentellement par les deux actions conjuguées liées à l'ouverture d'un forage important, à proximité du site, et au chemin de wilaya 109 reliant les villes d'Annaba à El Kala. Depuis, seule reste la tourbière sous-jacente qui aujourd'hui a remplacé l'ancien site considéré comme la deuxième station où l'on recensait le nénuphar jaune (**Ramsar, 2019**). Cette tourbière est le

résultat de long processus où interviennent de nombreux facteurs naturels interdépendants : les fortes précipitations annuelles (944 mm à El-Kala), l'humidité élevée, un réseau hydrographique assez dense régulant la masse d'eau superficielle et souterraine et l'apparition temporaires des zones marécageuses où se développent des sols hydromorphes organiques (tourbe).

Le lac noir qui est entouré d'une forêt dense de chênes liège et vert, abrite des populations d'espèces animales et végétales parmi lesquelles plusieurs sont rares. Cette tourbière est considérée comme une banque de grains de pollen et de spores dont l'analyse palynologique a révélé la succession de la végétation dans le temps (**Ramsar, 2019**).

De ce fait elle est considérée, au vu de la rareté de ce type de milieu et de son importance indéniable, comme une zone humide représentative et rare de ce type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne. Des études ultérieures confirmeront son importance intrinsèque comme tourbière et les données climatiques qu'elle renferme. La disparition du lac noir a été provoquée par la mise en route en 1990 de 4 forages destinés à l'alimentation en eau potable de la ville d'El Kala. Les deux bassins du lac noir, une source en amont, l'émissaire de l'Oued Sidi Hamida et la superbe aulnaie qui le bordait ont disparu sous les effets conjugués des forages, des pompages et des incendies volontaires et involontaires qui se sont succédés (**Ramsar, 2019**).

Le site est caractérisé par le dépôt de sable dunaire avec intercalation de terre rouge et par le démantèlement des dépôts Numidiens donnant lieu à la formation d'éboulis. La lapidation des dunes s'est ensuite faite par l'intermédiaire d'une cimentation calcaire donnant naissance à des grès dunaires. Les résultats obtenus par l'étude des caractéristiques physiques et chimiques des sols du lac noir, réalisée par **Felahi & Reface (1994) in Ramsar 2019**, montrent l'existence d'une couche de tourbe de plusieurs mètres d'épaisseur, conservant une grande quantité de débris organiques facilement reconnaissables. L'analyse au laboratoire montre que cette tourbe est acide avec un Ph acide autour de 5 et dont la structure fibreuse riche en minéraux reste un milieu peu perturbé (**Ramsar, 2019**).

La végétation du lac Noir se distingue par la présence de diverses plantes, notamment le lentisque (*Pistacia lentiscus*), le potamot à feuilles de polygonum (*Potamogeton polygonifolius*), la lavande papillon (*Lavandula stoechas*), la cynoglosse de Crète (*Cynoglossum creticum*) et le ciste à feuilles de sauge (*Cistus salviifolius*). (**Fig. 28**)



Figure 25 : Lac bleu (Cliché Benotmane K., 2022).



Figure 26 : Végétation du lac Bleu (a :*Ranunculus aquatilis*, b :*Iris pseudacorus*, c :*Osmunda japonica*, d :
Nymphaea alba) (cliché Benotmane., 2022)



Figure 27 : Lac Noir (Cliché Benotmane K., 2022).

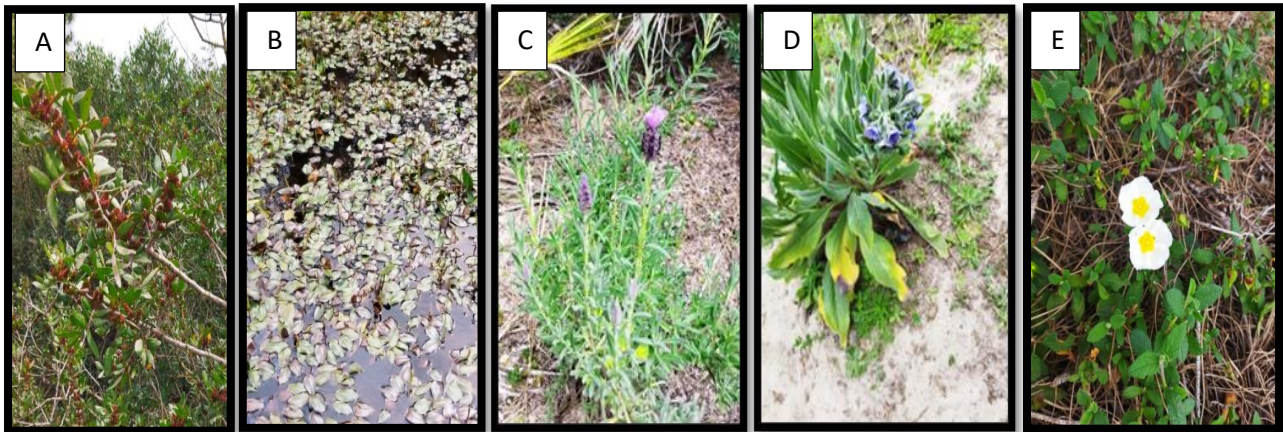


Figure 28 : La végétations du lac Noir (A : *Pistacia lentiscus*, B : *Potamogeton polygonifolius*, C : *lavandula stoechas*, D : *Cynoglossum creticum*, E : *Cistus salviifolius*).

2.3.2.2. Présentation de la stratégie d'échantillonnage :

La prospection complète menée au niveau des deux lacs nous a permis de réaliser une cartographie des traces d'activité des sangliers en novembre et décembre 2021 (pendant de la chasse) et en février et mars 2022 (après la fermeture de la chasse). A cet effet, Chaque racine a été géo localisée, et les dégâts sur le sol ont fait l'objet d'une cartographie en fonction de 5 classes d'intensité définie selon **Darinot (2014)** :

- Les zones intactes
- Les zones avec boutis espacés de plus de 10 mètres
- Les zones où les boutis sont espacés de 2 à 10 mètres
- Les zones où les boutis sont espacés de moins de 2 mètres
- Les zones de décapage total du sol

En marge de cette prospection, nous avons également noté tous les indices permettant d'expliquer la présence et la fréquentation régulière du sanglier : présence de plantes à bulbes, présence de vers de terre, sol humide...).

2.3.2.2.1 Etude cartographique :

La cartographie est une discipline qui désigne l'ensemble des études et des opérations, scientifiques et techniques, intervenant dans l'établissement des cartes ou des plans à partir des résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation préexistante. (**Long, 1974**). La cartographie mobilise un ensemble de techniques servant à la production des cartes, et constitue un des moyens privilégiés pour l'analyse et la communication en géographie. Elle

sert à mieux comprendre l'espace, les territoires et les paysages. Pour décrire notre démarche cartographique, nous nous sommes basés sur les descriptions faites par (**Meyen, 1973**).

Nous avons mené une étude cartographique des deux lacs, en respectant un certain nombre de principes (**Ozenda, 1963**) :

- Toute carte doit porter un titre correspondant au sujet traité. il doit être le plus court possible et expressif.
- La légende doit être ordonnée, doit comporter les indications des valeurs et des unités choisies à la suite.
- L'échelle doit comporter une échelle graphique et/ou numérique.
- Le figuré doit être le mieux adapté possible au thème de la carte : point, ligne, surface, choix des couleurs (froides ou chaudes), des hachures, des formes ou des épaisseurs
- La carte doit être lisible, en évitant toute surcharge d'informations.
- La nomenclature doit figurer sur la carte avec les noms indispensables à un repérage rapide. L'écriture doit être de préférence horizontale.
- L'orientation doit figurer en précisant les quatre points cardinaux et/ou les coordonnées géographiques.
- La carte doit être datée en précisant les données exploitées pour faciliter sa mise à jour.
- La charte graphique de la carte doit être attractive pour une exploitation facile et intuitive.

Pour créer une carte sous un des logiciels des Systèmes d'Informations géographiques (SIG), on se base souvent sur des images satellites de haute résolution, soit celles de Google Earth, de Bing, ou autres. Ces images sont disponibles sur des sites web et applications, mais l'exploitation de ces images et leur téléchargement restent un des défis de plusieurs étudiants et chercheurs qui travaillent dans le domaine de la cartographie. Dans ce contexte, plusieurs logiciels ont été créés pour résoudre tel problème, mais ils ne nous permettent pas de télécharger des images satellites d'une façon très facile, avec une haute résolution, et de différentes dates des différentes sources.

Nous avons procédé à la réalisation des cartes en utilisant les logiciels suivants :

SASPlanet : C'est un programme gratuit (Freeware sous licence GNU) conçu pour visualiser et télécharger des images satellites haute résolution et des cartes classiques à partir de serveurs tel que : Google Earth, Google maps, BingMaps , Nokia, Here Yahoo!, Yandex , OpenStreetMap

,ESRI, Navteq. Pour le moment, SASPlanet reste le meilleur logiciel qui permet de visualiser et télécharger un très grand nombre des images satellites et cartes. Un des points forts du logiciel SASPlanet, c'est télécharger les cartes déjà géo référencée par le logiciel et qu'il ne nécessite pas l'installation, et il télécharge toutes les images satellites et cartes explorées pour pouvoir les visualiser ultérieurement en cas d'absence d'internet.

2.3.3 Impact du sanglier sur le milieu urbain :

L'étude de l'impact du sanglier dans le milieu urbain a été entreprise entre janvier et juin 2023, dans la ville de Annaba. Nous avons effectué dans un premier une prospection globale dans tous les quartiers de la ville de Annaba. Nous avons ensuite structuré notre étude en deux parties distinctes à savoir une enquête ethnozoologique pour identifier le secteur dans lequel le sanglier cause le plus de dommages, et un monitoring régulier de l'espèce dans le secteur identifié.

Le secteur 3 de la ville d'Annaba. Ce secteur englobe six quartiers, parmi lesquels quatre ont été identifiés comme présentant une prévalence significative de l'espèce du sanglier sauvage, en utilisant un questionnaire ethno zoologique spécialement conçu pour cette région. Les citoyens d'Annaba, à qui nous avons posé des questions concernant la présence des sangliers sauvages, leurs emplacements précis, la fréquence de leurs apparitions et leur comportement dans ces quartiers, ont systématiquement signalé une présence plus marquée de cette espèce par rapport à d'autres secteurs de la ville, en particulier dans les quatre quartiers suivants : Les Hongrois, Sidi Achour, la cité El Rym et les Allemands. C'est cette observation qui justifie notre choix de ce site d'étude (**Fig.29**).

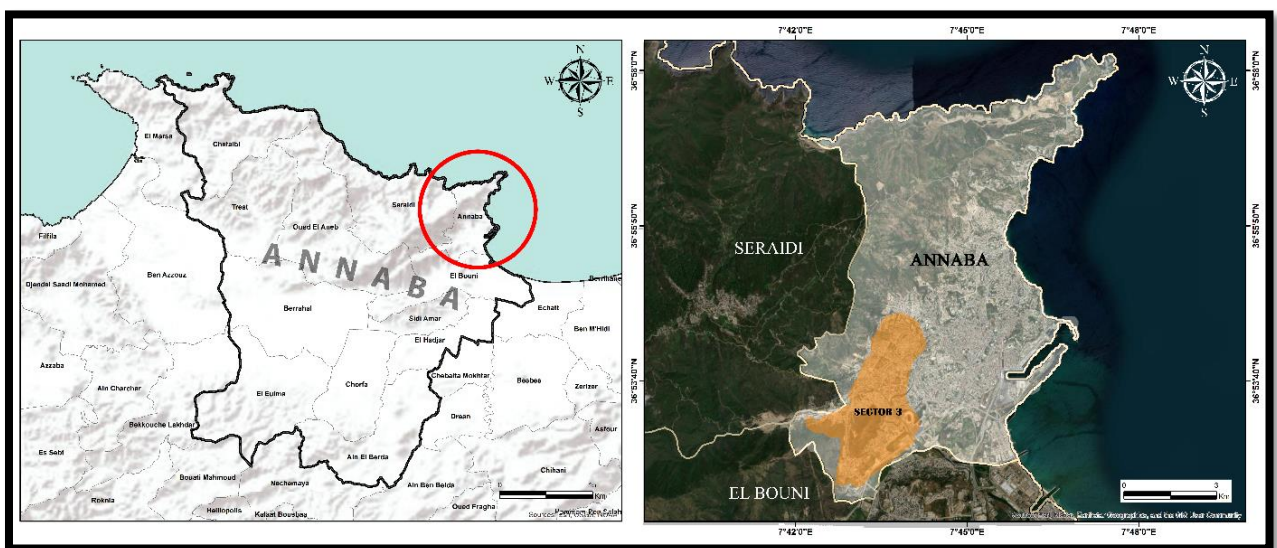


Figure 29 : La carte du secteur 3 de la Wilaya d'Annaba.

2.3.1. Enquête ethno - zoologique :

Nous avons élaboré un questionnaire d'enquête destiné aux habitants de la ville de Annaba, que nous avons diffusé sur les réseaux sociaux via google form, par mail pour les étudiants de l'université Badji Mokhtar Annaba et sous forme d'interview mené dans les quartiers au plus près des citoyens. Le questionnaire d'enquête englobe des packages de questions relatives à la présence des sangliers, leurs emplacements exacts, la fréquence de leurs apparitions et les dommages éventuels occasionnés (Tab.05).

Tableau 05 : Présentation du questionnaire d'enquête distribué aux citoyens

La caractérisation du public cible	Tranche d'âge	18-29
		30-45
		46 et plus
	Sexe	Homme
		Femme
Citez votre quartier	/	
Habitat du sanglier	Est ce qu'il existe une forêt près de votre quartier	Oui
		Non
	Est-ce que vous voyez le sanglier dans votre quartier	Oui
		Non
La structure sociale du sanglier	Lorsque vous voyez un sanglier, il est	Seul
		En couple
		En groupe de sangliers adultes
		Avec jeunes
	Dans votre quartier, où avez-vous l'habitude de le voir	Près des poubelles
		Dans les jardins publics
		À proximité des parkings
		Autres
	A quelle heure vous le voyez généralement dans votre quartier	Le matin
		à midi
L'après midi		

		Le soir
	Auprès des poubelles de votre quartier, est-ce que vous avez l'habitude de voir le sanglier accompagné des	Des chats
		Des chiens
		Des vaches
		Des rats
	Quand vous le voyez est-ce que vous pouvez identifier les mâles des femelle	Oui
		Non
Le dimorphisme sexuel	Si oui, Comment vous faites la différence entre mâle et femelle	La taille
		La couleur du pelage
		Présence ou absence des défenses
		Autres
Evolution des effectifs	Comment voyez-vous l'évolution des effectifs du sanglier dans votre quartier	En augmentation
		En diminution
		Stable
	En quelle saison vous estimer une augmentation de la densité du sanglier dans votre quartier	En été
		En automne
		En hiver
		En printemps
		Durant toute l'année
L'impact du sanglier	Selon vous quel impact(effet) exerce le sangliersur l'environnement	Négatif
		Positif
		Les deux
	Est-ce que le sanglier est dangereux	Oui
		Non
	Si oui, quel type de danger	/

2.3.1 Monitoring du sanglier en milieu urbain :

Nous avons mené une campagne de monitoring dans le secteur 3 de la ville de Annaba. Ce monitoring a été effectué sur la base de la cartographie des quartiers de ce secteur, sur laquelle l'itinéraire des points de collecte des ordures ménagères a été consigné par l'APC (Fig.30).

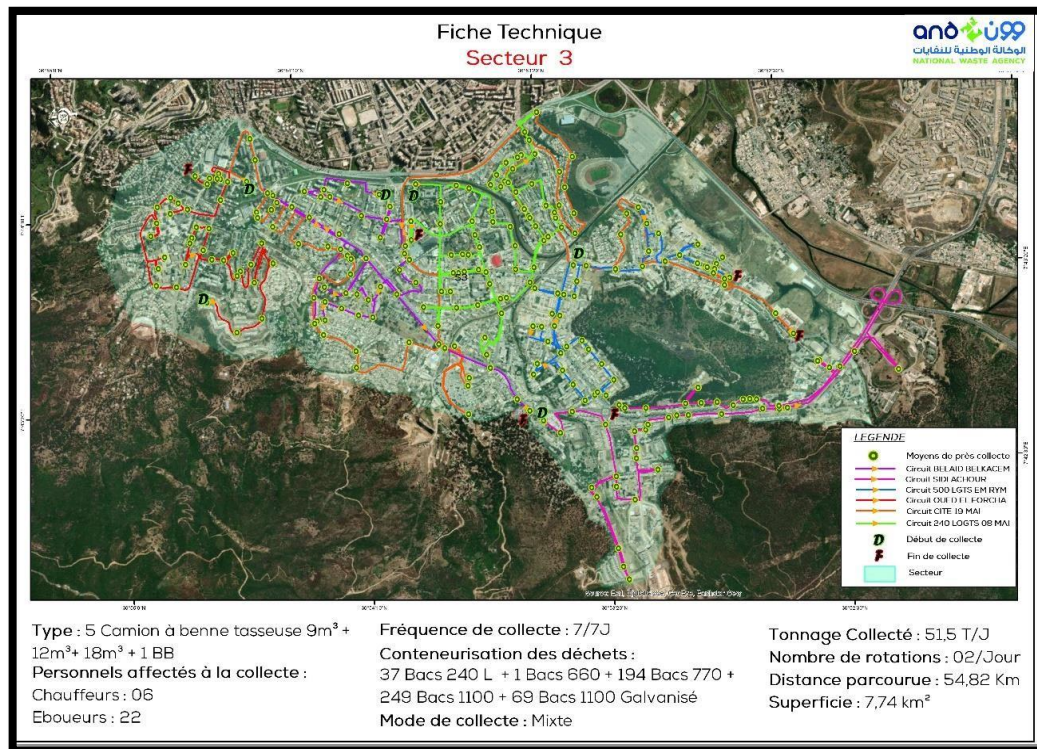


Figure 30 : Carte du secteur 3 de Annaba avec les points de collecte (Source : Direction de l'environnement).

Nous avons systématiquement visité chaque point quatre fois par semaine sur une période de six mois, de janvier à juin 2023. Lors de chaque visite, nous avons choisi des heures d'observation fixes de 20h30 à 00h30, avec une durée de 20 minutes pour standardiser la période d'observation. Nous avons ensuite enregistré le nombre de spécimens, leur sexe (Male/ femelle), et leur âge (Adultes/ juvéniles) observés à chaque point. Toutes ces observations ont ensuite été cartographiées pour identifier les zones présentant une activité élevée de cette espèce (Tab.06).

Tableau 06 : Description des quartiers du secteur 3 de la Wilaya de Annaba.

Quartier		Superficie	Emplacement	Nombres de bâtis	Population estimé/ individu
Quartier 1	Les Hongrois	0.54 km ²	A proximité de la foret	173 bâtiments	6920
Quartier 2	Sidi Achour	0.25 km ²	A proximité de la foret	54 bâtiments tour + 14 bâtiments	16112
Quartier 3	Cité El Rym	0.52 km ²	Ilot fragmenté de la forte	256 bâtiments + 230 villas	11160
Quartier 4	Les Allemands	0.12 km ²	A proximité d'une foret fragmentée	112 bâtiments	4480

Analyses statistiques des données

L'analyse statistique des données a été effectuée par l'utilisation des logiciels « Minitab 17 » et « PAST 3exe ». Nous avons calculé l'ANOVA pour la comparaison des variances, le test non paramétrique Kruskal Wallis pour la comparaison des médianes, et le test MANOVA pour une comparaison multi variables. Quant à la représentation graphique des données, elle s'est appuyée sur l'élaboration d'histogrammes, de secteurs et des boites à moustaches.

Résultats et interprétation

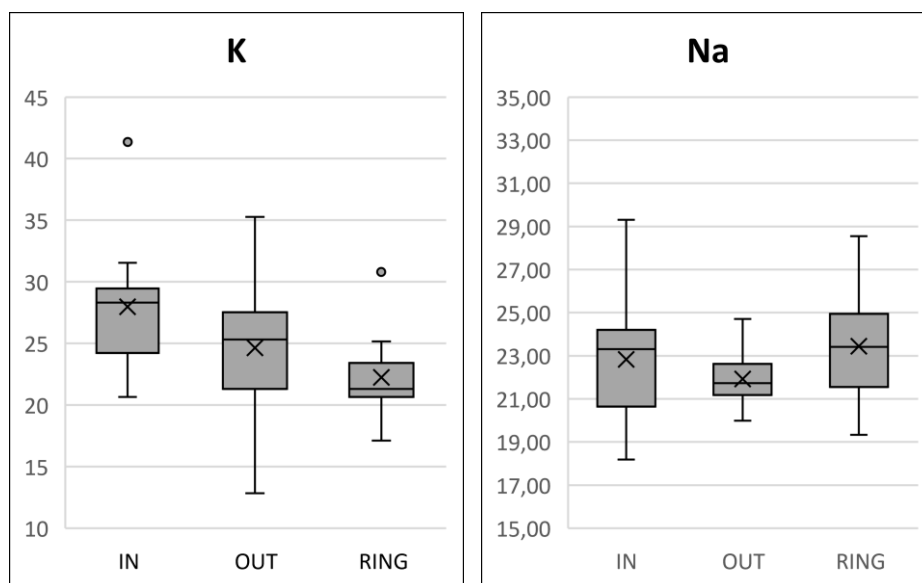
RESULTATS ET INTERPRETATION

1. Impact du sanglier dans le milieu forestier :

L'objectif de cette étude est d'examiner l'impact de l'activité du sanglier sur les paramètres physico-chimiques du sol dans deux types d'environnements forestiers distincts : l'un naturel et l'autre ayant subi un incendie et d'en déduire le rôle fonctionnel joué par le sanglier dans chaque site.

1.1 L'analyse de l'impact du sanglier dans le milieu naturel (BOUZIZI)

Les résultats obtenus à partir de l'expérimentation dans l'environnement naturel ne montrent aucune différence statistiquement significative dans les médianes des variables mesurées entre les groupes expérimentaux (IN, RING et OUT), à l'exception du potassium, où une différence statistiquement significative a été observée ($P=0,044^*$), du calcium avec une différence très significative ($P=0,011^{**}$), et de la conductivité électrique avec une différence très hautement significative ($P=0,001^{***}$) (Tab.07 ; Fig.31).



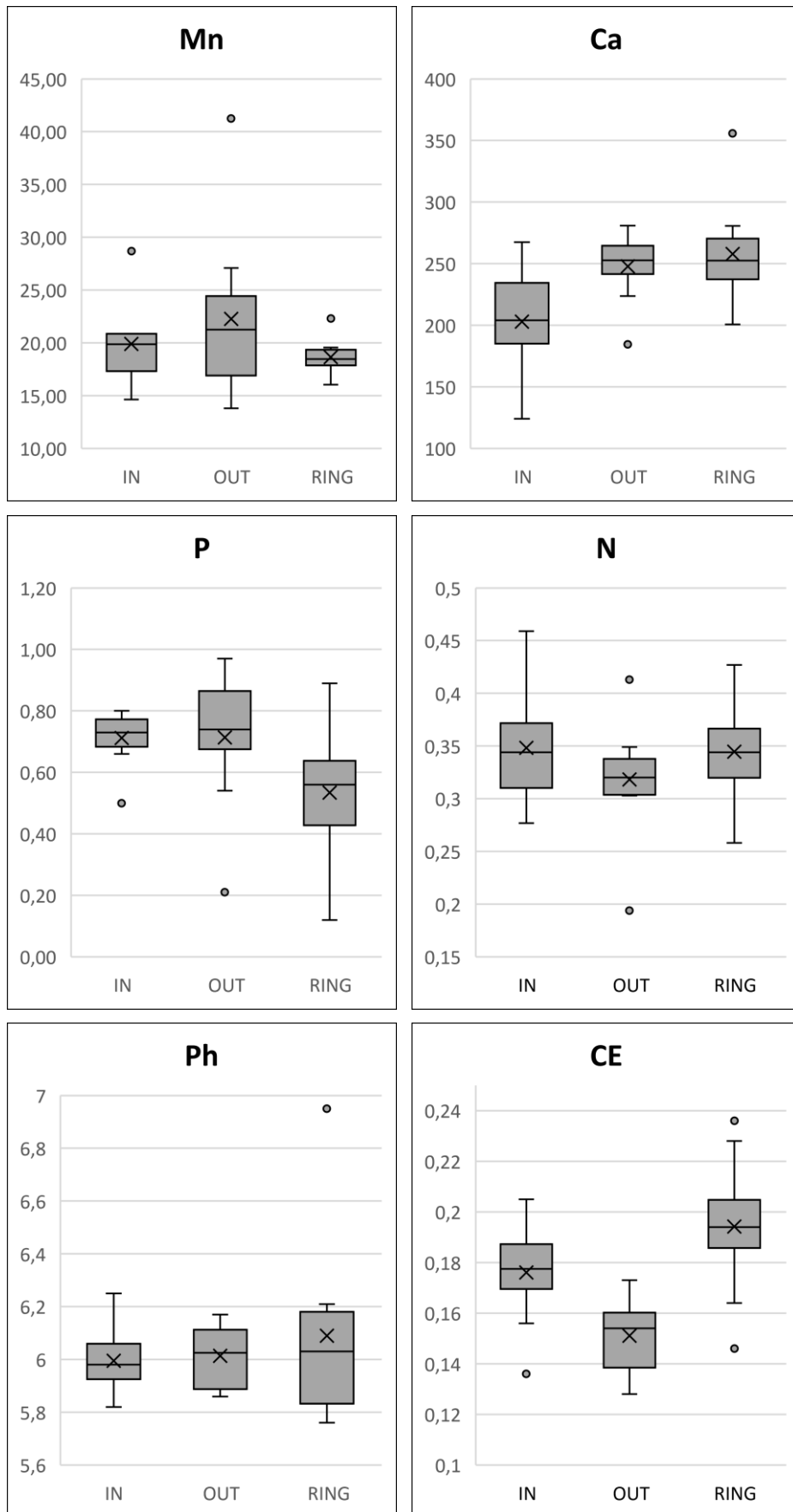


Figure 31 : les médianes des variables mesurées dans le milieu naturel

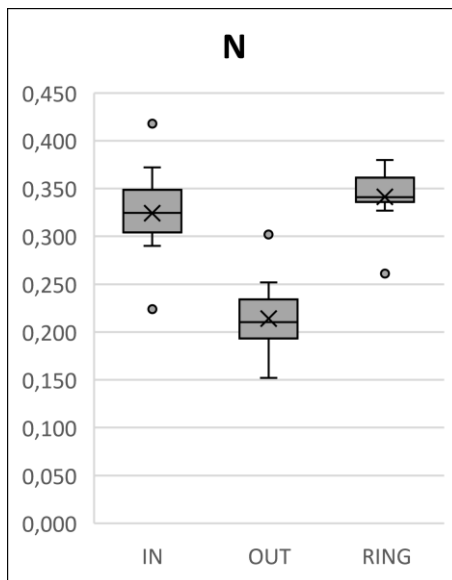
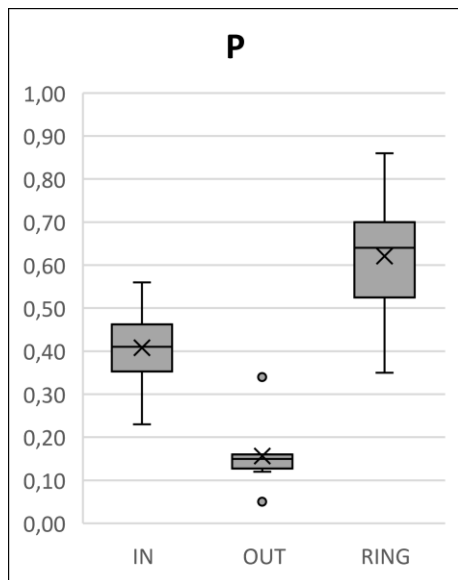
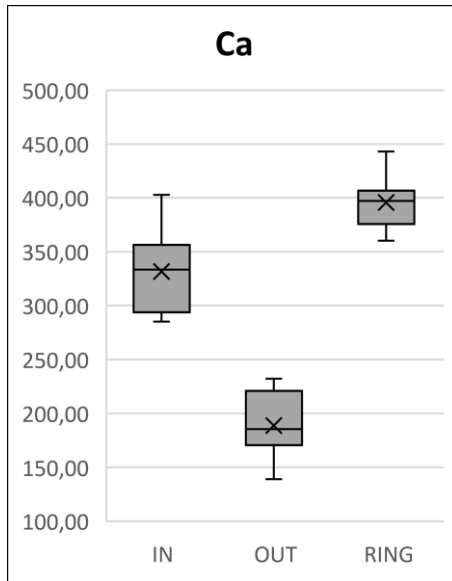
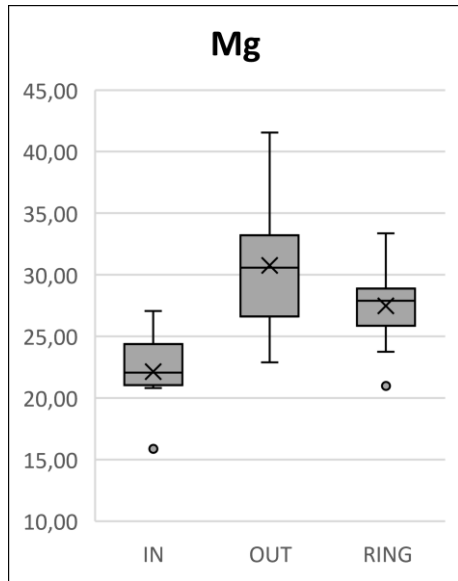
Tableau 07 : Analyse comparative des paramètres physico chimiques entre ring out et in dans le milieu naturel

		K mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	P *mol/l	N %	pH	CE ms/cm
IN	Min	20,66	18,19	14,63	124,18	0,50	0,277	6,25	0,136
	Max	41,35	29,31	28,69	267,44	0,80	0,459	5,98	0,179
	Médiane	28,31	23,31	19,89	204,1	0,7300	0,3440	5,980	0,1775
OUT	Min	12,84	29,99	13,8	184,63	0,21	0,194	6,17	0,128
	Max	35,28	24,7	41,25	280,83	0,97	0,413	5,98	0,156
	Médiane	25,33	21,73	21,27	252,7	0,7400	0,3200	6,025	0,1540
RING	Min	17,11	19,33	16,05	200,82	0,12	0,258	6,13	0,146
	Max	30,80	28,55	22,31	355,73	0,89	0,427	5,76	0 ;228
	Médiane	21,32	23,42	18,47	252,6	0,5600	0,3440	6,030	0,1940
Kruskal-Wallis Test		$P = 0,044^*$	$P = 0,340$	$P = 0,308$	$P = 0,011^{**}$	$P = 0,057$	$P = 0,305$	$P = 0,825$	$P = 0,001^{***}$

1.2 L'analyse de l'impact du sanglier dans le milieu post-incendié (AIN BARABAR)

En comparaison, les résultats obtenus dans l'environnement post-incendie indiquent des différences statistiquement très hautement significatives pour toutes les variables mesurées entre les groupes expérimentaux (IN, RING et OUT) : potassium ($P=0,000^{***}$), calcium ($P=0,000^{***}$), magnésium ($P=0,001^{***}$), phosphore échangeable ($P=0,000^{***}$), conductivité électrique ($P=0,000^{***}$), azote ($P=0,000^{***}$), et sodium ($P=0,002^{***}$) (**Tab.08 ; Fig.32**).

Ces résultats suggèrent que l'activité des sangliers a joué un rôle prédominant dans l'homogénéisation de la couche de sol dans l'environnement naturel. Cependant, dans l'environnement post-incendie, les différences observées dans les paramètres mesurés sont nettement prononcées, indiquant ainsi l'absence d'un impact significatif de cette espèce sur l'homogénéisation de la couche de sol dans cet habitat.



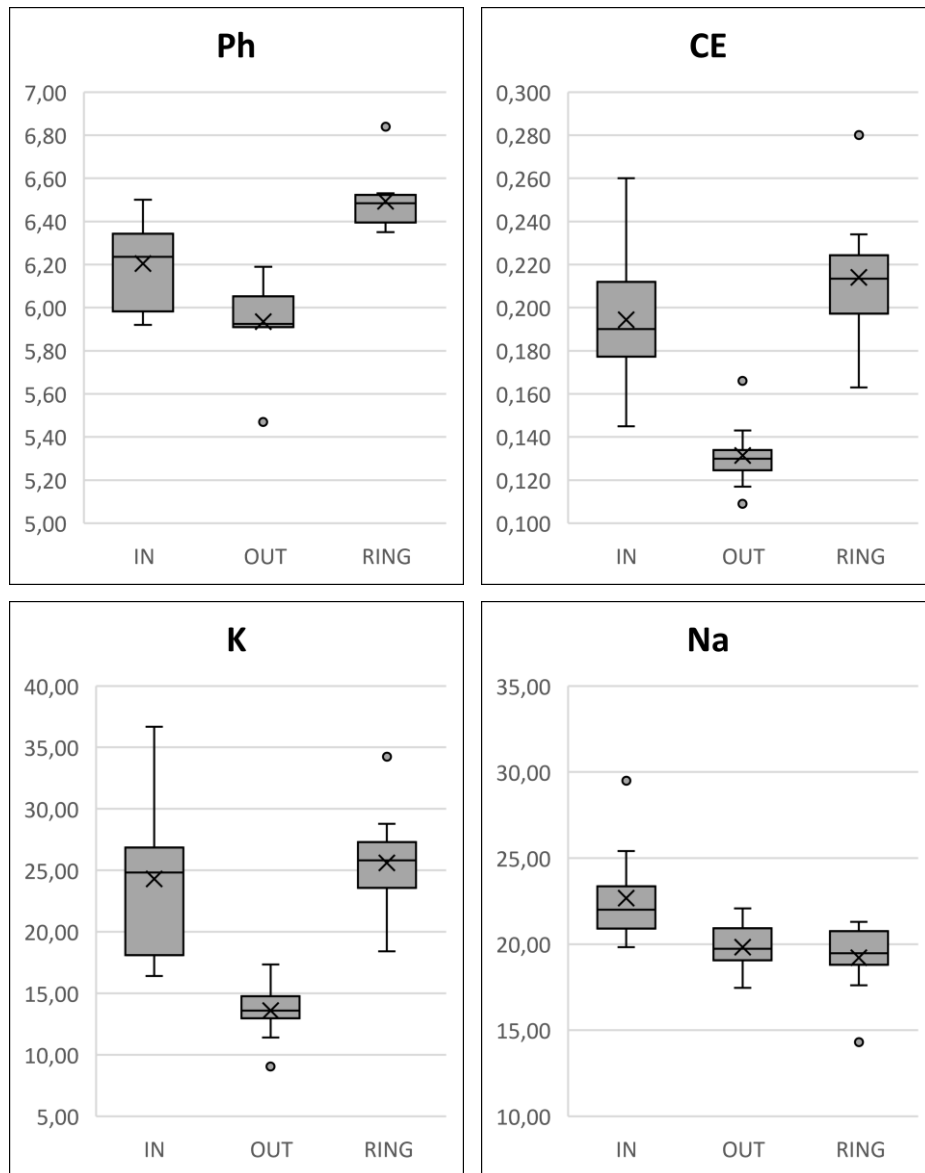


Figure 32 : Les médianes des variables mesurées dans le milieu post-incendié

Tableau 08 : Analyse comparative des paramètres physico chimiques entre ring out et in dans le post-incendié

		K mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	P *mol/l	N %	pH	CE ms/cm
IN	Min	24,30	19,83	15,88	394,75	0,23	0,311	5,93	0,260
	Max	36,67	29,50	27,07	295,12	0,56	0,418	6,50	0,212
	Médiane	24,83	22,01	22,06	333,3	0,4100	0,3245	6,235	0,1900
OUT	Min	9,04	17,46	22,89	138,94	0,16	0,152	5,47	0,109
	Max	17,36	22,08	41,55	232,32	0,34	0,302	6,19	0,166
	Médiane	13,61	19,74	30,57	185,5	0,1500	0,2105	5,925	0,1300
RI	Min	18,41	14,30	20,98	360,16	0,35	0,261	6,35	0,163

	Max	34,25	21,30	33,38	442,99	0,86	0,380	6,84	0,280
	Médiane	25 ,82	19,48	27,89	397,3	0,6400	0,3410	6,485	0,2135
Kruskal-Wallis Test	$P =$	$0,000^{***}$	$0,002^{**}$	$0,001^{***}$	$0,000^{***}$	$0,000^{***}$	$0,000^{***}$	$0,000^{***}$	$0,000^{***}$

1.3. Analyse comparative de l'impact du sanglier entre le milieu naturel et le milieu post incendié :

Nous avons effectué une analyse en composantes principales (ACP) en corrélant tous les paramètres physico-chimiques du sol dans deux types de milieux (**Fig.33 ; Fig.34**) Il en ressort globalement deux types de structures ;

- Dans le milieu naturel, le Ph semble être corrélé négativement avec les autres paramètres alors que dans le milieu post incendié, il est plutôt corrélé positivement
- Le Mg est corrélé négativement avec les autres paramètres, et ceci dans le milieu post incendié
- Le Mg et K sont fortement corrélés positivement dans le milieu naturel alors qu'ils sont plutôt négativement corrélés dans le milieu post incendié
- Dans les deux milieux, le Na présente une corrélation négative avec les autres paramètres

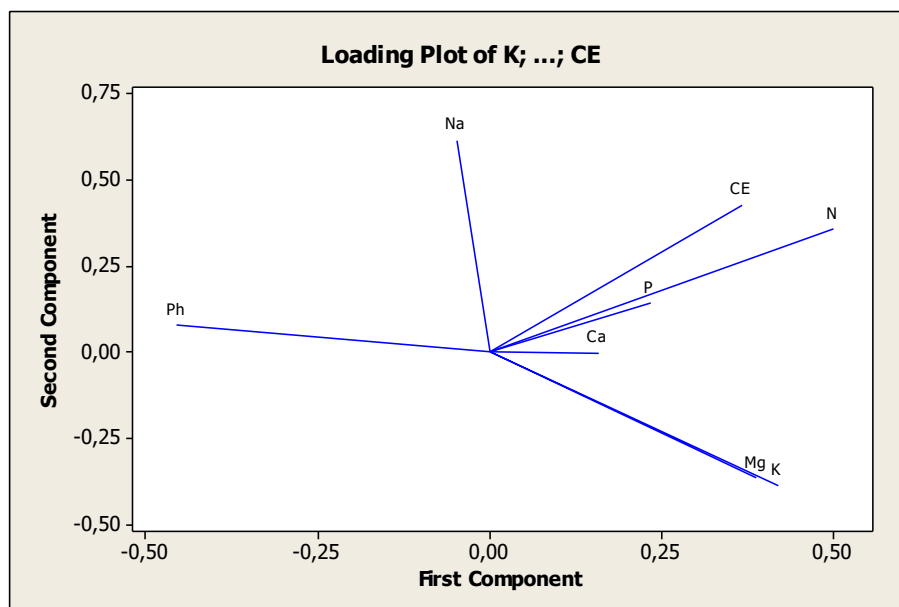


Figure 33 : Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques du sol dans la forêt naturelle de Bouzizi

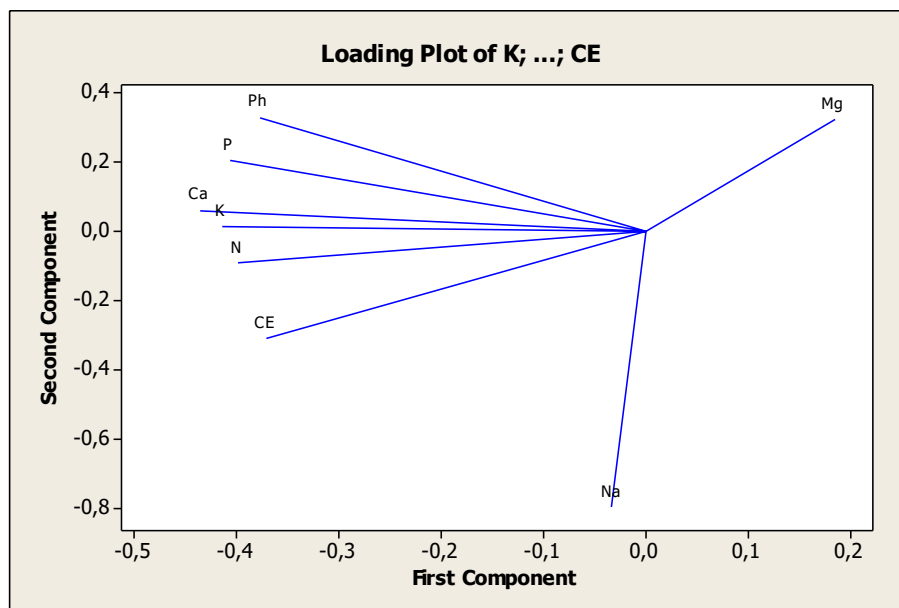


Figure 34 : Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques du sol dans la forêt post-incendiée de Ain Barbar

2. Impact du sanglier dans le milieu lacustre

Dans cette partie, notre objectif principal était de faire un état des lieux quant à la fréquentation et l'exploitation du sanglier dans les zones humides en investiguant son impact potentiel sur la structure des sols aux abords des lacs du parc national d'El Kala. Nous avons sélectionné deux lacs emblématiques de superficie réduite où nous avons évalué et quantifier les empreintes d'enracinement des sangliers dans ces zones pour pouvoir déterminer l'influence éventuelle de cette espèce et son impact exercé sur le milieu lacustre.

2.1. Impact du sanglier sur le sol au niveau du lac Bleu

Nous avons examiné les indices d'activité des sangliers autour du lac bleu pendant et après la période de chasse (**Fig.35 ; Fig.36**). Les résultats indiquent initialement une répartition inégale des zones d'activité du sanglier, avec des zones préservées près des champs cultivés entourés de clôtures, tandis que d'autres présentent des signes d'activité plus ou moins prononcés. Ces dernières se trouvent principalement du côté de l'émergence de la fougère royale et à proximité de la ceinture de plantes à bulbes le long d'une partie de la rive sud du lac. Cependant, il est intéressant de noter que la chasse ne semble pas influencer l'étendue des activités des sangliers, car les zones d'activité restent pratiquement inchangées. En revanche, on observe que l'activité de l'espèce dépend davantage du retrait du niveau de l'eau, facilitant ainsi l'accès à la ceinture

de plantes à bulbe (*Iris pseudacorus*). Ce phénomène est particulièrement marqué pendant la période printanière (observations personnelles) (**Fig.37**).

Tableau 09 : Calcul de la superficie des zones enracinées au lac bleu (Sasplanet)

Zone	Période	
	La Surface pendant la période de chasse	La Surface après la période de chasse
Zone intacte	0.97 ha	0.68 ha
Zone 2 à 10	0.35 ha	0.18 ha
Zone moins de 2	0.07 ha	0.29 ha
Zone décape	0.12 ha	0.36 ha

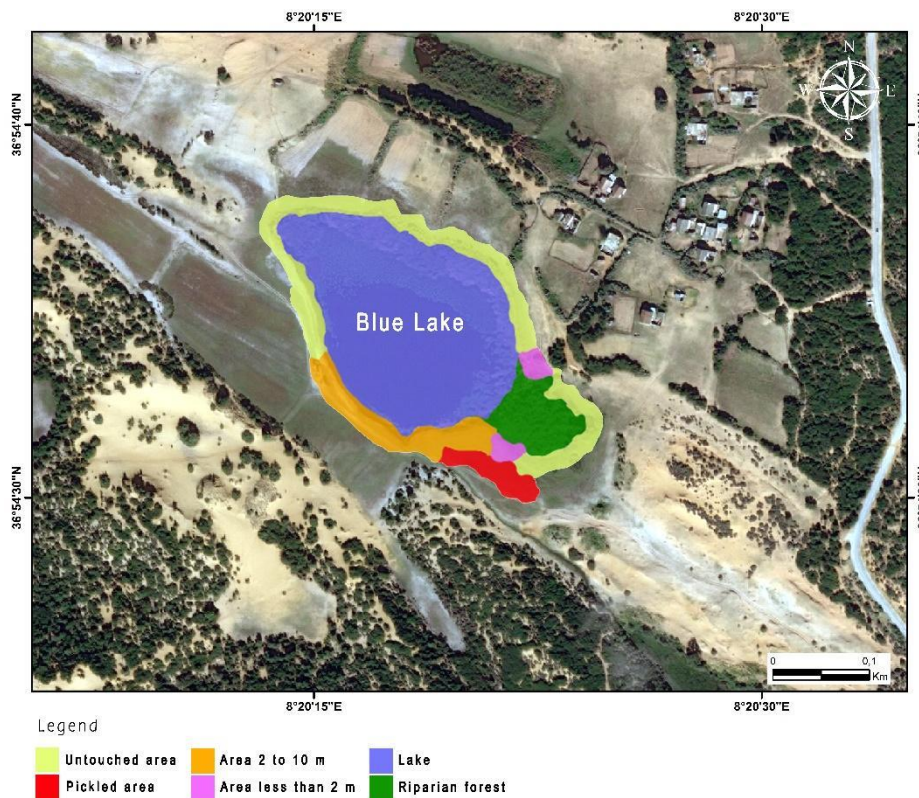


Figure 35 : Carte zone d'enracinement pendant la période de chasse au lac bleu

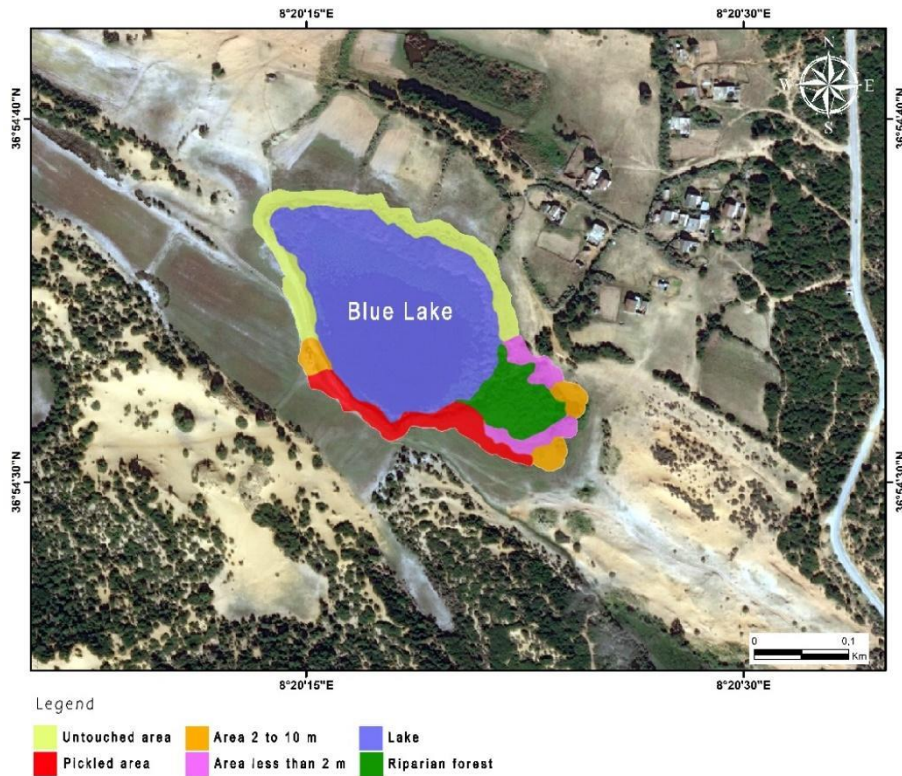


Figure 36 : Carte zone d'enracinement après la période de chasse au lac bleu



*Figure 37 : Trace d'enracinement du sanglier *Sus scrofa* au lac Bleu*

2.2. Impact du sanglier sur le sol au niveau du lac Noir

Nous avons examiné les indices d'activité des sangliers autour du lac Noir pendant et après la période de chasse (**Fig.38 ; Fig.39**). Les résultats obtenus indiquent une absence totale d'activité pendant la période de chasse, malgré les rapports des riverains signalant une augmentation des

effectifs autour du lac. Cependant, une activité restreinte a été observée après la saison de chasse, se concentrant principalement sur la rive nord-est du lac, adjacente à une subéraie abondante en glands de chêne, en végétaux herbacés aériens et souterrains. Enfin, il a été noté que la zone où les traces ont été détectées présente un sol humide et riche en lombrics, suggérant une possible utilisation de cette zone par les sangliers pour s'abreuver, se toiletter et se nourrir (Fig.40).

Tableau 10 : Calcul de la superficie des zones enracinées au lac Noir (Sasplanet)

Zone	Période	
	La Surface pendant la période de chasse	La Surface après la période de chasse
Zone intacte	2.44 ha	2.89 ha
Zone 2 à 10	0.34 ha	0 ha
Zone moins de 2	0.11 ha	0 ha
Zone décape	0 ha	0 ha

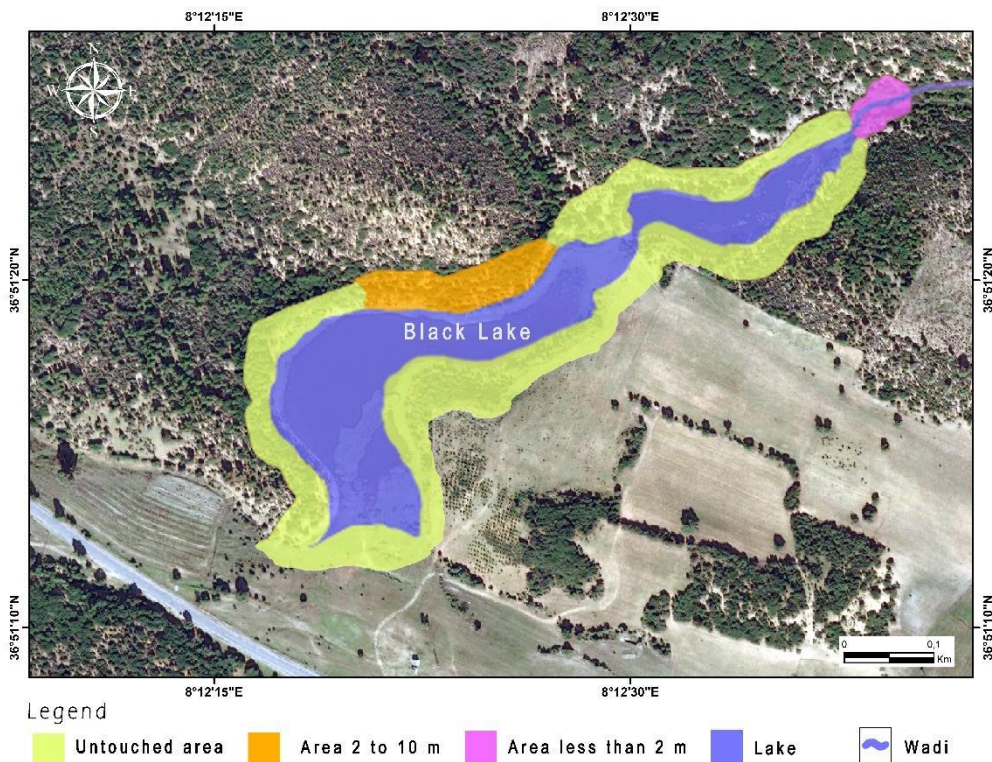


Figure 38 : Carte zone d'enracinement pendant la période de chasse au lac Noir

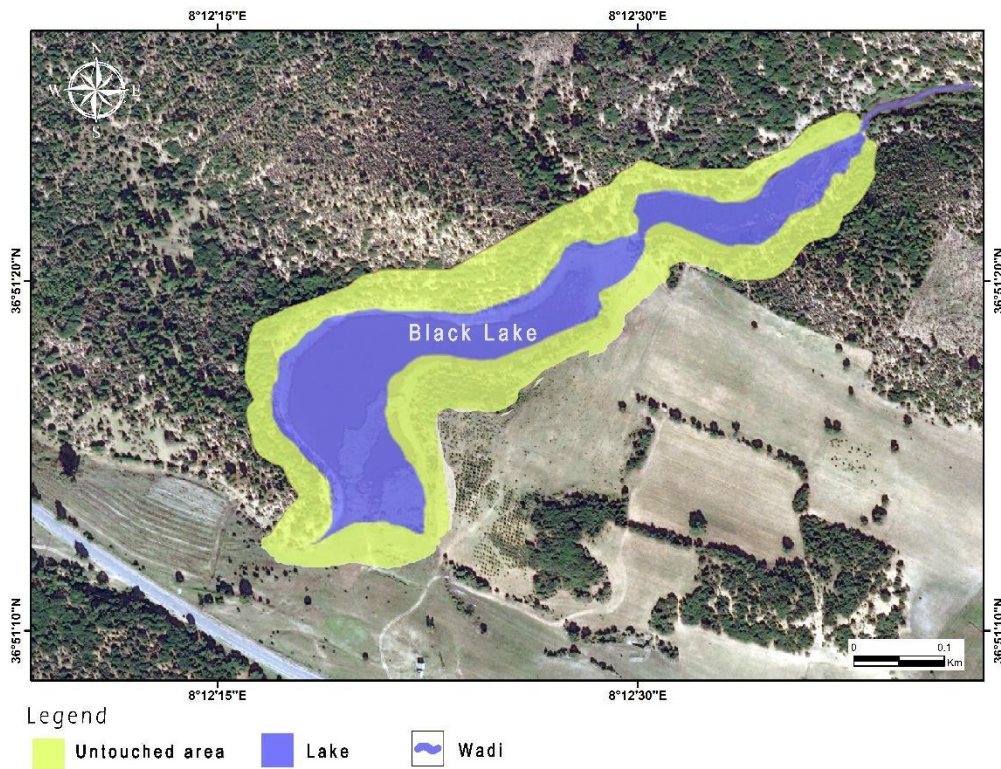


Figure 39 : Carte zone d'enracinement après la période de chasse au lac Noir



*Figure 40 : Trace d'enracinement du sanglier *Sus scrofa* au lac Noir*

3.L'impact du sanglier sur l'écosystème urbain :

L'objectif de cette étude est de réaliser un monitoring du sanglier dans le milieu urbain et plus précisément au niveau de quatre quartiers identifiés comme points chauds de fréquentation de l'espèce dans le secteur 3 qui a été identifié comme le secteur le plus fréquenté par cette espèce selon les réponses des citoyens recueillies à partir du questionnaire d'enquête ethno zoologique élaborer dans la ville d'Annaba. Nous avons donc mené une prospection et un comptage des individus qui fréquente les quartiers de ce secteur pour pouvoir caractériser l'impact négatif et le degré de nociceptivité de cette espèce en vue de proposer des recommandations aux gestionnaires et aux décideurs locaux.

3.1. Analyse du questionnaire de l'enquête ethno zoologique :

3.1.1. Description de la population ciblée par l'enquête :

Sur 112 personnes interrogées, 65% d'entre elle sont des femmes et 35% sony des hommes (**Fig.41**).

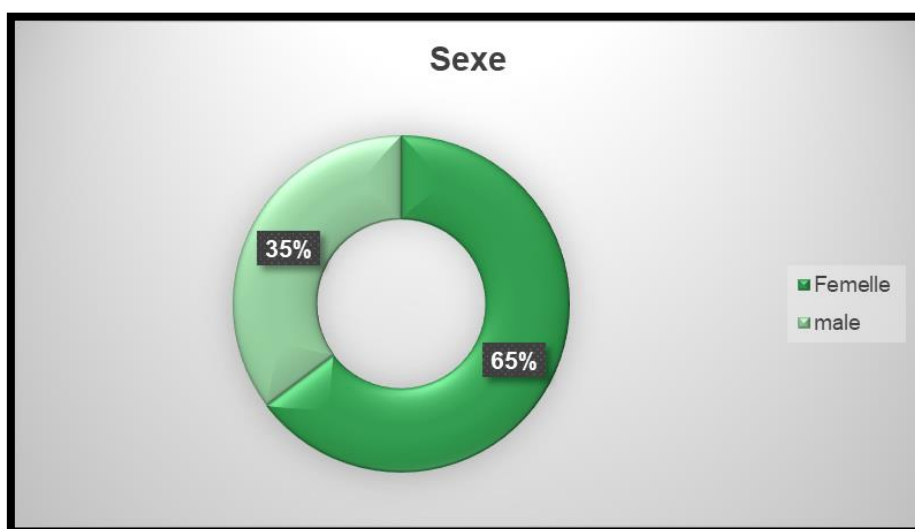


Figure 41 : Ration femme/homme questionnée.

L'analyse par tranche d'âge des personnes questionnées montre que 61% d'entre elles sont âgées entre 18 et 29 ans, 23% ont un âge compris entre 30 et 45 ans et ceux âgées plus de 45ans correspondent à 16% de la population enquêtée (**Fig.42**)

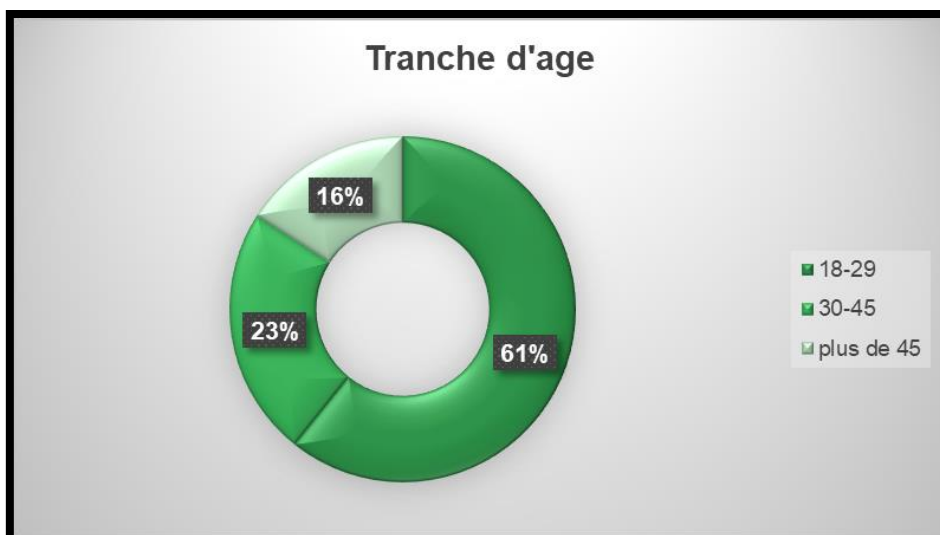


Figure 42 : Proportion des personnes questionnées selon les classes d'âges.

3.1.2. Analyse des réponses relatives au monitoring du Sanglier :

Les résultats relatifs à la présence du sanglier dans les différents secteurs de la Wilaya d'Annaba indiquent que la majorité des citoyens, soit 92%, estiment que le secteur 3 est le plus fréquenté par les sangliers. En revanche, seulement 3% considèrent que c'est le secteur 4 pareil pour le secteur 5 ou 3% estiment qu'il est le plus fréquenté. Seulement 2% des répondants pensent que le secteur 1 est le plus fréquenté par les sangliers, et finalement, aucun citoyen n'a mentionné le secteur 2 comme étant le plus fréquenté (Fig.43).

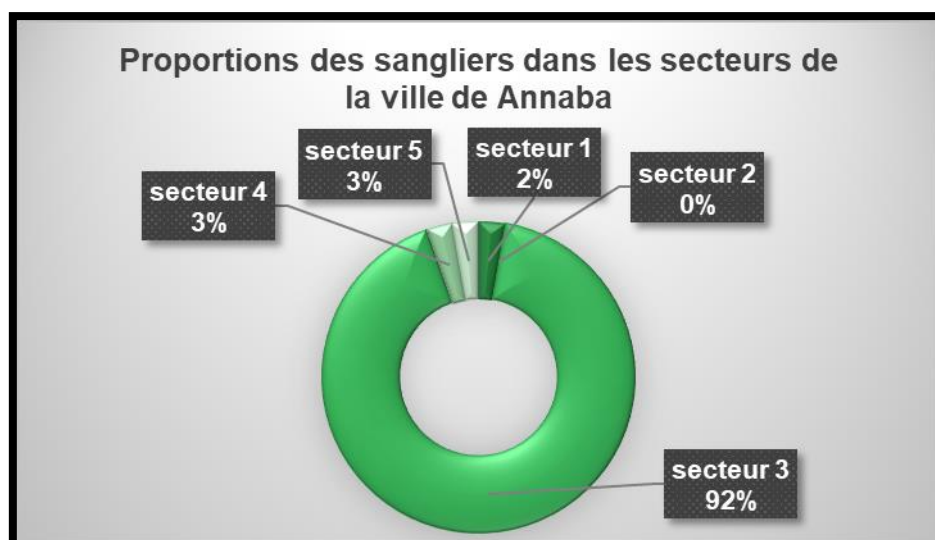


Figure 43 : Proportions des sangliers dans les secteurs de la Wilaya d'Annaba

Toutes les personnes interrogées confirment la présence du sanglier dans le milieu urbain, avec 83% d'entre elles les ayant observés près des poubelles, 10 % dans les jardins publics, et 7 % à proximité des forêts. 62% de ces observations ont été faites le soir et 38 % le matin (**Fig.44**).

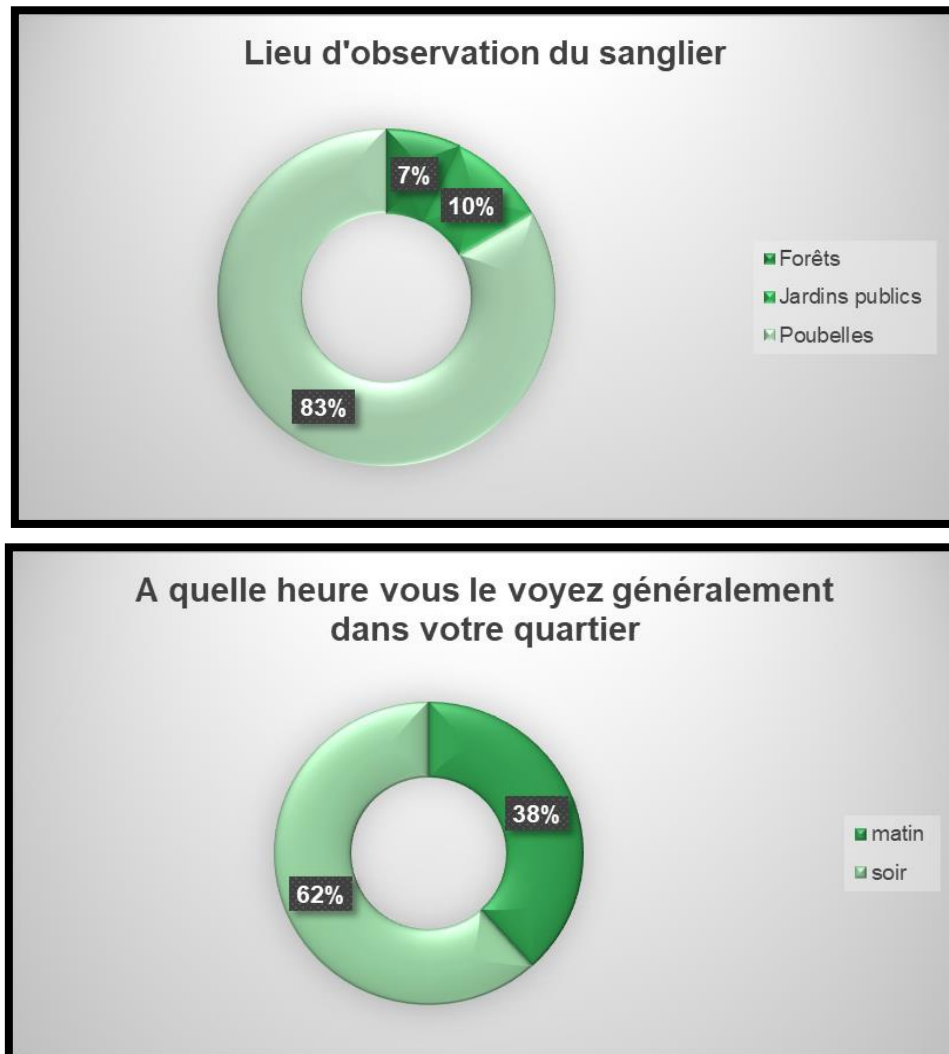


Figure 44 : Lieu et heure d'observation du sanglier dans le milieu urbain.

Concernant l'organisation sociale du sanglier, 46% des personnes interrogés ont observé le sangliers se deplacant en famille (avec les marcassins), non seulement en groupe d'adultes (25%), mais également solitaire (18%) et en couple (11%) (**Fig.45**).

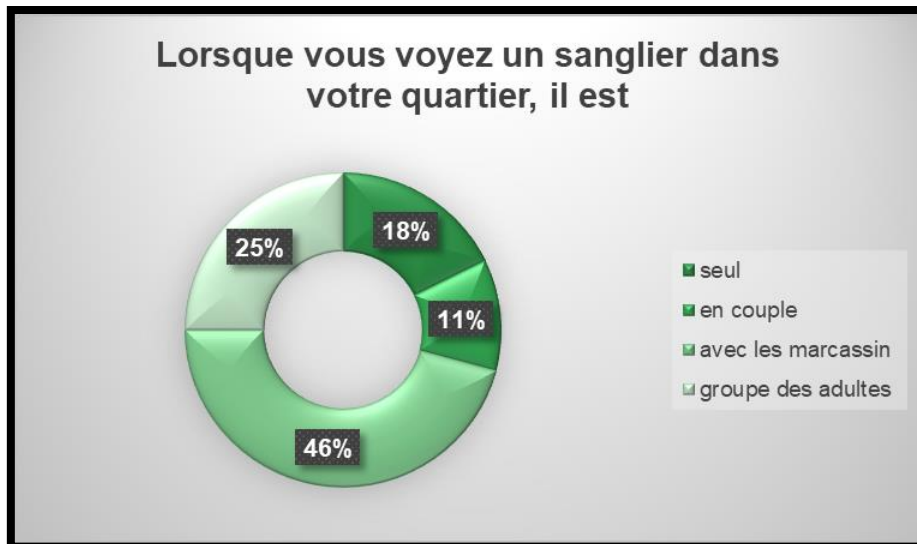
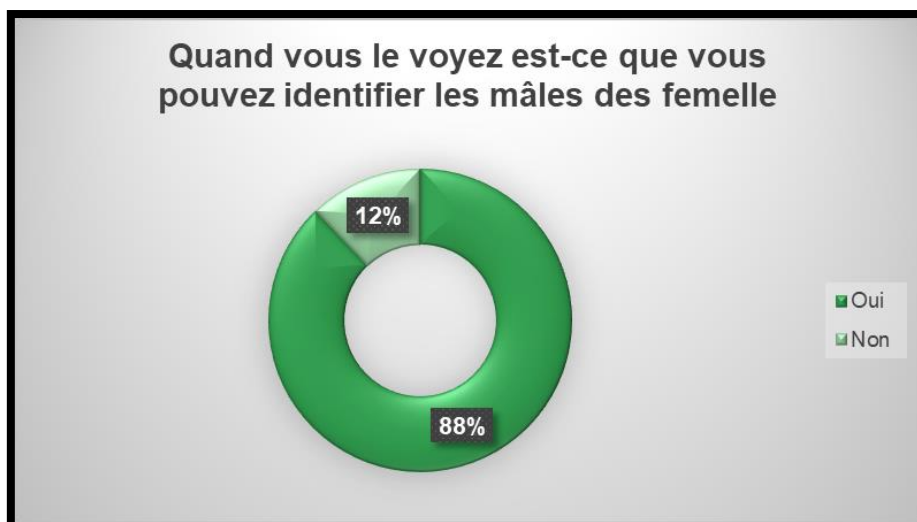
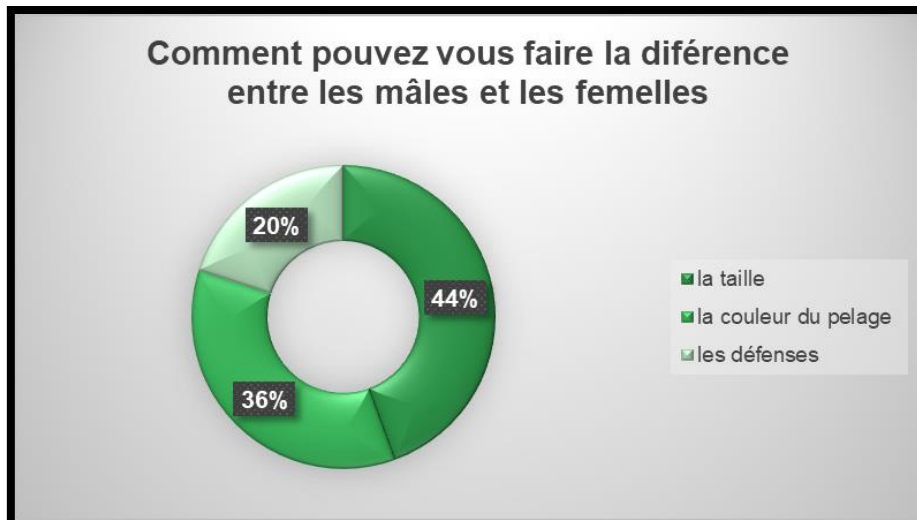


Figure 45 : Organisation sociale du sanglier dans le milieu urbain.

Parmi l'ensemble des personnes interrogées, 88 % ont la capacité de distinguer les sangliers mâles des femelles, se basant sur divers critères distinctifs. De ce pourcentage, 44 % effectuent cette distinction en fonction de la taille de l'animal, 36 % se fondent sur la couleur du pelage, et 20 % se réfèrent à la présence ou l'absence de défenses. En revanche, les 12 % restants des participants à l'étude ne possèdent pas la connaissance nécessaire pour différencier les sexes chez les sangliers (Fig.46).





Figures 46 : Différenciation des Sexes chez les Sangliers par les Citoyens Enquêtés.

Parmi les personnes interrogées, 38 % ont observé le sanglier en compagnie de chats, 34 % l'ont vu avec des chiens, 20 % avec des rats, et 8 % avec des vaches (Fig.47).

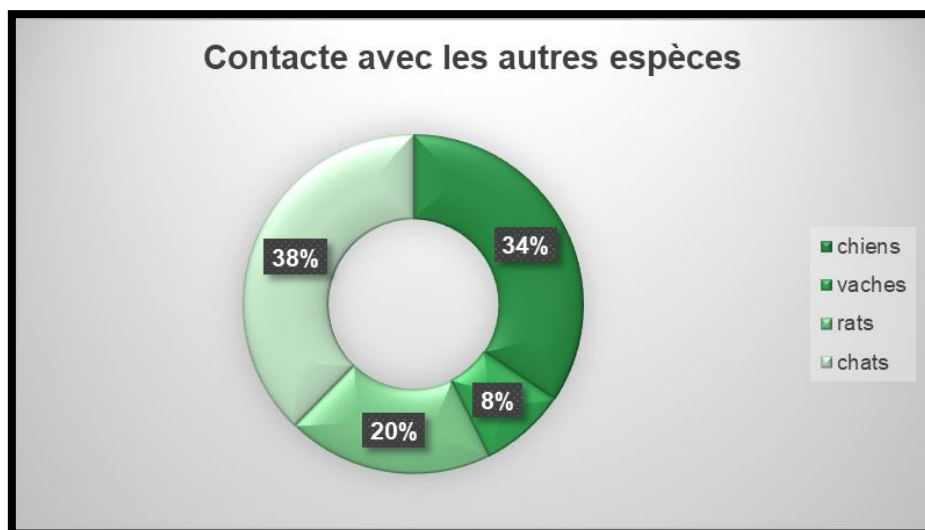


Figure 47 : Contact des sangliers avec d'autres espèces.

Les habitants de la Wilaya d'Annaba ont été interrogés sur leur perception de l'évolution de la population du sanglier en milieu urbain. Parmi eux, 46 % perçoivent une nette augmentation de leur nombre, 34 % observent une diminution, tandis que 20 % considèrent que leur population reste stable (Fig.48).

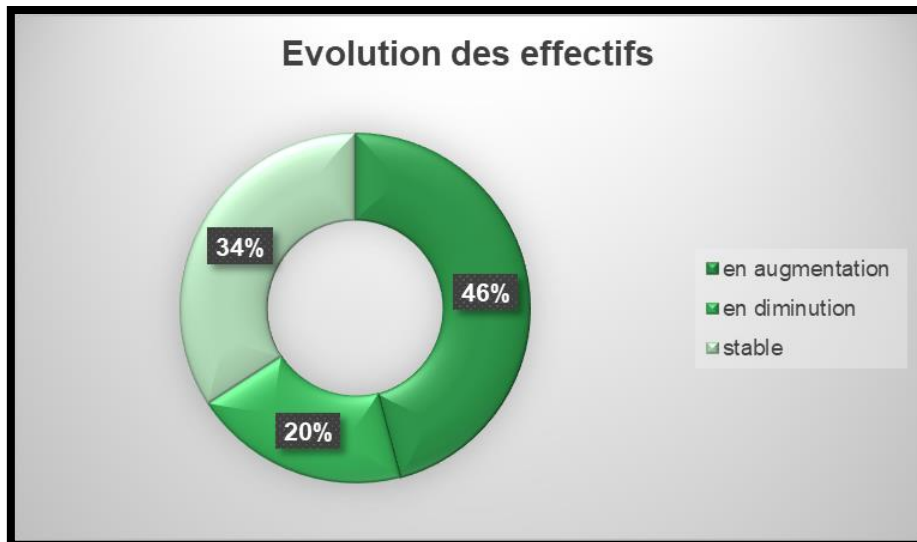
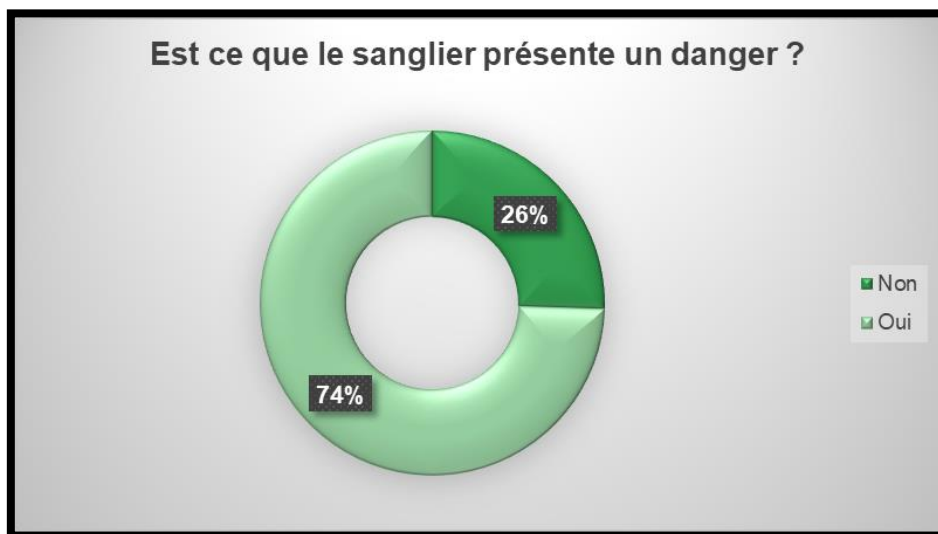


Figure 48 : Perception des citoyens de la Wilaya d'Annaba sur l'évolution des effectifs des Sangliers.

Les résultats de cette enquête montrent que 74 % des personnes interrogées perçoivent le sanglier comme un danger. Parmi elles, 72 % identifient ce danger comme étant des attaques envers les citoyens et leur bien, tandis que 28 % évoquent la transmission de maladies. En revanche, 26 % des répondants estiment que cette espèce ne présente aucun danger (**Fig.49**).



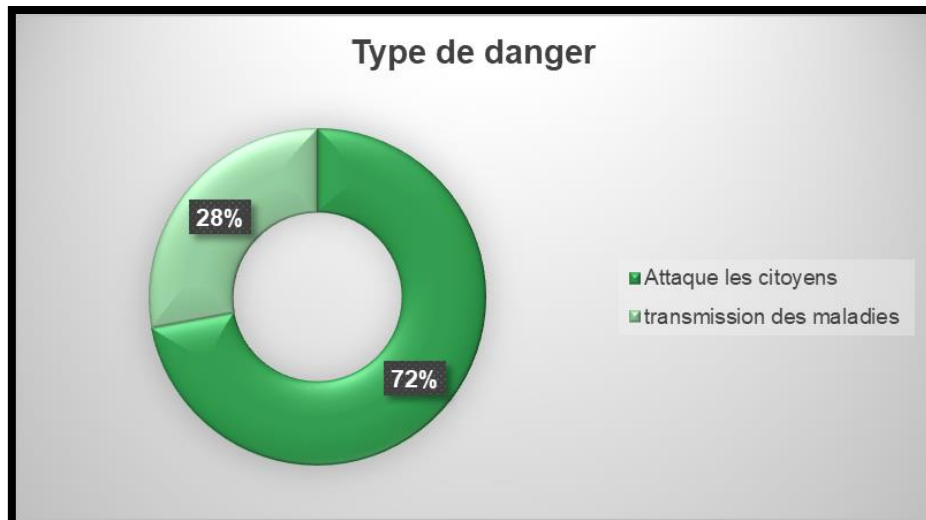


Figure 49 : Perception du danger posé par les Sangliers en milieu urbain.

Les résultats montrent qu'une majorité de 53% des personnes interrogées perçoit le sanglier comme ayant un impact négatif sur l'environnement par contre 38% des citoyens ont une vision positive de la présence du sanglier et 9% des répondants voient le sanglier comme ayant un impact à la fois positif et négatif (**Fig.50**).

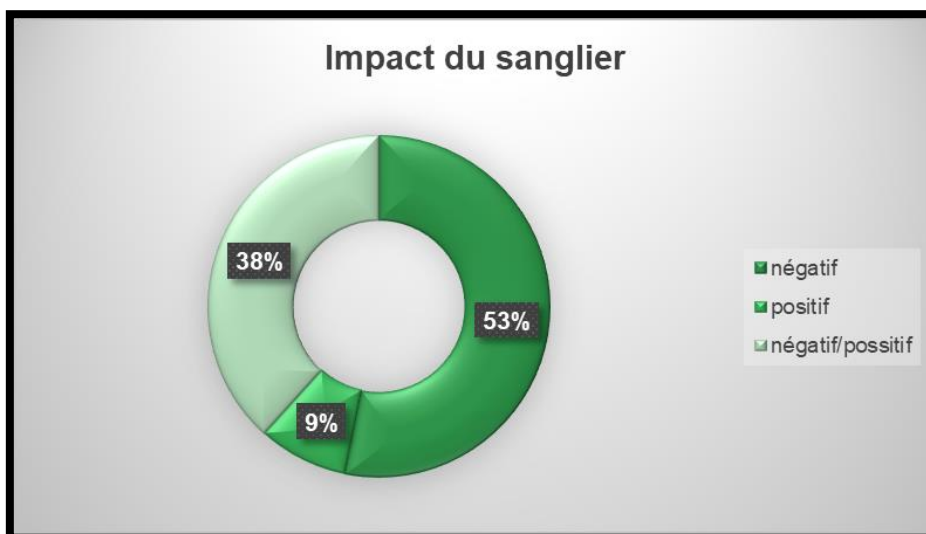


Figure 50 : Perception de l'impact du sanglier dans l'environnement.

Parmi les personnes interrogées à propos de la tendance à l'urbanisation des sangliers, 65 % ont confirmé cette tendance, tandis que le pourcentage restant a répondu par la négative (**Fig.51**).

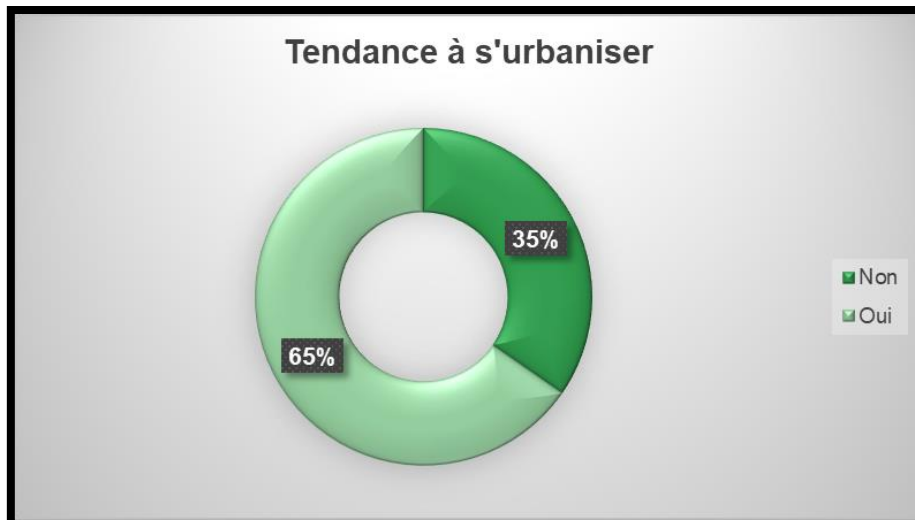


Figure 51 : Perception de l'urbanisation du sanglier.

3.2 Monitoring des sangliers par quartier dans le secteur 3 :

A l'issue de la campagne de prospection sur terrain réalisée au niveau du secteur 3 de la wilaya d'Annaba, nous avons cartographié les points d'observation de l'espèce en les superposant sur la carte des points de collecte des ordures ménagères (**Fig.52**). Il en ressort globalement que le sanglier fréquente régulièrement les points situés au niveau des quartiers 1, 2, 3 et 4. Les résultats obtenus montrent également que ces points d'observation sont à proximité de la forêt. La comptabilisation des spécimens observés au niveau de chaque point nous a permis d'identifier les points chauds de fréquentation de l'espèce au niveau du secteur 3 ; des foyers qui affichent de fortes densités de l'espèce aussi bien des adultes que des juvéniles, par rapport aux autres points de collecte. La cartographie de ces comptages nous a donc permis d'identifier l'existence de deux points chauds qui se situent directement à proximité de la forêt : le premier au niveau du quartier 1 et le deuxième au niveau du quartier 2.

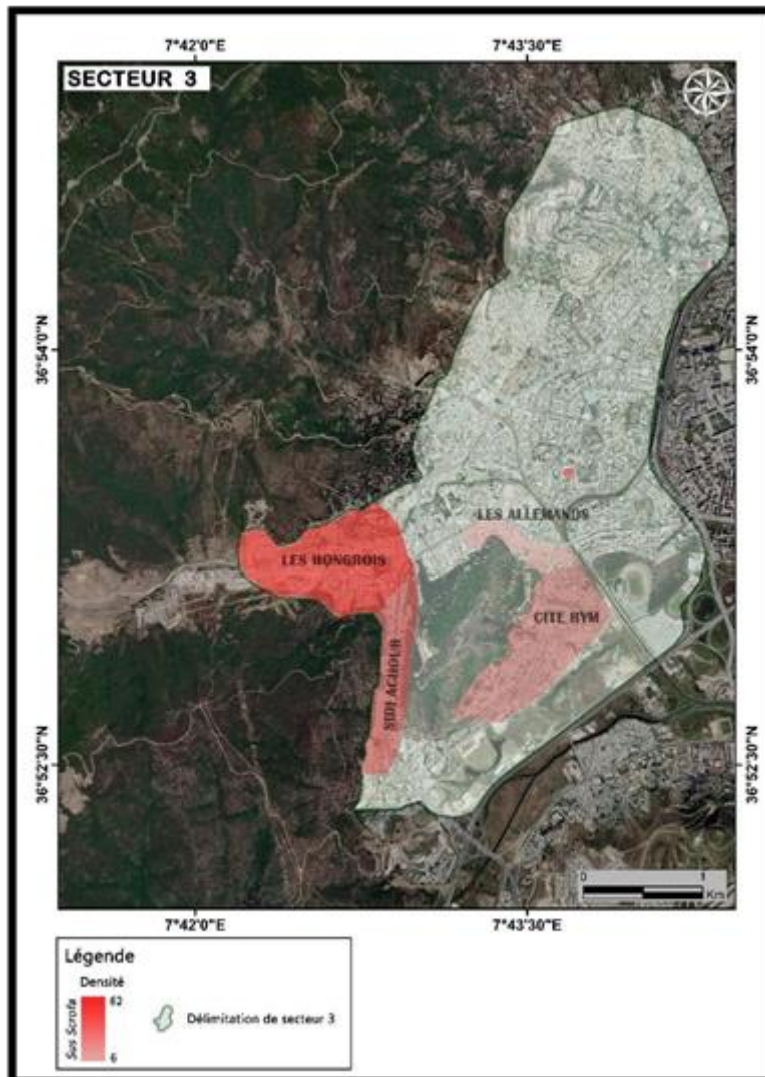
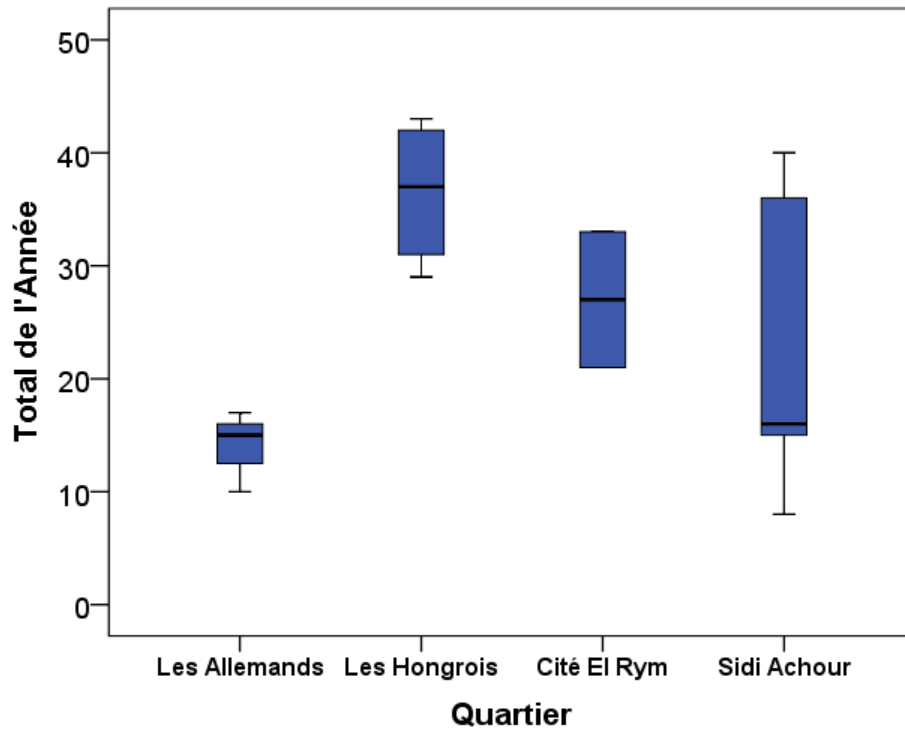


Figure 52 : Cartographies des points chauds de densité du sanglier dans le secteur 3

Le traitement des données du monitoring effectué dans les différents quartiers du secteur 3 révèle une importante variation de la fréquentation par le sanglier, en effet on constate que les quartiers les plus proches de la forêt (les Hongrois et Sidi Achour) sont plus fréquenté par cette espèce par rapport aux quartiers qui se situent plus loin de la forêt (cité El Rym et les Allemands) et qui se distingue en tant que zone rarement fréquentée par cette espèce. Ces données mettent en lumière une corrélation marquée entre la fréquentation de ces quartiers et les préférences d'habitat de l'espèce, démontrant ainsi la complexité de sa répartition dans le milieu urbain (Fig.53).



*Figure 53 : Effectifs médians des populations de Sangliers dans les différents quartiers du 3^{ème} secteur
(Représentation graphique par Boxplot)*

3.3 Evolution des effectifs de la population du sanglier dans le secteur 3

L'analyse globale de l'évolution des effectifs montrent une augmentation exponentielle continue depuis le mois de décembre où l'on comptabilise tous quartiers confondus 5 individus jusqu'au mois de juin où l'on comptabilise jusqu'à 127 individus (**Fig.54**).

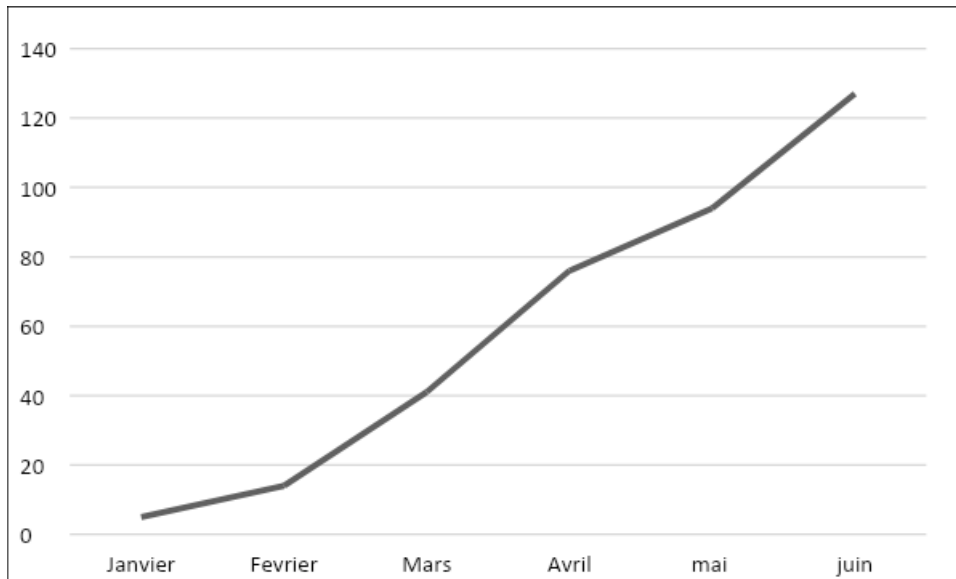


Figure 54 : Evolution mensuelle des effectifs du sanglier.

On constate néanmoins que cette augmentation concerne les sangliers adultes, nous avons par contre observé les juvéniles surtout aux mois d'Avril, Mai et Juin avec un pic d'abondance au mois de Mai (**Fig.55**).

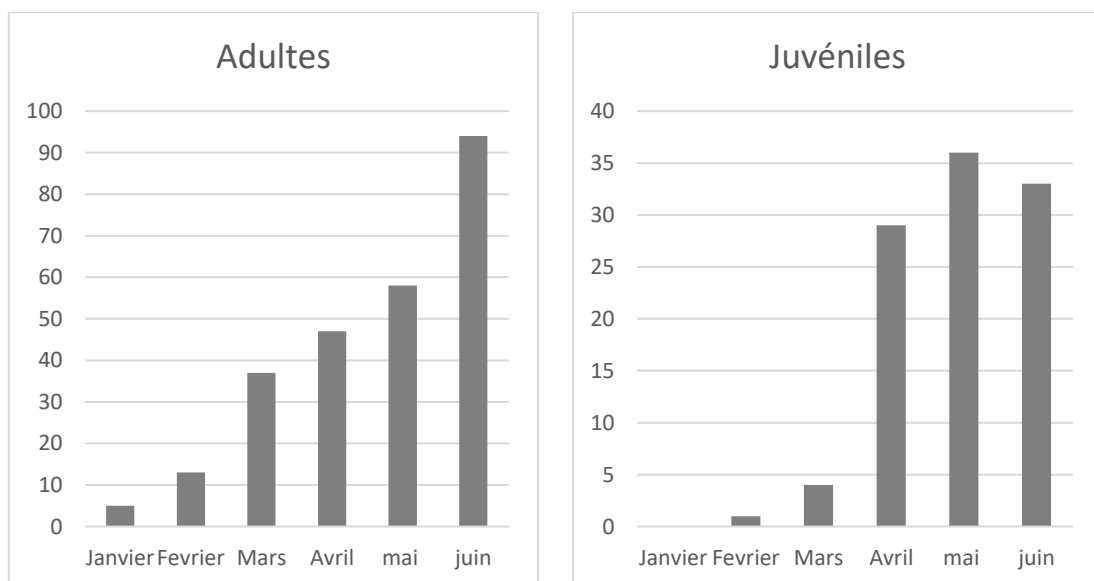
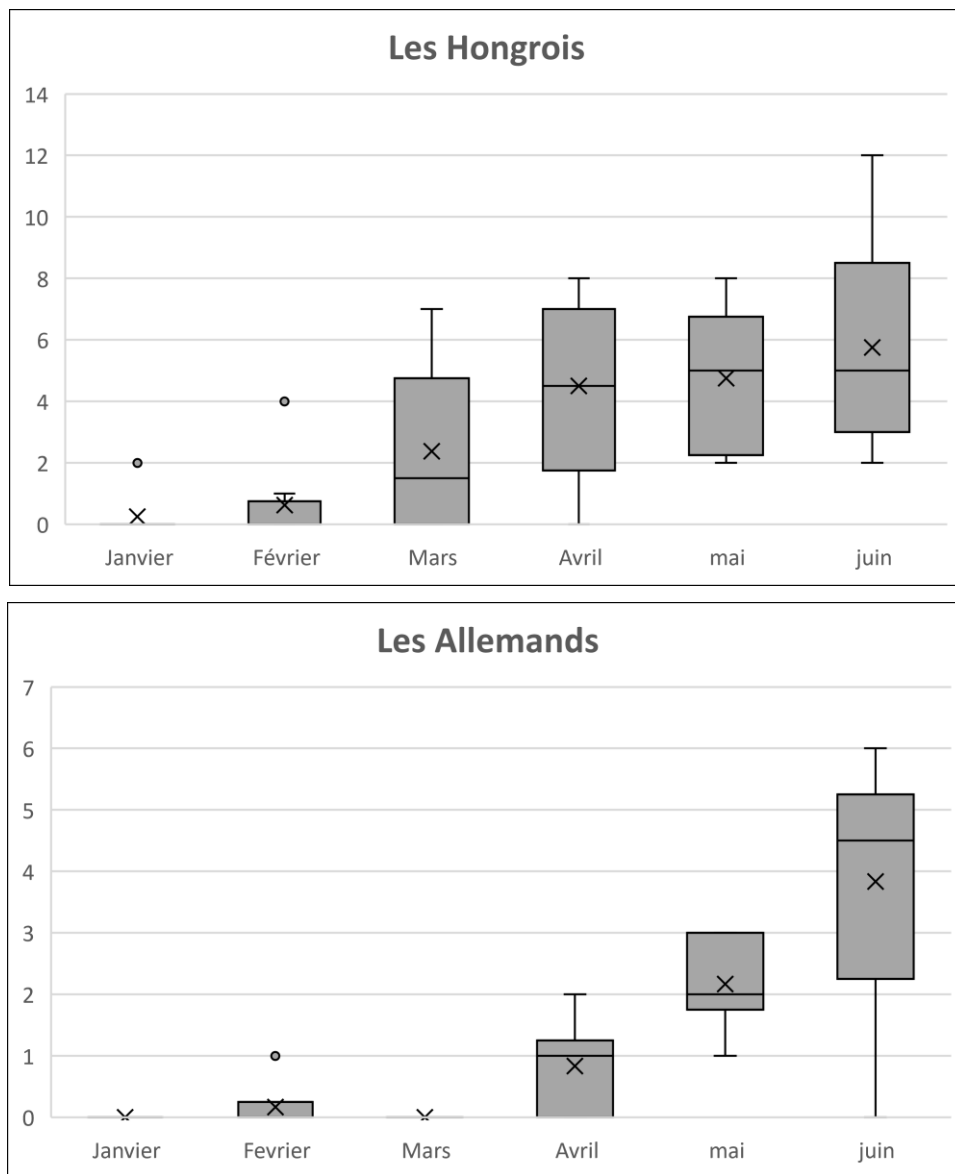


Figure 55 : Variations mensuelles des effectifs du Sanglier en fonction de l'âge

L'analyse de la variation mensuelle des effectifs du sanglier dans chaque quartier du secteur 3, par l'utilisation du test de Kruskal Wallis, montre des différences très hautement significatives ($p \leq 0,001$) dans 3 quartiers (Les Hongrois, Sidi Achour et Les Allemands) se traduisant par

une augmentation exponentielle des effectifs. Cependant, à la Cité EL Rym, l'analyse mensuelle des effectifs ne présente pas de différence significative ($p = 0,054$) ce qui suggère une fréquentation plus régulière du sanglier dans ce quartier attiré probablement par la zone humide qui s'y trouve (observations personnelles) (Fig.56).



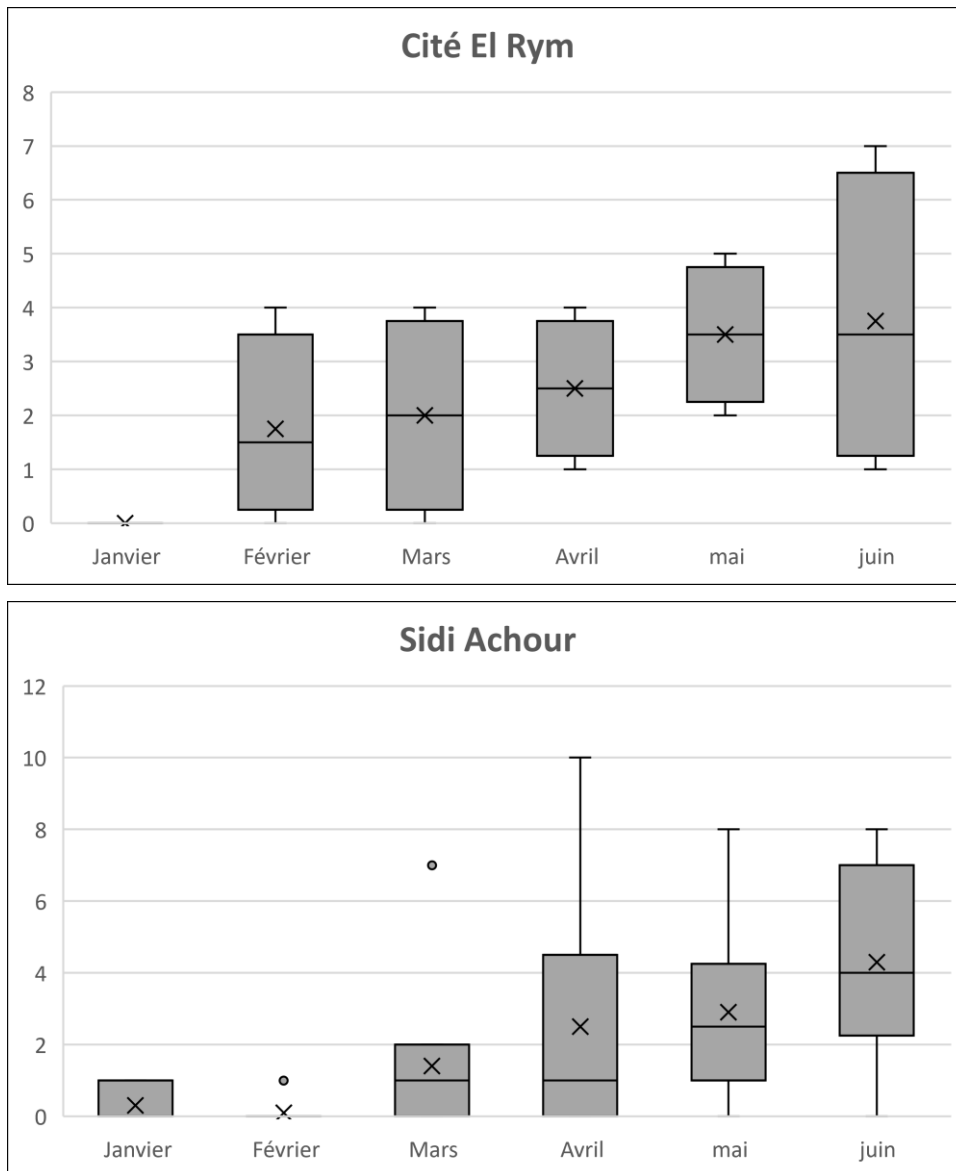


Figure 56 : Variations mensuelles des effectifs du Sanglier dans les différents quartiers du secteur 3

Kruskal-Wallis Test: Les Allemands versus Mois

Kruskal-Wallis Test on Les Allemands

Mois	N	Median	Ave Rank	Z
Avril	6	1,000000000	19,6	0,28
Fevrier	6	0,000000000	12,6	-1,51
Janvier	6	0,000000000	10,5	-2,04
Mars	6	0,000000000	10,5	-2,04
juin	6	4,500000000	29,9	2,91
mai	6	2,000000000	27,9	2,40
Overall	36		18,5	

H = 20,71 DF = 5 P = 0,001

H = 25,13 DF = 5 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Les Hongrois versus Mois.

Kruskal-Wallis Test on Les Hongrois

Mois.	N	Median	Ave Rank	Z
janvier	8	0,000000000	10,8	-3,04
février	8	0,000000000	13,0	-2,55
mars	8	1,500000000	22,2	-0,51
avril	8	4,500000000	31,9	1,63
mai	8	5,000000000	33,8	2,05
juin	8	5,000000000	35,4	2,42
Overall	48		24,5	

H = 23,93 DF = 5 P = 0,000

H = 25,15 DF = 5 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Cité El Rym versus Mois..

Kruskal-Wallis Test on Cité El Rym

Mois..	N	Median	Ave Rank	Z
janvier	4	0,000000000	3,5	-2,79
février	4	1,500000000	11,0	-0,46
mars	4	2,000000000	11,9	-0,19
avril	4	2,500000000	14,1	0,50
mai	4	3,500000000	17,6	1,59
juin	4	3,500000000	16,9	1,36

Overall 24 12,5

H = 10,54 DF = 5 P = 0,061

H = 10,87 DF = 5 P = 0,054 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Kruskal-Wallis Test: Sidi Achour versus Mois...

Kruskal-Wallis Test on Sidi Achour

Mois...	N	Median	Ave Rank	Z
janvier	10	0,000000000	19,9	-2,11
février	10	0,000000000	16,0	-2,89
mars	10	1,000000000	29,5	-0,21
avril	10	1,000000000	32,9	0,48
mai	10	2,500000000	40,7	2,02
juin	10	4,000000000	44,2	2,71
Overall	60		30,5	

H = 20,40 DF = 5 P = 0,001

H = 22,68 DF = 5 P = 0,000 (adjusted for ties)

Discussion

Générale

DISCUSSION GENERALE

Le sanglier exerce-t-il un effet sur les propriétés physio chimiques des sols forestiers?

L'enracinement est un comportement caractéristique des sangliers et est associé à leur activité de recherche de racines, de vers de terre et d'insectes (**Massei *et al.*, 1996 ; Wirthner, 2012 ; Laznik & Trdan, 2014**). Ce comportement trophique dans l'environnement forestier entraîne un renouvellement du sol, conduisant à son aération, mais également à une meilleure pénétration de l'oxygène et au mélange des nutriments et de la matière organique (**Bruinderink & Hazebroek, 1996 ; Macci *et al.*, 2012**). Plusieurs études ont mis en exergue de nombreux effets positifs de cette espèce qui exerce sur les sols un effet de labour naturel (**Jedrzejewski *et al.*, 2008 ; Risch *et al.*, 2010 ; Mattioli *et al.*, 2011 ; Macci *et al.*, 2012 ; Imbert *et al.*, 2016 ; Vallé *et al.*, 2016 ; Pitta-Osses *et al.*, 2020**). Ces études ont réhabilité le rôle du sanglier qui apparait comme écologiquement bénéfique pour la faune et la flore, et surtout pour les sols des milieux qu'elles colonisent (**Slawski & Slawska, 2020**). L'effet d'enracinement est d'autant plus essentiel sur l'amélioration des caractéristiques physiques, qu'il contribue même à ralentir le processus d'érosion par la création de dépressions pour arrêter le ruissellement des eaux. (**Pitta-Osses *et al.*, 2020**). Ces avantages peuvent être bénéfiques pour d'autres groupes d'animaux d'importance écologique, tels que les amphibiens, les vers de terre et les insectes, dont beaucoup dépendent de sols humides en permanence pour se nourrir et se reproduire, et pour lesquels l'utilisation de ces enracinements et dépressions dans le sol causé par les ongulés a été signalée (**Baruzzi & Kroffel, 2017 ; Pitta-Osses *et al.*, 2020**). Cette action d'humidification du sol, permet aussi une meilleure croissance des organismes qui colonisent le sol (microfaune et macrofaune du sol) (**Bruinderink & Hazebroek, 1996 ; Macca *et al.*, 2012 ; Vallé *et al.*, 2016**). Nos résultats sont cohérents avec les études existantes, puisque nous avons observé une modification des paramètres chimiques analysés entre les zones IN, OUT et RING, avec des valeurs qui ne montrent pas de différences significatives mais qui suggèrent que les sangliers s'engagent dans une action de labourage naturel en mélangeant la litière avec les horizons minéraux supérieurs du sol, ce qui entraîne une distribution plus homogène des nutriments. Les études sur les conséquences de l'enracinement des sangliers sur les processus du sol sont également variées (**Barrios-Garcia & Ballari, 2012**). Dans la même zone d'étude, **Benotmane *et al.*, (2022)** n'ont pas trouvé de différences statistiquement significatives dans

les paramètres physicochimiques du sol dans l'environnement forestier naturel, à l'exception de la matière organique. D'autres études, telles que **Singer *et al.*, (1984)**, ont observé que les sols perturbés présentaient des concentrations plus faibles de certains éléments tels que Ca, P, Mg, Mn, Zn, Cu, H et N, ainsi qu'une capacité d'échange cationique réduite. **Siemann *et al.*, (2009)** ont constaté une augmentation des taux de minéralisation de l'azote dans des parcelles enracinées dans des forêts de pins à feuilles caduques aux États-Unis. Les travaux de **Bruinderink & Hazebroek (1996)** et de **Mohr *et al.*, (2005)** n'ont trouvé aucun effet de l'enracinement sur des caractéristiques telles que la profondeur de l'horizon du sol, le pH du sol, la matière organique et la teneur en azote. Une étude plus récente de **Pitta-osses *et al.*, (2022)** a également indiqué que le comportement d'enracinement n'avait pas d'impact significatif sur les caractéristiques du sol mesurées (**Tab.11**).

Tableau 11 : Révision des effets des sangliers sur les paramètres physico-chimiques des sols dans les milieux naturels

Types de milieux	Pays	Effets	Références
Forêt de chênes-lièges	Algerie	N.S	Benotmane <i>et al</i> (2022)
Forêt de feuillus	Hongrie	N.S	Pitta-osses <i>et al</i> (2022)
Forêt tempérée de feuillus	Hongrie	Effets significatifs sur la matière organique	Alkhasova P & Katona K (2021)
Forêt de chênes (cimes de <i>Quercus agrifolia</i>)	USA	N.S	Moody & Jones (2000)
Prairie côtière	Californie	N.S	Cushman <i>et al</i> (2004)
Forêt de chêne	L'île de Santa Cruz Californie	N.S	Tierney & Cushman (2006)
Forêt tropicale	Australie	N.S	Mitchell <i>et al</i> (2007a)

Forêts de feuillus et de conifères	Norvège	N.S	Bruinderink & Hazebroek (1996)
Forêt de chênes sessiles	Allemagne	N.S	Mohr <i>et al</i> (2005)

Le sanglier exerce-t-il un effet sur les propriétés physio chimiques des sols forestiers post - incendiés?

Les résultats obtenus dans l'environnement post-incendié mettent en évidence des différences significatives entre les valeurs médianes des paramètres chimiques dans les trois zones analysées (in, out et ring). Dans la littérature, il est bien établi que les incendies de forêt ont un impact sur les propriétés chimiques du sol. Des études antérieures ont montré que le feu modifie les acides organiques, ce qui entraîne une augmentation considérable du pH du sol. Cependant, cette augmentation reste négligeable dans les sols riches en carbonate (**Mikita-Barbato *et al.*, 2015 ; Barreiro *et al.*, 2021 ; Agbeshie *et al.*, 2022 ; Eldridge *et al.*, 2023**). Contrairement à l'azote, le phosphore du sol n'est pas altéré par le feu car il n'est pas facilement volatilisé ou lessivé. Cependant, la combustion de la végétation et des débris affecte significativement sa disponibilité (**Marchi, 2005 ; Cellier, 2012 ; Mahouche *et al.*, 2022**). Des études ont montré que les concentrations de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ et SO₄²⁻ dans la solution du sol augmentent immédiatement après un incendie (**Lampin *et al.*, 2011**). Dans notre étude, les données obtenues révèlent que l'activité perturbatrice du sol par les sangliers n'a pas d'influence perceptible sur les caractéristiques édaphiques de la forêt post-incendiée. Cependant, il faut noter que d'autres espèces, par un processus de recolonisation progressive, jouent un rôle actif dans la régénération de cet écosystème après l'incendie (**Tab.12**).

Tableau 12 : Résumé de la faune forestière contribuant à la régénération forestières et l'amélioration de la qualité des sols des forêts avec zone d'étude, nom des espèces et références représentatives.

Pays	Espèce	Références
Annaba Algérie	Coléoptères Saproxyliques	Hadiby <i>et al.</i>, (2022)
Massif montagneux de l'Edough	Lépidoptères rhopalocères	Laref <i>et al.</i>, (2022)
Québec Canada	Coléoptères Saproxyliques	Boucher (2016)
Manitoba Canada	Coleoptera : Carabidae	Holliday NJ, (1991)

Barcelone Espagne	<i>Apodemus sylvaticus, Mus spretus et Crocidura russula</i>	Torre <i>et al.</i> , (2023)
-------------------	--	------------------------------

Le sanglier exerce-t-il un effet sur les zones humides?

Les zones humides ne cessent de susciter une attention mondiale, largement justifiée par tous les services éco systémiques qu'elles rendent (Mitsch *et al.*, 2015 ; De Groot *et al.*, 2018 ; Janse *et al.*, 2019 ; Xu *et al.*, 2020 ; Delle Grazie & Gill., 2022). Cet intérêt grandissant a contraint les gestionnaires locaux à monitorer et à identifier toutes les sources de perturbations susceptibles de porter atteinte à la productivité de ces sites d'exception (Janse *et al.*, 2019). Le monitoring des espèces envahissantes fait partie de ces dispositifs puisque ces espèces qui se développent en dehors de leurs habitats de prédilection, causent des dommages à la faune et à la flore, et compromettent la stabilité des écosystèmes (Oswalt *et al.*, 2021). Le sanglier *Sus scrofa*, qualifié d'espèce envahissante et prolifique en fait largement partie, et ses effets délétères ont fait l'objet de nombreux travaux dans les zones humides du monde entier (Berce *et al.*, 2021; Risch *et al.*, 2021 ; Lázaro-Lobo & Ervin, 2021 ; Saldo *et al.*, 2023). Ces travaux décrivent les répercussions mécaniques de l'action d'entraînement qui provoquent l'apparition de touffes aux propriétés édaphiques et hydrologiques modifiées (Singer *et al.*, 1984 ; Jensen, 1986 ; Arrington *et al.*, 1999), accélérant la décomposition, et la modification des concentrations de nutriments du sol (Singer *et al.*, 1984 ; Wirthner *et al.*, 2012 ; Krull *et al.*, 2013), ce qui facilite l'érosion de ce dernier (Bratton, 1975 ; Howe & Bratton, 1976 ; Brown, 2014). A ce titre, ils provoquent également dans ces milieux l'érosion de plusieurs espèces végétales menacées et en voie de disparition (Brown, 2014 ; Mitchell *et al.*, 2007 ; Risch *et al.*, 2021). Les traces d'activité identifiées près de plantes rares telles que la fougère royale retrouvée au lac bleu, pourrait constituer une menace pour la survie de cette espèce car le suidé est connu pour être un perturbateur des formations végétales pendant son activité d'enracinement lors de sa recherche de nourriture (Brown M, 2014).

Concernant les résultats relatifs au lac noir, on sait que les tourbières sont réputées pour être des écosystèmes riches en biodiversité mais pas que, ils constituent un habitat privilégié pour plusieurs espèces rares ou endémiques (Brown, 2014). Le lac Noir est un écosystème unique en son genre qui abrite une faune et une flore très diversifiées, pourtant nos résultats ont mis en exergue une activité assez restreinte du sanglier, malgré le fait que ce type de milieu soit à priori l'habitat de prédilection de l'espèce, et que de nombreux travaux

l'incriminent dans la perturbation voir la destruction des tourbières, à la recherche de sa nourriture (plantes à bulbes ou lombrics) (Howe & Bratton, 1976 ; Brown, 2014), mais aussi pour réguler sa température puisqu'il se souille régulièrement dans la boue et se frotte contre les troncs d'arbre pour se débarrasser des parasites (Dauccourt & Gaudy, 2018). De toute évidence, la subéraie qui surplombe le lac joue un rôle déterminant dans le maintien de l'intégrité de ce site, puisque le suidé, espèce typiquement forestière, y trouve toutes les ressources trophiques dont il a besoin, d'où l'intérêt de conserver cette forêt au risque de provoquer une migration vers le lac et engendrer des dommages considérables sur le sol, les formations végétales et sur l'avifaune nicheuse.

Le sanglier s'urbanise !! quelles causes pour quels effets?

De par son caractère prolifique et invasif, le sanglier *Sus scrofa* est un excellent modèle pour l'étude des processus de déploiement des invasions biologique qui font que l'espèce purement forestière quitte son milieu et migre vers un autre environnement dans lequel elle était absente, en l'occurrence le milieu urbain (Britton Davidian, 2005 ; *in* Prentis *et al.*, 2008. Massei *et al.*, 2015). Cette migration est d'autant plus inquiétante dans la mesure où l'espèce parvient à s'établir, à stabiliser sa population, puis proliférer, avec des impacts sanitaires, socioéconomiques et écologiques parfois extrêmement délétères sur la zone touchée (Diagne *et al.*, 2021). De nombreux auteurs ont d'ailleurs établis la liste des dégâts occasionnés par le suidé et qui sont fortement liés aux cultures, aux maladies épidémiques, aux problèmes économiques, aux menaces pour la conservation de la nature ainsi qu'à celles pour le bien-être humain (Gortázar *et al.*, 2007 ; Lagos *et al.*, 2012 ; Keuling, 2021 ; Delphine Chayet, 2023). A l'instar de toute l'aire de répartition de l'espèce, nous avons confirmé le phénomène d'urbanisation du sanglier dans la ville de Annaba, quatrième plus grande métropole d'Algérie. Cette confirmation s'est établie à l'issue d'abord d'une enquête ethno zoologique que nous avons mené auprès des habitants des différents quartiers de la ville. L'ethnozoologie est une science qui étudie les interactions humaines avec la faune. Cette science comprend la classification et la nomenclature des formes zoologiques, la connaissance et l'exploitation des animaux sauvages et domestiques (Moulin, 2022), et permet de caractériser les rôles joués par les animaux dans la société, et la perception humaine vis-à-vis des avantages ou des méfaits induits par la faune sauvage et domestique (Issiaka *et al.*, 2018). Après avoir identifié le secteur 3 de la ville de Annaba comme étant

le plus confronté à la fréquentation de l'espèce, nous avons pu démontrer à travers une cartographie des observations que l'espèce est présente au niveau des points de collecte des ordures ménagères à proximité avec la forêt des environs de Sidi Achour et des Hongrois, considérés comme des hot spot de fréquentation. De nombreux travaux se sont penchés sur les raisons de migration de cette espèce vers les zones urbaines (**Massei & Genov, 2004**), les causes les plus plausibles étant l'abondance trophique de ressources « easy to acquire », l'absence de prédateurs et la destruction des habitats forestiers dans lesquels l'espèce est inféodée (**Massei & Cowan, 2014 ; Croft et al., 2020 ; Vetter et al., 2020**). Autre cause incriminée par les scientifiques, le changement climatique qui est un problème mondial susceptible d'avoir un impact sur les nombreuses zones où les sangliers sont présents (**Vetter et al., 2015 ; Bisi et al., 2018 ; Johann et al., 2020 ; Vetter et al., 2020 ; Abrahms et al., 2023**). Globalement, nos résultats sont confortés par ceux réalisés à travers toute l'aire de répartition de l'espèce, et qui mettent en évidence une urbanisation exponentielle de l'espèce (**Stillfried et al., 2017 ; Castillo-Contreras et al., 2018 ; Sütó et al., 2020 ; Castillo-Contreras et al., 2021**). Dans notre cas, ces observations sont d'autant plus intéressantes dès lors où cette augmentation est observée après la période de chasse réglementée de l'espèce, ce qui suggère une insuffisance voire l'inefficacité des dispositifs de chasse mis en place. Lutter contre la prolifération des sangliers nécessite une véritable stratégie de régulation des populations naturelles, avec une bonne connaissance de l'écologie de l'espèce, de ses milieux préférentiels et l'application de méthodes de régulation adéquates dont la chasse est la mieux indiquée (**Touzot et al., 2020**). L'absence de réelle stratégie de gestion des populations naturelles de sangliers, augmente le risque de conflits entre l'homme et l'espèce, qui devient à cette effet, une espèce nuisible de premier ordre (**Mounet, 2012**). Les pressions sélectives urbaines peuvent modifier la bio écologie de l'espèce en impactant fortement son comportement, sa morphologie et même sa structure génétique (**Castillo-Contreras et al., 2021**). La surabondance des ressources anthropiques près des points de collecte des ordures ménagères peut également induire une croissance plus rapide avec un embonpoint de plus en plus imposant, par rapport à celui des populations dans les zones naturelles limitrophes (**Castillo-Contreras et al., 2018**). De plus, les habitants signalent un comportement agressif causant de nombreux accidents aussi bien matériels que corporels sur différentes tranches d'âge (enfants, adolescents, adultes). Ce conflit homme-sanglier ne peut être évité dans les habitats surpeuplés par l'homme, et la coexistence avec le sanglier dans les grandes métropoles induit un risque conséquent d'accidents mais également

de transmission d'agents pathogènes, notamment par la promiscuité avec les animaux domestiques, générant une nouvelle interface dans les cycles parasitaires et créant des problèmes de santé publique et animale (**Ohsun Lee *et al.*, 2022 ; González -Crespo *et al.*, 2023**).

La chasse régule-t-elle suffisamment les populations de sanglier?

Faute de méthode de dénombrement directe fiable et facile à mettre en œuvre à une échelle suffisamment fine (échelle des populations ou de métapopulation), le suivi des dynamiques des populations peut être connu par le biais des prélèvements effectués au moment de la chasse. Ces derniers permettent l'étude de la dynamique spatio - temporelle des populations de sangliers, et peuvent être considérés comme de bons indicateurs pour suivre l'état et l'évolution des populations (**Vajas *et al.*, 2020**). En dépit du fait que les battues administratives du sanglier soient régies par la réglementation algérienne (mentionner la lois...), nos résultats ont mis en exergue l'insuffisance des efforts de chasse aussi bien au niveau des zones humides qu'au niveau du milieu urbain. La chasse est une activité qui s'intègre dans un écosystème afin de fournir un service d'approvisionnement ou de loisir (**Longépée, 2014**). Cependant, cette activité reste légiférée partout à travers le monde et doit s'organiser dans un cadre structuré par l'organisme qui en a la charge et dont le but est purement régulateur. Dès lors, il s'agit pour les collectivités locales de mettre en place un dispositif interconnecté réunissant chasseurs, gestionnaires, populations lésées par les espèces à chasser et qui en font le signalement (**Van Vliet *et al.*, 2019 ; Amberian, 2021**). Ce dispositif doit réagir à un changement dans l'écosystème (augmentation des populations, le sanglier le cas échéant, dégâts occasionnés) (**Ginelli, 2012**). La chasse présente la particularité d'être à la fois un loisir, mais également un outil de gestion des populations exploitées (**Anderson, 2015 ; Tickle & Von Essen , 2020**), avec des règles effectives limitant l'effort de chasse, ou encore limitant le prélèvement sur certaines catégories d'espèces (**Gigounoux, 2017**). La "chasse-gestion" est l'appellation consacrée à exprimer la relation entre l'activité de la chasse et la capacité de gestion de celle-ci sur les espèces chassées (**Ginelli, 2012 ; Bacon & Guillemain, 2018**). Savoir si les efforts de chasse régulent suffisamment les populations de sangliers est complexe et dépend de divers facteurs, tels que la réglementation de la chasse, la pression de chasse, les qualifications et les outils mis à disposition des chasseurs, l'habitat disponible, et d'autres influences humaines et environnementales (**Acevedo *et al.*, 2009 ; Scillitani *et al.*, 2010 ; Boumendjel *et al.*, 2016 ; Boumendjel, 2015 ; Benotmane *et al.*, 2022**). En tout état de cause, la chasse peut jouer un rôle important dans la régulation des populations de sangliers, pour peu qu'elle soit soutenue

par une gestion appropriée, tenant compte de divers facteurs écologiques et environnementaux (Massei *et al.*, 2015 ; Rosa *et al.*, 2018 ; Vajas *et al.*, 2020).

Conclusion

et

perspectives

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les connaissances scientifiques sur la bio écologie de bon nombre d'espèces animales sont indispensables pour établir toutes les mesures de gestion et de conservation voir de régulation qui les concernent. Ces études sont d'autant plus importantes lorsqu'il s'agit de réguler des espèces dites invasives, qui ont de plus en plus tendance à se développer en dehors de leurs habitats naturels, causant ainsi des dommages à la faune, à la flore comme au tissu urbain auquel est inféodé l'homme, ce qui à terme peut compromettre la stabilité structurale de tous types d'écosystèmes et induire des risques sanitaires et environnementaux irréversibles.

Ce travail empirique s'inscrit dans le cadre des grandes problématiques liées aux traits d'histoire de vie des espèces envahissantes, dont l'origine et l'adaptabilité aux habitats nouveaux et propices, ont suscité de nombreux travaux à travers toute leur aire de répartition. Le sanglier est un véritable cas d'école, puisqu'il symbolise l'espèce invasive par excellence même si son exotisme ou sa nativité ont été établis par les dernières recherches en paléo – écologie. Nos travaux ont mis en exergue la complexité écosystémique de cette espèce phare aux effets contrastés en fonction du milieu dans lequel elle est ancrée, si bien qu'elle adopte une posture d'ingénieur des écosystèmes dans son milieu de prédilection, puisqu'on parle bien d'une espèce purement forestière, mais elle se dévie de ses aptitudes bénéfiques dès qu'elle colonise d'autres milieux, les zones humides ou le milieu urbain le cas échéant, en exerçant des effets délétères sur la biodiversité, la santé humaine et animale mais aussi le bien être humain.

Si on se focalise sur les effets positifs induits par le sanglier, on constatera que l'espèce exerce en réalité, à travers l'enracinement un mouvement de labour naturel en permettant une ventilation et une circulation de matières. Cette amélioration des propriétés physico-chimiques du sol s'accompagne du brassage d'une richesse microbienne importante, d'une rétention d'eau nécessaire à une bonne hydratation, d'une stabilité chimique et de la minéralisation de la matière organique, autant de modifications induites par le sanglier et qui lui confèrent une grande importance à l'échelle écologique, puisque contributeur non négligeable à la régénération forestière.

Si on se focalise sur les impacts négatifs de l'espèce, on constatera d'abord une origine bien souvent anthropique liée à la destruction du couvert forestier, contraignant l'espèce à rechercher d'autres environnements plus propices à l'installation et qui offrent toutes les ressources nécessaires. Les zones humides sont reconnues de par leur statut de « berceau de

la diversité biologique », et ne cessent de susciter une attention mondiale, largement justifiée par tous les services éco systémiques qu'elles rendent. Nos résultats constituent donc une base de données méthodologique à disposition des décideurs, permettant de suivre certains facteurs de dégradation afin de prévenir et/ou de gérer les états de déséquilibre, puisque la prolifération exponentielle du suidé cause des dommages à la faune et à la flore, et compromet la stabilité des écosystèmes. Par ailleurs, nous avons pu démontrer que l'espèce exerçait des effets négatifs dans le milieu urbain, même s'ils sont d'une toute autre nature : dégradation des espaces verts, risques de collision et dommages matériels, conflits avec l'homme sans compter la propagation de maladies et risques sanitaires associés. Nos travaux ont d'ailleurs permis, à petite échelle, de constater une augmentation des effectifs, particulièrement dans les quartiers qualifiés de hot spot de fréquentation, et qui ont la particularité d'être à proximité d'un îlot de forêt. Dès lors, il apparaît évident que ces constatations doivent être prises en considération par les gestionnaires pour une prise en charge immédiate aux vues des risques encourus, et de mettre en place des dispositifs ponctuels telles que l'isolation des zones forestières des zones urbaines en créant soit un système de digue ou de barrière (électrifiée ou non), avec un suivi simultané du nombre d'observation pour en évaluer l'efficacité. Nos résultats ont également mis l'accent sur l'importance de reconsidérer l'exercice de la battue administrative et de la réhabiliter au rang d'outil puissant de gestion conservatoire du sanglier, puisque de toute évidence elle paraît aux vues de nos résultats quelques peu inefficace.

Ainsi, ce travail de thèse a permis, à travers tous les aspects abordés, d'ouvrir des perspectives intéressantes quant aux modalités de gestion conservatoire du sanglier, et qui implique une approche équilibrée visant à préserver la biodiversité tout en minimisant les conflits avec les activités humaines, en l'occurrence :

- Mener un travail de prospection et d'enquête auprès des chasseurs afin de mettre en place des dispositifs d'évaluation des densités basées sur les statistiques de chasse
- Approfondir les caractérisations physico – chimiques à travers les dosages d'indicateurs directs de la régénération forestière (CEC, l'azote...)
- Etendre le champ de diagnostics à d'autres zones humides où l'espèce est présente (lacs Tonga, Oubeira et El Mellah), et évaluer l'impact du sanglier sur la faune et la flore.

- Réaliser des enquêtes pour relever tous les incidents subits par les résidents du milieu urbain, car plus les incidents subis sont nombreux, et plus les sangliers sont négativement Perçu. Ces enquêtes pourront aider les gestionnaires de la faune urbaine à comprendre les facteurs qui affectent la perception des citoyens et donc à entreprendre les Mesures appropriées.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abrahms B., Carter N. H., Clark-Wolf T. J., Gaynor K. M., Johansson E., McInturff A., & West L., (2023). Climate change as a global amplifier of human–wildlife conflict. *Nature Climate Change*, 13(3), 224-234.
2. Acevedo P., Escudero M. A., Muñoz R., & Gortázar C., (2006). Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica*, 51, 327-336.
3. Acevedo-Whitehouse K., & Duffus A. L., (2009). Effects of environmental change on wildlife health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1534), 3429-3438.
4. Adamjy T., Dobigny G., Aholou, S., & Mourlon, M., (2020). La gouvernance des risques liés aux invasions biologiques. L'exemple du Bénin. *Sciences Eaux Territoires*, (5), 1j-12.
5. Agbeshie A. A., Abugre S., Atta-Darkwa T., & Awuah R., (2022). A review of the effects of forest fire on soil properties. *Journal of Forestry Research*, 33(5), 1419-1441.
6. Ahmed D. A., Hudgins E. J., Cuthbert R. N., Haubrock P. J., Renault D., Bonnaud E., & Courchamp, F., (2022). Modelling the damage costs of invasive alien species. *Biological Invasions*, 24(7), 1949-1972.
7. Ailam O., (2017). Ethologie trophique de la Genette commune *Genetta genetta* (L., 1758) dans quelques stations du Nord de l'Algérie (Doctoral dissertation, ENSA).
8. Aissaoui M., Benhamza M., & Guettaf M., (2017). Caractéristiques hydro chimiques des eaux de l'oued Seybouse-Cas de la région de Guelma (Nord est Algérien). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 35, 178-186.
9. Akesson A., Curtsdotter A., Eklöf A., Ebenman B., Norberg J., & Barabás G., (2021). The importance of species interactions in eco-evolutionary community dynamics under climate change. *Nature Communications*, 12(1), 4759.
10. Amberian N., (2021). Evolution de la législation en matière de plans de chasse, Sur le site chasse passion. Consulté le 26 Nov. 2023. https://www.chassepassion.net/actualite-de-la-chasse/chasse-en-france/evolution-de-la-legislation-en-matiere-de-plans-de-chasse/?fbclid=IwAR0YugGPai3SR6Tt1jqZ0qBuH9LQRP_mGNhmw4yREqUzwxP4j8xoKhWwVTA#google_vignette

11. Anderson M. G., & Padding P. I., (2015). The North American approach to waterfowl management: synergy of hunting and habitat conservation. *International Journal of Environmental Studies*, 72(5), 810-829.
12. Arrington D. A., Toth L. A., & Koebel J. W., (1999). Effects of rooting by feral hogs *Sus scrofa* L. on the structure of a floodplain vegetation assemblage. *Wetlands*, 19, 535-544.
13. Aulagnier S., & Thevenot M., (1986). Catalogue des mammifères sauvages du Maroc. Trav –Inst sciences. Rabat, série zoologique N° 41 :164p.
14. Bacon L., & Guillemain M., (2018). La gestion adaptative des prélèvements cynégétiques. *Faune Sauvage*, 6.
15. Bandino E., Goddi L., Mulas M., Murgia M. C., Soddu M., Marucci G., ... & Pozio, E., (2015). *Trichinella britovi* from domestic to wild animals of Sardinia, Italy. *Veterinary Parasitology*, 212(3-4), 262-266.
16. Barasona J. A., Carpio A., Boadella M., Gortazar C., Pineiro X., Zumalacárregui C., ... & Vinuela J., (2021). Expansion of native wild boar populations is a new threat for semi-arid wetland areas. *Ecological Indicators*, 125, 107563.
17. Barbault R., (1992). Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution. *Elsevier Masson*.
18. Barreiro A., & Díaz-Raviña M., (2021). Fire impacts on soil microorganisms: Mass, activity, and diversity. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 22, 100264.
19. Barrios-garcia M.N., Ballari S.A., (2012). Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range:a review. *Biological Invasions*, vol. 14, n° 11: 2283-2300.
20. Baruzzi C., & Krofel M., (2017). Friends or foes? Importance of wild ungulates as ecosystem engineers for amphibian communities. *North-Western Journal of Zoology*, 13(2).
21. Baubet E. R. I. C., Bonenfant C., & Brandt S., (2004). Diet of the wild boar in the French Alps. *Galemys*, 16(especial), 101-113.
22. Baubet E., (1998). Biologie du sanglier en montagne. Thesis: Université Claude Bernard, Lyon 1, 1-299.
23. Baubet E., Vassant J., Brandt S., Maillard D., (2008). Connaissances sur la biologie du sanglier Utilisation de l'espace et régime alimentaire. Modalités de gestion du sanglier : 59-69

24. Belabed A.I., (2009). Caractérisation des peuplements de tiques dans la région de Séraïdi et détection des agents pathogènes. Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar – Annaba
25. Belbel F., Boukheroufa M., Benotmane C. H., Sakraoui R., Henada L. R. I., & Sakraoui F., (2022). Selection Strategy of Small Mammalian Preys by the Common Genet *Genetta Genetta* between Natural and Anthropized Environments in Edough Forest Massif (Northeastern Algeria). *Journal of Bioresource Management*, 9(4), 4.
26. Bellard C., Marino C., & Courchamp F., (2022). Ranking threats to biodiversity and why it doesn't matter. *Nature Communications*, 13(1), 2616.
27. Bellili A. M., Meddad-Hamza A., Babali B., Belabed-Zediri H., Belabed A. I., & Hamel T., (2022). Une première investigation sur la flore horticole de la région de Annaba (Nord-Est algérien): Biodiversité et intérêt socio-écologique. *Flora Mediterranea*, 32, 117-129.
28. Ben Amara O., (2007). Contribution à la caractérisation physico-chimique et microbiologie de la litière du chêne liège de la région d'El kala. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement, Université D'Annaba.
29. Ben Ammar A., (2013). Etude de quelques aspects écologiques (Régime alimentaire et utilisation des habitats) de deux espèces de mammifères : le Sanglier *Sus scrofa* et le Porc épic *Hystrix cristata* dans le Djurdjura (Forêt de Darna).
30. Benotmane H. K., Boukheroufa M., Kahli I., Hadiby R., Sakraoui F., (2022). Impact of wild boar (*Sus scrofa*) rooting on the physico-chemical properties of soil in the Edough forest (Northeast, Algeria). *Global Environmental Development & Sustainability: Research, Engineering & Management. Proceedings Book 13th ICEEE-2022 International Annual Conference*, Óbuda University, Budapest, Hungary, 322-326.
31. Benotmane K. H., Boukheroufa M., Guediri M., Hadiby R., Frih A., & Sakraoui F., (2022). Impact of the wild boar *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (Mammalia *Suidae*) on wetlands soil quality: case of Black and Blue Lakes (National Parc of El Kala, northeastern Algeria). *Biodiversity Journal*, 13 (4): 799–804.
32. Benyacoub S., (1993). Écologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-Est Algérien) (Doctoral dissertation, Université de Bourgogne).
33. Benyakoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R., Benhouhou S., Boulahbal R., Chalabi B., Haouf., Rouag R., Ziane., (1998). Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe des zones humides (Wilaya d'El Tarf), Projet Banque Mondiale 200p +28 cartes.

34. Benyakoub S & Chabi Y., (2000). Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. Composition, Statut et Répartition. Synthèse n° : 7 juin 2000. *Revue des sciences et technologie*. Univ. Annaba, 98 p.
35. Berce W., Bello C., Mendes C. P., Vancine M. H., Galetti M., & Ballari S. A., (2021). Invasive wild boar's distribution overlap with threatened native ungulate in Patagonia. *Journal of Mammalogy*, 102(5), 1298-1308.
36. Bisi F., Chirichella R., Chianucci F., Von Hardenberg J., Cutini A., Martinoli A., & Apollonio M., (2018). Climate, tree masting and spatial behaviour in wild boar (*Sus scrofa* L.): insight from a long-term study. *Annals of Forest Science*, 75, 1-9.
37. Belair D. E., & Oubiña J. A., (1990). Conformal and related changes of metric on the product of two almost contact metric manifolds. *Publicacions matemàtiques*, 199-207.
38. Boitani L., Trapanese P., & Mattei L., (1995). Methods of population estimates of a hunted wild boar population in Tuscany (Italy). *IBEX-JOURNAL OF MOUNTAIN ECOLOGY*, 3, 204-208.
39. Boucher J., (2016). Intégration de la caractérisation de la sévérité du feu dans les outils d'aménagement écosystémique en forêt boréale (Doctoral dissertation, Université Laval).
40. Boukheroufa M., Sakraoui F., Benyacoub S., Giraudoux P., & Raoul F., (2009). Ecologie 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.
41. Boulemtafes A., (2015). Diagnostic de la diversité animale et végétale du littoral de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). Mémoire de Master 2 : Protection et gestion durable des milieux naturels et des paysages. Université Badji Mokhtar Annaba, 54p.
42. Boulemtafes A., Hamel T., Bélair G., and Véla E., (2018). Nouvelles données sur la distribution et l'écologie de seize taxons végétaux du littoral de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, 69, pp.1-18.
43. Boumendjel F. Z., Hajji G. E. M., Valqui J., & Bouslama Z., (2016). The hunting trends of wild boar (*Sus scrofa*) hunters in northeastern Algeria. *Wildl. Biol*, 2.
44. Boumendjel M., Taibi F., Hennouni N., Samar M. F., Abdesselem A., Slimane B., ... & Alloui B., (2015). Ecologie et Polymorphisme de *l'Aphanius fasciatus Valenciennes* 1821 (Cyprinodontidae) dans le lac Bleu PNEK (Nord-Est Algeria),. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 9-21.

45. Bouslama Z., Soualah-Alila H., Belabed A., and Ouali K., (2009). Etude du système Tiques-Lézard dans le parc national d'El Kala (Nord-Est Algérie). *Mésogée*, 65, pp.73-83.
46. Bouslama-Maamcha Z., (2003). Bioécologie d'une population de Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* (L. 1758) dans les subéraies de plaine du Nord-est Algérien : Ecologie alimentaire et impact de la charge parasitaire sur les conditions morphologiques et physiologiques des poussins. Thèse Doct, Univ Annaba, pp. 103.
47. Brandt S., Baubet E., Vassant J., Servanty S., (2006). Régime alimentaire du sanglier en milieu forestier de plaine agricole. *Faune sauvage*, 237,21-27
48. Bratton S. P., (1974). The effect of the European wild boar (*Sus scrofa*) on the high-elevation vernal flora in Great Smoky Mountains National Park. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 198-206.
49. Bratton S. P., (1975). The effect of the European wild boar, *Sus scrofa*, on gray beech forest in the Great Smoky Mountains. *Ecology*, 56(6), 1356-1366.
50. Bratton, S. P. (1976). Resource division in an understory herb community: responses to temporal and microtopographic gradients. *The American Naturalist*, 110(974), 679-693.
51. Braza F., & Alvarez F., (1989). Utilisation de l'habitat et organisation sociale du sanglier (*Sus scrofa* L.) à Doñana (Sud-Ouest de l'Espagne). *Canadian journal of zoology*, 67(8), 2047-2051.
52. Britton-Davidian J., Fel-Clair F., Lopez J., Alibert P., & Boursot P., (2005). Postzygotic isolation between the two European subspecies of the house mouse: estimates from fertility patterns in wild and laboratory-bred hybrids. *Biological Journal of the Linnean Society*, 84(3), 379-393.
53. Brown M. E., (2014). Feral hog (*Sus scrofa*) disturbance in seepage slope wetlands (Doctoral dissertation, University of Florida).
54. Bruinderink, G. G., & Hazebroek, E. (1996). Wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.) rooting and forest regeneration on podzolic soils in the Netherlands. *Forest Ecology and Management*, 88(1-2), 71-80.
55. Burrascano S., Copiz R., Del Vico E., Fagiani S., Giarrizzo E., Mei M., ... & Blasi C., (2015). Wild boar rooting intensity determines shifts in understory composition and functional traits. *Community Ecology*, 16(2), 244-253.
56. Canning-Clode J., (2015). Biological invasions in changing ecosystems: vectors, ecological impacts, management and predictions. *Walter de Gruyter GmbH & Co KG*.

57. Carpio A. J., Hillström L., & Tortosa F. S., (2016). Effects of wild boar predation on nests of wading birds in various Swedish habitats. *European Journal of Wild life Research*, 62, 423-430.
58. Castillo-Contreras R., Carvalho J., Serrano E., Mentaberre G., Fernández-Aguilar X., Colom A., & López-Olvera J. R., (2018). Urban wild boars prefer fragmented areas with food resources near natural corridors. *Science of the Total Environment*, 615, 282-288.
59. Castillo-Contreras R., Carvalho J., Serrano E., Mentaberre G., Fernández-Aguilar X., Colom A., ... & López-Olvera J. R., (2018). Urban wild boars prefer fragmented areas with food resources near natural corridors. *Science of the Total Environment*, 615, 282-288.
60. Castillo-Contreras R., Mentaberre G., Aguilar X. F., Conejero C., Colom-Cadena A., Ráez-Bravo A., & López-Olvera J. R., (2021). Wild boar in the city: Phenotypic responses to urbanisation. *Science of The Total Environment*, 773, 145-593.
61. Cellier A., (2012). Amendement d'un compost de boues de station d'épuration dans un écosystème méditerranéen après incendie : Effets sur le sol, les micro-organismes et la végétation (Doctoral dissertation, Aix-Marseille).
62. Challies C. N., (1975). Feral pigs (*Sus scrofa*) on Auckland Island: status, and effects on vegetation and nesting sea birds. *New Zealand journal of zoology*, 2(4), 479-490.
63. Chayet D., (2023). Les espèces invasives, une menace croissante pour la nature, l'économie et la santé, Sur le site le figaro. Consulté le 26 Nov. 2023. <https://www.lefigaro.fr/sciences/les-especes-invasives-une-menace-croissante-pour-la-nature-l-economie-et-la-sante-20230904>
64. Cheriak L., (1993). Etude de la reproduction et du développement des odonates du Lac Bleu. *Magister Thesis, Université de Constantine*.
65. Clément A., & Vigouroux B., (2003). Unsupervised segmentation of scenes containing vegetation (*Forsythia*) and soil by hierarchical analysis of bi-dimensional histograms. *Pattern Recognition Letters*, 24(12), 1951-1957.
66. Croft S., Franzetti B., Gill R., & Massei G., (2020). Too many wild boar ? Modelling fertility control and culling to reduce wild boar numbers in isolated populations. *PLoS One*, 15(9), e0238429.
67. Cushman J. H., Tierney T. A., & Hinds J. M., (2004). Variable effects of feral pig disturbances on native and exotic plants in a California grassland. *Ecological Applications*, 14(6), 1746-1756.

68. Cutini A., Chianucci F., Chirichella R., Donaggio E., Mattioli L., & Apollonio M., (2013). Mast seeding in deciduous forests of the northern Apennines (Italy) and its influence on wild boar population dynamics. *Annals of forest science*, 70(5), 493-502.
69. Cuzin F., (2003). *Les grands mammifères du Maroc méridional (Haut Atlas, Anti Atlas et Sahara): Distribution, écologie et conservation* (Doctoral dissertation, Montpellier 2).
70. Dakos V., (2020). Nature's dynamical complexity. *Nature Ecology & Evolution*, 4(1), 12-13.
71. Dardaillon M., (1987). Seasonal feeding habits of the wild boar in a Mediterranean wetland, the Camargue (Southern France). *Acta Theriologica*, 32(23), 389-401.
72. Darinot F., (2014). Impact of wild boar (*Sus scrofa*) and carrion crow (*Corvus corone*) on meadows and ground nesting birds in the Reserve naturelle nationale du Marais de Lavours (Ain). *Bulletin mensuel de la société linneenne de Lyon*, 260-270.
73. Daucourt E., Gaudy M L., (2018). Le sanglier, un enjeu majeur pour la gestion de nos territoires : la Creuse et le Territoire-de-Belfort. Rapport du réseau des écoles supérieures du développement durable, 43p.
74. De Groot R., Moolenaar S., van Weelden M., Konovska I., & de Vente J., (2018). Guidelines for Integrated Ecosystem Services Assessment to analyse and capture the benefits of landscape restoration, nature conservation, and sustainable land management. FSD Working Paper 2018-08. Foundation for Sustainable Development, Wageningen, *The Netherlands*, p 53, <https://www.es-partnership.org/esp-guidelines>.
75. De Kort H., Prunier J. G., Ducatez S., Honnay O., Baguette M., Stevens V. M., & Blanchet S., (2021). Life history, climate and biogeography interactively affect worldwide genetic diversity of plant and animal populations. *Nature communications*, 12(1), 516.
76. Delcroix I., Mauget R., & Signoret J. P., (1990). Existence of synchronization of reproduction at the level of the social group of the European wild boar (*Sus scrofa*). *Reproduction*, 89(2), 613-617.
77. Delle Grazie F. M., & Gill L. W., (2022). Review of the ecosystem services of temperate wetlands and their valuation tools. *Water*, 14(9), 1345.
78. Delorme D., Guillemot B., Maupoix Y., & Mortreux S. (2012). Gestion de l'impact du sanglier dans les espaces protégés. *Faune sauvage*, (296), 32-38.
79. DGF. (2003). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (La Tourbière du Lac Noir, Wilaya d'El Tarf), Algérie.

80. DGRF., (2006). Vitalité des peuplements de chênes- liège et chênes verts : Situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre. *Actes du colloque en Portugal « Association internationale forêts Méditerranéennes »*, P6.
81. Diagne C., Leroy B., Vaissière A. C., Gozlan R. E., Roiz, D., Jarić I., ... & Courchamp F., (2021). High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, 592(7855), 571-576.
82. Djaaboub S., (2008). Etude de la végétation du lac Bleu (Parc National d'El-Kala) phytoécologie, phytosociologie et cartographie (Doctoral dissertation, INA).
83. Dovrat G., Perevolotsky A., & Ne'eman G., (2014). The response of Mediterranean herbaceous community to soil disturbance by native wild boars. *Plant ecology*, 215, 531-541.
84. Dovrat G., Perevolotsky A., & Ne'Eman G., (2012). Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. *Journal of Arid Environments*, 78, 49-54.
85. Durand J., (1954). Les sols d'Algérie. DIRECTION DU SCH, PÉDOLOGIE - N- 2 Clairbols, BIRMANDREIS (Banlieue d'Alger), 244p.
86. Durantel P., (2007). Le sanglier et ses chasses. *Editions Artemis*.
87. Dzieciółowski R. M., (1992). Reproductive characteristics of feral pigs in New Zealand. *Acta Theriologica*, 37(3), 259-270.
88. Early R., Bradley B. A., Dukes J. S., Lawler J. J., Olden J. D., Blumenthal D. M., ... & Tatem A. J., (2016). Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature communications*, 7(1), 12485.
89. Edwards-Jones G., Carlyle E. E., & Howells O., (1996). The use of knowledge-based systems for evaluating the conservation and amenity value of woodlands: A case study from Southern Scotland. *Arbori cultural Journal*, 20(3), 299-312.
90. El Almi A., (2019). Etude écologique du sanglier *Sus Scrofa* Barbarus et de son impact sur la biodiversité dans les montagnes du haut atlas central d'Azilal. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 3 : 24-33.
91. El Bey M., (2012). Faute de battues le sanglier cause des ravages aux récoltes. Bulletin des informations et de vulgarisation (*la lettre cynégénitique No 14*). Centre Cynégénitique de Zéralda. Alger.
92. Eldridge D. J., Ding J., & Travers S. K., (2023). Wildfire effects on soils and soil processes. *Australia's Megafires: Biodiversity Impacts and Lessons from 2019-2020*, 49.

93. Fediras S., Ziane N., and Rouag R., (2020). Choix de l'habitat chez la cistude d'Europe (*Emys orbicularis* [linnaeus, 1758]) dans le canal messida (Parc national d'el Kala, Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 145(4).
94. Fisher D. D., (2012). Incendies de Wajdi Mouawad à Denis Villeneuve, ou comment figurer la cruauté. *Québec studies*, 54, 89-103.
95. Fonseca C., (2008). Winter habitat selection by wild boar *Sus scrofa* in southeastern Poland. *European Journal of Wildlife Research*, 54, 361-366.
96. Genov P. V., (1999). A review of the cranial characteristics of the Wild Boar (*Sus scrofa* Linnaeus 1758), with systematic conclusions. *Mammal Review*, 29(4), 205-234.
97. Genov P., (1981). Food composition of wild boar in north-eastern and western Poland. *Acta Theriologica*, 26(10), 185-205.
98. Gentili R., Schaffner U., Martinoli A., & Citterio S., (2021). Invasive alien species and biodiversity: Impacts and management. *Biodiversity*, 22(1-2), 1-3.
99. Gérard J. F., & Campan R., (1988). Variabilité Eco éthologique chez le sanglier Européen : Comparaison des travaux français. *Cahiers d'Ethologie appliquée*, 8, 63-130.
100. Gigounoux A., (2017). Le sanglier-Chasses, maîtrise des populations et politiques publiques-Approche comparative depuis les confins du Périgord-Noir, du Quercy et du Haut-Agenais (Doctoral dissertation, Paris, EHESS).
101. Ginelli L., (2012). Chasse-gestion, chasse écologique, chasse durable... Enjeux d'une écologisation. *Économie rurale*, 327(8), 38-51.
102. González-Crespo C., Martínez-López B., Conejero C., Castillo-Contreras R., Serrano E., López-Martín J. M., ... & López-Olvera J. R., (2023). Predicting human-wildlife interaction in urban environments through agent-based models. *Landscape and Urban Planning*, 240, 104878.
103. Gortázar C., Ferroglio E., Höfle U., Frölich K., & Vicente J., (2007). Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research*, 53, 241-256.
104. Graitson E., Barbraud C., & Bonnet X., (2019). Catastrophic impact of wild boars: insufficient hunting pressure pushes snakes to the brink. *Animal Conservation*, 22(2), 165-176.
105. Granval P., and Muys B., (1995). Predation on earthworms by terrestrial vertebrates. In 'Proceedings of the International Union of Game Biologists XXII Congress'. (Eds S. Golovatch and L. Penev.), Pensoft, Sofia, Bulgaria, pp. 480-491.

106. Groves C. P., & Albarella U., (2007). Current views on taxonomy and zoogeography of the genus *Sus*. *Pigs and humans*, 10(000), 15-29.
107. Groves C. P., & Grubb P., (1993). The Eurasian suids: *Sus and Babyrousa*. *Pigs, Peccaries, and Hippos*, 107-111.
108. Hadiby R., Boukheroufa M., Adjami Y., Djedda H., Boussaha A., Frih A., ... & Sakraoui F., (2022). 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). *Bulletin de la Societe Zoologique de France*, 147(4).
109. Hafis K., Ouabbas D., (2015). Le régime alimentaire de deux mammifères : le Sanglier *Sus Scrofa* et le porc-épic *Hystrix cristata* dans le Nord d'Algérie. Mémoire de master : Diversité et écologie des peuplements animaux. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 56p.
110. Haltenorth T., & Diller H., (1985). Mammifères d'Afrique et de Madagascar, adapté en français par M. Cuisin, Neuchâtel-Paris, Delachaux et Niestlé.
111. Hamel T., Sadou S., Seridi R., Boukhdar S., & Boulemtafes A., (2018). Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'édough (Nord-est Algérien). *Ethnopharmacologia*, 59, 75-81.
112. Hamel T., Seridi R., de Belair G., Slimani A., & Babali B., (2013). Flore vasculaire rare et endémique de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie*, 26, 65-74.
113. Hemstrom M. A., & Thomas J. W., (1996). La gestion des écosystèmes. *Revue forestière française*, 48(S), 117-130.
114. Henry M., Leung B., Cuthbert R. N., Bodey T. W., Ahmed D. A., Angulo E., ... et Haubrock P. J., (2023). Dévoiler le bilan économique caché des invasions biologiques dans l'Union européenne. *Sciences de l'environnement Europe*, 35 (1), 1-16.
115. Hermann A. W. O., Chaffra S. A., Yabi F. B., Lougbegnon T. O., Djondo M., & Tente B., (2020). Étude ethno-zoologique et formes d'utilisation de *Trichechus senegalensis* au Sud Bénin. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(2).
116. Herrero J., Fernández de Luco D., (2002). Wild boars in Uruguay: scavengers or predators?. *Mammalia* 69:485-491
117. Herrero J., García-Serrano A., Couto S., Ortuño V. M., & García-González R., (2006). Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research*, 52, 245-250.

118. Hilly J., (1962). Etude géologique du massif de l'Edough et du Cap de fer. *Publ du Serv de la carte Géol Algérie*, n°19, 408 p.
119. Holliday N. J., (1991). Species responses of carabid beetles (Coleoptera: *Carabidae*) during post-fire regeneration of boreal forest. *The Canadian Entomologist*, 123(6), 1369-1389.
120. Hone J., (2002). Feral pigs in Namadgi National Park, Australia: dynamics, impacts and management. *Biological Conservation*, 105(2), 231-242.
121. Howe T. D., & Bratton S. P., (1976). Winter rooting activity of the European wild boar in the Great Smoky Mountains National Park. *Castanea*, 256-264.
122. Hulme P. E., (2021). Unwelcome exchange: International trade as a direct and indirect driver of biological invasions worldwide. *One Earth*, 4(5), 666-679.
123. Iannone III B. V., Bell E. C., Carnevale S., Hill J. E., McConnell J., Main M., ... & Andreu M., (2021). Standardized invasive species terminology for effective education of Floridians: FOR730/FR439, 8/2021. *EDIS*, 2021(4), 8-8.
124. Ikeda T., Kuninaga N., Suzuki T., Ikushima S., & Suzuki M., (2019). Tourist-wild boar (*Sus scrofa*) interactions in urban wildlife management. *Global Ecology and Conservation*, 18, e00617.
125. Imbert C., Caniglia R., Fabbri E., Milanesi P., Randi E., Serafini M., ... & Meriggi A., (2016). Why do wolves eat livestock? : Factors influencing wolf diet in northern Italy. *Biological Conservation*, 195, 156-168.
126. Issiaka Y., Hamani S. H., Illiassou S. A., & Awaiss A., (2018). Distribution et diversité de la faune aviaire de la ville de Niamey et de sa principale zone humide, le fleuve Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(6), 2626-2643.
127. Janeau G., Cousse S., Cargnelutti B., & Spitz F., (1995). Le rôle des déplacements journaliers dans l'organisation socio-spatiale des populations de sangliers (*Sus scrofa* L.). *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, 50(1), 35-48.
128. Janse J. H., Van Dam A. A., Hes E. M., de Klein J. J., Finlayson C. M., Janssen A. B., ... & Verhoeven J. T., (2019). Towards a global model for wetlands ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 36, 11-19.
129. Jensen P., (1986). Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. *Applied animal behaviour science*, 16(2), 131-142.
130. Johann F., Handschuh M., Linderoth P., Dormann C. F., & Arnold J., (2020). Adaptation of wild boar (*Sus scrofa*) activity in a human-dominated landscape. *BMC ecology*, 20(1), 1-14.

131. Joleaud L., (1936). Étude géologique de la région de Bône et de la Calle. 200.
132. Jones K. C., Gorman T. A., Rincon B. K., Allen J., Haas C. A., & Engeman R. M., (2018). Feral swine *Sus scrofa*: a new threat to the remaining breeding wetlands of the Vulnerable reticulated flatwoods salamander *Ambystoma bishopi*. *Oryx*, 52(4), 669-676.
133. Julien J. L., Bourrié G., Bruand A., Feller C., Morlon P., van Oort F., & Tessier D. Histoire de trois concepts du sol mal maîtrisés.
134. Kettaf K., (2019). Etude comparative du régime alimentaire du chacal doré (*Canis aureus algirensis* Wagner, 1841) dans deux régions du Nord Algérien : El Kala et Tlemcen (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
135. Keuling O., Baubet E., Duscher A., Ebert C., Fischer C., Monaco A., Podgórski T., Prevot C., Ronnenberg K., Sodeikat G., Stier N., & Thurfjell H., (2013). Mortality rates of wild boar *Sus scrofa* L. in central Europe. *European Journal of Wildlife Research*, 59(6), 805–814.
136. Keuling O., Lauterbach K., Stier N., & Roth M., (2010). Hunter feedback of individually marked wild boar *Sus scrofa* L.: dispersal and efficiency of hunting in northeastern Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 159-167.
137. Keuling O., Strauß E., & Siebert U., (2016). Regulating wild boar populations is “somebody else's problem”! -human dimension in wild boar management. *Science of the Total Environment*, 554, 311-319.
138. Keuling O., Strauß E., & Siebert U., (2021). How do hunters hunt wild boar? Survey on wild boar hunting methods in the Federal State of Lower Saxony. *Animals*, 11(9), 2658.
139. Klaa K., (1991). The diet of wild boar (*Sus Scrofa* L.). the National Park of Chrea (Algeria) *Ongules/ Ungulates*, 91: 403-407.
140. Kleiman D. G., Geist V., & McDade M. C., (2004). Grzimek's Animal Life Encyclopedia; Volume 12: Mammals I.
141. Kotanen P. M., (1995). Responses of vegetation to a changing regime of disturbance: effects of feral pigs in a Californian coastal prairie. *Ecography*, 18(2), 190-199.
142. Kowalski K., Rzebik- Kowalska B., (1991). Mammals of Algeria. Institute of systematics and evolution of animals :370p.
143. Krull C. R., Choquenot D., Burns B. R., & Stanley M. C., (2013). Feral pigs in a temperate rainforest ecosystem: disturbance and ecological impacts. *Biological invasions*, 15, 2193-2204.
144. Lacki M. J., & Lancia R. A., (1986). Effects of wild pigs on beech growth in Great Smoky Mountains National Park. *The Journal of wildlife management*, 655-659.

- 145.Lagos L., Picos J., & Valero E., (2012). Temporal pattern of wild ungulate-related traffic accidents in northwest Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 58, 661-668.
- 146.Lampin C., Jappiot M., & Ferrier J. P., (2011). Modélisation du risque d'incendie de forêt dans les interfaces habitats-forêts. *Sciences Eaux & Territoires*, 12-p.
- 147.Laref N., Rezzag-bedida R. A. N. I. A., Boukheroufa M., Sakraoui r., Henada R. L. I., Hadiby R., & Sakraoui F., (2022). Diversity and status of day butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in different plant associations of the Edough Forest Massif (Northeastern Algeria). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(2).
- 148.Larson G., Maselli V., Ripa D., de Luca A., Wilkens B., Linderholm A., ... & Fulgione D., (2016). Southern Italian wild boar population, hotspot of genetic diversity. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*.
- 149.Lázaro-Lobo A., & Ervin G. N., (2021). Wetland Invasion: A Multi-Faceted Challenge during a Time of Rapid Global Change. *Wetlands*, 41(5), 64.
- 150.Laznik Ž., & Trdan S., (2014). Evaluation of different soil parameters and wild boar (*Sus scrofa* [L.]) grassland damage. *Italian Journal of Animal Science*, 13(4), 3434.
- 151.Lee O., Schlichting P. E., & Jo Y. S., (2022). Habitat model for wild boar (*Sus scrofa*) in Bukhansan National Park, Seoul. *Journal of Urban Ecology*, 8(1), juac027.
- 152.Lévêque C., & Mounolou J. C., (2001). Biodiversité, Dynamique biologique et conservation translated into English by Vivien Reuter (2003) as Biodiversity.
- 153.Lévêque C., Tabacchi É., & Menozzi M. J., (2012). Les espèces exotiques envahissantes, pour une remise en cause des paradigmes écologiques. *Sciences Eaux & Territoires*, (1), 2-9.
- 154.Long G., (1974). Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. Tome 1. Principes généraux et méthodes. *Masson et Cie*, Paris, 232p.
- 155.Longépée E., (2014). La résilience des systèmes socio-écologiques des États atolliens dans le contexte du changement climatique : le cas de Kiribati (Pacifique Sud) (Doctoral dissertation, Université de La Rochelle).
- 156.Louhi-Haou S., (2014). Ecologie des ptéridophytes en Numidie (Nord Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat : Ecologie végétale. université Badji Mokhtar Annaba Algérie, 189 p.
- 157.Lucchini V., Meijaard E., Diong C. H., Groves C. P., & Randi E., (2005). New phylogenetic perspectives among species of South-east Asian wild pig (*Sus sp.*) based on mtDNA sequences and morphometric data. *Journal of Zoology*, 266(1), 25-35.

158. Macci C., Doni S., Bondi G., Davini D., Masciandaro G., & Pistoia A., (2012). Effects of wild boar (*Sus scrofa*) grazing on soil properties in Mediterranean environment. *Catena*, 98, 79-86.
159. Macdonald A.A., et Fradrich H., (1991). Pigs and peccaries: what are they?. *Biology of suidae -biologie des suidés*. IRGM, Imprimerie Escartons Briançon France, 7-19p.
160. Mahouche Y., & Nait Abdelaziz R., (2022). Impact des incendies sur quelques aspects de la rhizosphère d'un écosystème à chêne liège (*Quercus suber. L*) : cas de la forêt domaniale d'Oumalou (Larbaa Nath Irathen) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
161. Marchi E., Zanzi A., Spargi B., Tesi E., Giovannini G., & Certini G., (2005). Incendi boschivi. Comportamento, effetti ecologici, prevenzione e sistemi di lotta.
162. Marre A., (1987). Étude géomorphologique du Tell Oriental Algérien de Collo à la frontière tunisienne. Thèse de Doctorat d'État, Université Aix-Marseille II, 555 p.
163. Marsan A., & Mattioli S., (2013). Il cinghiale (Faunaselvatica. Biologia e gestione). *Il Piviere*.
164. Massei G., & Cowan D., (2014). Fertility control to mitigate human-wildlife conflicts: a review. *Wildlife Research*, 41(1), 1-21.
165. Massei G., & Genov P. V., (2004). The environmental impact of wild boar. *Galemys*, 16(1), 135-145.
166. Massei G., Genov P. V., & Staines B. W., (1996). Diet, food availability and reproduction of wild boar in a Mediterranean coastal area. *Acta Theriologica*, 41(3), 307-320.
167. Massei G., Genov P. V., Staines B. W., & Gorman M. L., (1997). Factors influencing home range and activity of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal area. *Journal of Zoology*, 242(3), 411-423.
168. Massei G., Kindberg J., Licoppe A., Gačić D., Šprem N., Kamler J., Baubet E., Hohmann U., Monaco A., Ozoliņš J., Cellina S., Podgórski T., Fonseca C., Markov N., Pokorný B., Rosell C., & Náhlik A., (2015). Wild boar population sup, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science*, 71:p.492-500.
169. Massei G., Roy S., & Bunting R., (2011). Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. *Human-Wildlife Interactions*, 5(1), 79-99.

170. Mattioli L., Capitani C., Gazzola A., Scandura M., & Apollonio M., (2011). Prey selection and dietary response by wolves in a high-density multi-species ungulate community. *European Journal of Wildlife Research*, 57, 909-922.
171. Mauget R., & Boissin J., (1987). Seasonal changes in testis weight and testosterone concentration in the European wild boar (*Sus scrofa* L.). *Animal Reproduction Science*, 13(1), 67-74.
172. Mauget R., Campan R., Spitz F., Dardaillon M., Janeau G., & Pépin D., (1984). Synthèse des connaissances actuelles sur la biologie du sanglier, perspectives de recherche. In *Symposium international sur le sanglier* (No. 22). INRA Editions.
173. Mellouk K., & Aroua N., (2015). Le lac Fetzara, une zone humide fragile, menacée par l'extension urbaine de la ville d'Annaba (littoral est algérien). *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens/Journal of Mediterranean geography*, (125), 133-140.
174. Menozzi M. J., (2010). Comment catégoriser les espèces exotiques envahissantes. *Études rurales*, (1), 051-066.
175. Meyen E., (1973). Multi lingual dictionnaire of technical terme in cartographie. *International Cartographie Association Commission II Franz Steiner Verlag, Wiesbaden*.
176. Mihalik B., Frank K., Astuti P. K., Szemethy D., Szendrei L., Szemethy L., ... & Stéger V., (2020). Population genetic structure of the wild boar (*Sus scrofa*) in the Carpathian Basin. *Genes*, 11(10), 1194.
177. Mikita-Barbato R. A., Kelly J. J., et Tate III R. L., (2015). Effets des incendies de forêt sur les propriétés et la structure de la communauté microbienne des sols à horizon organique dans les Pinelands du New Jersey. *Biologie des sols et biochimie*, 86, 67-76.
178. Millon A., (2020). De la Contribution de l'Immigration à la Dynamique des Populations Animales. *Ecologia Mediterranea*, 46(2).
179. Mitchell J., Dorney W., Mayer R., & McIlroy J. J. W. R., (2007). Ecological impacts of feral pig diggings in north Queensland rainforests. *Wildlife Research*, 34(8), 603-608.
180. Mitsch W. J., Bernal B., & Hernandez M. E., (2015). Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1), 1-4.
181. Mohr D., Cohnstaedt L. W., & Topp W., (2005). Wild boar and red deer affect soil nutrients and soil biota in steep oak stands of the Eifel. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(4), 693-700.

182. Moody A., & Jones J. A., (2000). Soil response to canopy position and feral pig disturbance beneath *Quercus agrifolia* on Santa Cruz Island, California. *Applied Soil Ecology*, 14(3), 269-281.
183. Morel J., (1990). Atlas préhistorique de l'Algérie, El Kala (ex. La Calle). Lybica. Tomes XXXII à XXXIV : 12 – 67. Publication du centre national d'étude historique.
184. Morelle, K., Fattebert, J., Mengal, C., & Lejeune, P. (2016). Invading or recolonizing? Patterns and drivers of wild boar population expansion into Belgian agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 222, 267-275.
185. Moulin L., (2022). Genèses et conséquences des transformations récentes de l'enseignement supérieur. Un cadre de réformes inspiré de la théorie du capital humain. *Revue d'histoire des sciences humaines*, (40), 257-274.
186. Mounet C., (2012). Conflicts and Socio-Spatial Reconfigurations for Wild Boar. From General Positions to Local Arrangements. *Economie rurale*, 327328(1), 79-95.
187. Mueller-Dombois D., & Spatz G., (1975). Application of the relevé method to insular tropical vegetation for an environmental impact study. *Phytocoenologia*, 417-429.
188. Neffar F., (1991). Contribution à l'analyse phyto-écologique du lac Bleu (Vieille Calle). Thèse. Ing., spécialité, écologie, Univ, Annaba, 71p.
189. Nowak S., Mysłajek R. W., & Jędrzejewska B., (2005). Patterns of wolf *Canis lupus* predation on wild and domestic ungulates in the Western Carpathian Mountains (S Poland). *Acta theriologica*, 50, 263-276.
190. Oja R., Velström K., Moks E., Jokelainen P., & Lassen B., (2017). How does supplementary feeding affect endoparasite infection in wild boar?. *Parasitology Research*, 116, 2131-2137.
191. Oliver W L R., (1995). Taxonomy and conservation status of suiformes-an Overview. *Journal of Mountain Ecology*, 3: 3-5.
192. Olivier de Sardan, J. P., & Bierschenk, T. (1993). Les courtiers locaux du développement. *Bulletin de l'APAD*, (5).
193. Oswald S., Oswald C., Crall A., Rabaglia R., Schwartz M. K., & Kerns B. K., (2021). Inventory and monitoring of invasive species. *Invasive species in forests and rangelands of the United States*, 231.
194. Ottenburghs J., (2021). The genic view of hybridization in the Anthropocene. *Evolutionary Applications*, 14(10), 2342-2360.
195. Ouchaou B., Roubet C., & Merzoug S., (2019). « Sanglier : Archéozoologie », *Encyclopédie berbère, XLII, Paris/Louvain, Peeters Publishers*, p. 7197-7207.

- 196.Oularbi A., Zeghiche A., (2009). La sensibilité à l'érosion du massif cristallophyllien de l'Edough (Nord-est Algérien). *Revue Synthèse des Sciences et de la Technologie*, 20 : 61-75.
- 197.Ozenda P., (1963). Principes et objectifs d'une cartographie de la végétation des Alpes à moyenne échelle », Document pour la carte de la végétation des Alpes, Grenoble, n°1.
- 198.Pecl G. T., Araújo M. B., Bell J. D., Blanchard J., Bonebrake T. C., Chen I. C., ... & Williams S. E., (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332), eaai9214.
- 199.Pellerin M., Picard M., Saïd S., Baubet E., & Baltzinger C., (2016). Complementary endozoochorous long-distance seed dispersal by three native herbivorous ungulates in Europe. *Basic and Applied Ecology*, 17(4), 321-332.
- 200.Picard M., Papaïx J., Gosselin F., Picot D., Bideau E., & Baltzinger C., (2015). Temporal dynamics of seed excretion by wild ungulates: implications for plant dispersal. *Ecology and Evolution*, 5(13), 2621-2632.
- 201.Pitta-Osses N., Centeri C., Fehér Á., & Katona K., (2022). Effect of wild boar (*Sus scrofa*) rooting on soil characteristics in a deciduous Forest affected by sedimentation. *Forests*, 13(8), 1234.
- 202.Pitta-Osses N., Katona K., Grósz J., & Centeri C., (2020). Potential of wild boar (*Sus scrofa*) rooting for slowing down erosion processes. *Pekárová, P., Miklánek, P., Halmová, D., Vitková, J. Water Dynamics Changes in the Soil–Plant–Atmosphere System*, 11(11).
- 203.Prentis P. J., Wilson J. R., Dormontt E. E., Richardson D. M., et Lowe A. J., (2008). Evolution adaptative des espèces envahissantes. *Tendances en science végétale* , 13 (6), 288-294.
- 204.Prévot C., & Licoppe A., (2013). Comparaison des modèles de dispersion du cerf élaphe (*Cervuselaphus* L.) et du sanglier (*Sus scrofa* L.) dans le sud de la Belgique. *Journal européen de recherche sur la faune*, 59 (6), 795-803.
- 205.Raachi M. L., (2007). Étude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au Nord-Est Algérien (Doctoral dissertation, Université du Québec à Montréal).
- 206.Rai P. K., & Singh J. S., (2020). Invasive alien plant species: Their impact on environment, ecosystem services and human health. *Ecological indicators*, 111, 106020.
- 207.RAMSAR., (2019). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (La Tourbière du Lac Noir, Wilaya d'El Tarf), Algérie.

- 208.Randi E., (1995). Conservation genetics of the genus *Sus*. *Ibex Journal of Mountain Ecology*, 3, 6-12.
- 209.Risch A. C., Wirthner S., Busse M. D., Page-Dumroese D. S., & Schütz M., (2010). Grubbing by wild boars (*Sus scrofa* L.) and its impact on hardwood forest soil carbon dioxide emissions in Switzerland. *Oecologia*, 164, 773-784.
- 210.Risch D. R., Ringma J., & Price M. R., (2021). The global impact of wild pigs (*Sus scrofa*) on terrestrial biodiversity. *Scientific Reports*, 11(1), 13256.
- 211.Rivas M. L., Rodríguez-Caballero E., Esteban N., Carpio A. J., Barrera-Vilarmau B., Fuentes M. M., ... & Ortega Z., (2023). Uncertain future for global sea turtle populations in face of sea level rise. *Scientific Reports*, 13(1), 5277.
- 212.Rosa C. A. D., Wallau M. O., & Pedrosa F., (2018). Hunting as the main technique used to control wild pigs in Brazil. *Wildlife Society Bulletin*, 42(1), 111-118.
- 213.Rosell C., Herrero J., (2007). *Sus scrofa* Linnaeus, 1758. In:Palomo LJ, Gisbert J, Blanco JC (eds) Atlas y libro rojo de los mamíferos de España. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM -SECEMU, Madrid, pp 348–351.
- 214.Rouag R., & Benyacoub S., (2006). Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala (Algérie). *Bull. Soc. Herp. Fr*, 117, 25-40.
- 215.Ruvinski A., Rothschild M. F., & Rothschild M., (1998). Systematics and evolution of the pig.
- 216.Ruvinsky, A., Rothschild, M. F., & Rothschild, M. (1998). Systematics and evolution of the pig.
- 217.Sakraoui F., Boukheroufa M., Sakraoui W., & El Madoui M. B., (2014). Ectoparasitic ecology of Algerian hedgehog *Ateleris algirus* (Lereboullet, 1842) (*Erinaceidae*, *Mammalia*) in some localities of Edough Montain (W. Annaba, Northeast Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 217-222.
- 218.Saldo E. A., Jensen A. J., Muthersbaugh M. S., Butfiloski J. W., Cantrell J., Kilgo J. C., ... & Jachowski D. S., (2023). Spatiotemporal overlap with invasive wild pigs (*Sus scrofa*) varies by species and season in a temperate ecosystem. *Ecosphere*, 14(6), e4500.
- 219.Samai I., (2009). Evaluation et caractérisation de la matière organique dans les sols de Annaba. Mémoire d'ingénieure, Université d'Annaba.
- 220.Scandura M., Iacolina L., Crestanello B., Pecchioli E., Di Benedetto M. F., Russo V., Bertorelle G., (2008). Ancient vs. recent processes as factors shaping the genetic variation of the European wild boar: are the effects of the last glaciation still detectable?. *Molecular ecology*, 17(7), 1745-1762.

- 221.Schley L., & Roper T. J., (2003). Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal review*, 33(1), 43-56.
- 222.Schley L., Dufrêne M., Krier A., & Frantz A. C., (2008). Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxembourg over a 10-year period. *European Journal of Wildlife Research*, 54, 589-599.
- 223.Scillitani L., Monaco A., & Toso S., (2010). Do intensive drive hunts affect wild boar (*Sus scrofa*) spatial behaviour in Italy? Some evidences and management implications. *European Journal of Wildlife Research*, 56(3), 307-318.
- 224.Seltzer C. C., (1946). Body disproportions and dominant personality traits. *Psychosomaticmedicine*, 8(2), 75-97.
- 225.Servanty S., Gaillard J. M., Toigo C., Lebreton J. D., Baubet E., Klein F., & Brandt S., (2007). Démographie des populations de sangliers : Conséquences pour la gestion de l'espèce. In *Actes du colloque sur les modalités de gestion du sanglier, 1st-2nd March*.
- 226.Siemann E., Carrillo J. A., Gabler C. A., Zipp R., & Rogers W. E., (2009). Experimental test of the impacts of feral hogs on forest dynamics and processes in the southeastern US. *Forest ecology and management*, 258(5), 546-553.
- 227.Singer F. J., Swank W. T., & Clebsch E. E., (1984). Effects of wild pig rooting in a deciduous forest. *The Journal of wildlife management*, 464-473.
- 228.Skinner J., Zalewski S., (1995). Functions and values of Mediterranean wetlands. Station Biologique de la Tour du Valat, Arles, France
- 229.Slawski M., & Slawska M., (2020). Collembolan assemblages' response to wild boars (*Sus scrofa* L.) rooting in pine forest soil. *Forests*, 11(11), 1123.
- 230.Sommer S., Jean-Michel G., Carole T., Serge B., & Eric B., (2009). Pulsed resources and climate-induced variation in the reproductive traits of wild boar under high hunting pressure. *Journal of Animal Ecology*, 78(6), 1278-1290.
- 231.Song K., Mi C. R., Yang N., Sun L., Sun Y. H., & Xu J. L., (2020). Improve the roles of nature reserves in conservation of endangered pheasant in a highly urbanized region. *Scientific Reports*, 10(1), 17673.
- 232.Speybrouck E., Licoppe A., & Lejeune P., (2007). Etude de l'impact du sanglier (*Sus scrofa* L.) sur la biodiversité des milieux ouverts dans le périmètre LIFE et sur l'avifaune nichant au sol du camp militaire de Marche-en-Famenne. *Travail de fin d'étude réalisé à la FUSAGx*.
- 233.Spitz F., & Lek S., (1999). Environmental impact prediction using neural network modelling. An example in wildlife damage. *Journal of Applied Ecology*, 36(2), 317-326.

234. Stillfried M., Gras P., Börner K., Göritz F., Painer J., Röllig K., ... & Kramer-Schadt S., (2017). Secrets of success in a landscape of fear: urban wild boar adjust risk perception and tolerate disturbance. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 157.
235. Sütő D., Farkas J., Siffer S., Schally G., & Katona K., (2020). Spatiotemporal pattern of wild boar rooting in a Central European dry oak forest. *European Journal of Forest Research*, 139, 407-418.
236. Tack J., (2018). Wild Boar (*Sus scrofa*) populations in Europe: a scientific review of population trends and implications for management. *European Landowners' Organization, Brussels*, 56, 29-30.
237. Taylor R. B., Hellgren E. C., Gabor T. M., & Ilse L. M., (1998). Reproduction of feral pigs in southern Texas. *Journal of Mammalogy*, 79(4), 1325-1331.
238. Tickle L., & von Essen E., (2020). The seven sins of hunting tourism. *Annals of Tourism Research*, 84, 102996.
239. Tierney T. A., & Cushman J. H., (2006). Temporal changes in native and exotic vegetation and soil characteristics following disturbances by feral pigs in a California grassland. *Biological Invasions*, 8, 1073-1089.
240. Torre I., Ribas A., & Puig-Gironès R., (2023). Effects of Post-Fire Management on a Mediterranean Small Mammal Community. *Fire*, 6(1), 34.
241. Toubal O., (1986). Les ressources phytogénétiques du massif de l'Edough (Algérie Nord-orientale). Doctorat : Ecologie appliquée. Université Scientifique Technologique et Médicale de Grenoble France, 111 p
242. Toubal O., Boussehaba A., Toubal A. et Samraoui B., (2014). Biodiversité méditerranéenne et changements globaux : cas du complexe de zones humides de Guerbès-Senhadja (Algérie). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Tome 8), 273-295.
243. Touzot L., Schermer É., Venner S., Delzon S., Rousset C., Baubet É., ... & Gamelon M., (2020). How does increasing mast seeding frequency affect population dynamics of seed consumers? Wild boar as a case study. *Ecological Applications*, 30(6), e02134.
244. Turner Jr, J. W., Wolfe, M. L., & Kirkpatrick, J. F. (1992). Seasonal mountain lion predation on a feral horse population. *Canadian Journal of Zoology*, 70(5), 929-934.
245. UICN (2018). Directives relatives à la planification et à la gestion des espèces envahissantes dans les îles. Cambridge, Royaume-Uni et Gland, Suisse: UICN. 44 pp.

246. Vajas P., Calenge C., Richard E., Fattebert J., Rousset C., Saïd S., & Baubet E., (2020). Many, large and early: Hunting pressure on wild boar relates to simple metrics of hunting effort. *Science of the Total Environment*, 698, 134251.
247. Valet G., Rosell C., Chayron L., Fosty P., and Spitz F., (1994). Regime alimentaire automnal du sanglier (*Sus scrofa*) en Ariège, France, et en Catalogne, Espagne. *Gibier Faune Sauvage* 11: 313-326
248. Vallée M., Lebourgeois F., Baudet É., Saïd S., & Klein F., (2016). Le sanglier en Europe: une menace pour la biodiversité?.
249. Van Vliet N., Antunes A. P., Constantino P. D. A. L., Gómez J., Santos-Fita D., & Sartoretto E., (2019). Frameworks regulating hunting for meat in tropical countries leave the sector in the limbo. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 280.
250. Vanderhoeven S., Branquart E., Jean-Claude G., & Mahy G., (2007). Les espèces exotiques envahissantes : dossier scientifique.
251. Vantarová K. H., Eliáš Jr P., Jiménez-Ruiz J., Tokarska-Guzik B., & Cires E., (2023). Biological invasions in the twenty-first century: a global risk. *Biologia*, 1-8.
252. Vassant J., & Brandt S., (1995). Adaptation du piégeage par enclos-piège de type corral pour la capture de compagnies de sangliers (*Sus scrofa*). *Gibier Faune Sauvage*, 12(1), 51-61.
253. Vassant J., & Breton D., (1986). Essai de réduction de dégâts de sangliers (*Sus scrofa scrofa*) sur le blé (*Triticum sativum*) au stade laitieux par distribution de maïs (*Zea mais*) en forêt. *Gibier Faune Sauvage*, 3, 83-95.
254. 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.
255. Velickovic N., Ferreira E., Djan M., Ernst M., Obreht Vidaković D., Monaco A., & Fonseca C., (2016). Demographic history, current expansion and future management challenges of wild boar populations in the Balkans and Europe. *Heredity*, 117(5), 348-357.
256. Vetter S. G., Puskas Z., Bieber C., & Ruf T., (2020). How climate change and wildlife management affect population structure in wild boars. *Scientific Reports*, 10(1), 72-98.
257. Vetter S. G., Ruf T., Bieber C., & Arnold W., (2015). What is a mild winter? Regional differences in within-species responses to climate change. *PLoS One*, 10(7), e0132178.
258. Warlick A. J., Himes Boor G. K., McGuire T. L., Sheldon K. E. W., Jacobson E. K., Boyd C., ... & Converse S. J., (2023). Identifying demographic and environmental

drivers of population dynamics and viability in an endangered top predator using an integrated model. *Animal Conservation*.

259. Weiskopf S. R., Rubenstein M. A., Crozier L. G., Gaichas S., Griffis R., Halofsky J. E., ... & Whyte K. P., (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 733, 137782.
260. Wirthner S., Schütz M., Page-Dumroese D. S., Busse M. D., Kirchner J. W., & Risch A. C., (2012). Do changes in soil properties after rooting by wild boars (*Sus scrofa*) affect understory vegetation in Swiss hardwood forests?. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(3), 585-592.
261. Xu X., Chen M., Yang G., Jiang B., & Zhang J., (2020). Wetland ecosystem services research: A critical review. *Global Ecology and Conservation*, 22, e01027.