

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement
Spécialité : Ecologie



Réf :

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

Thème

**Identification des espèces végétales invasives dans le
Parc National de Gouraya à Bejaia**

Présenté par :

Merabtine Abderrahmane et Moussaoui Belynda

Soutenu le : 04/07/2024

Devant le jury composé de :

Mme. RAHMANI. A	MCB	Présidente
Mme. KHERFALLAH-AITECHE. T	MAA	Promotrice
Mme. CHELLI-TABTI. D	MCB	Examinatrice
M. DRIES. F	Inspecteur principal des forets	Co-promoteur

Année universitaire : 2023 / 2024

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions Dieu le Tout-Puissant de nous avoir donné le courage et la patience nécessaires pour mener ce travail à son terme.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre encadrante, **Mme.Kherfallah Tassadit**, pour l'aide immense qu'elle nous a apporté, pour sa patience, ses encouragements, la qualité de son suivi ainsi que pour tous ses conseils. Son regard critique nous a été très précieux pour structurer notre travail et améliorer sa qualité.

Nous tenons également à remercier **M. Dries Fatsah** pour son aide précieuse, ses conseils et les informations qu'il nous a prodigué avec un degré de patience et de professionnalisme sans égal.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury : **Mme. Rahmani et Mme Chelli-Tabti**, pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous souhaitons aussi remercier l'équipe pédagogique et administrative du département écologie de l'université Abderrahmane Mira pour leurs efforts dans le but de nous offrir une excellente formation.

Enfin, nous remercions toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, notamment nos parents, nos familles et nos amis.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

À moi d'autrefois, qui a tant voulu abandonner mais n'a jamais cédé.

À ma très chère **mère** et ma **grand-mère** pour leur présence, leur amour, tendresse et leurs prières tout au long de mes études.

À mon cher **père** pour sa présence et son grand amour.

À mon meilleur ami **M.** compagnon de route et confident ; dont le soutien moral a illuminé chaque étape de ce voyage académique.

À ma sœur de cœur **Ferroudja** pour son encouragement permanent.

À mon binôme **Abdou** pour son dévouement et sa patience afin de mener à bien ce projet.

À ma famille et mes amis pour leur soutien.

À **Mme Kherfallah** et **M. Dries** pour la patience et le soutien dont ils ont fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude.

Merci.

BELYNDA

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers **parents** qui ont été ma source de force, d'inspiration et de soutien tout au long de ce parcours académique. Votre amour inconditionnel et vos encouragements ont été les fondations de ma réussite. Ce mémoire est le fruit de votre dévouement.

À mes proches amis **Nassim, Tayeb et Rayane** qui ont été mes compagnons de route, mes confidents et mes soutiens inconditionnels. Votre présence joyeuse et vos encouragements constants ont illuminé chaque étape de mon mémoire.

A mes frères **Riad et Abdessamed** pour leurs fraternités.

À ma binôme **Belynda** pour son dévouement et sa patience afin de mener à bien ce projet.

À ma chère copine **Foufa** pour son amour et pour le soutien de bonheur et d'inspiration pendant ce parcours. Ta présence aimante et ton soutien inébranlable ont été les moteurs de ma réussite.

À ma famille et mes amis pour leur soutien.

À **Mme Kherfallah** et **M. Dries** pour la patience et le soutien dont ils ont fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude.

Merci.

ABDERRAHMANE

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des abreviations

Sommaire

Introduction-----	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I.1. Généralités sur les espèces invasives -----	3
I.1.1. Exotique envahissante -----	3
I.1.2. Espèce autochtone ou indigène-----	3
I.1.3. Allochtone, exotique ou exogène-----	4
I.1.4. Introduite-----	4
I.1.5. Naturalisée-----	4
I.2. Invasion biologique-----	5
I.3. Causes d'invasion biologique -----	6
I.4. Menaces et enjeux des espèces exotiques envahissante (EEE)-----	6
I.5. Les Conséquences d'invasion biologique -----	7
I.5.1. Sur l'environnement -----	7
I.5.2. Sur la santé -----	8
I.5.3. Sur l'économie -----	8
I.6. Caractéristiques des plantes envahissantes-types -----	8
I.7. Les espèces exotiques envahissantes dans le monde -----	9
I.8. L'invasion en Algérie -----	9
I.8.1. Nouveaux signalement de plantes exotiques en Algérie et en Tunisie -----	10
I.9. Étude antérieure sur les espèces invasives -----	12
I.9.1. Parc national d'Oka(Canada) -----	12
I.9.1.1. Espèces végétales exotiques envahissantes dans le Parc d'Oka -----	13

I.9.1.2. Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes dans le Parc d'Oka -----	14
---	----

Chapitre II : Présentation de la Zone d'étude

II.1. Historique du parc -----	15
II.2. Situation géographique du parc national de Gouraya-----	15
II.3. Nature juridique des terres-----	17
II.4. La flore du parc -----	18
II.5. Caractéristiques physiques du parc-----	18
II.5.1. Relief -----	18
II.5.2. Géologie -----	18
II.5.3. Hydrographie-----	19
II.5.4. Pédologie -----	19
II.6. Synthèse climatique -----	20
II.6.1. Les précipitations -----	20
II.6.2. Les Températures-----	21
II.6.3. Les données climatiques des stations -----	22
II.6.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)-----	25
II.6.5. Climagramme d'emberger -----	27
II.7. Importance de l'étude des espèces invasives au PNG -----	28
II.8. Espèces végétales potentiellement invasive au PNG -----	29
II.8.1. <i>Ailanthus altissima</i> -----	29
II.8.1.1. Description-----	29
II.8.1.2. Origine -----	30
II.8.1.3. Habitats et milieux-----	30
II.8.1.4. Classification -----	30
II.8.2. <i>Opuntia stricta</i> -----	31
II.8.2.1. Description-----	31
II.8.2.2. Origine -----	32

II.8.2.3. Habitats et milieux-----	32
II.8.2.4. Classification -----	32
II.8.3. <i>Cardiospermum grandiflorum</i> -----	33
II.8.3.1. Description-----	33
II.8.3.2. Origine -----	34
II.8.3.3. Habitats et milieux-----	35
II.8.3.4. Classification -----	35

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Le choix du site -----	36
III.2. Collecte des données -----	36
III.2.1. Reconnaissance préliminaire -----	36
III.2.3. Sélection de l'emplacement pour les relevés-----	36
III.2.4. matériel utilisé -----	37
III.3. Méthodes d'échantillonnage de la zone d'étude -----	37
III.4. Le protocole d'échantillonnage -----	41
III.4.1. Identification -----	42
III.4.2. Dénombrement-----	43
III.5. Analyse des indices écologiques pour l'interprétation des résultats -----	43
III.5.1. Les indices de composition -----	43
III.5.2. Indices de structure-----	44

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Résultats -----	46
IV.1.1.1. La station Gouraya-----	46
IV.1.1.2. La Station Cap Carbon -----	47
IV.1.1.3. La station les Oliviers -----	49
IV.1.1.3.1. Taux de recouvrement de <i>Cardiospermum grandiflorum</i> -----	51

IV.1.1.4. La station de Tamelaht -----	51
IV.2. Discussion -----	53
IV.2.1 Dominance de <i>Ailanthus altissima</i> dans les stations de Gouraya et Tamelaht-----	53
IV.2.2. Dominance de <i>Opuntia stricta</i> dans les stations du Cap carbon -----	54
IV.3. Méthodes de gestion pour contrôler les espèces invasives au PNG -----	56
IV.3.1. <i>Ailanthus altissima</i> -----	56
IV.3.1.1. L'arrachage manuel-----	56
IV.3.1.2. L'arrachage mécanique-----	56
IV.3.1.3. Contrôle chimique de <i>Ailanthus altissima</i> -----	57
IV.3.2. <i>Opuntia stricta</i> -----	57
IV.3.2.1. Destruction manuelle-----	57
IV.3.2.2. Lutte biologique -----	57
IV.3.3. <i>Cardiospermum grandiflorum</i> -----	58
IV.3.3.1. L'arrachage manuel -----	58
IV.3.3.2. Répétition régulière -----	58
IV.4. Carte de localisation-----	59
Conclusion-----	60
Références bibliographique-----	62

Annexe

Resumé

Liste des Tableaux

Tableau I: Signalments récents des plantes exotiques en algérie et en tunisie.....	10
Tableau II: Liste des EVEC présentes ou potentiellement présentes dans le parc national d'Oka.....	13
Tableau III: Valeurs des coefficients de correction des précipitations des stations d'étude	21
Tableau IV: Valeurs coefficient de correction des températures des stations d'étude	21
Tableau V: Classification de DU RIETZ.....	44
Tableau VI: Les résultats statistiques obtenues pour la station Gouraya	46
Tableau VII: Les résultats statistiques obtenues pour la station Cap Carbon	48
Tableau VIII: Les résultats statistiques obtenues pour la station les Oliviers.....	50
Tableau IX: Taux de recouvrement de <i>Cardiospermum grandiflorum</i>	51
Tableau X: Les résultats statistiques obtenues pour la station Tamelaht	52

Liste des Figures

Figure 1: Schéma illustrant les différents types d'espèces envahissantes	3
Figure2: Schéma présentatif d'une invasion biologique et facteurs d'influence	4
Figure 3 : Hibiscus ou Ketmie des marais (<i>Hibiscus palustris</i>) originaire d'amérique du Nord.....	5
Figure4: L'origine biogéographique des végétaux invasifs en Algérie	12
Figure5: Situation géographique du PNG	16
Figure6: Carte du zonage	17
Figure7: Spectre de statut juridique des terres du PNG	17
Figure8: Histogramme présentatif des précipitations pour les stations étudiées	22
Figure 9: Graphique en courbes qui présente les températures moyennes maximales des stations étudiées.....	23
Figure10: Graphique en courbes qui présente les températures moyennes minimales des stations étudiées.....	24
Figure11: Diagramme ombrothermique de la station de Bejaia (Tamelah et les Olviers)	25
Figure12: Diagramme ombrothermique de la station Cap Carbon	26
Figure13: Diagramme ombrothermique de la station Gouraya.....	26
Figure14: Situation des stations étudiées sur le climagramme d'Emberger	28
Figure 15: Photographie d'une ailante glanduleux (<i>Ailanthus altissima</i>) au PNG.....	29
Figure 16: Photographie d'un pied de l'oponce stricte (<i>Opuntia stricta</i>) au PNG.....	31

Figure 17: Photographie d'une touffe de cardiosperme a grandes fleurs (<i>Cardiospermum grandiflorum</i>) au PNG	34
Figure 18: Le matériel utilisés sur le terrain	37
Figure 1: Image satellite des emplacements des parcelles a Gouraya.....	38
Figure 20: Image satellite des emplacements des parcelles a Cap Carbon	39
Figure 2: Image satellite des emplacements des parcelles aux Oliviers	40
Figure 22: Image satellite des emplacements des parcelles a Tabelaht	41
Figure 23: Photographie du quadrat de 1m ² utilisé dans la station des Oliviers.....	42
Figure 24: Image satellite de distribution des espèces invasives auPNG.....	59

Liste des abreviations

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

DAISIE : Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe

EE : Espèce exotique

EEE : Espèce exotique envahissante

EVVE : Espèce végétale exotique envahissante

OEPP: Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes

OTA : Office of technology and assisement

PECE : Parlement européen et conseil de l'Europe

PNG : Parc National de Gouraya

PSIE : Programme de Surveillance des Invasions Exotiques

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

Introduction

L'invasion biologique se caractérise par l'expansion durable de l'aire de répartition d'un taxon, un phénomène amplifié par les activités humaines et ayant des conséquences significatives sur la biodiversité et les écosystèmes (**Williamson, 1996**). Bien que des invasions sporadiques aient toujours existé, leur rythme actuel est sans précédent, faisant de l'invasion la deuxième cause de déclin de la biodiversité après la destruction des habitats (**Simberloff et al., 2011**).

L'intensification des échanges commerciaux et les lacunes dans la surveillance des marchandises ont facilité l'introduction d'espèces exotiques envahissantes dans le monde (**Reichard & White, 2001 ; Dehnen-Schmutz et al., 2007**). Ces espèces s'installent souvent dans les milieux perturbés où elles peuvent être indicatrices de cette perturbation. Les espèces invasives représentent un véritable danger pour la biodiversité en réduisant la richesse spécifique (**Vilà et al., 2015**), en provoquant une pollution et une érosion génétique. Elles sont considérées comme la deuxième cause d'érosion de la biodiversité après la destruction et la fragmentation des habitats (**OTA, 1993**).

Malheureusement, l'Algérie n'échappe pas à ce phénomène, bien que les invasions végétales ont été peu étudiées, parmi les travaux réalisés il convient de citer ceux de **Le Floc'h et al. (1990)**, **Véla et al. (2013)**, **Meddour & El Mokni (2016)** et **Sakhraoui et al. (2019)**. La flore exotique à potentiel invasif n'est pas identifiée et les listes d'espèces envahissantes ou à surveiller, comme celles établies dans certains pays méditerranéens tels que la France (**Brunel et Tison, 2005**), l'Espagne (**Capdevilla Argüelles et al., 2006**) et l'Italie (**Celesti-Grapow et al., 2009a**), sont inexistantes en Algérie.

C'est dans ce contexte que cette étude a été menée dans le Parc National de Gouraya (PNG), situé au nord-est de l'Algérie dans la wilaya de Bejaia. Le PNG abrite une végétation riche et diversifiée, jouant un rôle crucial dans la préservation de l'écosystème et de sa biodiversité (**Boussaid et al., 2001**). Cependant, la propagation d'espèces invasives telles que *Cardiospermum grandiflorum*, *Ailanthus altissima* et *Opuntia stricta* peut menacer cet équilibre écologique (**UICN, 2021**).

L'objectif principal de cette étude qui est une première au niveau du PNG C'est d'identifier les potentialités invasives des trois espèces végétales présentes dans le PNG.

Introduction

L'accent sera mis sur leur répartition spatiale, leur abondance relative et leur impact sur les communautés végétales indigènes. À partir de ces résultats, l'étude vise à proposer des solutions de gestion adaptées pour préserver cet environnement naturel.

Ce mémoire s'articulera autour de trois chapitres principaux. Le premier chapitre présentera une synthèse des connaissances sur les espèces végétales invasives. Le deuxième chapitre se focalisera sur la zone d'étude, le Parc National de Gouraya, en présentant ses caractéristiques géographiques, climatiques et bioclimatiques. Ce chapitre détaillera également la méthodologie employée pour identifier et évaluer les espèces végétales invasives présentes dans le parc. Le troisième et dernier chapitre exposera les principaux résultats obtenus à la suite de l'étude, accompagnés d'une discussion.

Enfin, Ce travail se terminera par une conclusion générale et des recommandations visant à prévenir et à limiter les risques liés à l'introduction d'espèces végétales invasives dans ce patrimoine naturel remarquable.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

I.1. Généralités sur les espèces invasives

I.1.1. Exotique envahissante

Une espèce exotique envahissante (EEE), également connue sous le nom d'espèce invasive, est une espèce exotique (allochtone, non indigène) introduite par l'Homme, que ce soit de manière volontaire ou fortuite, et dont l'établissement et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes. Cette introduction a des répercussions néfastes sur les services écosystémiques, socio-économiques et/ou sanitaires (**l'UICN, 2000 ; Pyšek *et al.* 2009 ; Genovesi et Shine, 2011 ; PECE, 2013**).



Figure 3: Schéma illustrant les différents types d'espèces envahissantes (**Agence régionale de la biodiversité, 2018**).

I.1.2. Espèce autochtone ou indigène

Une espèce est qualifiée d'autochtone dans une région géographique donnée et pour une période spécifique lorsqu'elle est présente dans cette région avec des populations considérées comme stables dès le début de la période étudiée. Cette espèce se développe et persiste de manière naturelle dans la région, sans avoir été introduite par l'Homme ou ses déplacements. De plus, elle peut se caractériser par une aire de répartition qui semble ne pas être influencée par la dispersion humaine (**Pascal *et al.*, 2006**).

I.1.3. Allochtone, exotique ou exogène

Une espèce allochtone dans une entité biogéographique donnée et pour une période spécifique est une espèce qui n'était pas présente dans cette entité au début de la période considérée, mais qui l'a ensuite colonisée pour y établir des populations permanentes. En d'autres termes, cette espèce se trouve dans une entité qui ne fait pas partie de sa répartition naturelle (Golaniet *al.*, 2002 ; Pascal *et al.*, 2006).

I.1.4. Introduite

Un taxon non indigène (espèce, hybride, etc.) est introduit intentionnellement ou accidentellement dans un territoire ou une partie de celui-ci où il n'existait pas auparavant. L'espèce allochtone reste considérée comme une espèce introduite tant qu'elle ne parvient pas à s'établir de manière durable dans son nouvel écosystème en raison d'une reproduction limitée (Figure 2) (Williamson et Fitter, 1996).

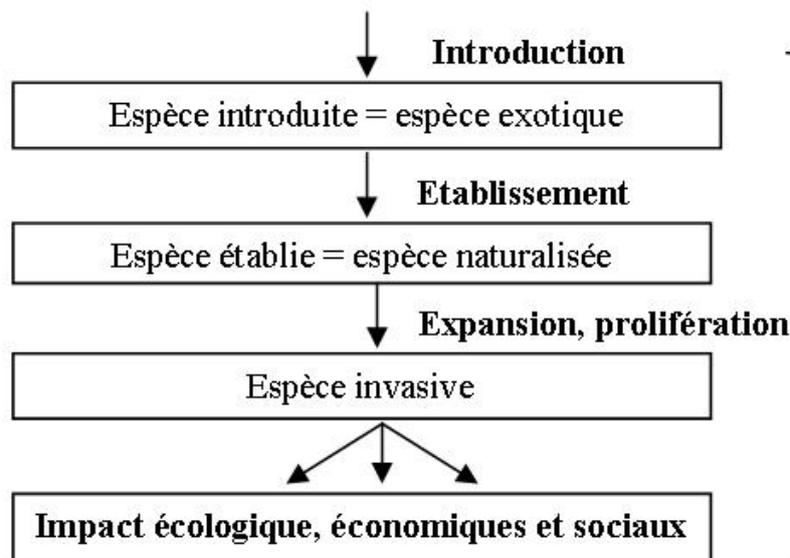


Figure 4: Schéma présentatif d'une invasion biologique et facteurs d'influence(Goudard, 2007).

I.1.5. Naturalisée

Une espèce naturalisée est une espèce introduite qui bénéficie de conditions écologiques favorables pour s'adapter durablement dans le temps et sur le territoire d'introduction. Son établissement est autonome par rapport à l'homme (par exemple, *Hibiscus palustris*,)(Figure 3). Elle se reproduit de manière régulière dans son nouvel environnement

et parvient à se maintenir à long terme (Williamson et Fitter, 1996 ; Richardson *et al.*, 2000 ; Pascal *et al.*, 2006).



Figure 3: *Hibiscus* ou Ketmie des marais (*Hibiscus palustris*) originaire d'amérique du Nord (A. Dutartre, Irstea).

I.2. Invasion biologique

L'invasion biologique est le processus par lequel une espèce se disperse en dehors de son aire de répartition naturelle pour former des populations autonomes et durables dans de nouveaux environnements, sans intervention humaine (Pascal *et al.*, 2009 ; Barbault *et al.*, 2010). La compréhension du processus d'invasion biologique nécessite un cadre théorique commun. De nombreux chercheurs se sont penchés sur cette question, proposant des modèles pour synthétiser les différents concepts liés aux invasions (Richardson *et al.*, 2000 ; Kolar et Lodge, 2001 ; Catford *et al.*, 2009 ; Blackburn *et al.*, 2011). Ces modèles identifient généralement plusieurs étapes clés :

- **Introduction** : L'arrivée d'une espèce dans un nouvel écosystème, souvent due à l'intervention humaine comme les échanges commerciaux.
- **Établissement** : La capacité de l'espèce à s'installer et à se reproduire dans son nouvel environnement.

- **Prolifération** : La croissance de la population de l'espèce invasive, qui peut s'étendre rapidement et impacter l'écosystème.

Ces étapes peuvent conduire à des conséquences négatives importantes, à la fois sur l'environnement (perte de biodiversité, modifications des écosystèmes), l'économie (pertes de récoltes, coûts de gestion) et la société (impact sur la santé humaine, perturbations des activités). (**Goudard, 2007**). L'extension de l'aire de répartition naturelle de l'espèce ou sa discontinuité peut résulter de son introduction intentionnelle ou accidentelle par l'homme (**Pascal et al., 2006**).

I.3. Causes d'invasion biologique

Les causes des invasions biologiques sont variées et comprennent une diversité de vecteurs d'introduction d'espèces végétales exotiques. De nombreuses espèces sont introduites délibérément pour leurs qualités ornementales, que ce soit dans des jardins privés ou des collections de jardins botanique (**Reichard et White, 2001**). Les introductions peuvent également se faire par le biais de canaux, ports, voies ferrées et gares de marchandises (**Hulme, 2009**). Les graines d'espèces exotiques peuvent se retrouver accidentellement dans des lots de graines agricoles, ainsi que dans des mélanges de graines pour oiseaux. Les pratiques aquariophiles représentent une voie cruciale pour l'introduction d'espèces aquatiques exotiques. Certaines espèces forestières ont été intentionnellement introduites pour diverses raisons, se sont naturalisées et ont commencé à proliférer. Par exemple, le cerisier tardif (*Prunus serotina*) a été introduit pour améliorer les sols forestiers acides (**Vanderhoeven, 2007**).

I.4. Menaces et enjeux des espèces exotiques envahissante (EEE)

La modification des habitats est considérée comme l'une des principales causes de l'érosion de la biodiversité. Les invasions biologiques causées par les EEE représente la cinquième menace pour la diversité biologique (**UICN, 2012**). Et la deuxième menace pour l'extinction des espèces après la destruction des habitats (**Genovesi et Shine, 2004**). En altérant les services écosystémiques induisant ainsi à une disparition des espèces indigènes par divers mécanismes tels que la compétition, l'hybridation, la prédation (**Simberloff et al, 2011**).

D'après l'UICN, les espèces exotiques envahissantes seraient responsables du déclin de 30% des oiseaux, 15% des plantes, 11% des amphibiens et 8% des mammifères inscrits dans la Liste rouge (Kirchner et Soubeyran, 2007).

I.5. Les Conséquences d'invasion biologique

I.5.1. Sur l'environnement

Selon Parker *et al.*, (1999), les conséquences environnementales des invasions biologiques peuvent se manifester à divers niveaux :

- **Les effets génétiques** : tels que l'hybridation, lorsque des espèces exotiques se croisent avec des espèces indigènes, cela peut entraîner la formation d'hybrides très invasifs, comme observé dans le cas du complexe de la spartine (Poaceae : *Spartina alterniflora x Spartina maritima*) (Ainouche *et al.*, 2004). Cette hybridation peut conduire à la production de nombreux hybrides qui, par compétition, peuvent entraîner l'extinction des espèces indigènes.
- **Les effets sur les populations (abondance, vitesse de croissance)** : Les populations d'espèces indigènes peuvent être affectées en termes d'abondance et de vitesse de croissance en raison de mécanismes écologiques tels que la prédation, la compétition interspécifique et la transmission de maladies ou de parasites. Les interactions compétitives sont souvent citées comme un mécanisme expliquant les changements d'abondance chez les plantes (Levine *et al.*, 2003).
- **Les effets sur les communautés** : Les invasions biologiques peuvent temporairement augmenter la richesse en espèces au niveau local, mais cela ne doit pas être interprété comme bénéfique pour l'environnement, car cela peut entraîner la disparition d'espèces endémiques ou des perturbations des écosystèmes. Cette augmentation locale de la diversité des espèces peut également contribuer à une diminution de la diversité des espèces à l'échelle mondiale en raison de l'homogénéisation des communautés (McKinney et Lockwood, 1999 ; Sax et Gaines, 2003).
- **Les effets sur le fonctionnement des écosystèmes** : D'après Ehrenfeld (2003), Leur influence se traduit notamment par des modifications de la productivité primaire des écosystèmes, généralement en augmentant significativement cette productivité. Cela entraîne des changements importants dans les flux de nutriments au sein de l'écosystème. De manière plus subtile, les caractéristiques du sol peuvent également

être altérées, notamment à travers les cycles biogéochimiques. Un exemple concret est l'impact de l'invasion d'espèces fixatrices d'azote (**Vitousek et Walker 1989**).

I.5.2. Sur la santé

De nombreuses espèces exotiques envahissantes, de divers groupes taxonomiques, peuvent causer des problèmes de santé publique (**Pimentel, 2002, Boy et Witt, 2013**). On peut citer des plantes telles que la Berce du Caucase (*Heraclium mantegazzianum*), qui provoque des graves brûlures par contact sur la peau (**Perrier, 2001**).

I.5.3. Sur l'économie

L'évaluation de l'impact économique des invasions biologiques est complexe en raison de la diversité des facteurs à prendre en compte. Le défi réside notamment dans le fait que seulement une fraction des espèces estimées sur Terre a été identifiées et décrites. Cependant, aux États-Unis, les coûts liés aux espèces exotiques envahissantes sont estimés à plus de 137 milliards de dollars par an (**Pimentel et al., 2000a**). Des données provenant des États-Unis, du Royaume-Uni, de l'Australie, de l'Inde, de l'Afrique du Sud et du Brésil suggèrent que les coûts économiques des invasions biologiques pourraient représenter environ 5 % de l'économie mondiale (**Pimentel et al., 2000b**).

I.6. Caractéristiques des plantes envahissantes-types

Les plantes envahissantes, selon **Baker (1974)**, se caractérisent par une combinaison de traits physiologiques, démographiques et génétiques qui leur permettent de se propager rapidement et de dominer les écosystèmes.

Physiologiquement, ces plantes ont un faible coût de fabrication des feuilles, une germination discontinue, une croissance rapide et une acquisition efficace des ressources (eau, lumière, nutriments). Elles sont flexibles dans l'allocation de leurs ressources, résistantes aux stress et possèdent un grand potentiel d'acclimatation à des environnements variés.

Démographiquement, elles se caractérisent par une croissance rapide des populations, une maturité sexuelle précoce, une allocation importante à la reproduction, une production de graines abondante et diversifiée, une grande dispersion des graines dans l'espace et le temps, et une faible pression des prédateurs et des pathogènes.

Génétiquement, elles présentent une auto-compatibilité, une structure florale non spécialisée, une pollinisation par des pollinisateurs généralistes, une allopollinisation possible, une apomixie (reproduction sans fécondation), une multiplication végétative vigoureuse et une grande variation génétique, y compris la polyploïdie (présence de multiples jeux de chromosomes).

Ces caractéristiques combinées confèrent aux plantes envahissantes un avantage compétitif qui leur permet de s'établir et de se propager rapidement dans les milieux naturels, menaçant la biodiversité et l'équilibre des écosystèmes.

I.7. Les espèces exotiques envahissantes dans le monde

Le nombre exact d'espèces exotiques envahissantes (EEE) dans le monde reste incertain, mais les estimations varient considérablement. Selon des études récentes, il y aurait environ 13 000 plantes vasculaires envahissantes à l'échelle mondiale (**Pyšek *et al.*, 2010**), 12 000 animaux et plantes exotiques en Europe (dont 15% invasives) (**DAISIE, 2017**), 3 500 espèces invasives en Afrique (**Lowe *et al.*, 2000**) et 1 900 EEE marines (**Carlton, 2001**). Ce qui illustrent l'ampleur du phénomène d'invasion biologique à travers le globe.

I.8. L'invasion en Algérie

Une synthèse bibliographique faite par **Meddour et El Mokni (2016)** révèle que près de la moitié des plantes introduites en Algérie (45,29 %) se sont naturalisées, dont 18 % sont considérées comme envahissantes ou potentiellement envahissantes. À l'exception d'*Acacia horrida*, toutes ces espèces naturalisées sont signalées comme envahissantes dans plusieurs régions méditerranéennes (**Brunel et Tison, 2005 ; Capdevilla Argüelles *et al.*, 2006 ; Celesti-Gradow *et al.*, 2009a ; Celesti-Gradow *et al.*, 2009b ; Arianoutsou *et al.*, 2010**).

La présence de populations stables de *Tradescantia fluminensis* a été constatée à Skikda, notamment dans la cité Larbi Ben M'Hidi. Cette espèce, en voie de naturalisation dans la région, est considérée comme une menace sérieuse en Espagne, où elle figure sur la liste des espèces à éradiquer en urgence (**Capdevilla Argüelles *et al.*, 2006**). Sa présence en Algérie soulève des inquiétudes quant à son impact potentiel sur la biodiversité locale.

Plusieurs espèces non encore naturalisées en Algérie mais présentes dans les cultures, telles que l'érable negundo, l'agave américaine ou la robinier faux-acacia, sont reconnues comme envahissantes dans d'autres régions méditerranéennes (**Brunel et Tison, 2005 ; Capdevilla Argüelles et al., 2006 ; Celesti-Grapow et al., 2009a ; Podda et al., 2011 ; Terrin et al., 2014**). Ces espèces, qui se propagent efficacement par voie végétative (drageons, stolons, etc.), pourraient s'échapper et menacer la biodiversité locale. Il faut être particulièrement vigilant à la production de formations denses par les espèces clonales, à la dispersion des graines et à l'installation de plantules à distance des populations d'origine (**Branquart, 2012**).

I.8.1. Nouveaux signalement de plantes exotiques en Algérie et en Tunisie

L'introduction d'espèces exotiques dans de nouveaux milieux peut avoir des conséquences importantes sur la biodiversité locale. En Algérie et en Tunisie, la présence de nouvelles espèces exotiques est régulièrement signalée. Le tableau I ci-dessous présente un aperçu des signalements les plus récents, identifiant les espèces et leur localisation (**Meddour et El Mokni, 2016**).

Tableau I: Signalments récents des plantes exotiques en algérie et en tunisie
(**Meddour et El Mokni ; 2016**).

espèces	Situation en Algérie et/ou en Tunisie	Références
<i>Agave sisalana</i>	Planté dans les ruines punico – romaines ou il régénère facilement , Tipaza	Véla 2004 in Véla et al., 2013
<i>Amaranthus viridis</i>	Adventice sur le bord des routes à Alger	EPPO/OEPP, 2010
<i>Araujia sericifera</i>	Pratiquement naturalisée. adventice dans des jardins abandonnés à Alger	EPPO/OEPP, 2010
<i>Asparagus setaceus</i>	Échappée des jardins , trouvée dans des massif de fleurs irrigués à Alger	EPPO/OEPP, 2010
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Cultivé : par ex , dans les jardins publics de Tizi-ouzou	Meddour in Véla et al ., 2013
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	Cap bouak près du chemin , Bejaia	Véla et al ., 2013
<i>Casuarina cunninghamiana subsp.cunninghamiana</i>	Jeunes arbres trouvés sur des terres agricoles .pratiquement naturalisé à Alger	EPPO/OEPP, 2010
<i>Cenchrus longisetus</i>	Jardins au telemly , Alger ; à proximité des ports d'Annaba et Jijel	Véla et al ., 2013

<i>Ceratochloa unioloïdes</i>	Gazons ornementaux à Alger – centre , d'où il s'échappe	Véla et al ., 2013
<i>Chasmanthe floribunda</i>	Naturalisée dans les zones suburbaines d'Alger , s'échappant des jardins	Zeddami & Raus in Greuter & Raus 2012
<i>Commelina cfr.chamissonis</i>	Trottoirs à Alger-centre et a Bejaia	Véla et al ., 2013
<i>Crepis bursifolia</i>	Trottoirs et terrains vagues de nombreuses villes (Mansourah à Tlemcen , Ain-Témouchent ; Es-Senia , oran ; bab Ezzouar et Alger-centre	Véla et al ., 2013
<i>Eleusine indica subsp.indica</i>	Trouvée au bord des routes à Alger	EPPO/OEPP,2010
<i>Euphorbia maculata</i>	Djebel Fedden , El Tarf ; sables	Véla et al ., 2013
<i>Euphorbia prostrata</i>	trottoirs et caniveaux a Bejaia	Véla et al ., 2013
<i>Euphorbia serpens</i>	Lac Tonga , El Kala ; presqu'île	Véla et al ., 2013
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Terrains vagues en ville a M'Sila	Véla et al ., 2013
<i>Galinsoga parviflora</i>	Observé à Annaba , Bejaia	Véla et al ., 2013
	Et à Tlemcen	Kazi-Tani et al., 2012
<i>Ibicella lutea</i>	Piste forestière du J.Fedden, El Tarf ; plaine agricole au SW d'El Hadjar, Annaba ; plage Draouch, El Tarf ; dans les prairies de l'aéroport d'Annaba. en kroumirie de Tunisie	El Mokni et al ., 2013
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	Naturalisée dans les zones suburbaines d'Alger , s'échappant des jardins	Zeddami & Raus in Greuter & Raus 2012
<i>Nothoscordum gracile</i>	Trouvée dans des jardins abandonnés à Alger	EPPO/OEPP,2010
<i>Oxalis debilis</i>	Est observé à Alger	Raus & Zeddami in Greuter & Raus ,2008
<i>Oxalis purpurea</i>	Fontaine du prince dans l'Edough , Annaba	Véla et al ., 2013
<i>Paspalum dilatatum</i>	Observé dans unabondonné à Alger	Zeddami in Greuter & Raus,2010
	Et au NE algérien (El Aouana , Bejaia , Jijel)	Véla et al ., 2013
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Terrain vagues en ville M'Sila	Véla et al ., 2013
<i>Polygonum baldschuanicum</i>	Existe en Algérie ou il a été introduit , mais est envahissant	Somon , 1987
<i>Setaria parviflora</i>	Fossé bordant le parking de l'aéroport d'Annaba	Véla et al ., 2013
<i>Solanum bonariense</i>	Adventice dans un cimetière à Alger , en Tunisie a Zembra	EPPO/OEPP,2010
		Domina et El Mokni, 2012
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Est noté en Algérie	Marlierre in Tanji & al ., 1985

La Figure 03 est une carte illustrant l'origine biogéographique des végétaux invasifs en Algérie, basée sur les travaux d'Younsi et Harrouche (2021). On constate que la majorité des espèces proviennent de l'Amérique avec 41 %, suivies par Australie et l'Asie avec 13%.

La figure 4 souligne l'importance des échanges commerciaux et des activités humaines dans l'introduction d'espèces exotiques en Algérie.

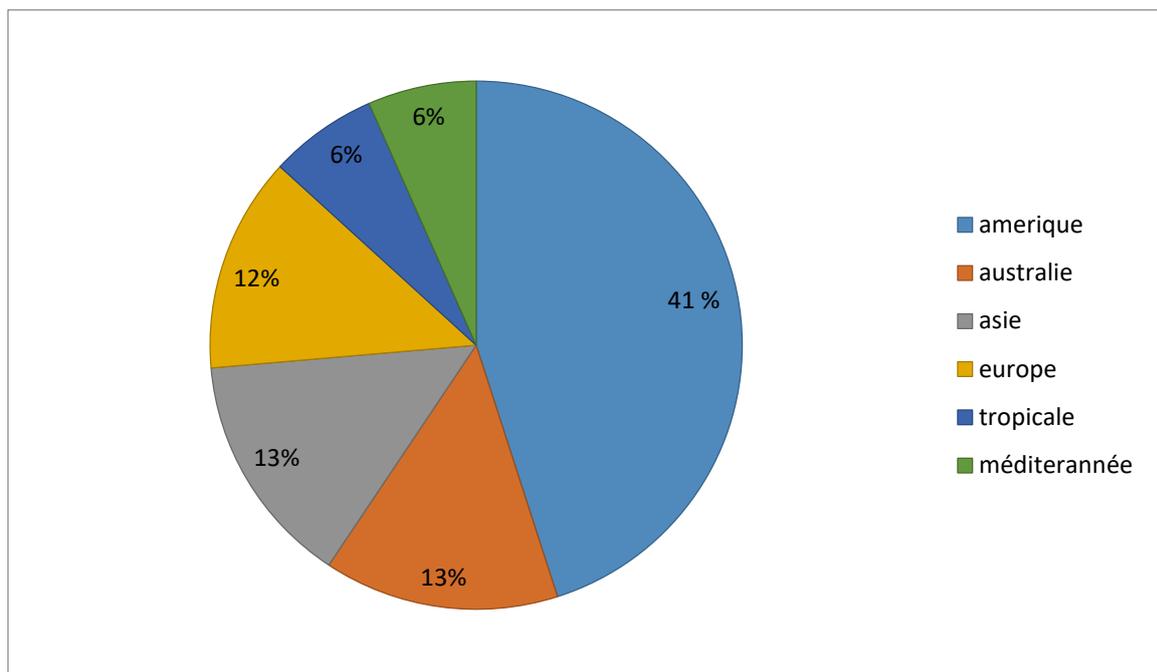


Figure 4: L'origine biogéographique des végétaux invasifs en Algérie (Younsi et Harrouche, 2021).

I.9. Étude antérieure sur les espèces invasives

Plusieurs études sur les espèces invasives dans des parcs Nationaux ont été menées, afin de comprendre les impacts de ces plantes sur les écosystèmes fragiles et la biodiversité. En examinant de près la présence et la propagation des espèces végétales envahissantes dans ces environnements protégés, on peut également identifier les risques potentiels pour la flore et la faune indigènes.

I.9.1. Parc National d'Oka (Canada)

Le parc National d'Oka, d'une superficie de 23,7 km², est situé au sud des Laurentides près de Montréal, le long de la rive nord du lac des Deux-Montagnes. À l'origine désigné comme réserve de chasse et de pêche de Deux-Montagnes en 1962, ce territoire a été consacré à la récréation et à la préservation de l'environnement naturel en 1990, puis reconnu comme parc national en 2001 en vertu de la Loi sur les parcs. Le parc regroupe 14 principaux groupements végétaux, comprenant neuf milieux terrestres et cinq milieux humides, ce qui en fait l'un des parcs les plus riches en diversité floristique (Sabourin et Vermette, 2010).

I.9.1.1. Espèces végétales exotiques envahissantes dans le Parc d'Oka

En raison de son grand nombre de visiteurs, de la présence de milieux sensibles aux Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE) comme les milieux humides et les milieux agricoles perturbés, ainsi que de nombreuses voies d'entrée potentielles, le parc national d'Oka est particulièrement vulnérable à l'invasion par des espèces exotiques (Sépaq, 2014). Selon les observations réalisées en 2018 dans le cadre du Programme de Surveillance des Invasions Exotiques (PSIE), 15 espèces ont été répertoriées sur le territoire du parc et cinq autres sont potentiellement présentes mais n'ont jamais été observées (Tableau II) (Parc national d'Oka, 2018).

espèces végétales exotiques envahissantes	Cote d'envahissement
<i>Alliaria petiolata</i>	0
<i>Phalaris arundinacea</i>	4
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1
<i>Bromus inermis</i>	4
<i>Butomus umbellatus</i>	4
<i>Centaurea jacea</i>	0
<i>Trapa natans</i>	0
<i>Acer platanoides</i>	1
<i>Galium mollugo</i>	1
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	4
<i>Impatiens glandulifera</i>	0
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	4
<i>Frangula alnus</i>	4
<i>Rhamnus carthartica</i>	4
<i>Vinca minor</i>	0
<i>Reynoutria japonica</i>	2
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4
<i>Phragmites australis subsp.australis</i>	4
<i>Lythrum salicaria</i>	4

Tableau II : Liste des EVEE présentes ou potentiellement présentes dans le parc National

d'Oka.

Légende : 0 = potentiellement présente ; 1 = population isolée (≤ 3 populations) ; 2 = secteur restreint (> 3 populations dans un même secteur) ; 4 = généralisée (> 3 populations dans différents secteurs).

I.9.1.2. Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes dans le Parc d'Oka

Pour lutter contre l'invasion de plantes exotiques, le parc National d'Oka a mis en œuvre diverses mesures. Dans ses priorités de recherche, il est recommandé de réaliser un inventaire complet des EEE présentes sur le territoire et d'expérimenter des méthodes de gestion qui permettent de les contrôler ou d'en éliminer (**Sépaq, s. d.d.**). Par la suite, comme indiqué précédemment, un suivi annuel des principales EEE du Québec est réalisé dans le cadre du PSIE. Ce suivi permet d'évaluer l'ampleur de l'invasion et de surveiller son évolution au fil du temps. Outre ce Programme, depuis plusieurs années, des campagnes de dépistage précoce spécifiques pour la châtaigne d'eau sont menées une fois par an (**Lemay, 2019**).

Chapitre II

Présentation de la

Zone d'étude

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.1. Historique du parc

Le parc national de Gouraya (PNG) a été établi par le décret n°48.327 du 03 novembre 1984 et fonctionne dans un cadre juridique défini par le décret n°83-458 du 23 Juillet 1983, qui établit la carte des parcs nationaux, amendé et complété par le décret exécutif n°98.216 du 24 juin 1998.

Le massif du Djebel Gouraya a été classé pour la première fois en 1924, limité à la forêt domaniale de Gouraya. L'aire protégée du Gouraya a été officiellement établie en mai 1992, avec la nomination d'un directeur et le recrutement d'une équipe administrative. En 1994, les premiers travaux d'équipement ont débuté, comprenant la clôture d'une partie de la réserve, l'aménagement de points d'eau, la construction d'un centre d'information, l'aménagement de sentiers et l'acquisition de matériel roulant. La construction de la maison du parc national a marqué une étape importante. À partir de 1997, des actions majeures ont été entreprises, telles que la réalisation de films documentaires, l'organisation de stages d'ornithologie, l'installation du conseil d'orientation, l'aménagement d'un écomusée et la création d'un laboratoire de taxidermie. Quatre phases de gestion ont été appliquées entre 2000 et 2006 pour assurer le bon fonctionnement de l'aire protégée (**Plan de gestion N° 5 du parc national de Gouraya, 2022-2026**).

En 2004, il a été déclarée réserve de biosphère par le Conseil international de coordination situé à Paris, un organisme appartenant au programme « L'homme et la biosphère » « l'homme et la biosphère » (MAB) de l'UNESCO à Paris.

II.2. Situation géographique du parc national de Gouraya

Situé à l'est de l'Algérie, dans la Wilaya de Bejaia le long de la côte méditerranéenne, le parc national de Gouraya occupe 10,21% de la superficie totale de la commune, équivalant à 6% du territoire de la wilayaest positionné à 127 km à l'est de TiziOuzou, à 110 km au nord-est de Sétif, à 96 km à l'ouest de Jijel, et à 239 km au nord-ouest de Constantine. S'étendant sur 2080 hectares, il se trouve à 230 km à l'est de la capitale Alger. Ses limites comprennent la ville de Bejaia et la route n°24 au sud, ainsi que la commune de Toudja et la plage de Boulimat à l'ouest (Figure 5) (**Rebbas, 2014**).

Ce parc s'ouvre sur la mer Méditerranée au nord et à l'est, avec une impressionnante corniche de 11,5 km de long et des falaises abruptes plongeant dans la mer. Il fait partie des

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

chaînes littorales de l'Atlas tellien(plan de gestion N°5 du parc national de Gouraya, 2022-2026).

Il est ainsi localisé à :

- 127 km à l'Est de Tizi Ouzou
- 110 km au Nord-Est de Sétif,
- 96 km à l'Ouest de Jijel,
- 239 km au Nord – Ouest de Constantine

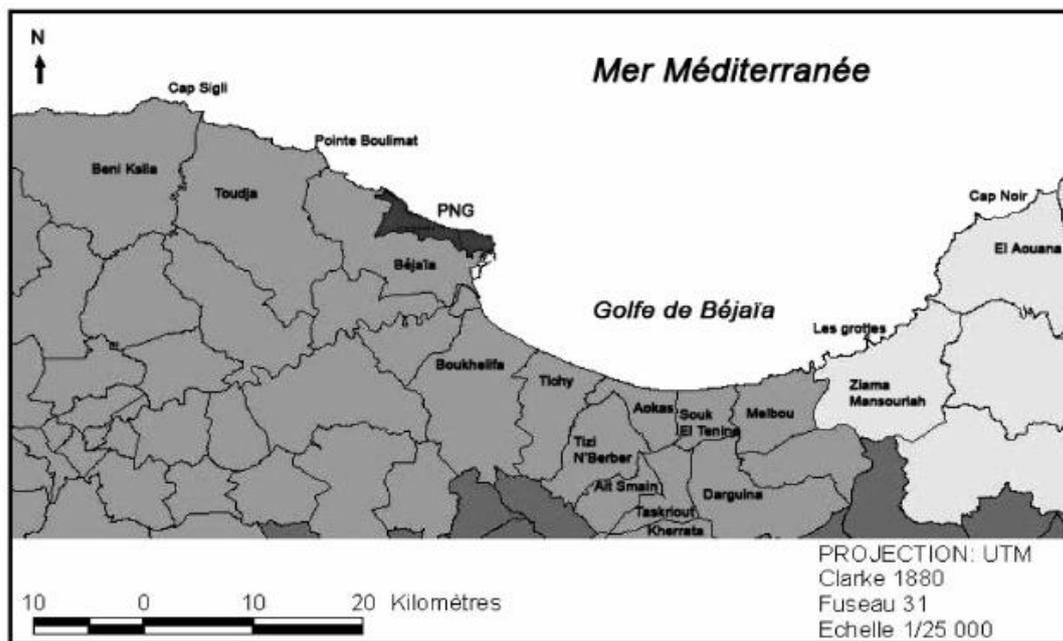


Figure 5: Situation géographique du PNG(Vela, 2011)

Depuis l'adoption de la loi n° 11-02 du 17 février 2011 sur les aires protégées, le parc national de Gouraya est divisé en trois zones distinctes. La zone centrale couvre une superficie de 419 hectares, la zone tampon s'étend sur 637 hectares, et la zone de transition occupe 1064 hectares (Figure 06) (CENEAP d'Alger,2013).

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

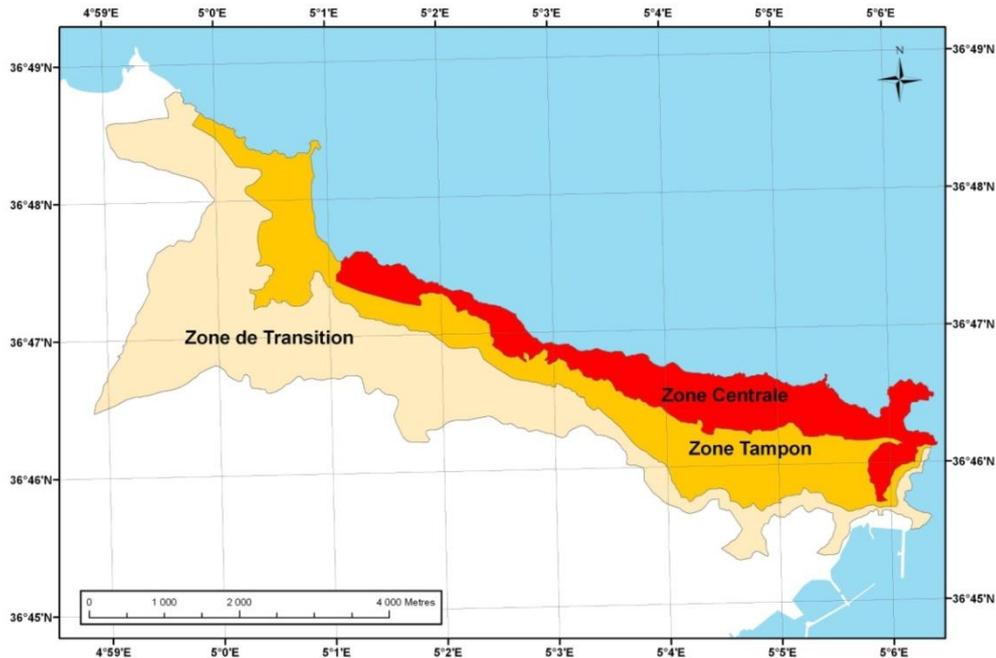


Figure 6: Carte du zonage (plan de gestion N°5 du parc National de Gouraya, 2022-2026).

II.3. Nature juridique des terres

Dans le cadre du plan de gestion du Parc National de Gouraya, les terres se répartissent comme suit : terrains privés représentant 65%, forêt sectorielle occupant 17%, forêt domaniale couvrant 17%, et une partie domaniale distraite s'élevant à 1% (Figure 7).

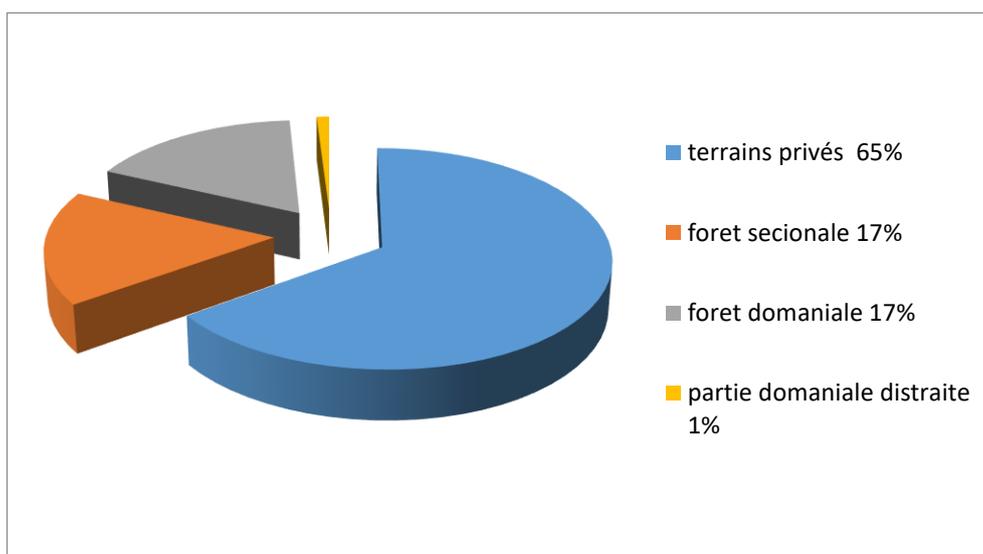


Figure 7: Spectre de statut juridique des terres du PNG(plan de gestion N°5 du parc national de Gouraya, 2022-2026).

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.4. La flore du parc

La flore du PNG est riche et diversifiée (526 espèces, dont 123 médicinales et 02 espèces non citées dans la flore d'Algérie (à savoir *Cheiranthus cheiri* et *Cheilanthes acrostica*), allant d'espèces rares (*Euphorbia dendroides*, *Bupleurum plantaginum*, *Lithospermum rosmarinifolium*...) aux espèces communes (*Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*...) et caractérisant les zones humides (*Phragmites communis*, *Typha angustifolia*...) (PG N°5 du PNG, 2022-2026).

II.5. Caractéristiques physiques du parc

II.5.1. Relief

Le parc national de Gouraya s'étend sur un territoire côtier-montagneux, débutant directement depuis le littoral pour s'élever le long de la crête rocheuse du Djebel Gouraya, culminant à 672 mètres d'altitude. Il englobe également le massif calcaire du Djebel-oufarnou, atteignant 454 mètres, ainsi que le versant sud d'Ighil-Izza, qui s'élève à 359 mètres. Le Cap Carbon forme une sorte de presqu'île aux pentes abruptes, exposée au versant nord et culminant à 225 mètres d'altitude (P.N.G., 1999).

La topographie du parc est très accidentée, avec des pentes dépassant 25% sur la majeure partie du territoire. C'est particulièrement le cas sur le versant nord du Djebel Gouraya, où les parois rocheuses sont presque verticales. Seule la partie nord-ouest présente un relief moins escarpé, avec des pentes n'excédant pas 21%. Certaines zones affichent des pentes moyennes comprises entre 12% et 25%, principalement au niveau des sommets arrondis des montagnes (P.N.G., 1999).

II.5.2. Géologie

Le parc National de Gouraya est situé dans la région tellienne, qui constitue la partie septentrionale des montagnes d'Algérie, notamment les chaînes côtières kabyles également appelées les chaînes calcaires liasiques selon certains spécialistes (Duplan, 1952). Cette dénomination fait référence à la composition géologique de ces reliefs, principalement composés de roches calcaires formées pendant la période du Lias.

La structure géologique de cette région se caractérise par une orientation globale du nord-ouest vers le sud-est. Le Djebel Gouraya et l'Adrar Oufarnou, qui forment un anticlinal,

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

sont fragmentés par des failles sub-verticales, créant ainsi des compartiments distincts. Dans la partie nord-ouest du parc, où le relief est moins marqué, on peut observer l'extrémité orientale d'une nappe de Flysch crétacé en raison des importants mouvements tectoniques survenus dans cette zone (**Duplan et Grevelle, 1960**).

II.5.3. Hydrographie

Le parc National de Gouraya est traversé par un réseau hydrographique principalement composé d'oueds temporaires qui ne coulent qu'en saison des pluies, étant alimentés de manière saisonnière. En raison de ses pentes abruptes et rocheuses, le massif du Djebel Gouraya ne possède pas un réseau hydrographique développé en raison de la formation limitée de talwegs dans ces calcaires résistants à l'érosion. Ainsi, le réseau hydrographique du parc national de Gouraya est caractérisé par son intermittence liée aux conditions climatiques et par sa faible présence sur le massif rocheux du Djebel Gouraya en raison de la nature géologique du terrain (**PNG, 2004**).

Dans la partie nord-ouest du parc, moins rigide, on trouve de nombreux oueds, parmi lesquels les principaux affluents sont l'Ighzer Ouhrik et l'Ighzer n'Sahel.

II.5.4. Pédologie

Dans l'étude pédologique menée par **Boumecheikh (2011)**, une analyse des interactions entre le sol et la végétation à Gouraya a mis en évidence la diversité des profils présents. Il est remarqué que la plupart de ces profils affichent une teneur satisfaisante en matière organique, principalement dans les horizons superficiels, caractérisés par un humus de type mull ou mull Moder. On retrouve principalement les types de sol suivants :

- Un sol brun calcique évolué, avec un profil relativement homogène de type A (B) C.
- Un sol brun calcique lessivé de type A (B) C sous roche, formé par des calcaires dolomitiques.
- Un sol jeune brun calcaire peu profond, de type A (B) C sur substrat marno-calcaire schisteux.
- Un sol polycyclique, perturbé sur le plan morphologique, résultant de la superposition d'un sol ancien recouvert par un sol d'apport.

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.6. Synthèse climatique

Le climat est un facteur fondamental pour la région méditerranéenne, car il joue un rôle déterminant dans la mise en place, l'organisation et la survie des écosystèmes locaux. Ainsi, il est primordial de mener des études sur les régimes pluviométriques et thermiques afin de caractériser les différents types de climats présents dans la région. Ce travail permet de mieux comprendre les conditions environnementales et leur influence sur la faune et la flore de la région.

Les données climatiques des stations d'études Cap Carbon (aire de jeu), Gouraya (aire de repos), Les Oliviers et Tamehlaht, situées respectivement à des altitudes de 210m, 471m, 68m et 62m, ont été obtenues en extrapolant les données relevées dans la station météorologique de l'aéroport de Bejaia, située à une altitude de 2m. Cette station météorologique de l'aéroport de Bejaia a été choisie comme station de référence pour une période de 30 ans, allant de 1993 à 2023.

II.6.1. Les précipitations

Seltzer (1946) a déterminé que le gradient pluviométrique varie de 40 à 80 mm de pluie pour une élévation d'altitude de 100m du niveau de la mer vers l'intérieur du pays, en fonction de la hauteur des différentes montagnes de la région méditerranéenne, allant de 100 à 2000m. Cependant, étant donné que notre station est proche du littoral, nous prendrons en compte un gradient de 40mm de pluie.

Il est à noter que la station de Bejaia enregistre une pluviométrie annuelle de 752.8 mm. Par ailleurs, il est important de prendre en considération les différences significatives d'altitude entre la station de Bejaia et les stations d'études : cap carbon (aire de jeu), Gouraya (aire de repos) qui sont de 210 et 471m respectivement.

La pluviométrie annuelle estimée de la station d'étude de cap carbon est égale à la pluviométrie annuelle de Bejaia plus 84mm, soit $752.8 + 84 = 836.8$ mm. De même, la pluviométrie annuelle estimée pour la deuxième station d'étude Gouraya égale 941.2 mm. Également, la pluviométrie annuelle estimée pour la troisième et la quatrième station d'étude, égale à la même pluviométrie annuelle de Bejaia car l'altitude des deux dernières stations les oliviers et tamehlaht dépasse par les 100m.

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

Ces estimations prennent en compte les différences altitudinales entre les stations d'étude et la station de Bejaia pour obtenir une meilleure approximation des précipitations annuelles dans ces régions. Pour y parvenir, il faut multiplier la valeur mensuelle de chaque mois de la station de Bejaia par les rapports indiqués dans le tableau (III) suivant.

Tableau III : Valeurs des coefficients de correction des précipitations des stations d'étude.

Station	Différence Altitudinale (m)	P (mm) de la Station Bejaia	P Station Etudiée / P Bejaia	Coefficient de correction
Cap Carbon	208 m	752,8 mm	(836,8 / 752,8) mm	1,11
Gouraya	469 m	752,8 mm	(941,2 / 752,8) mm	1,25

II.6.2. Les Températures

Selon **Seltzer (1946)**, les températures moyennes minimales (m) diminuent de 0,4°C pour chaque élévation de 100 m, tandis que les températures moyennes maximales (M) diminuent de 0,7°C pour chaque élévation de 100 m. En utilisant ces données pour estimer les températures à la station de Cap Carbon, on constate que les températures moyennes minimales (m) et maximales (M) sont respectivement inférieures de 0,84°C et de 1,47°C par rapport à celles de la station de Bejaia. Pour la station de Gouraya, les températures moyennes minimales (m) et maximales (M) sont inférieures de 1,88°C et 3,29°C par rapport à celles de la station de Bejaia. En revanche, pour les autres stations telles que Les Oliviers, Gouraya, et Tamelaht, qui ne dépassent pas les 100m d'élévation, les températures sont similaires à celles de la station de Bejaia, comme indiqué dans le tableau IV.

Tableau IV : Valeurs coefficient de correction des températures des stations d'étude.

Station	Différence Altitudinale (m)	Coefficient correction	
		T (°C) maximale	T (°C) minimale
Cap Carbon	208m	1,47°C	0,84°C
Gouraya	469m	3,29°C	1,88°C

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.6.3. Les données climatiques des stations

Les données climatiques (températures et précipitations) des stations d'études sont présentées ci-dessus par des graphes : Figure 8 pour les précipitations, figure 9 pour les températures moyennes maximales et la figure 10 températures moyennes minimales (voir Annexes 01, 02 et 03 pour les données climatiques de chaque station).

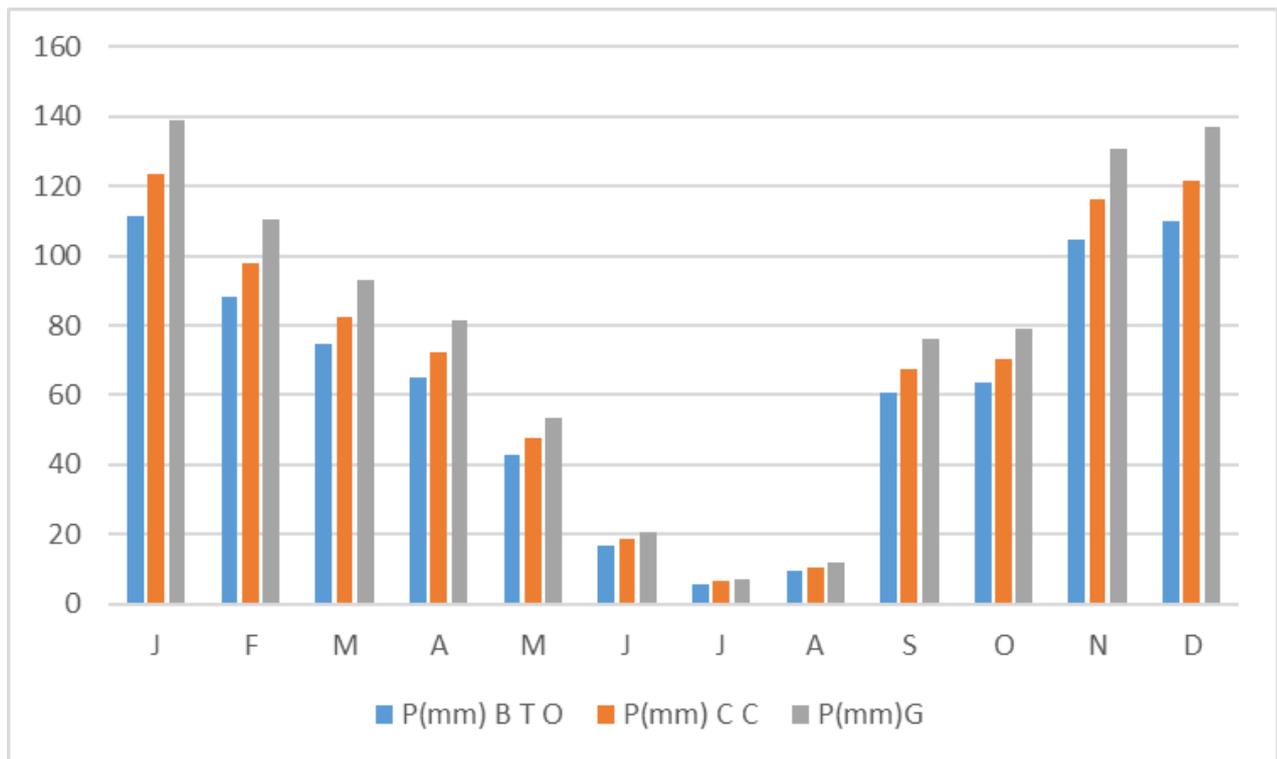


Figure 8: Histogramme présentatif des précipitations pour les stations étudiées

Les données climatiques de la station météorologique de Bejaïa, Tamelaht et Les Oliviers pour la période 1993-2023 révèlent des variations tout au long de l'année. Les précipitations, avec une somme totale annuelle de 752,8 mm, varient de manière notable, atteignant un pic de 111,4 mm en janvier et un minimum de 5,8 mm en juillet. Les mois de janvier et décembre se distinguent comme les plus pluvieux, tandis que juillet et août enregistrent les niveaux les plus bas de précipitations (Voir Annexe 01).

Les données de la station de Cap Carbon indiquent que les précipitations varient considérablement tout au long de l'année. Les niveaux de précipitations enregistrés vont de 6,4 mm en juillet à 123,6 mm en janvier, ce qui fait de janvier et décembre les mois les plus

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

pluvieux. En revanche, les mois de juillet et août présentent les niveaux de précipitations les plus bas (Voir annexe 02).

Pour la station de Gouraya, Les précipitations atteignent un maximum en janvier avec 139,2 mm et un minimum en juillet à seulement 7,2 mm. Les mois de janvier et décembre se distinguent par des niveaux de précipitations plus élevés, tandis que juillet et août enregistrent les chiffres les plus bas (Voir Annexe 03).

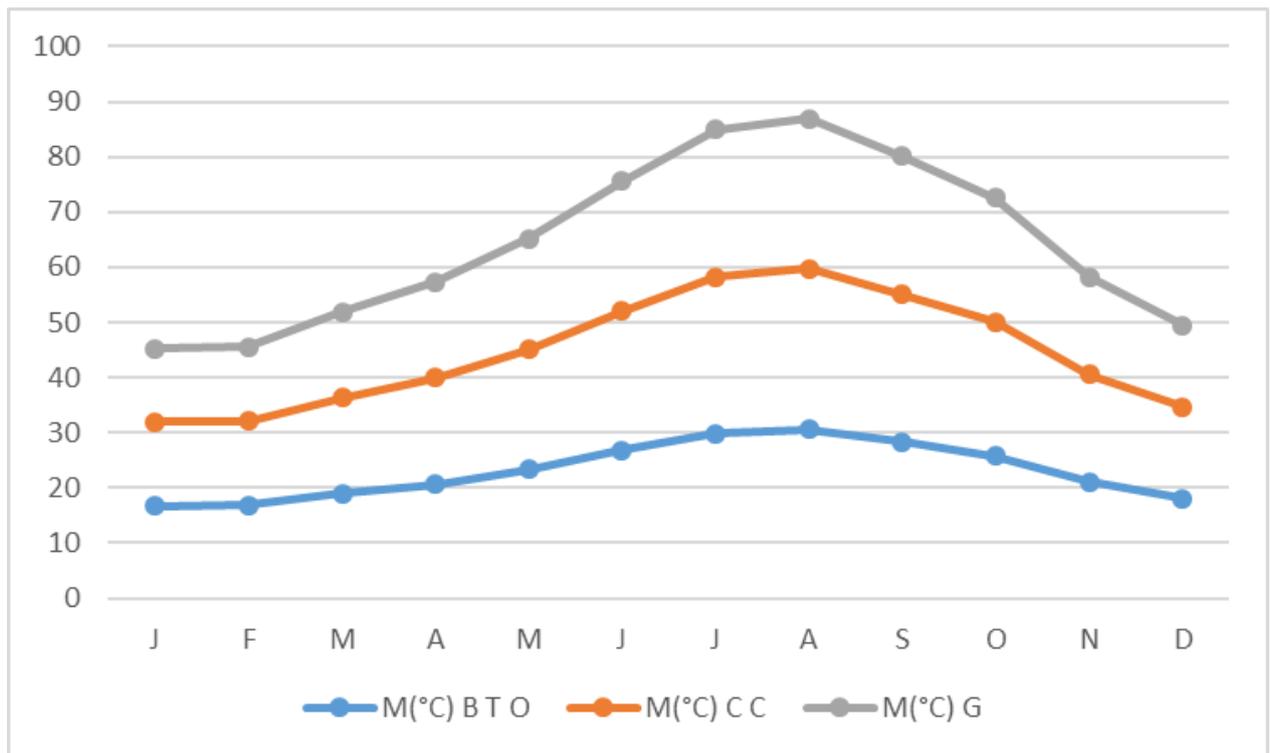


Figure 9: Graphique en courbes qui présente les températures moyennes maximales des stations étudiées

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

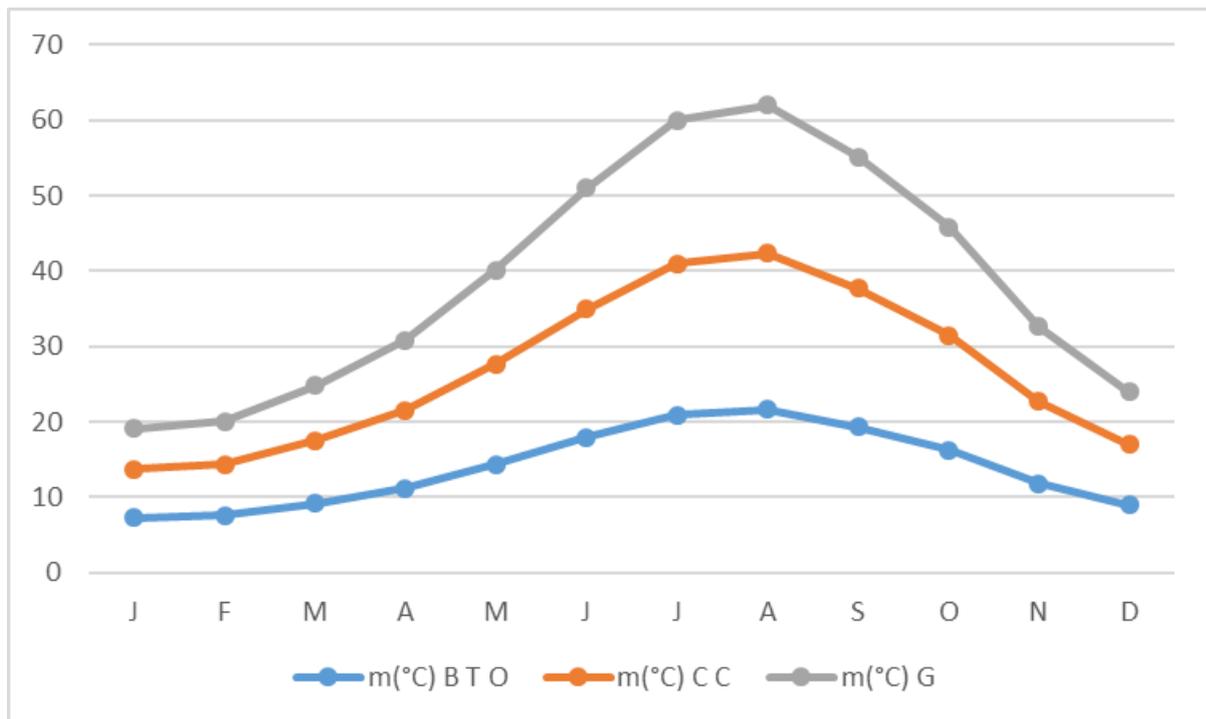


Figure 10: Graphique en courbes qui présente les températures moyennes minimales des stations étudiées

En ce qui concerne les températures, les moyennes maximales évoluent progressivement de 16,7°C en janvier à 30,6°C en août, faisant de ce dernier le mois le plus chaud. Les moyennes minimales suivent une tendance similaire, passant de 7,3°C en janvier à 21,6°C en août. La moyenne des températures, calculée comme la moyenne entre les températures maximales et minimales, est la plus basse en janvier à 12°C et atteint son maximum en août à 26,1°C (Voir Annexe 01).

Les températures moyennes maximales augmentent progressivement de 15,2°C en janvier à 29,1°C en août, puis diminuent à 16,6°C en décembre. De même, les températures moyennes minimales montrent une tendance similaire, passant de 6,4°C en janvier à 20,7°C en août, puis redescendant à 8,06°C en décembre. La moyenne des températures, est la plus basse en janvier à 10,8°C et atteint son maximum en août à 24,9°C (Voir annexe 02).

Les températures maximales évoluent progressivement de 13,4°C en janvier à 27,3°C en août, mois généralement le plus chaud. De même, les températures minimales suivent cette tendance, passant de 5,4°C en janvier à 19,7°C en août. Les températures moyennes varient de 9,4°C en janvier à 23,5°C en août (Voir annexe 03).

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.6.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen est un outil visuel créé en 1953 pour représenter les données climatiques, telles que les précipitations et les températures moyennes mensuelles, sur un même graphique. Cette représentation graphique permet de visualiser clairement les variations saisonnières des précipitations et des températures, et permet également d'observer la saison sèche dans la région étudiée.

D'après les diagrammes réalisés ci-dessus mettent en évidence les périodes sèches des différentes stations étudiées. On remarque que les stations Bejaia, Tamehlaht et les Oliviers se distinguent par une période de saison sèche plus longue, s'étendant sur 4 mois, de début mai à fin août (figure 11). Cette période sèche est légèrement plus longue que celle observée pour les stations Cap Carbon et Gouraya qui s'étalent sur une période presque de 3 mois, de mi-mai à fin août (figure 12 et 13).

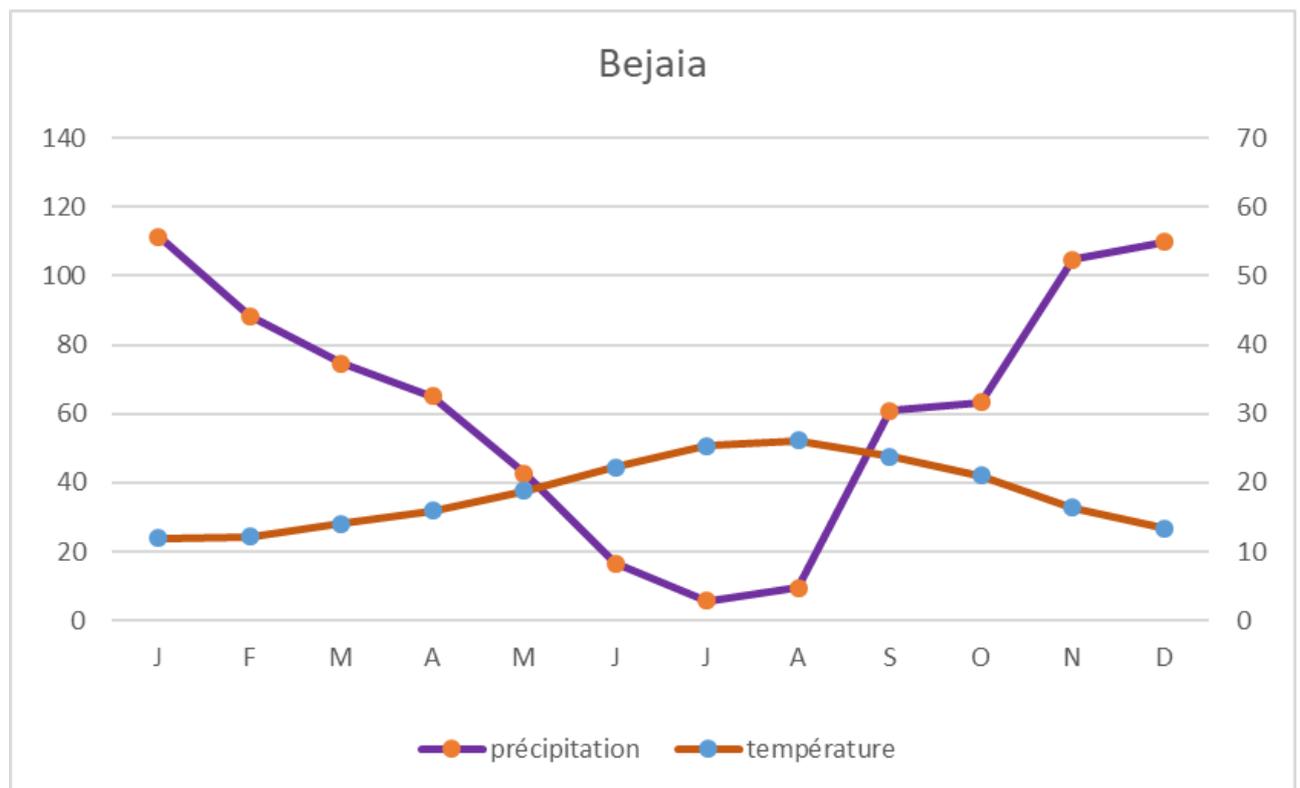


Figure 5: Diagramme ombrothermique de la station de Bejaia (Tamehlaht et les Oliviers)

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

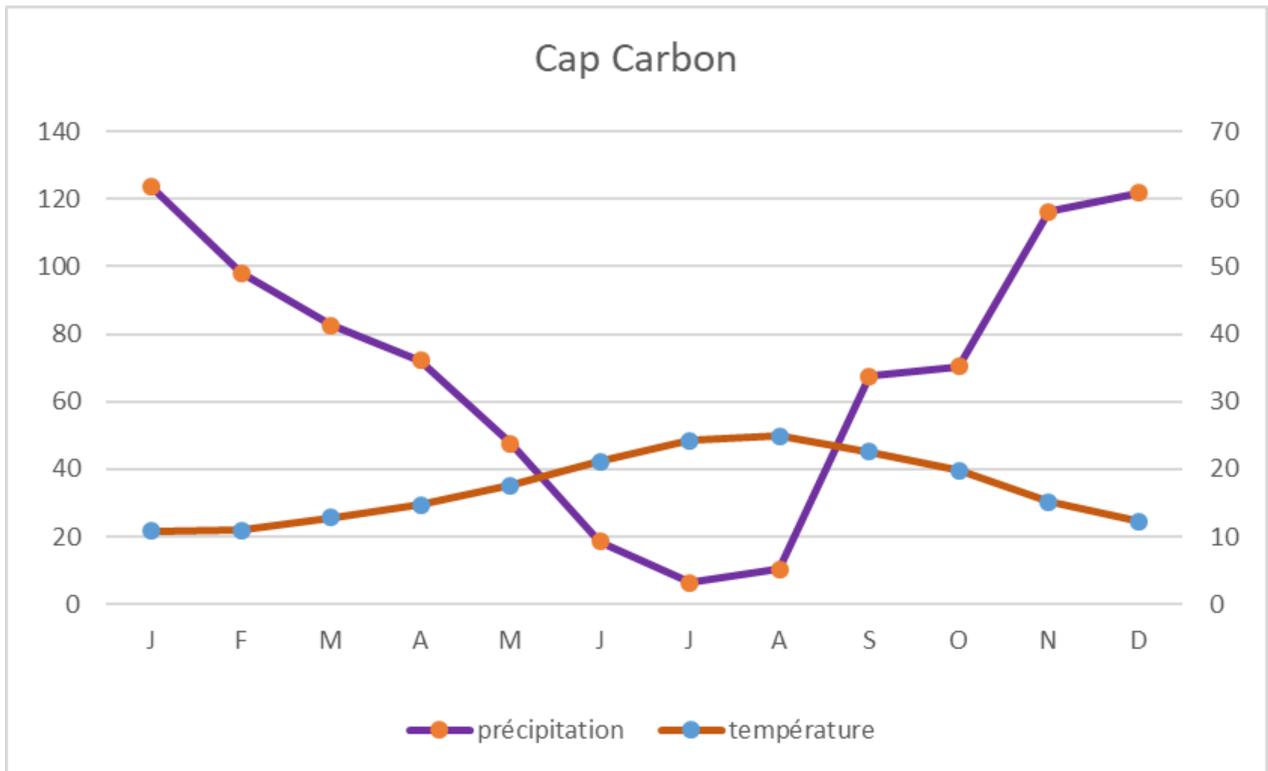


Figure 6: Diagramme ombrothermique de la station Cap Carbon

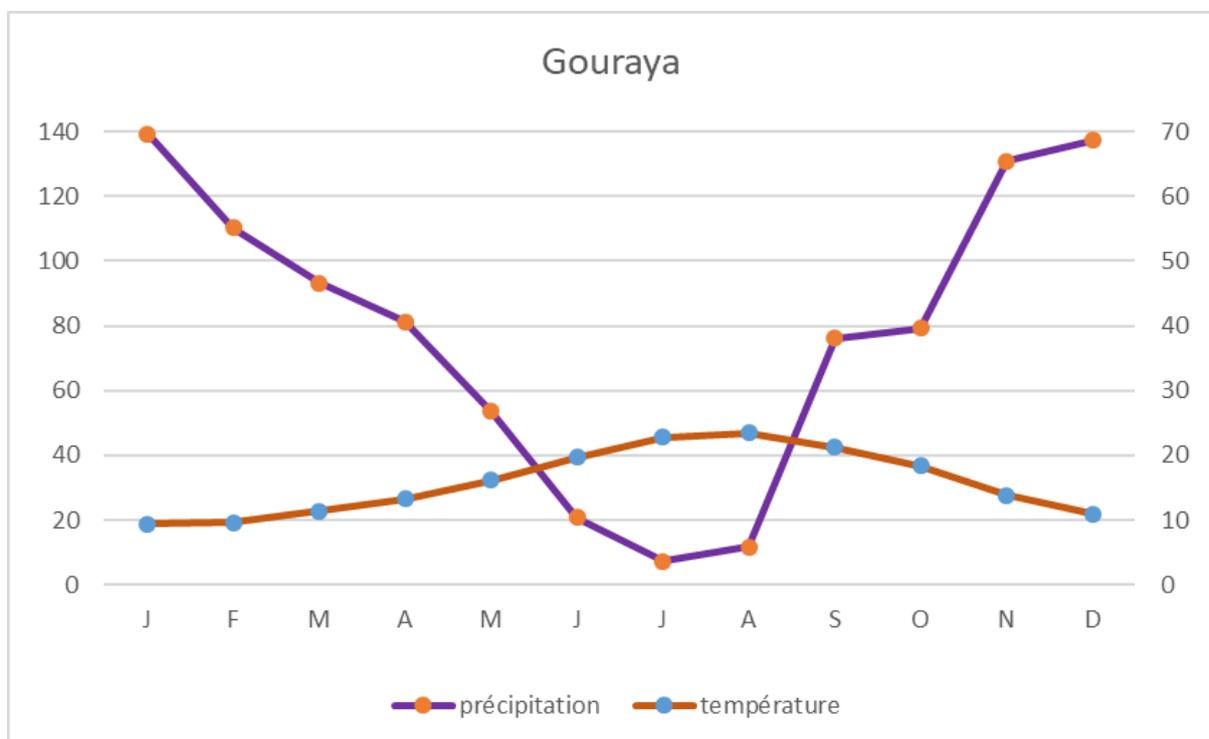


Figure 7: Diagramme ombrothermique de la station Gouraya

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.6.5. Climagramme d'emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger est un outil graphique représentant la synthèse climatique spécifique au climat méditerranéen. Il met en rapport les précipitations et les températures pour aider à déterminer l'étage bioclimatique de la région étudiée. Les zones climatiques et les types de végétation qui y sont associés peuvent ainsi être identifiés en fonction du quotient pluviothermique.

Le quotient est déterminé par la formule de **Stewart (1969)**, adapté pour l'Algérie et les autres pays voisins, qui se présente comme suit :

$$Q3 = 3,43 P/M-m$$

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm

M : température maximale moyenne du mois le plus chaud

m : température minimale moyenne du mois le plus froid

Après avoir calculé le quotient d'EMBERGER pour nos stations d'étude, nous obtenons les valeurs suivantes : $Q= 110,81$ pour les stations de Bejaïa, tamelaht et les oliviers, $Q= 126,38$ pour la station de Cap Carbon, et $Q= 147,3$ pour la station de Gouraya (Voir l'annexe 04). Ces résultats classent les stations de Bejaia, tamelaht et les oliviers dans l'étage sub-humide chaud, la station de Cap Carbon dans l'étage sub-humide tempérée et la station de Gouraya dans l'étage humide tempérée, comme illustrer dans la figure 14 ci-dessous.

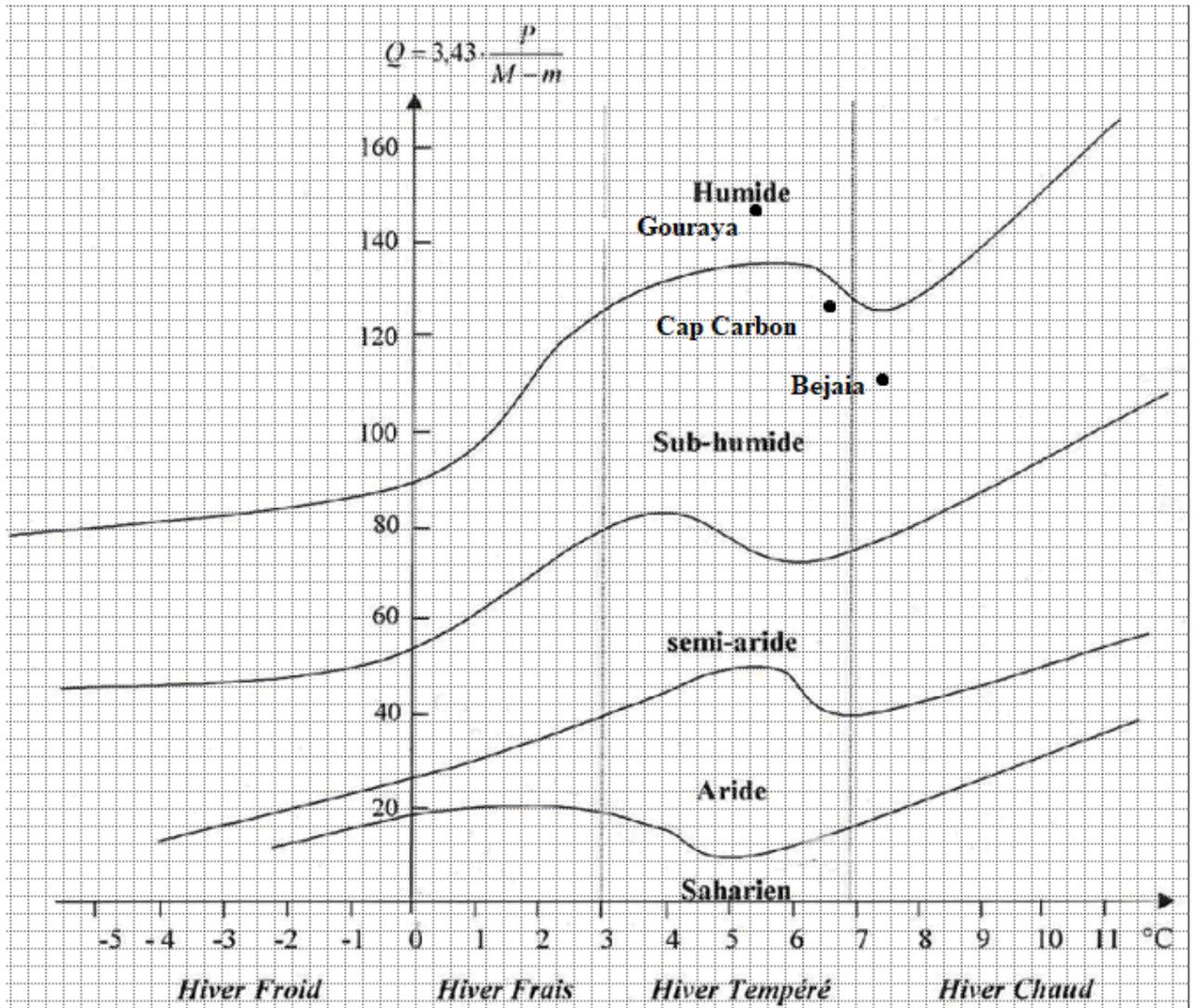


Figure 8: Situation des stations étudiées sur le climagramme d'Emberger

II.7. Importance de l'étude des espèces invasives au PNG

Le parc National de Gouraya en Algérie, faisant partie des dix parcs nationaux du pays, se distingue par sa riche biodiversité en faune et flore. Il est crucial de protéger ce parc contre les menaces de dégradation et de fragmentation des habitats et des écosystèmes.

L'étude des espèces invasives au Parc National de Gouraya est essentielle pour préserver la biodiversité et les écosystèmes fragiles contre ces menaces. Les espèces invasives peuvent avoir des conséquences écologiques, économiques, sanitaires et sociales importantes, perturbant l'équilibre naturel des écosystèmes. Il est primordial d'empêcher l'introduction d'espèces invasives pour éviter l'extinction des espèces indigènes et maintenir le bon fonctionnement des écosystèmes (Parker *et al.*, 1999).

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.8. Espèces végétales potentiellement invasive au PNG

II.8.1. *Ailanthus altissima*

II.8.1.1. Description

Le nom *Ailanthus* dérive du mot chinois "ailanto" ou parfois "aylanto" (photo 02), signifiant arbre du ciel ou arbre du paradis (Tree of Heaven en anglais). Ce genre a été décrit par Desfontaines en 1788 dans les Mémoires de l'Académie des Sciences. Par ailleurs, l'Ailante est également connu sous le nom commun de Faux-Vernis du Japon, en raison de la confusion qui existait à l'époque de son introduction avec le vrai Vernis du Japon, (**Gauvritet al., 2003**).

L'*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, 1916, appartenant à la famille des Simaroubacées, est un arbre à feuilles caduques pouvant atteindre jusqu'à 30 mètres de hauteur. Sa description botanique détaillée met en lumière ses caractéristiques distinctives, telles que son tronc rectiligne, ses feuilles imparipennées et ses folioles latérales (6 à 12 paires) faiblement dentées (1 à 4 dents) (**Mouillefert, 1892**).



Figure 15: Photographie d'une ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*) au PNG

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.8.1.2. Origine

L'*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle est une espèce originaire du sud de la Chine, où elle est endémique et connue depuis la préhistoire. D'abord transmise par voie orale, cette plante a été mentionnée dans les premières encyclopédies sous forme d'idéogrammes. Un de ses noms d'origine campagnarde est l'arbre du printemps, car il se débouffe tard et symbolise l'arrivée officielle de la belle saison (**Hu, 1979**).

Introduit en Europe au XVIII^e siècle par Pierre d'Incarville, qui a envoyé des graines en France entre 1743 et 1757, l'*Ailanthus altissima* aurait potentiellement atteint Paris dès 1751, où il aurait pu être semé par Bernard de Jussieu, ou plus tardivement en 1771 depuis l'Angleterre. Cette plante, largement cultivée, s'adapte rapidement dans presque toute l'Europe (**Collin et Dumas, 2009**). Elle est également présente sur le continent américain, en Australie et en Afrique.

II.8.1.3. Habitats et milieux

L'ailante se trouve souvent sur des sols relativement secs de l'étage collinéen (altitude inférieure à 1000 m), mais il se développe le mieux sur des sols relativement riches en bases et en azote à pH neutre à légèrement acide (**Rameau et al., 1989**).

On qualifie généralement l'ailante d'espèce pionnière, qui tire parti des catastrophes naturelles en forêt (tempêtes, insectes défoliateurs, etc.) pour se développer. Elle ne parvient pas à s'imposer dans une forêt à canopée dense (**Kowarik, 1995**).

II.8.1.4. Classification

La classification hiérarchique et systématique de l'Ailante glanduleux, Faux vernis du Japon (**INPN, 2003-2024**).

- Règne : Plantae.
- Sous-Règne : Viridaeplantae.
- Classe : Equisetopsida.
- Sous-Classe : Magnoliidae.
- Ordre : Sapindales.
- Famille : Simaroubaceae.
- Genre : *Ailanthus*.

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

- Espèce : *Ailanthus altissima*.

II.8.2. *Opuntia stricta*

Opuntia stricta (Haw.) Haw., 1812(Cactacées), également connue sous le nom de "figuier de Barbarie", est une espèce de cactus originaire des Amériques. Cette plante est considérée comme une espèce envahissante dans de nombreuses régions en raison de sa capacité à se propager rapidement et à coloniser divers types de sols (**Shackleton et al, 2017**).

II.8.2.1. Description

Opuntia stricta est un arbuste succulent étendu ou élevé, très ramifié, pouvant atteindre 2 m de hauteur (Photo 03). Ses cladodes sont plats, de couleur verte à bleu-vert, mesurant environ 10-25 cm de long et généralement 7,5-15 cm de large. Les épines jaunes, légèrement courbées, émergent des aréoles et peuvent être absentes ou regroupées en un ou plusieurs amas. Ses fleurs, d'un jaune éclatant et de forme cactus, fleurissent pendant les mois d'été (**Benson, 1982**).



Figure 16: Photographie d'un pied de l'oponce stricte (*Opuntia stricta*) au PNG

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.8.2.2. Origine

Opuntia stricta, également connu sous le nom commun de "raquette de barbarie", est une espèce d'*Opuntia* originaire des régions tropicales et subtropicales d'Amérique. Cette plante succulente est largement répandue dans son habitat naturel, allant du continent équatorien au continent américain, couvrant des zones allant du golfe du Mexique au Texas, en passant par l'Alabama, la Louisiane, la Floride, ainsi que la côte atlantique de la Floride et de la Caroline du Sud (Benson, 1982).

II.8.2.3. Habitats et milieux

Une aire de répartition naturelle très étendue, couvrant des régions aux climats, habitats et sols variés. On la trouve dans des zones sèches, semi-arides et arides, habitant des milieux tels que les bois ouverts, les forêts sèches, les zones semi-arides épaisses, les rizières, les prairies, les pâturages, les cours d'eau, les bordures de routes, les zones côtières, les sites perturbés et les décharges.

Malgré sa tolérance au gel, l'*Opuntia stricta* se développe mieux dans des conditions chaudes et humides. Cette espèce est également résistante à la sécheresse, capable de survivre jusqu'à 8 mois sans eau. On peut trouver des populations sauvages et naturalisées d'*Opuntia stricta* dans des régions où les précipitations annuelles moyennes varient de 300 mm à plus de 1200 mm (Gouvernement du Queensland, 2018).

II.8.2.4. Classification

La classification hiérarchique et systématique de l'oponce stricte (INPN, 2003-2024).

- Règne : Plantae.
- Sous-Règne : Viridiplantae.
- Classe : Equisetopsida.
- Sous-Classe : Magnoliidae.
- Ordre : Caryophyllales.
- Famille : Cactaceae.
- Genre : *Opuntia*.
- Espèce : *Opuntia stricta*.

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.8.3. *Cardiospermum grandiflorum*

II.8.3.1. Description

Cardiospermum grandiflorum Sw., 1788, est une plante de grande taille, semi-ligneuse, annuelle ou pérenne, souvent en cascade sur d'autres végétations (Photo 04). Bien que la taille des fruits de *Cardiospermum grandiflorum* puisse varier, sa forme distincte et sa couverture de poils rendent l'espèce facilement reconnaissable et distinguable des taxons étroitement liés tels que *Cardiospermum halicacabum* et *Cardiospermum corindum*. *Cardiospermum grandiflorum* présente des tiges côtelées et velues de couleur vert rougeâtre, couvertes de poils rudes. Les feuilles sont composées, atteignant jusqu'à 16 cm de long, de couleur vert foncé et fortement dentelées.

Les fleurs de l'espèce ont quatre pétales blancs avec une lèvre jaune. Les fleurs sont parfumées et poussent en grappes avec une paire de vrilles à la base de la fleur. Les fruits sont en forme de ballon, atteignant jusqu'à 65 mm de long, gonflés, représentant une capsule à 3 angles et à l'extrémité pointue, recouverte de fins poils rudes. Les jeunes capsules de fruits sont vertes, devenant brunes à maturité. Chaque fruit est septifragal et contient trois graines noires, chacune avec un hile caractéristique en forme de cœur blanc (Weckerle et Rutishauser, 2005).



Figure 17: Photographie d'une touffe de cardiosperme à grandes fleurs (*Cardiospermum grandiflorum*) au PNG

II.8.3.2. Origine

La variété d'indigènes couvrant une grande partie de l'Afrique et de l'Amérique (USDA-ARS, 2015 ; Wagner *et al.*, 1999), a entraîné une certaine confusion taxonomique autour de l'espèce. Bien que certains chercheurs, comme Carroll *et al.* (2005), estiment que *C. grandiflorum* est endémique aux Amériques et que les populations autochtones en Afrique appartiennent à des espèces distinctes, d'autres études, telles que celle de Gildenhuyset *al.* (2013), indiquent une répartition indigène limitée aux Amériques. Cependant, le statut autochtone des populations en Afrique de l'Ouest reste incertain, contrairement à celles d'Amérique du Sud et d'Australie qui sont introduites et invasives. Gildenhuyset *al.* (2015) confirment la situation d'invasion en Afrique du Sud et en Australie, suggérant que le statut (natif ou envahissant) de l'espèce devrait être examiné dans d'autres régions en dehors de l'Amérique du Sud.

En Australie, sur la côte est, *C. grandiflorum* est courant en Nouvelle-Galles du Sud et au Queensland, avec quelques cas isolés en Australie occidentale (près de Perth) et en Australie du Sud (AVH, 2014).

Chapitre II Présentation de la Zone d'étude

II.8.3.3. Habitats et milieux

Cardiospermum grandiflorum préfère les habitats ouverts, bien qu'elle puisse également bien pousser en lisière de forêt (CABI, 2017). Elle prospère dans des types de sol bien drainés. Des recherches sur les populations envahissantes en provenance d'Australie ont révélé que les types de sol variaient considérablement selon les régions à forte densité de populations, ce qui indique que l'espèce présente une large tolérance édaphique.

II.8.3.4. Classification

La classification hiérarchique et systématique de *Cardiosperme* à grandes fleurs, Vigne ballon (INPN, 2003-2024).

- Règne : Plantae.
- Sous-Règne : Viridaeplantae.
- Classe : Dicotyledonae.
- Sous-Classe : Magnoliidae.
- Ordre : Sapindales.
- Famille : Sapindaceae.
- Genre : *Cardiospermum*.
- Espèce : *Cardiospermum grandiflorum*.

Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1. Le choix du site

Afin d'étudier la présence d'espèces végétales potentiellement invasives, quatre stations distinctes ont été sélectionnées au sein du Parc National de Gouraya. Ces stations, Gouraya, Cap Carbon, Les Oliviers et Tamelaht, ont été choisies en raison de la présence avérée des espèces végétales ciblées par notre étude. La présence de ces espèces potentiellement invasives dans ces stations a été confirmée par les observations de M. DERIES F., inspecteur principal des forêts au sein du PNG.

III.2. Collecte des données

III.2.1. Reconnaissance préliminaire

Pour bien planifier notre étude, nous avons débuté par des sorties pilotes. Ces sorties nous ont permis d'observer de près l'environnement naturel, d'identifier les zones d'échantillonnage les plus prometteuses et de sélectionner la méthode d'échantillonnage la mieux adaptée à notre recherche.

III.2.2. Collecte de données sur le terrain

La deuxième étape de notre étude consistait en des sorties sur le terrain, menées après une phase de reconnaissance préliminaire. Notre objectif était d'étudier la potentialité envahissante de trois espèces : l'*Ailanthus altissima*, l'*Opuntia stricta* et le *Cardiospermum grandiflorum*.

Nous avons observé ces espèces dans quatre stations distinctes :

- **Station de Gouraya (près de l'aire de jeux) :***Ailanthus altissima*
- **Station de Tamelaht:***Ailanthus altissima*
- **Station Cap Carbon:***Opuntia stricta*
- **Station les Oliviers :***Cardiospermum grandiflorum*

III.2.3. Sélection de l'emplacement pour les relevés

Pour assurer la cohérence de nos données, nous avons choisi des emplacements spécifiques pour nos relevés. Dans chacune des quatre stations, nous avons positionné des parcelles de 10 m² et de 25 m² en veillant à ce qu'elles soient situées dans des zones homogènes. Cela signifie que nous avons évité les bordures de milieux ou les lisières, qui pourraient présenter des conditions environnementales différentes et biaiser nos résultats.

III.2.4. Matériel utilisé

Pour mener à bien nos observations et collecter des données précises, nous avons utilisé les outils suivants :

- Couteau
- Fil maçon
- Mètre ruban
- Tuyaux
- Appareil photo
- Jumelle



Figure 18: Le matériel utilisés sur le terrain

III.3. Méthodes d'échantillonnage de la zone d'étude

L'étude du potentiel invasif des espèces végétales dans le parc de Gouraya a nécessité une stratégie d'échantillonnage adaptée à la variabilité du milieu et à l'étendue de la zone d'étude.

Pour garantir la représentativité de nos données, nous avons utilisé une technique d'échantillonnage par parcelles de 10 m² et de 25 m², réparties de manière aléatoire dans chaque station (4 parcelles par station), afin de couvrir efficacement la zone d'étude. Cette

méthode permet de représenter fidèlement l'ensemble du terrain étudié. La taille de l'échantillon a été déterminée en fonction de la superficie totale de chaque station, assurant ainsi une taille suffisante pour obtenir des résultats statistiquement significatifs.

A. La station de Gouraya (l'air de jeux)

- Lieu : Gouraya (l'air de jeux)
- Date :28 /03/2024
- Taille de parcelles réalisées : 10 m²
- Espèce étudiée : *Ailanthus altissima*



Figure 9: Image satellite des emplacements des parcelles a Gouraya

B. La station du Cap carbon

- Lieu : Cap carbon
- Date :01 /04/2024
- Taille de parcelles réalisées : 10 m²
- Espèce étudiée : *Opuntia stricta*



Figure 20: Image satellite des emplacements des parcelles a Cap Carbon

C. La station des Oliviers

- Lieu : les Oliviers
- Date :22 /04/2024
- Taille de parcelles réalisées : 25 m²
- Espèce étudiée : *Cardiospermum grandiflorum*



Figure 10: Image satellite des emplacements des parcelles aux Oliviers

D. La station de Tamelaht

- Lieu : Tamelaht
- Date : 05 /05/2024
- Taille de parcelles réalisées : 10 m²
- Espèce étudiée : *Ailanthus altissima*



Figure 22: Image satellite des emplacements des parcelles a Tamelaht

III.4. Le protocole d'échantillonnage

- **Identification de zones homogènes :** Pour chaque espèce étudiée, nous avons identifié des zones homogènes en nous basant sur le type de végétation, la pente et l'exposition.
- **Échantillonnage par parcelles :** Le choix de deux tailles de parcelles (10 m² et 25 m²) a été dicté par la présence de *Cardiospermum grandiflorum* à la station des Oliviers. Cette espèce grimpante et rampante forme des touffes étendues, nécessitant des parcelles plus importantes pour estimer correctement les espèces végétales présentes. Des quadrats de végétation ont été associés à cette station afin d'estimer le taux de recouvrement de *Cardiospermum grandiflorum* en pourcentage. Pour les autres espèces et stations (Gouraya, Cap Carbon et Tamelaht), des parcelles de 10 m² ont été jugées suffisantes pour identifier et recenser les espèces végétales présentes.
- **Recensement des espèces végétales :** Dans chaque parcelle, nous avons procédé au recensement et à l'identification de toutes les espèces végétales présentes, en particulier les espèces invasives ciblées. Les données ainsi collectées nous permettent

d'étudier la distribution des espèces invasives, leur abondance et leur impact potentiel sur la végétation locale.

- **Estimation du taux de recouvrement** : Pour *Cardiospermum grandiflorum*, nous avons utilisé un quadrat de 1 m² subdivisé en 100 petits carrés pour estimer le taux de recouvrement de l'espèce en pourcentage (Photo 06).

Cette approche d'échantillonnage nous a permis de collecter des informations écologiques satisfaisantes sur la distribution et l'abondance des espèces végétales potentiellement invasives dans le parc de Gouraya.



Figure 23: Photographie du quadrat de 1m² utilisé dans la station des Oliviers

III.4.1. Identification

Dans chaque station étudiée, les espèces invasives et les espèces végétales accompagnatrices ont été identifiées à l'aide de clés de détermination botanique (**Santas et Quezel, 1962**). Ces clés permettent une classification précise des plantes en se basant sur leurs caractéristiques morphologiques.

III.4.2. Dénombrement

Après avoir délimité les parcelles, chaque parcelle a été examinée minutieusement. Le nombre d'individus de chaque espèce invasive et de toutes les espèces végétales présentes dans la parcelle a été compté manuellement. Ce comptage a permis d'obtenir des données quantitatives essentielles pour évaluer l'impact des espèces invasives, étudier leur abondance et leur distribution.

Les données récoltées lors de notre étude sur le terrain ont été enregistrées dans un tableau Excel, ou nous avons calculé les indices permettant de comprendre la composition des communautés végétales et l'impact de l'invasion biologique dans les zones d'études.

III.5. Analyse des indices écologiques pour l'interprétation des résultats

III.5.1. Les indices de composition

- **La richesse spécifique totale (S)**

La richesse spécifique correspond au nombre total d'espèces composant un peuplement végétal. C'est un paramètre fondamental pour caractériser une communauté (**Blondel, 1979**). Plus la richesse est élevée, plus la diversité floristique est importante.

- **La fréquence (F)**

La fréquence exprime le pourcentage de relevés dans lesquels une espèce est présente. Elle mesure donc la présence relative de chaque espèce dans l'écosystème étudié. Elle se calcule selon la formule :

$$F = R_i / R * 100$$

F : la fréquence (%)

R_i : nombre de relevés contenant l'espèce

R : nombre de relevés réalisés

Une espèce présente dans tous les relevés aura une fréquence de 100%, tandis qu'une espèce rare n'apparaîtra que dans quelques relevés.

- **Indice de fréquence (IF)**

L'indice de fréquence est un outil complémentaire qui permet d'évaluer la constance d'une espèce dans un écosystème donné, en la classant selon des catégories prédéfinies (Tableau V). Cet indice, combiné à la fréquence en pourcentage, renseigne sur la régularité de présence de chaque espèce végétale dans la communauté étudiée.

Tableau V : Classification de DU RIETZ

Catégories	Indice de fréquence (IF)	Type de plante
F < 20%	I	Accidental
20% < F < 40%	II	Accessoire
40% < F < 60%	III	Assez fréquent
60% < F < 80%	IV	Fréquent
80 < F < 100%	V	Très fréquent

III.5.2. Indices de structure

- **La densité absolue (D)**

La densité absolue correspond au nombre d'individus d'une même espèce par unité de surface. Elle permet de quantifier précisément l'abondance de chaque espèce végétale. Sa formule est :

$$D = \text{Nombre d'individus de l'espèce} / \text{Surface totale des relevés}$$

- **Abondance relative**

C'est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce et le nombre total d'individus de toutes les espèces inventoriées. La valeur est donnée en pourcentage :

$$Abr = \frac{Na}{N} \times 100$$

Na : nombre d'individus de l'espèce a

N : nombre total d'individus de toutes les espèces inventoriées

- **Indice de diversité de Shannon Weaver (H')**

Cet indice permet d'évaluer la diversité réelle d'un peuplement végétal, en tenant compte à la fois du nombre d'espèces et de leur répartition en termes d'abondance relative (**Ramade, 1984**). Plus H' est élevé, plus la diversité est importante.

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Avec P_i = Abondance relative de l'espèce i

- **Diversité maximale (H max)**

La diversité maximale correspond à la valeur que prendrait l'indice de Shannon si toutes les espèces étaient représentées par le même nombre d'individus (**Ponel, 1983**). Elle s'exprime en fonction de la richesse spécifique :

$$H \text{ max} = \log_2 S$$

Avec S = Nombre total d'espèces

- **Indice d'équitabilité(E)**

L'indice d'équitabilité, aussi appelé indice d'équipartition (E), mesure la régularité de la répartition des effectifs entre les différentes espèces (**Blondel, 1975**). Il varie de 0 à 1 (**Barbault, 1981**).

- E proche de 0 : la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce
- E = 1 : toutes les espèces ont la même abondance

$$E = H' / H \text{ max}$$

Chapitre IV

Résultats et discussions

L'étude a été menée dans quatre stations du Parc National de Gouraya : Gouraya, Cap Carbon, les Oliviers et Tamelaht. Ce choix a été guidé par la présence des espèces végétales ciblées par l'étude. Les résultats obtenus dans ces différentes stations sont présentés dans les sections suivantes.

IV.1. Résultats

IV.1.1. Analyse de la diversité à travers les indices écologiques dans les stations

IV.1.1.1. La station Gouraya

D'après les résultats présentés dans le tableau VI, il semble que la station de Gouraya se caractérise par une abondance particulièrement élevée de l'espèce *Ailanthus altissima* par rapport aux autres espèces végétales recensées. Cette observation suggère que *Ailanthus altissima*, une espèce exotique potentiellement envahissante, domine nettement la végétation de cette station du Parc National de Gouraya. Cette dominance de *Ailanthus altissima* pourrait indiquer un déséquilibre dans la composition floristique de cette zone, au détriment d'autres espèces végétales natives.

Tableau VI : Les résultats statistiques obtenues pour la station Gouraya.

les espèces	total	F	IF	D	Abr	Pi	log2 Pi	Pi*log 2Pi
<i>Ailanthus altissima</i>	81	100%	V (espèce très fréquente)	2.025	54.72%	0.54	- 0.89	-0.48
<i>Lavatera olbia</i>	7	75%	IV (espèce fréquente)	0.175	4.72%	0.04	- 4.66	-0.18
<i>Galactites tomentosa</i>	4	50%	III (espèce assez fréquente)	0.1	2.7%	0.02	- 5.66	-0.11
<i>Fedia graciflora</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.67%	0.006	- 7.41	-0.04
<i>Geranium purpureum</i>	4	50%	III (espèce assez fréquente)	0.1	2.7%	0.02	- 5.66	-0.11
<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	50%	III (espèce assez fréquente)	0.05	1.35%	0.01	- 6.67	-0.06

<i>Polypodium cambicum</i>	2	25%	II (espèce accessoire)	0.05	1.35%	0.01	-	6.67	-0.06
<i>Mercurialis annua</i>	13	50%	III (espèce assez fréquente)	0.325	8.78%	0.08	-	3.66	-0.29
<i>Urtica membranacea</i>	15	25%	II (espèce accessoire)	0.375	10.13%	0.1	-	3.33	-0.33
<i>Pimpinella lutea</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.67%	0.006	-	7.41	-0.04
<i>Olea europaea</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.67%	0.006	-	7.41	-0.04
<i>Asparagus acutifolius</i>	3	25%	II (espèce accessoire)	0.075	2.02%	0.02	-	5.66	-0.11
<i>Galium aparine</i>	9	25%	II (espèce accessoire)	0.225	6.08%	0.06	-	4.07	-0.24
<i>Climatis cirrhosa</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.67%	0.006	-	7.41	-0.04
<i>Rubus ulmifolius</i>	3	25%	II (espèce accessoire)	0.075	2.02%	0.02	-	5.66	-0.11
<i>Rhamnus alaternus</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.67%	0.006	-	7.41	-0.04

L'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé pour cette station de Gouraya est de $H' = 2,28$. Cette valeur indique une diversité représentative des espèces, mais qui n'est pas maximale. La diversité maximale possible pour cette station, calculée selon la formule $H_{max} = \log_2 S$ (où S est le nombre total d'espèces), est de 4,81. Cela signifie que si toutes les espèces présentes avaient la même abondance, l'indice de Shannon atteindrait sa valeur maximale de 4,81.

L'indice d'équitabilité, qui mesure la répartition des individus entre les différentes espèces est de $E = 0,47$. Cette valeur inférieure à 0,5 indique que la distribution des espèces dans cette station n'est pas équitable, avec une dominance marquée de certaines espèces. En effet, l'analyse montre que l'espèce *Ailanthus altissima* est clairement dominante dans cette station, avec l'indice de fréquence (V) le plus élevé.

IV.1.1.2. La Station Cap Carbon

Le tableau VII présente les résultats de l'analyse de la végétation dans quatre parcelles dans la stations du Cap carbon (PNG). Cette station se caractérise par une abondance

particulièrement élevée de l'espèce *Opuntia stricta*. Cette espèce exotique envahissante représente 28,5% des individus recensés et a l'indice de fréquence (IF) le plus élevé (V), indiquant qu'elle est présente dans 100% des relevés. Outre *Opuntia stricta*, les espèces les plus abondantes dans cette station sont : *Pancratium foetidum* (IF = V, 4,65% des individus), *Cenchrus longisetus* (IF = V, 4,65% des individus) et *Sedum dasyphyllum* (IF = IV, 15,4% des individus).

Tableau VII : Les résultats statistiques obtenues pour la station Cap Carbon.

les espèces	total	F	IF	D	Abr	Pi	log2 Pi	Pi*log2Pi
<i>Opuntia stricta</i>	98	100%	V (espèce très fréquent)	2.45	28.488%	0.28	- 1.84	-0.51
<i>Anagyris foetida</i>	5	50%	III (espèce assez fréquente)	0.125	1.45%	0.01	- 6.67	-0.06
<i>Pancratium foetidum</i>	16	100%	V (espèce très fréquent)	0.4	4.65%	0.04	- 4.66	-0.18
<i>Oloptum miliaceum</i>	8	50%	III (espèce assez fréquente)	0.2	2.32%	0.02	- 5.66	-0.11
<i>Cenchrus longisetus</i>	16	100%	V (espèce très fréquente)	0.4	4.65%	0.04	- 4.66	-0.18
<i>Lobularia maritima</i>	6	25%	II (espèce accessoire)	0.15	1.74%	0.01	- 6.67	-0.06
<i>Capari sp</i>	2	25%	II (espèce accessoire)	0.05	0.58%	0.005	- 7.67	-0.03
<i>Mercurialis annua</i>	35	75%	IV (espèce fréquente)	0.875	10.17%	0.1	- 3.33	-0.33
<i>Sinapis pubescens</i>	8	50%	III (espèce assez fréquente)	0.2	2.32%	0.02	- 5.66	-0.11
<i>Convolvus siculus</i>	5	50%	III (espèce assez fréquente)	0.125	1.45%	0.01	- 6.67	-0.06
<i>Anagallis arvensis</i>	6	25%	II (espèce accessoire)	0.15	1.74%	0.01	- 6.67	-0.06
<i>Coleostephus</i>	43	25%	II (espèce	1.075	12.5%	0.12	-	-0.36

<i>myconis</i>			accessoire)				3.07	
<i>Sedum dasyphyllum</i>	53	75%	IV (espèce fréquente)	1.325	15.40%	0.15	-2.74	-0.41
<i>Coronilla juncea</i>	7	50%	III (espèce assez fréquente)	0.175	2.03%	0.02	-5.66	-0.11
<i>Euphorbia peplus</i>	3	25%	II (espèce accessoire)	0.075	0.87%	0.008	-6.99	-0.05
<i>Asparagus albus</i>	4	75%	IV (espèce fréquente)	0.1	1.16%	0.01	-6.67	-0.06
<i>Stachys ocymastrum</i>	22	50%	III (espèce assez fréquente)	0.55	6.39 %	0.06	-4.07	-0.24
<i>Euphorbia dendroides</i>	2	25%	II (espèce accessoire)	0.05	0.58%	0.005	-7.67	-0.03
<i>Geranium molle</i>	4	25%	II (espèce accessoire)	0.1	1.16%	0.01	-6.67	-0.06
<i>Misopates orontium</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.29%	0.002	-9.00	-0.01

La station d'étude Cap Carbon présente une distribution inégale. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') est de 3.02, indiquant une richesse d'espèces importante. Cependant, la diversité maximale (Hmax) est de 6.02, ce qui signifie que la diversité pourrait être encore plus élevée si les espèces étaient réparties de manière uniforme.

L'indice d'équitabilité de 0,5 indique que la répartition des individus entre les espèces n'est pas équitable, avec une dominance marquée d'*Opuntia stricta*.

IV.1.1.3. La station les Oliviers

Le tableau VIII présente les résultats pour la station des Oliviers. On y observe une dominance marquée d'*Acanthus mollis*, qui représente 42,27% des individus recensés et a l'indice de fréquence (IF) le plus élevé (V). Les autres espèces abondantes sont *Cardiospermum grandiflorum* (17,07% des individus, IF = V) et *Olea europaea* (14,63% des individus, IF = III). Comme pour la station précédente, la répartition inégale des individus, avec cette dominance d'*Acanthus mollis*, suggère un déséquilibre dans la structure de la végétation.

Tableau VIII : Les résultats statistiques obtenues pour la station les Oliviers.

les espèces	total	F	IF	D	Abr	Pi	log2Pi	Pi*log2Pi
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	63	100%	V (espèce très fréquente)	0.63	17.07%	0.17	-2.56	-0.43
<i>Gleditsia triacanthos</i>	27	75%	IV (espèce fréquente)	0.27	7.31%	0.07	-3.85	-0.26
<i>Acanthus mollis</i>	156	100%	V (espèce très fréquente)	1.56	42.27%	0.42	-1.25	-0.52
<i>Olea europaea</i>	54	50%	III (espèce assez fréquente)	0.54	14.63%	0.14	-2.84	-0.39
<i>Urtica membranacea</i>	63	75%	IV (espèce fréquente)	0.63	17.07%	0.17	-2.56	-0.43
<i>Rubus ulmifolius</i>	4	25%	II (espèce accessoire)	0.04	1.08%	0.01	-6.67	-0.06
<i>Fumaria flabellata</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.01	0.27%	0.002	-9.00	-0.01
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.01	0.27%	0.002	-9.00	-0.01

La station présente une diversité modérée. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') est de 1.59, indiquant une richesse d'espèces correcte. La diversité maximale (Hmax) est de 2.40, ce qui signifie que la diversité pourrait être encore plus élevée si les espèces étaient réparties de manière uniforme.

L'indice d'équitabilité (E) est de 0.66. Bien que supérieur à 0.5, ce qui suggère une distribution plus équilibrée que dans les stations précédentes, il n'est pas encore significativement élevé.

IV.1.1.3.1. Taux de recouvrement de *Cardiospermum grandiflorum*

Dans cette station, deux quadrats de 1 m² ont été réalisés dans chacune des quatre parcelles afin de déterminer le taux de recouvrement de l'espèce *Cardiospermum grandiflorum*. Les résultats montrent que le taux de recouvrement de cette espèce varie de manière significative entre les parcelles, les taux varient de 28% dans la première parcelle et il atteint 86 % dans la troisième parcelle.

On observe également une forte hétérogénéité au sein de chaque parcelle, avec des taux de recouvrement allant de 67% à 86% dans la troisième parcelle, et de 28% à 41% dans la première parcelle.

Ces résultats indiquent que *Cardiospermum grandiflorum* est une espèce très présente dans cette station, avec des taux de recouvrement élevés, mais dont la répartition est très variable selon les parcelles, vraisemblablement en raison que l'espèce est rampante et grimpe aussi.

Tableau IX : Taux de recouvrement de *Cardiospermum grandiflorum*

Parcelles	première parcelle		Deuxième parcelle		Troisième parcelle		Quatrième parcelle	
% de recouvrement	28%	41%	49%	41%	67%	86%	48%	51%

IV.1.1.4. La station de Tamelaht

Tableau X illustre les résultats de la station de tamelaht, on constate que les deux espèces les plus dominantes dans cette station sont : *Ailanthus altissima*, qui représente 42,36% des individus recensés et a l'indice de fréquence (IF) le plus élevé (V) et c'est l'espèce la plus abondante, et *Acanthus mollis*, qui représente 26,38% des individus et a également un IF de V. C'est la deuxième espèce la plus abondante.

Tableau X : Les résultats statistiques obtenues pour la station Tamelaht

les espèces	total	F	IF	D	Abr	Pi	log2Pi	Pi*log2Pi
<i>Ailanthus altissima</i>	122	100%	V (espèce très fréquente)	3.05	42.36%	0.42	-1.25	-0.52
<i>Acanthus mollis</i>	76	100%	V (espèce très fréquente)	1.9	26.38%	0.26	-1.95	-0.51
<i>Urtica membranacea</i>	30	25%	II (espèce accessoire)	0.75	10.41%	0.10	-3.33	-0.33
<i>Mercurialis annua</i>	20	75%	IV (espèce fréquente)	0.5	6.94%	0.06	-4.07	- 0.24
<i>Lavatera olbia</i>	4	25%	II (espèce accessoire)	0.1	1.38%	0.01	-6.67	- 0.06
<i>Scrophularia laevigata</i>	21	75%	IV (espèce fréquente)	0.52	7.29%	0.07	-3.85	- 0.26
<i>Olea europea</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.34%	0.003	-8.14	- 0.02
<i>Rhamnus alaternus</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.34%	0.003	-8.14	- 0.02
<i>Smilax aspera</i>	9	75%	IV (espèce fréquente)	0.225	3.125%	0.03	-5.08	- 0.15
<i>Ruscus hypophyllum</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.34%	0.003	-8.41	- 0.02
<i>Euphorbia dendroides</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.34%	0.003	-8.41	- 0.02
<i>Arisarum vulgare</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.34%	0.003	-8.41	- 0.02
<i>Rubia peregrina</i>	1	25%	II (espèce accessoire)	0.025	0.34%	0.003	-8.41	-0.02

La station de Tamelaht présente une diversité végétale modérée, avec un indice de diversité de Shannon-Weaver (H') de 2,19. Bien que cette valeur indique une richesse d'espèces correcte, elle n'atteint pas la diversité maximale possible (Hmax = 3,91) pour cette station. L'indice d'équitabilité (E) calculé pour cette station est de 0,56. Cette valeur, comprise entre 0 et 1, montre que la répartition des individus entre les différentes espèces n'est pas équitable. Bien que la diversité soit significative, il existe un déséquilibre dans la distribution des espèces, avec nettement dominance de l'*Ailanthus altissima*.

IV.2. Discussion

IV.2.1 Dominance de *Ailanthus altissima* dans les stations de Gouraya et Tamelaht

Les résultats de l'étude mettent en évidence une dominance significative de *Ailanthus altissima*, une espèce exotique envahissante, dans les stations de Cap Carbon et Tamelaht. Cette espèce domine largement le paysage végétal, éclipsant les autres espèces, souvent en stade juvénile comme *Urtica membranacea* et *Mercurialis annua*. Cette dominance s'explique par plusieurs facteurs liés à la biologie agressive de l'ailante.

Ailanthus altissima possède un système racinaire profond et étendu, lui conférant un avantage compétitif majeur. Sa racine pivotante lui procure un accès rapide à l'eau, tandis que ses racines latérales s'étendent sur de vastes distances (jusqu'à 45 mètres selon **Kowariket al., (2007)**), assurant un ancrage solide et une expansion rapide. De plus, les jeunes plants d'ailante présentent une résistance accrue à la sécheresse grâce à des mécanismes physiologiques efficaces (**Trifilo et al., 2004**).

Ailanthus altissima est une espèce peu exigeante capable de s'adapter facilement à diverses conditions environnementales, ce qui lui permet de concurrencer efficacement les espèces végétales indigènes. L'ailante produit des composés allélopathiques, notamment l'ailanthone, qui inhibent la croissance des autres espèces autour d'elle (**Heisey, 1996 ; Lawrence et al., 1991**). Cette stratégie lui confère un avantage compétitif supplémentaire.

Ailanthus altissima a une reproduction très efficace, pouvant produire une énorme quantité de graines dès l'âge de 3-5 ans. Ses fruits ailés sont facilement dispersés par le vent, favorisant sa propagation (**Miller, 1990**). Cette capacité de croissance exceptionnelle lui confère un avantage compétitif important.

La dominance de *Ailanthus altissima* dans les stations étudiées soulève des inquiétudes quant à son impact sur la biodiversité locale. Cette espèce exotique envahissante peut supplanter les espèces végétales indigènes et contribuer à leur déclin, menaçant ainsi l'équilibre écologique des écosystèmes.

IV.2.2. Dominance de *Opuntia stricta* dans les stations du Cap carbon

La station du Cap Carbon, caractérisée par un terrain rocailleux, est dominée par *Opuntia stricta*, un cactus robuste. Cette dominance est attribuable à la remarquable capacité de *Opuntia stricta* à prospérer dans des conditions difficiles, telles que des sols pauvres et secs. Ses tiges épaisses et gorgées d'eau lui confèrent une résistance remarquable aux fortes chaleurs et à la sécheresse. De plus, sa propagation par bouturage, où chaque fragment de la plante mère peut donner naissance à un nouvel individu, contribue à sa multiplication rapide. Les oiseaux, en dispersant ses graines, favorisent également son expansion dans de nouvelles zones (Anonyme 1,2022).

La combinaison de ces caractéristiques, ainsi que sa plasticité écologique, confèrent à *Opuntia stricta* un fort pouvoir d'envahissement, lui permettant de dominer largement la végétation du Cap Carbon. Cette situation pose des défis de taille en termes de gestion et de préservation de la biodiversité locale.

IV.2.3. Dominance de *Cardiospermum grandiflorum* dans les stations des Oliviers

Les observations montrent que l'espèce *Cardiospermum grandiflorum* domine nettement la végétation de cette troisième station des Oliviers. Véla (2013) a signalé également la présence de cette espèce dans la région de Cap Bouak à Bejaïa. Cette plante grimpante forme de grandes touffes qui recouvrent progressivement les arbres présents.

On a remarqué que *Cardiospermum grandiflorum* commence par ramper au sol jusqu'à trouver un support, puis grimpe jusqu'à recouvrir entièrement l'arbre et que ses arbres qui ont servi de support meurt et tombe (avec le temps). Ce processus s'explique par la compétition pour la lumière. Une fois l'arbre recouvert, il ne peut plus effectuer la photosynthèse, processus vital. La taille importante des touffes, allant de 90 cm à 2,03 m de long formant une sorte de tapis dense qui peut recouvrir des arbres atteignant 20m de haut (Carroll et al,2005), témoigne de la vigueur de cette espèce. La disparition de ses arbres libéra de l'espace ce qui va permettre à *Cardiospermum grandiflorum* de poursuivre sa progression et de conquérir plus d'espace.

Cette espèce figure sur la liste des plantes exotiques envahissantes de l'OEPP depuis 2013 et est inclus dans la base de données mondiale sur les espèces envahissantes, en

Australie par exemple, elle est classée 13ème sur 66 en termes d'impacts environnementaux (Batianoff et Butler,2003).

Une autre remarque effectuée sur le terrain est que *Cardiospermum grandiflorum* ne rampe pas sur *Acanthus mollis* malgré sa forte présence dans la station. Cette observation indique que cette espèce a une préférence pour les arbres comme support de croissance., plutôt que de ramper sur d'autres plantes herbacées comme *Acanthus mollis*.

Les observations faites sur le terrain ont montré que *Cardiospermum grandiflorum* colonise préférentiellement les zones nord-ouest à sud-ouest de la station, avec de nombreux jeunes plants, tandis qu'elle est absente à l'est. Les autres espèces végétales présentes sont majoritairement de petite taille, en phase de croissance. La présence accrue de *Cardiospermum grandiflorum* dans les zones nord-ouest à sud-ouest de la station peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Une exposition au soleil car les zones nord-ouest à sud-ouest pourraient recevoir davantage de soleil, ce qui pourrait favoriser la germination et la croissance de *Cardiospermum grandiflorum*. Cette plante peut préférer des conditions ensoleillées pour sa croissance optimale.

De plus, Il est également possible que les zones nord-ouest et sud-ouest présentent des niveaux d'humidité et de précipitations plus propices à l'établissement et au développement de *Cardiospermum grandiflorum*, par rapport à la partie est de la station. *Cardiospermum grandiflorum* est reconnue comme une plante invasive très dynamique, qui préfère les habitats ouverts (CABI, 2016), les sols drainés et les endroits humides car cette espèce favorise les climats subtropicaux, dans des habitats tels que les lisières de forêts et les zones urbaines ouvertes perturbées (Carroll 2005, Gildenhuis *et al.*,2013). La station de prélèvement se situe dans un petit ravin près d'une aire de jeu, ce qui correspond à l'habitat de prédilection de *Cardiospermum grandiflorum*. De plus, la quantité de précipitations annuelles enregistrée sur le site, soit 752,8 mm, semble convenir aux besoins en eau de cette espèce.

Enfin, Il est également possible que la compétition pour les ressources soit plus intense à l'est, limitant la croissance de *Cardiospermum grandiflorum* dans cette zone. Pour déterminer la cause principale de cette répartition, des études plus approfondies sur les conditions microclimatiques, la dispersion des graines et la compétition entre les plantes seraient nécessaires.

Ses fruits en forme de ballon léger, contenant des graines, facilitent grandement sa dissémination par le vent, permettant une colonisation rapide de nouveaux espaces. Bien que

cette espèce possède des propriétés médicinales, elle est considérée comme envahissante et interdite dans certains pays en raison de son fort potentiel d'invasion, qui menace les écosystèmes naturels (Anonyme 2, 2019).

Les résultats montrent que les espèces végétales étudiées ont un impact préoccupant sur la végétation du parc vue leurs dominances remarquables dans les stations d'étude.

IV.3. Plan de gestion pour contrôler les espèces invasives au PNG

Notre étude a révélé une menace d'invasion par trois espèces végétales : *Ailanthus altissima*, *Opuntia stricta* et *Cardiospermum grandiflorum*. Pour contrer cette situation, nous proposons un plan de gestion adapté à chaque espèce :

IV.3.1. *Ailanthus altissima*

IV.3.1.1. L'arrachage manuel

L'arrachage manuel est une méthode utilisée aux États-Unis pour lutter contre *Ailanthus altissima*. Elle nécessite une importante main-d'œuvre pour extraire les jeunes plantules manuellement. Cette technique est plus efficace sur un sol humide, ce qui permet d'extraire l'appareil racinaire. Cependant, elle devient rapidement inefficace car les semis développent rapidement un système racinaire étendu.

IV.3.1.2. L'arrachage mécanique

Le fauchage et les coupes répétées constituent des méthodes de gestion efficaces pour contrôler les espèces invasives :

- **Pour les jeunes plants :** Le fauchage régulier permet de limiter leur développement et de freiner leur colonisation.
- **Pour les plants adultes :** Des coupes répétées, idéalement réalisées pendant la floraison, peuvent affaiblir les plants en empêchant la production de fruits et en épuisant leurs réserves. Il est recommandé de couper les plants 1 à 2 fois par an pendant plusieurs années.
- **Effets des coupes :** La coupe provoque une repousse vigoureuse et renforce les racines, mais elle empêche la formation de graines, ce qui réduit la dispersion de l'espèce.

- **Limites des coupes** : Les coupes seules ne suffisent pas toujours à éradiquer les plants. Un épandage de produits chimiques peut être nécessaire pour compléter l'action mécanique et assurer une efficacité maximale.

IV.3.1.3. Contrôle chimique de *Ailanthus altissima*

A-Méthodes de pulvérisation

- **Pulvérisation foliaire** : L'application de produits à base de glyphosate sur le feuillage s'est avérée efficace. Cette méthode doit être complétée par une application au niveau de l'écorce (troncs et branches) dans les 3 à 4 semaines qui suivent.
- **Traitement des souches** : L'application de Garlon sur les souches immédiatement après l'abattage de l'arbre permet d'éviter les rejets de souches.

B-Précautions à prendre avant toute intervention

- **Surveillance** : Assurer une surveillance régulière des stations gérées pour prévenir les repousses.
- **Arrachage correct** : Vérifier que l'arrachage est complet pour éviter les rejets.
- **Éviter le feu** : La gestion par le feu favorise la germination des graines et doit être évitée.

IV.3.2. *Opuntia stricta*

IV.3.2.1. Destruction manuelle

La destruction manuelle de *Opuntia stricta* a été testée avec succès à La Réunion en avril 2022. Cette méthode se révèle efficace lorsqu'elle est utilisée pour détecter précocement l'espèce. Elle implique de sécher les plants d'*Opuntia* sur une dalle de béton recouverte d'une bâche après les avoir arrachés, afin d'éviter toute dissémination.

IV.3.2.2. Lutte biologique

La lutte biologique s'avère particulièrement efficace contre *Opuntia stricta*. L'idée consiste à introduire un insecte appelé la Pyrale du cactus (*Cactoblastis cactorum*), qui est un parasite spécifique de la famille des *Opuntia*. Cette méthode a été utilisée avec succès en

Australie au début du XXe siècle, où l'*Opuntia stricta* avait envahi 24 millions d'hectares. Grâce à cette méthode, l'invasion a été contrôlée en quelques années.

IV.3.3. *Cardiospermum grandiflorum*

IV.3.3.1. L'arrachage manuel

Cette méthode peut s'avérer efficace pour contrôler la propagation du *Cardiospermum grandiflorum* qui peut se faire par :

❖ **Détaché et arrachage progressif**

Détachez délicatement la plante de son support pour éviter de l'endommager, puis arrachez-la lentement en veillant à ne pas abimer l'écorce de l'arbre support.

❖ **Destruction des tiges**

Coupez les plantes et détruisez les tiges coupées. En effet, de nouvelles plantes peuvent facilement se développer à partir de ces tiges.

❖ **Arrachage du système racinaire**

Tirez la base de la plante hors du sol, idéalement au printemps lorsque le sol est humide. Cela facilitera l'arrachage du système racinaire.

IV.3.3.2. Répétition régulière

Procédez à cette méthode régulièrement pendant quelques années pour assurer un contrôle durable de la colonisation du *Cardiospermum grandiflorum*.

IV.4. Carte de localisation

D’après la carte de localisation (Figure 11) les trois espèces invasives au PNG colonisent le Nord Est du Parc.

L’*Ailanthus altissima* colonise deux stations différentes, à savoir la station Gouraya qui se situe à une altitude de 471m avec une précipitation annuelle de 941mm et la station Tamelahtqui se caractérise avec une précipitation annuelle moins importante avec 752mm et se situe sur une altitude de 62m.



Figure 24: Image satellite de localisation des espèces invasives au PNG

Conclusion

Le parc National de Gouraya abrite une riche diversité végétale. Cependant, le parc fait face à des menaces, notamment la propagation de certaines espèces végétales exotiques potentiellement envahissantes qui ont un impact préoccupant sur la végétation du parc

Cette étude a permis d'identifier les espèces végétales potentiellement invasives d'évaluer leurs impacts sur la végétation du parc. Un échantillonnage aléatoire a été réalisé à l'aide de parcelles de 10 m² et 25 m² selon les stations, afin de recenser toutes les espèces végétales présentes dans quatre stations sélectionnées en fonction de la présence d'espèces connues pour leur potentiel d'invasion : Gouraya, Cap Carbon, Les Oliviers et Tamehlaht.

L'analyse des indices de diversité et d'équitabilité dans les quatre stations étudiées met en évidence des dynamiques contrastées de la végétation. La station de Gouraya et Tamehlaht sont dominées par l'espèce exotique envahissante *Ailanthus altissima*, qui forme des peuplements denses au détriment de la diversité végétale native. Les indices de Shannon et d'équitabilité y sont les plus faibles, traduisant une biodiversité appauvrie et déséquilibrée. La deuxième station est quant à elle largement dominée par *Opuntia stricta*, un cactus invasif qui colonise efficacement les milieux ouverts et rocheux grâce à sa résistance à la sécheresse et sa multiplication végétative. Là encore, la diversité est réduite. En revanche, la troisième station présente une répartition plus équitable des espèces, avec une dominance moins marquée d'une espèce en particulier. Le *Cardiospermum grandiflorum*, une liane grimpante envahissante, y est cependant bien présent.

Cette étude a permis de mettre en évidence l'impact préoccupant de certaines espèces végétales exotiques envahissantes sur la végétation du Parc National de Gouraya. Les résultats soulignent l'importance d'une surveillance continue des populations d'espèces exotiques envahissantes (EEE) et de l'élaboration de programmes de contrôle et de prévention pour limiter leur propagation qui menace les écosystèmes naturels en modifiant la composition floristique et en appauvrissant la diversité.

Recommandations

- Il est crucial de lancer des études afin de comprendre les facteurs favorisant l'invasion de ces espèces, comme les conditions environnementales, les activités humaines et les modes de dissémination, pour mettre en place des stratégies de gestion efficaces et durables.

Conclusion

- Mettre en place des actions ciblées, combinant différentes méthodes de lutte mécanique, chimique et biologique, de manière coordonnée et sur le long terme.
- Assurer une surveillance continue des stations, en particulier celles déjà impactées, afin de détecter précocement toute nouvelle invasion.
- Sensibiliser les acteurs locaux pour limiter la propagation de ces espèces exotiques envahissantes.

Références bibliographique

A

- **Ainouche M.L., Baumel A., Salmon A. & Yannic G. (2004).** Hybridization, polyploidy and speciation in *Spartina* (Poaceae) *New Phytologist* 161 : 165-172.
- **Anonyme 1, (2022).** Guide de lutte contre les espèces exotiques envahissantes en région méditerranéenne. Publication de l'Agence Régionale pour l'Environnement (ARPE), Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, France.
- **Anonyme 2, (2019).** Fiche d'information sur les espèces végétales envahissantes. Document interne, Direction Générale des Forêts, Algérie.
- **Arianoutsou M., Bazos I., Delipetrou P. & Kokkoris Y. (2010).** The alien flora of Greece: taxonomy, life traits and habitat preferences. *Biol. Invasions*, 12, 3525-3549.
- **AVH, (2014).** Australia's Virtual Herbarium. Canberra, ACT, Australia : Council of Heads of Australasian Herbaria.

B

- **Bagnouls F. & Gaussen H. (1957).** Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.* 355,193-220.
- **Baker H.G. (1974).** The evolution of weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 7 : 1-24.
- **Barbault R. & Atramentowicz M. (2010).** Les invasions biologiques, une question de natures et sociétés. Éditions Quæ, 192 p.
- **Barbault R. (1981).** « Écologie des populations et des peuplements : des théories aux faits ». Masson, Paris.
- **Batianoff G. N. & Butler D. W. (2003).** Impact assessment and analysis of sixty-six exotic weeds in south-east Queensland. *Plant Protection Quarterly*, 18(1), 11-17.
- **Benson L, (1982).** The Cacti of the United States and Canada. Stanford, California, USA : Stanford University Press, 1-1044.
- **Blackburn T.M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J.T., Duncan R.P., Jarošík V., Wilson J.R.U. & Richardson D.M., (2011).** A proposed unified framework for biological invasions. *Trends Ecol. Evol.*, 26 (7) : 333-339, doi : 10.1016/j.tree.2011.03.023.
- **Blondel J. (1975).** L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique. I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *La Terre et la Vie*, 29(4), 533-589.
- **Blondel J. (1979).** « Biogéographie et écologie ». Masson, Paris.

Références bibliographique

- **Boumecheikh A. (2011).** Interactions entre le sol et la végétation dans le Parc National de Gouraya. *Revue Algérienne des Régions Arides*, 12(2), 45-62.
- **Boussaid M., Belhassen E., Marrakchi M. & Vela E. (2001).** Diversité floristique.
- **Boy G., Witt A. (2013).** Invasive alien plants and their management in Africa. *Perspectives on Nature Conservation-Patterns, Pressures and Prospects*, 33-47.
- **Branquart É. (2012).** Arbres et arbustes exotiques : une nouvelle vague d'envahisseurs ? *For. Wallonne*, 120, 42-58.
- **Brunel S. & Tison J.M. (2005).** A method of selection and hierarchization of the invasive and potentially invasive plants in continental Mediterranean France. In : Brunel S., ed. *Proceedings of the International workshop : invasive plants in Mediterranean type regions of the world, 25-27 May 2005, Mèze, France*. Strasbourg, France : Council of Europe Publishing, 27-36.

C

- **CABI, (2016).** *Cardiospermum grandiflorum* (balloon vine). In: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International.
- **CABI, (2017).** *Invasive Species Compendium*. www.isc.org [accessed on 25 July 2017].
- **Capdevilla A.L., Iglesias G.A., Orueta J.F. & Zilleti B. (2006).** *Especies exóticas invasoras : diagnóstico y bases para la prevención y el manejo*. Madrid : Naturaleza y Parques Nacionales, série Técnica.
- **Carlton J. T. (2001).** Introduced species in US coastal waters: environmental impacts and management priorities. Pew Oceans Commission.
- **Carroll S.P., Mathieson M. & Loye J.E. (2005).** Invasion history and ecology of the environmental weed balloon vine, *Cardiospermum grandiflorum* Swartz, in Australia. *Plant Protection Quarterly*, 20(4) :140-144.
- **Catford J.A., Jansson R. & Nilsson C. (2009).** Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Divers. Distrib.*, 15 (1) : e0046122-40, doi: 10.1111/j.1472-4642.2008.00521.x.
- **Celesti-Grapow L., Pretto F., Brundu G., Carli E. & Blas C.(2009a).** A thematic contribution to the National Biodiversity Strategy. Plant invasion in Italy, an overview. Ministry for the Environment Land and Sea Protection, Nature Protection Directorate, Roma:1-32

Références bibliographique

- **Celesti-Grapow et al., (2009b)**. Inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosyst.*, 143, 386-430.
- **CENEAP. (2013)**. Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le Développement Alger, Algérie.
- **Collin P. & Dumas Y., (2009)**. Que savons-nous de l'ailante (*Ailanthus altissima* (Miller) Swingle)). *Revue Forestière Française*, 61 (2) : 117-130.

D

- **DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe). (2017)**. Handbook of alien species in Europe. Springer Science & Business Media.
- **Dehnen-Schmutz K., Touza A., Perrings C. & Williamson M. (2007)**. The horticultural trade and ornamental plant invasions in Britain. *Conserv. Biol.*, 21, 224-231.
- **Duplan L. (1952)**. la région de bougie. 19ème congrès géol. Intern. Mong. Reg., 1ère série, 17, Alger, 45p.
- **Duplan L. & Grevelle M. (1960)**. Notice explicative de la carte géologique au 1/50.000ème Bougie. Pub. Serv. Carte géol. de l'Algérie, Alger, 14p.

E

- **Ehrenfeld JG. (2003)**. Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems* 6 :503-523.

F

- **Floc'h E., Le Houerou H.N. & Mathez J. (1990)**. History and patterns of plant invasion in Northern Africa. In : Di Castri F., Hansen A.J. & Debussche M., eds. *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Dordrecht, The Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 105-133.

G

- **Gauvrit C., Cornier B. & Chauvet M. (2003)**. Le Vernis du Japon : *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, Simaroubaceae ou bien *Toxicodendron vernicifluum* (Stocks) F.A. Barkley, Anacardiaceae ? Synthèses des forums Tela Botanica.
- **Genovesi M.-P. & Shine C. (2011)**. Stratégie européenne relative aux espèces exotiques envahissantes.
- **Genovesi P., & Shine C. (2004)**. Stratégie européenne relative aux espèces exotiques envahissantes (Vol. 137). Council of Europe.

Références bibliographique

- **Gildenhuis E, Ellis A.G., Carroll S.P. & Roux J.J. (2013).** The ecology, biogeography, history and future of two globally important weeds : "Cardiospermum halicacabum" Linn. And "C. grandiflorum" sw. NeoBiota, No.19 :45-65.
- **Gildenhuis E., Ellis A.G., Carroll S.P. & Roux J.J. (2015).** Combining natal range distributions and phylogeny to resolve biogeographic uncertainties in balloon vines (Cardiospermum, Sapindaceae). Diversity and Distributions, 21(2) :163-174.
- **Golani D., L. Orsi-Relini E. Massutí & Qui-gnard J. (2002).** CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 1. Fishes. F. Briand, ed.CIESM Publishers, Monaco. 256 pp.
- **Goudard A. (2007).** Fonctionnement des écosystèmes et invasions biologiques. Importance de la biodiversité et des interactions interspécifiques, thèse 216p.

H

- **Heisey R.M. (1996).** Identification of an allelopathic compound from *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae) and characterization of its herbicidal activity. Am. J. Bot., 83(2) : 192-200.
- **Hu S Y. (1979).** *Ailanthus*. Arnoldia, 39(2) : 29-50.
- **Hulme P.E. (2009).** Trade, transport and trouble : managing invasive species pathways in an era of globalization. Journal of Applied Ecology, 46 : 10-18.

I

- **Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), (2003-2024).** MNHN & OFB

K

- **Kirchner F.& Soubeyran Y. (2007).** Espèces exotiques envahissantes : vers un état des Lieux global et un réseau d'action coordonné à l'échelle de tout l'outre-mer. 13eme Forum Des Gestionnaires Espèces Exotiques Envahissantes : Une Menace Majeure Pour La Biodiversité Mnhn – Paris -. p. 5.
- **Kolar C.S. & Lodge D. M. (2001).** Progress in invasion biology : predicting invaders. Trends in Ecology & Evolution, 16(4) : 199-204.
- **Kowarik I. & Saumel I. (2007).** Biological flora of Central Europe : *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics ;8 :207-237.
- **Kowarik I. (1995).** Clonal growth in *Ailanthus altissima* on a natural site in West Virginia. Journal of Vegetation Science, 6 : 853-856.

L

Références bibliographique

- **Lawrence J.G., Colwell A. & Sexton O.J. (1991).** The Ecological Impact of Allelopathy in *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae). *American Journal of Botany*, Vol. 78, No. 7 : 948-958.
- **Lemay M. (2019).** Garde-Parc/technicien en milieu naturel. Courriel 10 février Parc national d'Oka.
- **Levine JM., Vilà M., D'Antonio C.M., Dukes JS, Grigulis K. & Lavelle S. (2003).** Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270 : 775-781.
- **Lowe S., Browne M., Boudjelas S. & De Poorter, M. (2000).** 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database (Vol. 12, No. 1). Auckland: Invasive Species Specialist Group.

M

- **McKinney ML. & Lockwood JL. (1999).** Biotic homogenization : a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution* 14 : 450-453.
- **Meddour R. & El Mokni R. (2016).** État de l'art sur les plantes envahissantes ou à caractère invasif introduites.
- **Meloche C. & Murphy S. D. (2006).** Managing tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*) in parks and protected areas. *Journal of Environmental Management*, 77(4), 304-312.
- **Miller J.H. (1990).** *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. In : Burns, Russell M. ; Honkala, Barbara H., tech. coords. *Silvics of North America : Vol. 2. Hardwoods. Agriculture Handbook 654.* Washington, DC : U.S. Department of Agriculture, Forest Service : 101-104.
- **Mouillefert P. (1892).** *Traité des Arbres et Arbrisseaux*, Paris : Paul Klincksieck.

O

- **OTA (Office of Technology and Assessment, U.S. Congress), (1993).** Harmful non-indigenous species in the United States, OTA-F-565. Washington, DC : U.S. Government Printing Office.

P

- **P.N.G., (1999).** Plan de gestion et de développement du parc national de Gouraya. Ed parc national de Gouraya, Bejaia, 203P.
- **Parc National d'Oka. (2018).** Résultat PSIE : indicateur EEE 2014-2018 [Document interne, fichier Excel].

Références bibliographique

- **Parc National de Gouraya (PNG). (2004).** Plan de gestion du Parc National de Gouraya. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Algérie.
- **Parc National de Gouraya, (2022-2026).** Plan de gestion N°5.
- **Parker I.M., Simberloff D., Lonsdale W.M., Goodell K., Wonham M., Kareiva P.M., Williamson M.H., Von Holle B., Moyle P.B, Byers J.E. & Goldwasser L. (1999).** Impact : Toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1(1) :3-19.
- **Parlement européen et Conseil de l'Europe. (2013).** Proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes /* COM/2013/0620 final - 2013/0307 (COD).
- **Pascal M., Lorvelec O. & Vigne J.D. (2006).** Invasions Biologiques et Extinctions : 11 000 ans d'histoire des Vertébrés en France. Coédition Belin - Quæ, Paris : 350 p.
- **Pascal M., Vigne J.D. & Tresset A. (2009).** L'homme, maître d'oeuvre des invasions biologiques. In : La conquête des espèces. Dossier Pour la science, 65 : 8-13.
- **Perrier X. (2001).** La Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) : une plante envahissante, toxique et allergisante. *Revue Forestière Française*, 53(6), 565-572.
- **Pimentel D., Lach L., Zuniga R. & Morrison D. (2000a).** Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. *BioScience* 50 : 53-65.
- **Pimentel D., McNair S., Janecka J., Wightman J., Simmonds C., O'Connell C., Wong E., Russel L., Zern J., Aquino T. & Tsomondo T. (2000b).** Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84 : 1-20.
- **Pimentel D. (2002).** Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species. CRC press.
- **Podda L. et al. (2011).** Comparison of the invasive alien flora in continental islands: Sardinia (Italy) and Balearic islands (Spain). *BMC Biol.*, 22, 31-45.
- **Ponel P. (1983).** Contribution à l'étude des coléoptères carabiques et staphylinides de Camargue. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille III, 359 p.
- **Pyšek P., Hulme P. E. & Nentwig W. (2009).** Glossary of the main technical terms used in the handbook. *DAISIE Handbook of alien species in Europe*. Springer Science : 375-378.

Références bibliographique

- **Pyšek P., Jarošík V., Hulme P.E., Pergl J., Hejda M., Schaffner U., & Vilà M. (2012).** A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology*, 18(5), 1725-1737.

Q

- **Queensland Government, (2018).** Weeds of Australia, Biosecurity Queensland Edition. In : Weeds of Australia, Biosecurity Queensland Edition. Australia: Queensland Government.

R

- **Ramade F. (1984).** Éléments d'écologie : écologie fondamentale. McGraw-Hill, Paris, 397 p.
- **Rameau J.C., Mansion D., Dumé G. & Gauberville C. (1989).** Flore forestière française. Volume 3. Région méditerranéenne. I. D. F., 2426 p.
- **Rebbas K. (2014).** Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas de Gouraya et des sites d'intérêt biologique et écologique de la région de Bejaia. Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- **Reichard S.H. & White P. (2001).** Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States. *Bioscience*, 51(2), 103-113.
- **Reichard S.H. & White P. (2001).** Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States. *Bioscience*, 51(2), 103-113.
- **Richardson D-M., Pysek P., Barbour M-G, Panetta F-D., Rejmanek M. & Wests C-J. (2000).** Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definition. *Diversity and Distributions* 6 : 93–107.

S

- **Sabourin A. & Vermette V. (2010).** Flore et regroupements végétaux au parc d'Oka.pdf. *Le Naturaliste canadien*, 134(2), 8-15.
- **Sakhraoui N., Metallaoui S., Chefrou A. & Hadeff A., (2019).** La flore exotique potentiellement envahissante d'Algérie : première description des espèces cultivées en pépinières et dans les jardins. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2019 23(2).
- **Santa S. & Quezel P. (1962).** — Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, 1962. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- **Sax DF & Gaines SD. (2003).** Species diversity : from global decreases to local increases. *Trends in Ecology and Evolution* 18 : 561-566.

Références bibliographique

- **Seltzer P. (1946).** Le climat de l'Algérie. IMPG Univ. D'Alger, Carbonel, Alger.
- **Shackleton R. T., Witt A. B., Adie H., Esler K. J., van Wilgen B. W., & Richardson D. M. (2017).** The social-ecological impacts of *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. In South Africa. *Bothalia-African Biodiversity & Conservation*, 47(2), 1-14.
- **Simberloff D & Rejmánek M (2011).** Livre « Biological invasions ».
- **Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq). (2014).** Résultats Programme de suivi de l'intégrité écologique : Parc national d'Oka.
- **Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq). (S.d.d).** Priorités et potentiels de recherche.
- **Stewart P. (1969).** Sylviculture. Inst. Nat. Agro, EL Harrach, 73p.

T

- **Terrin E., Diadema K. & Fort N. (2014).** Stratégies régionales relatives aux espèces végétales exotiques envahissantes en Provence-Alpes-Côte d'Azur et son plan d'action. Chambéry, France : Conservatoire Botanique National Alpin ; Porquerolles, France : Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles.
- **Trifilo P., Raimondo F., Nardini A., Lo Gullo M.A. & Salleo S. (2004).** Drought resistance of *Ailanthus altissima* : root hydraulics and water relations. *Tree physiology*, 24 : 107-114.

U

- **UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). (2021).** Rapport sur les espèces exotiques envahissantes dans les aires protégées d'Afrique du Nord.
- **UICN. (2012).** IUCN's Policy Brief on Invasive and Alien Species, Biodiversity, Human Health and Food Security. Policy recommendations for the Rio+20 process, drafted by IUCN SSC Invasive Species Specialist Group and Invasive Species Initiative.
- **UICN. (2000).** Lignes directrices de l'UICN pour la prévention de la perte de diversité biologique causée par les espèces exotiques envahissantes, proposées par l'ISSG et approuvées lors de la 51ème réunion du Conseil de Gland, Belgique, 25pp.
- **USDA-ARS. (2015).** Germplasm Resources Information Network (GRIN). Online Database. Beltsville, Maryland, USA : National Germplasm Resources Laboratory.

V

- **Vanderhoeven S. (2007).** Les invasions biologiques. P28.
- **Véla E., Rebbas K., Meddour R. & de Belair G., (2013).** Note sur quelques xénophytes nouveaux pour l'Algérie (et la Tunisie). In : Dobignard A. & Chatelain C.,

Références bibliographique

eds. Addenda –Notes. Index synonymique de la flore d’Afrique du Nord. Genève : Conservatoire et Jardin Botaniques, 372-376.

- **Véla E., (2013).** Notes sur les cactus du genre *Opuntia* s. l. en Algérie et en Tunisie. In : Dobignard A. & Chatelain C., éd. *Addenda – Notes. Index synonymique de la flore d’Afrique du Nord*. Genève : Conservatoire et Jardin Botaniques, 376-379.
- **Véla E. (2011).** Inventaire de la flore vasculaire du Parc National de Gouraya (Bejaia, Algérie) et analyse de la diversité floristique. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Vilà M., Rohr R. P., Espinar J. L., Hulme P.E., J. Pergl, Le Roux J. J., Schaffner U. & Pyšek P., (2015).** Explaining the variation in impacts of non-native plants on local-scale species richness : the role of phylogenetic relatedness. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 24, 139-146.
- **Vitousek P.M. & Walker L.R. (1989).** Biological invasion by *Myrica faya* in Hawai’i : Plant demography, nitrogen fixation, ecosystem effects. *Ecological Monographs* 59 : 247-265.

W

- **Wagner W.L., Herbst DR. & Sohmer S.H. (1999).** Manual of the flowering plants of Hawaii. Revised edition. Honolulu, Hawaii, USA : University of Hawaii Press/Bishop Museum Press, 1919 pp.
- **Weckerle C.S. & Rutishauser R. (2005).** Gynoecium, fruit and seed structure of Paullinieae (Sapindaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 147, 159–189.
- **Williamson M.H. & Fitter A. (1996).** The character of the successful invaders. *Biological Conservation* 78 (1996) 163-170.
- **Williamson M. (1996).** *Biological Invasions*. London : Chapman & Hall.

Y

- **Younsi C. & Harrouche N. (2021).** Etude bibliographique des invasions biologiques en Algérie.

Annexe

Annexe 01 : données climatique de la station météorologique de Bejaïa, tamelaht et les oliviers (1993-2023).

Mois Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. Ann.	Somme
P (mm)	111,4	88,3	74,5	65,1	42,8	16,7	5,8	9,4	60,9	63,4	104,7	109,8	-	752,8
M (°C)	16,7	16,8	18,9	20,7	23,3	26,8	29,9	30,6	28,3	25,8	21,05	18,09	23,07	-
m (°C)	7,3	7,6	9,2	11,2	14,3	17,9	20,9	21,6	19,3	16,2	11,8	8,9	13,8	-
(M+m) /2	12	12,2	14,05	15,9	18,8	22,3	25,4	26,1	23,8	21	16,4	13,4	18,4	-

Annexe 02 : Données climatique de la station de Cap Carbon (1993-2023).

Mois Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. Ann.	Somme
P(mm)	123,6	98,01	82,6	72,2	47,5	18,5	6,4	10,4	67,5	70,3	116,2	121,8	-	836,8
M(°C)	15,2	15,3	17,4	19,2	21,8	25,3	28,4	29,1	26,8	24,3	19,5	16,6	21,6	-
m(°C)	6,4	6,7	8,3	10,3	13,4	17,06	20,06	20,7	18,4	15,3	10,9	8,06	12,9	-
M+m/2	10,8	11	12,8	14,7	17,6	21,1	24,2	24,9	22,6	19,8	15,2	12,3	17,2	-

Annexe 03 :Données climatique de la station de Gouraya (1993-2023).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. Ann.	Somme
P(mm)	139,2	110,3	93,1	81,3	53,5	20,8	7,2	11,7	76,1	79,2	130,8	137,2	-	941,2
M(°C)	13,4	13,5	15,6	17,4	20,01	23,5	26,6	27,3	25,01	22,5	17,7	14,8	19,8	-
m(°C)	5,4	5,7	7,3	9,3	12,4	16,02	19,02	19,7	17,4	14,3	9,9	7,02	11,9	-
M+m/2	9,4	9,6	11,4	13,3	16,2	19,7	22,8	23,5	21,2	18,4	13,8	10,9	15,8	-

Annexe 04 : Valeurs du quotient pluviométrique d'emberger pour la stations d'étude.

Paramètres	P(mm)	M(k)	m(k)	m(°C)	Q3
Bejaïa, tamelaht et les oliviers	752,8	303,75	280,45	7,3	110,81
Cap Carbon	836,8	302,25	279,54	6,4	126,38
Gouraya	941,2	300,45	278,54	5,4	147,3

Résumé

Le Parc National de Gouraya (PNG), d'une superficie de 2080 hectares, abrite une riche biodiversité végétale. Cependant, cette biodiversité est menacée par l'invasion de trois espèces végétales exotiques envahissantes : *Ailanthus altissima*, *Cardiospermum grandiflorum* et *Opuntia stricta*. Cette étude visait à évaluer le potentiel invasif de ces trois espèces spécifiques présentes dans le PNG. Quatre stations d'étude ont été sélectionnées en fonction de la présence de ces espèces cibles : Gouraya, Tamelaht, Les Oliviers et Cap Carbon. Un échantillonnage aléatoire a été réalisé à l'aide de parcelles de 10 m² et 25 m² pour recenser toutes les espèces végétales présentes. Les résultats ont mis en évidence la dominance de chacune de ces espèces végétales exotiques envahissantes dans sa station respective. De plus, leur impact préoccupant sur la végétation du PNG a été démontré, avec une faible diversité observée dans les stations envahies. Face à ces constats alarmants, l'étude souligne l'importance d'une surveillance continue et de l'élaboration d'un plan de gestion efficace pour contrôler et éradiquer ces espèces invasives. Ces actions sont cruciales pour protéger la biodiversité du parc et restaurer les stations affectées.

Mot clés : PNG, espèces invasives, dominance, diversité, biodiversité.

Abstract

The Gouraya National Park (PNG), with an area of 2080 hectares, is home to a rich plant biodiversity. However, this biodiversity is threatened by the invasion of three invasive exotic plant species : *Ailanthus altissima*, *Cardiospermum grandiflorum* and *Opuntia stricta*. This study aimed to assess the invasive potential of these three specific species present in the PNG. Four study stations were selected based on the presence of these target species : Gouraya, Tamelaht, Les Oliviers and Cap Carbon. A random sampling was carried out using plots of 10 m² and 25 m² to identify all plant species present. The results highlighted the dominance of each of these invasive exotic plant species in its respective station. Furthermore, their worrying impact on PNG vegetation has been demonstrated, with low diversity observed in invaded resorts. Faced with these alarming findings, the study emphasizes the importance of continuous monitoring and the development of an effective management plan to control and eradicate these invasive species. These actions are crucial to protecting the park's biodiversity and restoring the affected resorts.

Keywords : PNG, invasive species, dominance, diversity, biodiversity.

ملخص

بعد المنتز هالوطني قور ايا، الذي تبلغ مساحته 2080 هكتارا، موطن للتنوع البيولوجي النباتي الغني . ومع ذلك، فإن هذا التنوع البيولوجي مهدد بغزو ثلاثة أنواع من النباتات الغازية: أيلانثوس ألتيسسيما، و كارديوسبيرموم غرانديفلوروم، وأوبونتيا سترىكتا . تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية مكانات الغازية لهذه الأنواع الثلاثة المحددة الموجودة في PNG. تم اختيار أربع محطات دراسية على أساس وجود هذه الأنواع المستهدفة : قور ايا، تملحت، وليها وليفييه، وكابكاربون . تم أخذ عينات عشوائية باستخدام مقطعاً من مساحتها 10 م² و 25 م² لتحديد جميع أنواع النباتات الموجودة . سلطنا النتائج الضوء على هيمنة كل من هذه الأنواع النباتية الغازية في المحطة الخاصة بها . بالإضافة إلى ذلك، فقد تم إثبات تأثيرها المثير للقلق على الغطاء النباتي، مع ملاحظة انخفاض التنوع في المحطات التي تم غزوها . وفي مواجهة هذه النتائج المثيرة للقلق، تسلط الدراسة الضوء على أهمية المراقبة المستمرة ووضع خطة لإدارة فعالة للسيطرة على هذه الأنواع الغازية والقضاء عليها . تعتبر هذه الإجراءات اتحاسمة لحماية التنوع البيولوجي للحدائق واستعادة المحطات المتضررة .

الكلمات المفتاحية: PNG، الأنواع الغازية، الهيمنة، التنوع، التنوع البيولوجي.