
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université d'Aïn-TémouchentBelhadj Bouchaib –UATBB-
Faculté des sciences et de la technologie
Département d'agroalimentaire



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : écologie et environnement

Spécialité : écologie végétale et environnement

Par :

M. ADJAOU D Saadi

THEME

**Restauration des écosystèmes forestiers après incendies
Etude comparative entre deux peuplements, les feuillus et les
résineux, au Nord-Ouest Algérien.**

Soutenu le : 18/06/2023

Devant le jury composé de :

Président : BELHACINI Fatima « MCA »

U.B.B.A.T

Examineur : BARDADI Abbelkader« MCB »

U.B.B.A.T

Encadrant : SOUIDI Zahira « Pr »

U.B.B.A.T

Année universitaire : 2022-2023

Dédicace

-Je dédie ce modeste travail-

À mes chers parents, ma femme et mes enfants (Lina, Sami, Anayel et Nelia) qui m'ont soutenu tout au long de ma carrière universitaire, les mots ne suffiront jamais pour les remercier.

À toute la famille ADJAOUD.

À mes Enseignants

À mes Amis(es).

Remerciements :

Nous remercions d'abord, Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la force et le courage pour accomplir ce travail.

*Toutes mes profondes gratitude et mes reconnaissances à mon Encadrant Madame **Souidi Zahira** qui m'a assuré un excellent encadrement, dont les conseils et les orientations m'ont permis d'enrichir et de finir le présent travail*

J'adresse également mes remerciements aux membres du jury de m'avoir fait l'honneur d'évaluer ce modeste travail.

Je remercie aussi tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire, particulièrement, Monsieur, Ait Kheddache Samir.

Liste des figures

Figure 1: Part et répartition de la superficie forestière mondiale par domaine climatique, 2020 (FAO, 2020)	3
Figure 2: Forêt des conifères de Boréale (La taïga) (Source : Futura Sciences, 2022).....	4
Figure 3: Forêts tempérées (Source : Sandra Roperro Partillo,13 janvier 2022. Projetecolo.com).	4
Figure 4: Forêts méditerranéenne (Source : Institut National pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement, France, 2020).....	5
Figure 5: Les mangroves (Source : Futura-sciences.com, 2022).	5
Figure 6: Les zones écologiques mondiales de la FAO dans la région méditerranéenne utilisées pour identifier la répartition des forêts méditerranéennes (FAO et JRC, 2012).	6
Figure 7 : Evolution de la couverture forestière totale, pays méditerranéens.....	7
Figure 8 : Densité du matériel sur pied, pays méditerranéens, 2015.	13
Figure 9: Nombre d'espèces menacées et les principales menaces pesant sur les espèces forestières menacées (Catégories CR, EN et VU de la Liste rouge de l'UICN) dans la région méditerranéenne.	18
Figure 10 : Arbre à feuilles caduques (Source : google.com, Gammvert, 2022).....	18
Figure 11 : Arbres de chêne à feuilles persistantes (Photo prise par.....	19
Figure 12 : Arbre, fruits et feuilles des conifères (résineux) (Photo prise par : Adjaoud, mars 2022, Boudjellil).....	20
Figure 13 : Propagation des feux de forêts (Montgolfier, 1986).....	23
Figure 14 : La définition de l'approche de restauration (Stantrurf et al., 2017).	30
Figure 15: Cadre de planification de la gestion et de restauration post-incendie dans les zones brûlées (Source : Guide de L'Opération Cadre Régional INCENDI (OCRINCENDI), projet Européen 2005-2008).	32
Figure 16: Échelles spatiales pour la gestion et la restauration post-incendie (Leduc, 2003).	37
Figure 17: Organigramme de la méthodologie de travail	44
Figure 18: Situation géographique de la forêt de Sassel (Ain Temouchent).	45
Figure 19 : Diagramme Omrothémique de la région d'étude	47
Figure 20: Classement des zones à risques d'incendies de forêt dans la wilaya d'Ain	48
Figure 21 : Etat de la végétation dans la zone de référence.	50
Figure 22 : Abri des animaux au sein de la zone de référence.....	50
Figure 23: Sol Couvert par les feuilles mortes	51
Figure 24 : Etat de la végétation dans la zone dégradée par les incendies.....	53
Figure 25 : Etat du sol dans la région dégradée par les incendies.....	54
Figure 26: Diversité Floristique au sein de la zone restaurée.	55

Figure 27: Etat du sol dans la zone restaurée.....	57
Figure 28: Panneaux de sensibilisation	59
Figure 29: Travaux d'élagage et d'entretiens	60
Figure 30: Piste Forestière.....	61
Figure 31: Plant du pin d'Alep flétri et la régénération naturelle dans le même endroit.....	62
Figure 32: Carte NDVI zone d'étude, année 2013.	64
Figure 33: Carte NDVI zone d'étude, année 2018	65
Figure 34: Carte NDVI zone d'étude, année 2022.	66
Figure 35: Les composantes principale NDVI (2013/2022)	67
Figure 36: Situation géographique de la forêt de Zarifet (Tlemcen).....	69
Figure 37: Etat de la végétation au sein de la zone de référence (photos prises par l'auteur mars 2023).....	72
Figure 38: Etat du sol au sein de la zone de référence.	72
Figure 39: Etat de la végétation au sein de la zone dégradée.....	74
Figure 40: Etat du sol au sein de la zone dégradée	75
Figure 41: Etat de la végétation au sein de la zone restaurée.....	76
Figure 42: Etat du sol au sein de la zone restaurée	77
Figure 43: Travaux sylvicoles au niveau de la zone restaurée.....	79
Figure 44: Travaux sylvicoles au niveau de la zone restaurée.....	80
Figure 45: Panneaux de sensibilisation et d'information.....	81
Figure 46: Carte NDVI zone d'étude, année 2013	83
Figure 47: Carte NDVI, année 2018	84
Figure 48: Carte NDVI zone d'étude, année 2022	85
Figure 49: Graphique NDVI (PC1 et PC2), zone d'étude (2013, 2022).....	86

Liste des tableaux

Tableau 1: Superficie forestière, pourcentage de superficie forestière (par rapport à la superficie terrestre ou à la superficie forestière totale),	08
Tableau 2 : Matériel sur pied dans les forêts et autres terres boisées, pays méditerranéens, 2015 (million de m ³)	11
Tableau 3: Variation annuelle du matériel sur pied total dans les forêts, pays méditerranéens, 1990-2015.....	15
Tableau 4 : Principaux produits forestiers des forêts méditerranéennes (FAO. 2021).....	21
Tableau 5 : Température et précipitations moyennes mensuelles de la région Sassel (2000/2020) (Source : Site internet Power Nasa, Juin2023).....	46
Tableau 6 : Les incendies de Forêt à Ain Temouchent (2012-2018) (Conservation des Forêt A.T, 2023)	48
Tableau 7: Tableau récapitulatif.....	62

Tableau 8 : Les Valeurs de l'indice de végétation de la zone d'étude	66
Tableau 9 : Les superficies incendiées dans la zone d'étude (2013-2018) (Zarifet).....	71
Tableau 10 : Les valeurs de l'indice de végétation zone d'étude (Zarifet).....	85
Tableau 11: Comparaison entre les résineux et les feuillus	87

Liste des acronymes

1. **A.T** : Ain Temouchent
2. **ATB** : Autres Terres Boisées
3. **BH** : Bosnie et Herzégovine
4. **CBD** : Convention sur la Diversité Biologique
5. **CR** : (En danger critique d'extinction) : espèces en danger de disparition imminente.
6. **EN** : (En danger) : espèces en danger d'extinction à court terme.
7. **FAO** : L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
8. **FLR** : Forest Landscape Restoration (Restauration des paysages forestiers).
9. **h** : Hectare
10. **IUCN**: International Union for Conservation of Nature
11. **JRC** : Centre commun de recherche (Joint Research Centre - JRC) de la Commission européenne.
12. **M.O** : Matière organique
13. **m³** : Mètre cube
14. **mm** : Millimètres
15. **NDVI** : Indice De Végétation Normalisé
16. **OCR** : Opération Cadre Régionale
17. **ONF** : Office National des Forêts
18. **PC1** : Première Composante Principale NDVI
19. **PC2** : Deuxième Composante Principale NDVI
20. **PIB** : Produit intérieur brut
21. **RSIS** : Système d'information sur la Convention de Ramsar sur les zones humides.
22. **SER** : Société de restauration Ecologique.
23. **SIG** : Système d'Information Géographique

24. **UE** : Union Européenne

25. **UNEP-WCMC** : United Nations Environnement Programmes World Conservation Monitoring Centre.

Résumé :

Cette étude porte sur la comparaison entre les différentes techniques de restauration des écosystèmes forestiers après un incendie, en comparant les peuplements de feuillus et de résineux. Les résultats ont démontré que les méthodes les plus efficaces sont la mise en défense et la régénération naturelle pour une régénération à long terme et durable. Pour les peuplements des feuillus, la régénération naturelle est préférable, tandis que pour les peuplements de résineux, il ya un changement de peuplement après incendie donc le reboisement est nécessaire pour rendre la structure initiale du peuplement, cependant le reboisement nécessite une expertise approfondie de chaque espèce. Il est également important de prendre des mesures pour protéger ces écosystèmes, en limitant les agressions environnementales telles que les feux et la surexploitation. En conclusion, cette recherche souligne l'importance de connaître les particularités évolutive et fonctionnelle de chaque espèce végétale pour choisir les méthodes de restauration les plus efficaces et durables.

Mots Clés : Restauration, écosystèmes forestiers, incendies, feuillus, résineux.

Abstract:

This study focuses on comparing various techniques for restoring forest ecosystems post-fire, with a focus on comparing broadleaf and coniferous tree populations. The study found that the most effective methods for long-term and sustainable regeneration include natural regeneration and protective measures. For broadleaf populations, natural regeneration is the better option, while for coniferous populations, reforestation is necessary to regain initial population structures, although it requires in-depth expertise for each species. It is also important to limit environmental aggressions like fires and overexploitation in order to protect these ecosystems. Ultimately, the study highlights the significance of understanding the evolutionary and functional aspects of each plant species to pick the best restoration methods that are both effective and sustainable.

Keywords: Restoration techniques, forest ecosystems, fires, deciduous, coniferous

ملخص

تتناول هذه الدراسة مقارنة بين تقنيات إعادة تأهيل الأنظمة الإيكولوجية الغابية بعد الحرائق، مقارنة بين أشجار الأوراق العريضة والصنوبرية. وأظهرت النتائج أن الأساليب الأكثر فعالية هي التجدد الطبيعي والدفاع الذاتي لإعادة التأهيل على المدى الطويل والمستدام. بالنسبة للتجديد الطبيعي، فإنه من الأفضل لأشجار الأوراق العريضة، في حين أن التجدد الطبيعي ضروري لأشجار الصنوبرية، ولكن من المهم أن يتم التنوع بين جميع الأنواع. من الضروري أيضًا اتخاذ إجراءات لحماية هذه الأنظمة الإيكولوجية عن طريق الحد من الاعتداءات البيئية مثل الحرائق والاستنزاف. وفي الخلاصة، تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية فهم الخصائص التطورية والوظيفية لكل نوع من النباتات لاختيار أفضل الأساليب الفعالة والمستدامة للترميم."

الكلمات الرئيسية: تقنيات الاستعادة، نظم الغابات، الحرائق، الأشجار المتساقطة الأوراق، الأشجار الصنوبرية

Sommaire

Introduction :	1
1 Les écosystèmes forestiers :	3
1.1 Les surfaces occupées dans le monde :	3
1.3 L'évolution de la couverture forestière dans la région Méditerranéenne :	7
2 Les ressources forestières en Méditerranée	8
2.1 La superficie forestière :	8
2.2 Le Matériel sur pied :	10
2.3 Menaces sur la biodiversité forestière	17
3 Les feuillus :	18
4 Les résineux :	19
5 Intérêt des écosystèmes forestiers :	20
5.1 Intérêts écologiques :	20
5.2 Intérêts économiques :	21
5.3 Intérêts sociaux :	22
6 Les incendies de forêts :	22
6.1 Historique :	22
6.2 Dégâts et dommages causés par les incendies :	23
6.3 Stratégies de lutte contre les incendies de forêts :	24
6.3.1 Historique :	24
6.3.2 Les techniques de lutte et de prévention des feux de forêt les plus répandues :	25
6.4 La restauration des écosystèmes :	26
6.4.1 Historique :	26
6.4.2 Définition de la restauration des écosystèmes :	28
6.4.3 Objectifs de la restauration des écosystèmes :	28
6.4.4 Les différents types de restauration des écosystèmes :	28
6.5 Les stratégies de la restauration des écosystèmes :	29
6.5.1 Stratégie de restauration post-incendie	29
6.5.2 Principales questions et quelques réponses :	31

6.6	Cadre de planification d'une restauration post-incendie	32
6.6.1	Prédire les zones vulnérables :	32
6.6.2	Évaluation des impacts du feu.....	34
6.6.3	Planification à long terme	35
6.6.4	Suivi et évaluation.....	35
7	Échelles spatiales de gestion et de restauration : du peuplement forestier à l'aménagement du territoire.....	36
7.1	Pratiques sylvicoles au niveau du peuplement	37
7.2	Planification de la gestion du site	39
1	Méthodologie :.....	43
a.	L'approche intra-région :	43
b.	L'approche inter-région :	43
2	Organigramme de la méthode de travail :.....	44
3	La forêt des résineux de Sassel (Ain Temouchent) (Région 1) :.....	44
3.1	Situation géographique :.....	44
3.2	La géologie :.....	45
3.3	Le climat :.....	46
3.4	Les incendies :.....	47
3.5	Domages causés par les incendies :.....	49
3.6	Etude des zones choisies au niveau de la forêt de résineux (Sassel).....	49
3.6.1	Première zone (Zone Initiale).....	49
3.6.2	Deuxième zone (Zone dégradée) :	51
3.6.3	Troisième zone (zone restaurée) :	54
3.7	Etude spatiotemporelle du peuplement des résineux de la forêt de Sassel (Ain Temouchent) :.....	63
4	La forêt des feuillus de Zarifet (Tlemcen) (Région 2) :.....	68
4.1	Situation géographique :.....	68
4.2	La géologie :.....	69
4.3	Le climat :.....	70
4.4	Les incendies :.....	70

4.5	Dommages causés par les incendies :.....	70
4.6	Etude des zones échantillonnées au niveau de la forêt de Zarifet (Tlemcen) :	71
4.6.1	Première zone (Zone Initiale) :.....	71
4.6.2	Deuxième zone (Zone dégradée) :	73
4.6.3	Troisième zone (zone restaurée) :	75
4.7	Etudes spatiotemporelle du peuplement des feuillus de la forêt de Zarifet (Tlemcen) : 82	
5	Résultats obtenus :	87
6	Interprétations de résultats et discussion :	89
	Conclusion.....	90
	Bibliographie :.....	
	Annexe	

Introduction générale

Introduction :

On parle de forêt quand une superficie est couverte à plus de 10% par des arbres de 5 mètres de haut (Caroline et al., 2009). Pourtant, la forêt est bien plus que cela. C'est un ensemble de très nombreux organismes et micro-organismes vivants. Elles couvrent un tiers des terres émergées (qui sortent de la surface de l'eau), elles abritent au moins les deux tiers des espèces, d'animaux, d'insectes, de plantes, champignons et de micro-organismes de la planète. Et pas moins de trois cent millions d'êtres humains.

La plupart des forêts ne sont plus vierges depuis longtemps ! Au cours des millénaires l'homme les a transformées en les brûlant, ou en les taillant afin de se chauffer, de cuire sa nourriture, de construire des maisons ou des bateaux, ou pour implanter de champs et de pâturage. de nouvelles espèces végétales et animales ont alors envahi ces massifs ouverts. Enfin, en cultivant de nombreuses essences, l'homme a modifié les peuplements d'arbres originels (changement de physionomie des écosystèmes forestiers) (Caroline et al., 2009).

En l'absence d'intervention humaine, les processus naturels à l'œuvre dans les écosystèmes forestiers liés à la croissance des arbres, ainsi qu'à leur reproduction et leur mortalité, leur permettent de se maintenir au fil du temps, même leur composition et leur structure évoluent, en réponse à des changements de leur environnement notamment le climat (Billand et al., 2017).

Les écosystèmes forestiers sont victimes de plusieurs ennemis qu'ils soient naturels, comme les changements climatiques, et les pathologies (virales, bactériennes ou fongiques). Ou bien l'action anthropique (les feux, pâturage, surexploitation...).

L'ennemi le plus redoutable des écosystèmes forestiers est bien les feux (Anne B-L, 1999), qui sont responsables de la dégradation des forêts. Cet ennemi dévastateur, dont les origines sont multiples, causent de nombreux dégâts sur le plan architectural, physionomique et structural des écosystèmes forestiers. La nature du peuplement, les

Introduction générale

conditions géomorphologiques (pente, exposition), et les conditions météorologiques (sécheresse, température et vent) ont une forte influence sur la sensibilité de la végétation au feu et sur la propagation une fois que le feu est déclenché (Armand et al., 2016).

Les feux fréquents sont parmi les causes principales de l'évolution régressive des écosystèmes forestiers. Pour prévenir et combattre ce fléau un ensemble de méthodes et de techniques sont mises en œuvre par les forestiers et les entreprises sylvicoles.

La restauration des écosystèmes forestiers après perturbations par les incendies, diffèrent selon la nature du peuplement et les conditions de la station, cela est l'objectif de notre présent travail.

Notre travail est une étude comparative entre les techniques de restauration pour deux peuplements forestiers feuillus et résineux dans deux régions au Nord-Ouest Algérien : la forêt de Sassel (willaya d'Ain Temouchent) qui est une forêt à dominance des résineux, une pinède, particulièrement le pin d'Alep et la forêt de Zarifet (willaya de Tlemcen), feuillus, une subéraie.

Notre mémoire se divise en deux parties :

- La première partie qui est une synthèse bibliographique qui nous a permis de recueillir plusieurs informations sur les incendies de forêt, les écosystèmes forestiers et leur comportement après perturbation ainsi que les différentes techniques de gestion et de restauration des écosystèmes forestiers.
- La deuxième partie, est une étude de cas qui nous a permis de faire des constats sur le terrain concernant les régions choisies, tout en présentant leur localisation, nature du substrat, climat, les dégâts causés par les incendies pour chaque peuplement et la comparaison entre les techniques de restauration appliquées par les services forestiers pour chaque région.

Enfin nous terminerons ce travail par une conclusion.

Synthèse bibliographique

1 Les écosystèmes forestiers :

1.1 Les surfaces occupées dans le monde :

La répartition des forêts dans le monde selon les étages climatiques selon l'organisation des nations unies est représentée dans la carte suivante (Figure1) :



Figure 1: Part et répartition de la superficie forestière mondiale par domaine climatique, 2020 (FAO, 2020)

Les écosystèmes forestiers sont parmi les écosystèmes terrestres les plus importants, ils sont caractérisés par la présence des végétaux appartenant à tous les types biologiques, une faune terrestre très diversifiée, une pédo-faune très riche (champignons, bactéries et virus) dont une très grande partie sont mal connus à nos jours. Ils ont une complexité fonctionnelle très confuse, à l'heure actuelle peu d'études sur la compréhension de cette complexité fonctionnelle des écosystèmes forestiers, surtout au niveau du sous-sol (partie racinaire).

La croissance et le développement d'un grand nombre d'espèces sous couvert forestier sont conditionnés par de nombreux facteurs. Les principaux facteurs impliqués sont les facteurs édaphiques, microclimatiques et biotiques (Bazoungoula et al., 2016).

Parmi ces écosystèmes forestiers on trouve plusieurs types de forêts (Figure 2 à 5). Les plus connues sont : les forêts Boréales, les forêts tropicales, les forêts méditerranéennes, les mangroves, qui prennent leurs noms selon les types d'arbres dominants, leurs milieux et leurs structures physiques.

Partie 1 : Synthèse bibliographique



Figure 2: Forêt des conifères de Boréale (La taïga) (Source : Futura Sciences, 2022).



Figure 3:Forêts tempérées (Source : Sandra Ropero Partillo, 13 janvier 2022. Projetecolo.com).

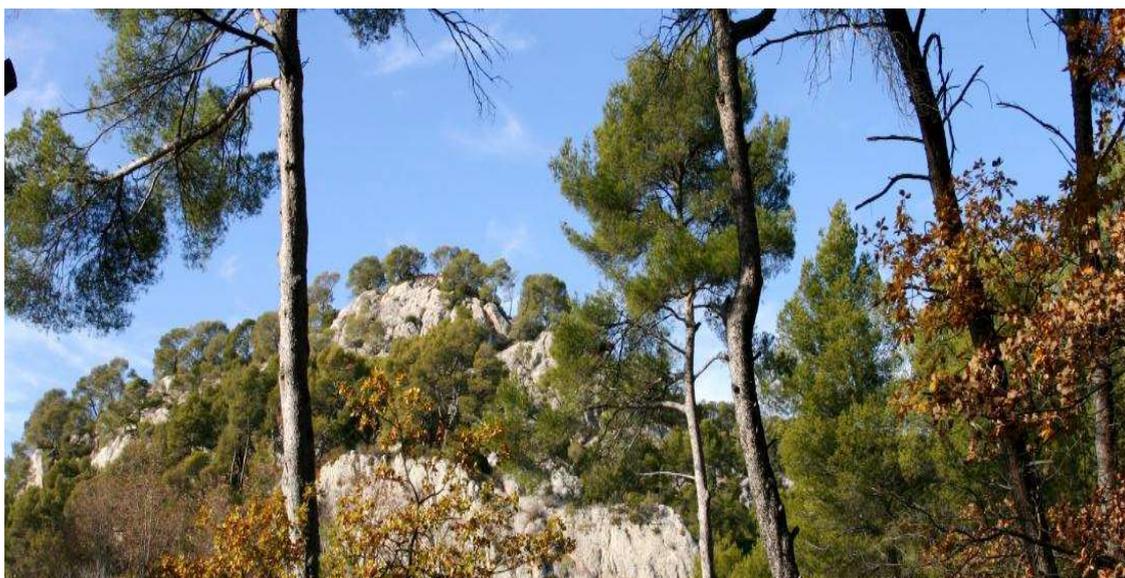


Figure 4: Forêts méditerranéenne (Source : Institut National pour l’Agriculture, l’alimentation et l’Environnement, France, 2020).



Figure 5: Les mangroves (Source : Futura-sciences.com, 2022).

1.2) Les forêts dans le bassin méditerranéen :

Le bassin méditerranéen, qui s'étend sur plus de 2 millions de kilomètres carrés (Figure 6), est la plus grande des cinq régions climatiques du monde et le deuxième point chaud de la biodiversité. Le bassin méditerranéen est riche en diversité végétale, contenant quelque 25 000 espèces végétales, dont 60 % sont endémiques (RSIS, 2010). La région recèle également une grande richesse en endémisme en arbres et arbustes (290 espèces

Partie 1 : Synthèse bibliographique

et sous-espèces ligneuses indigènes, dont 201 endémiques (Chouahda, 2015). Le bassin méditerranéen abrite également plus de 220 espèces de mammifères terrestres, dont 25 sont endémiques (11 %) (Bird Life International, 2017).

Les écosystèmes forestiers méditerranéens sont très liés à l'activité humaine : le niveau actuel d'endémisme et de biodiversité est le résultat de cette interaction. L'impact de la pression accrue sur ces écosystèmes sera cependant diffus. Notamment, la perte de la biodiversité, dont 18% des espèces sont menacées d'extinction (FAO, 2013), dans ces zones affectera inévitablement leur potentiel économique et écologique futur.

Aujourd'hui, les aires protégées ne couvrent que 9 millions d'hectares, soit 4,3 % de la superficie totale de la région. La plus grande aire protégée se situe dans le Nord (UICN, 2017). Ce chiffre soulève des questions sur l'efficacité des efforts de protection, de conservation et de la restauration des forêts méditerranéennes.

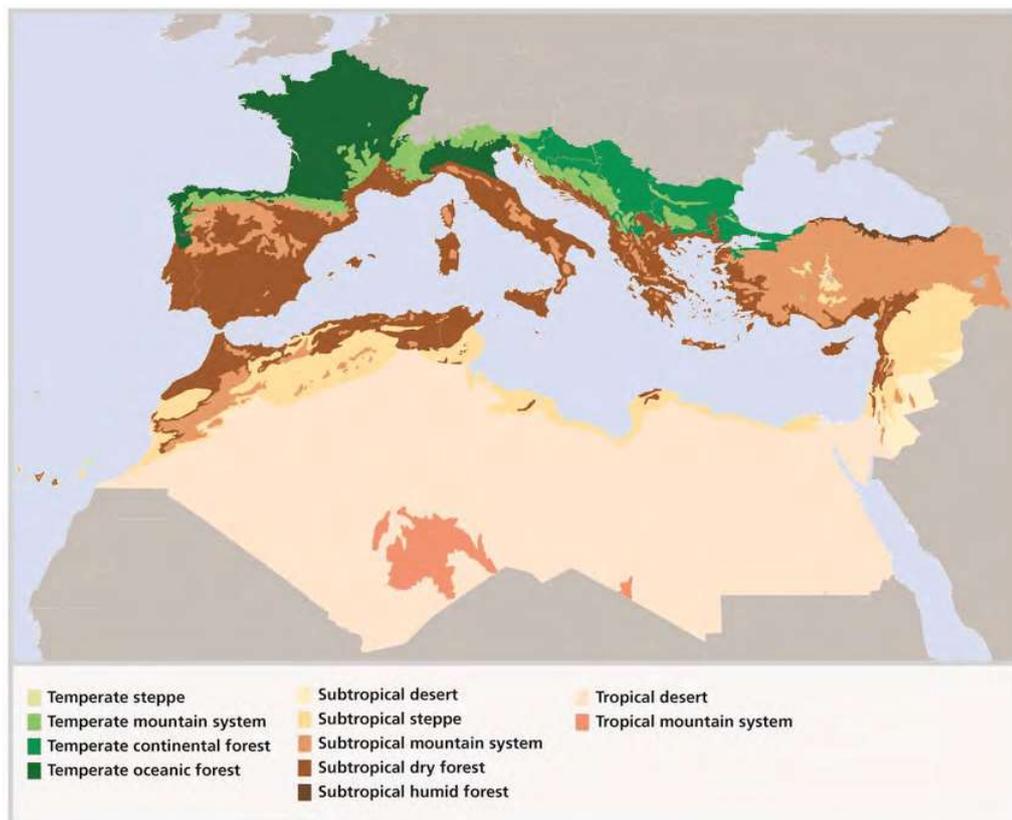


Figure 6: Les zones écologiques mondiales de la FAO dans la région méditerranéenne utilisées pour identifier la répartition des forêts méditerranéennes (FAO et JRC, 2012).

Partie 1 : Synthèse bibliographique

N.B : Les zones écologiques supposées contenir des forêts méditerranéennes sont la forêt sèche subtropicale, la steppe subtropicale et le système montagneux subtropical (FAO et JRC, 2012).

Alors que l'environnement méditerranéen est variable, la région dans son ensemble est soumise à de nombreuses pressions simultanées, et dans certains cas, prolongées. Les principaux moteurs de dégradation de l'environnement sont l'urbanisation, le tourisme, les transports, le commerce et l'industrie (y compris les exploitations minières et énergétiques) et les développements agricoles. Celles-ci sont propulsées par la croissance démographique, la pollution, la surexploitation des ressources naturelles (chasse, cueillette et pêche), les catastrophes naturelles et les perturbations humaines. Les changements climatiques sont déjà perceptibles et ne feront qu'aggraver cette situation au cours des prochaines décennies. On estime, par exemple, que le coût pour le PIB de la dégradation de l'environnement est de 2,1 % en Tunisie, 3,4 % au Liban, 3,5 % au Maroc, 3,7 % en Algérie et 4,9 % en Égypte (Banque mondiale, 2015).

1.3 L'évolution de la couverture forestière dans la région Méditerranéenne :

Le graphique (Figure 7) suivant représente l'évolution de la couverture forestière dans le monde entre 1990 et 2015 selon les données de la FAO.

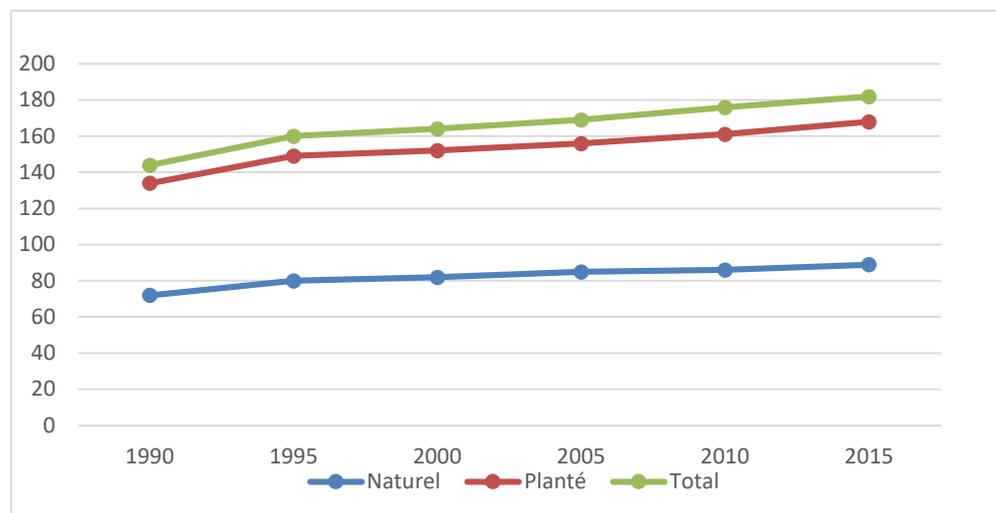


Figure 7 : Evolution de la couverture forestière totale, pays méditerranéens.

(FAO, 2016).

Partie 1 : Synthèse bibliographique

2 Les ressources forestières en Méditerranée

2.1 La superficie forestière :

Sur la base de la définition des forêts de la FAO, il y avait environ 88 millions d'hectares de superficie forestière dans les pays méditerranéens en 2015 (tableau 1), ce qui représente 2,20 % de la superficie forestière totale mondiale (FAO, 2015). La superficie forestière des pays méditerranéens augmente depuis 1990 (Figure 6). L'augmentation nette de 0,85 %/an de la superficie forestière entre 1990 et 2010 a été en grande partie le résultat de l'expansion des forêts (0,67 %/an), le reboisement contribuant à hauteur de 0,23 %/ an et la déforestation restant à un faible niveau de 0,05 %/an (bien qu'elle soit à la hausse). En 2015, les forêts occupaient 10,04 % de la superficie totale des pays méditerranéens, soit l'équivalent de la taille combinée de l'Espagne et du Maroc.

L'Espagne, la France, la Turquie et l'Italie - représentent environ 64 % de la superficie forestière totale de la région. Entre 2010 et 2015, la superficie forestière totale a augmenté de 2,04 %, une nouvelle superficie forestière (1,8 million d'hectares) presque la taille de la Slovénie. Entre 2000 et 2015, il y a eu une augmentation de 8 millions d'hectares de la superficie forestière, soit 0,93 % de la superficie totale combinée des pays méditerranéens (Tableau 1).

Tableau 1 : Superficie forestière, pourcentage de superficie forestière (par rapport à la superficie terrestre ou à la superficie forestière totale en 2015), croissance de la superficie forestière et superficie des autres terres boisées dans les pays en % :

Pays	Données FAO 2015a				Données GFW		
	Superficie forestière 2015 (x10 ³ ha)	Superficie des terres avec forêts 2015 (%)	Part de la superficie forestière régionale (%)	Variation de la superficie forestière	Autre terrain boisé (x10 ³ ha)	Couverture arborée 10% (x10 ³ ha)	Couverture arborée 30% (x10 ³ ha)
Albanie	772	28.16	0.88	-0.62	256	839	777
Algérie	1956	0.82	2.22	1.98	2569	1690	1472

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Bosnie-Herz	2185	42.68	2.48	0.00	549	2900	2814
Bulgarie	3823	35.19	4.34	2.30	22	4461	4377
Croatie	1922	34.37	2.18	0.10	569	2691	2613
Chypre	173	18.69	0.20	-0.17	213	154	132
Egypte	18418	36.90	20.90	0.94	9209	14326	13061
Espagne	73	0.07	0.08	4.29	20	952	898
France	18418	36.90	20.90	0.94	9209	14326	13061
Grèce	73	0.07	0.08	4.29	20	952	898
Italie	4054	31.45	4.60	3.87	2492	1767	4430
Jordanie	165	7.62	0.19	7.14	60	50	42
Liban	9297	31.61	10.55	2.98	1813	10449	10152
Libye	98	1.10	0.11	-0.51	51	4	3
Macédoine	137	13.42	0.16	0.22	106	94	65
Malte	217	0.12	0.25	0.00	330	24	16
Monaco	998	39.24	1.13	0.00	143	911	864
Monténégro	n.a.	1.10	n.a.	n.a.	0	0	0
Maroc	0	0.00	0.00	n.a.	0	0	0
Palestine	827	61.49	0.94	0.00	137	692	667
Portugal	5632	12.62	6.39	-0.71	580	1113	892
Serbie	3182	35.25	3.61	-1.76	1725	3006	2756
Slovénie	2720	31.10	3.09	0.26	508	3026	3943
Syrie	491	2.67	0.56	0.00	35	147	132
Tunisie	1041	6.70	1.18	5.15	293	286	257
Turquie	11715	15.22	13.29	4.57	10130	12909	11968
Total pays	88141	10.04	100.00	2.04	32423	85192	80507
Source : FAO 2015							

L'augmentation de la taille des forêts est à la fois le résultat de la politique agricole commune européenne (comme dans le cas de l'Espagne) et la régénération forestière dans les zones rurales suite à l'abandon, ce qui peut être observé dans plusieurs pays méditerranéens. Étant donné que les statistiques sont fournies au niveau des pays et non en fonction de la région biogéographique, une fraction de la croissance forestière a eu

Partie 1 : Synthèse bibliographique

lieu en dehors de la région méditerranéenne telle que définie ci-dessus, expliquant ainsi la croissance de la végétation dans les régions du nord de l'Atlantique telles que le nord de l'Espagne ou la France. Contrairement aux statistiques forestières au niveau des pays, les études de télédétection axées sur la région méditerranéenne montrent que la superficie forestière de la région méditerranéenne reste stable. De plus, une superficie forestière stable ou en augmentation selon la définition FAO des forêts ne nous dit rien sur la dégradation des forêts.

Pour compléter la définition des forêts de la FAO, la définition de Global Forest Watch, basée uniquement sur le couvert arboré, indique que 85 millions d'hectares de terres dans les pays méditerranéens ont un couvert arboré > 10 % et 81 millions d'ha avec un couvert arboré > 30 % (colonnes les plus à droite du tableau 1). Le couvert arboré fait référence à la présence biophysique des arbres, qui peuvent faire partie des forêts naturelles, des plantations, des systèmes agroforestiers ou des parcs dans les villes. Une définition basée sur le couvert arboré peut ignorer les forêts brûlées ou les forêts coupées à blanc (qui sont incluses dans la définition de la FAO) mais peut inclure les systèmes agroforestiers si leur couvert arboré est suffisamment grand, même si la terre est principalement utilisée pour les cultures. Les différences entre l'évaluation des ressources forestières mondiales de la FAO et les estimations de Global Forest Watch peuvent également résulter de limites méthodologiques dans l'évaluation du couvert arboré, en particulier l'utilisation d'images satellites à faible résolution dans les zones où le couvert arboré est faible (FAO, 2015) et où la hauteur des arbres est d'environ la hauteur minimale de 5 m utilisée par la définition de la FAO.

2.2 Le Matériel sur pied :

Le volume de tige des arbres vivants, appelé « matériel sur pied », est une variable fondamentale de l'inventaire forestier. Son évolution dans le temps fournit des informations de base pour l'évaluation de la durabilité de la gestion forestière. Ces informations servent également de base pour estimer la quantité de carbone accumulée dans les arbres vivants et permettent aux aménagistes forestiers d'évaluer les possibilités de récolte et les risques de perturbation.

Les chiffres du matériel sur pied forestier dans presque tous les pays sont disponibles dans l'Évaluation des Ressources Forestières Mondiales de la FAO pour les années 1990, 2000, 2005, 2010 et 2015. La plupart des pays disposant de données ont fourni

Partie 1 : Synthèse bibliographique

des chiffres sur la composition du matériel sur pied par espèces de conifères et de feuillus. Le matériel sur pied total des forêts méditerranéennes est de 10,3 milliards de m³ (Tableau 2). Le matériel sur pied total déclaré pour les autres terres boisées s'élevait à 143 millions de m³ en 2015, notant que seulement la moitié des pays méditerranéens ont fourni des données pour cette année. Lors de l'interprétation des données sur le matériel sur pied d'autres terres boisées, il est important de garder à l'esprit qu'elles se réfèrent uniquement au volume d'arbres ; le volume d'arbustes est exclu. D'autre part, la définition des autres terres boisées comprend divers types de bois, dont les arbustes. Avec un pourcentage relativement élevé de données sur le matériel sur pied non disponibles pour la catégorie des autres terres boisées (en raison des coûts de mesure élevés et de la faible demande pour ces informations au niveau national), le matériel sur pied déclaré dans les autres terres boisées est inférieur à ce qui pourrait être le cas en réalité.

Tableau 2 : Matériel sur pied dans les forêts et autres terres boisées, pays méditerranéens, 2015 (million de m³).

Pays	Conifères	Feuillus	Total forets	Total ATB
Albanie	19	57	76	8
Algérie	30	59	89	10
Bosnie-Herzégovine	135	223	358	n.a.
Bulgarie	315	384	699	n.a.
Croatie	54	361	415	6
Chypre	11	0	11	n.a.
Egypte	635	577	1212	2
Espagne	n.a.	n.a.	9	0
France	1043	1892	2935	n.a.
Grèce	83	110	193	n.a.
Italie	544	841	1385	n.a.
Jordanie	n.a.	n.a.	3	n.a.
Liban	4	2	5	1
Libye	n.a.	n.a.	8	4
Macédoine	8	69	76	n.a.
Malte	0	0	0	0

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Monaco	0	0	0	0
Monténégro	49	73	121	0
Maroc	52	102	154	1
Portugal	n.a.	n.a.	186	n.a.
Serbie	48	370	418	37
Slovénie	197	234	432	1
Tunisie	17	11	27	1
Turquie	991	515	1506	72
Total pays	4238	5881	10325	143

Note : ATB = Autres Terres Boisées. Les données ne sont pas disponibles pour la Palestine et la République Arabe de Syrie. Le Portugal n'a pas fourni de données pour 2015 ; les données pour 2010 sont incluses ici (FAO 2015).

La densité moyenne du matériel sur pied dans les forêts méditerranéennes est de 117 m³/ha (Figure 8). Mais la variabilité entre les pays est élevée. La Slovénie a la densité la plus élevée, avec 346 m³/ha, suivie de la Croatie avec 216 m³/ha. La Bulgarie, la France, la Bosnie-Herzégovine et la Serbie ont communiqué des données de l'ordre de 150 à 200 m³/ha, tandis que le Maroc et la Tunisie ont la plus faible densité de stock déclarée à 25 m³/ha (Figure 8). Les fortes densités de matériel sur pied s'expliquent principalement par des conditions écologiques favorables à la croissance des arbres, des mesures de protection des forêts, des pratiques de gestion et des conditions de terrain locales entravant la possibilité de récolte.

Partie 1 : Synthèse bibliographique

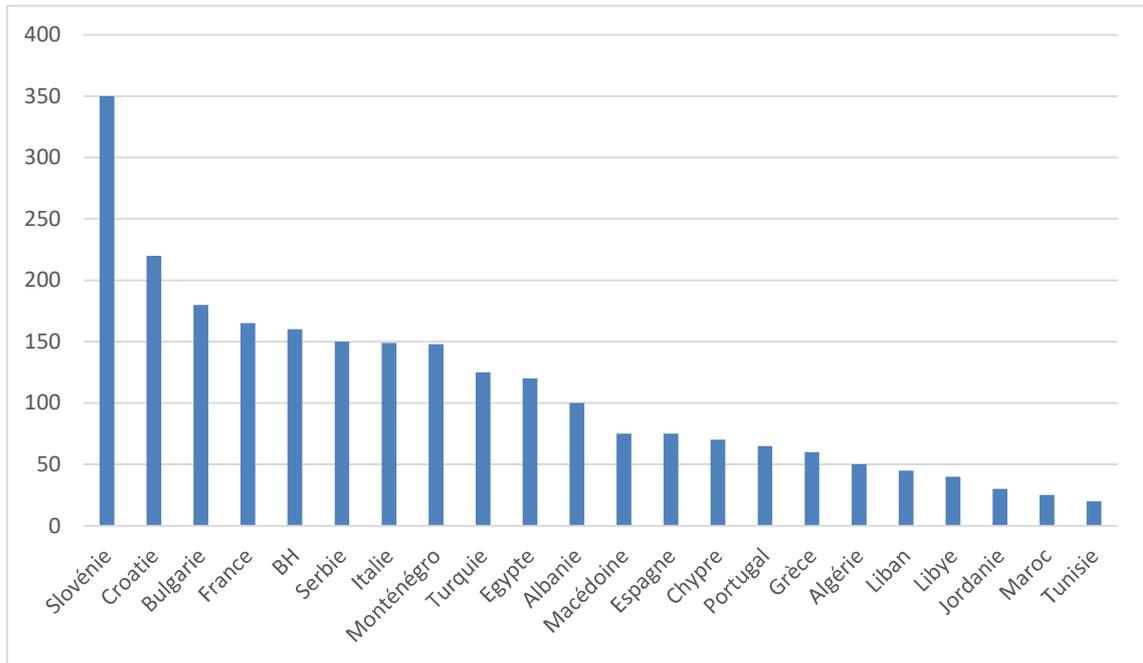


Figure 8 : Densité du matériel sur pied, pays méditerranéens, 2015.

Note : BH = Bosnie et Herzégovine. Données est non disponibles pour Malte, Monaco, Palestine et le Syrie (FAO, 2015).

Les essences feuillues représentent 58 %, soit 5,9 milliards de m³, du matériel sur pied méditerranéen dans les forêts. Le matériel sur pied d'essences résineuses s'élève à 4,2 milliards de m³. Le volume de tige des arbres vivants dans les forêts méditerranéennes est plus ou moins également réparti entre les espèces feuillues et résineuses dans presque tous les pays.

Au cours des 25 dernières années, le volume sur pied des forêts méditerranéennes a augmenté de 137 millions de m³ par an. Cela correspond à un taux de variation annuel de 2,0 % (tableau 3.). Le matériel sur pied total dans les forêts n'a diminué dans aucun pays méditerranéen au cours de la période considérée. Certains ont signalé un matériel sur pied constant entre 1990 et 2015, ce qui peut être dû au manque de données provenant de plus d'un inventaire forestier. En termes absolus, l'augmentation du matériel sur pied total a été la plus élevée en France, atteignant une moyenne de 34 millions de m³ par an au cours des 25 dernières années, suivie par l'Espagne, avec une augmentation moyenne de 22 millions de m³ par an et l'Italie avec une augmentation de 21 millions de m³ par an. Au cours de la même période, le taux relatif d'accumulation du matériel sur pied dans les forêts était le plus élevé en Espagne, avec une augmentation annuelle moyenne de 3,3 % et en Serbie, avec une augmentation annuelle

Partie 1 : Synthèse bibliographique

moyenne de 3,1 %. L'augmentation du matériel sur pied peut être due en partie à l'introduction de nouveaux systèmes d'inventaire par échantillonnage, en particulier dans plusieurs pays de l'Est, mais aussi à l'expansion de la superficie forestière dans la plupart des régions. Cependant, l'augmentation relative du matériel sur pied dans les forêts (2,0 %/an) a été supérieure à l'expansion de la superficie forestière au cours de la période 1990 à 2015 (0,78 %/an) (FAO, 2015).

Les raisons de l'accumulation de matériel de croissance dans les forêts méditerranéennes sont nombreuses et complexes, et d'importance variable. Les effets combinés de la concentration de CO₂ et des dépôts d'azote peuvent entraîner des taux de croissance accrus et de faibles niveaux d'activité de récolte (par rapport à la croissance) qui pourraient résulter des conditions du marché, d'une prise de conscience sociétale accrue du rôle multifonctionnel des forêts et d'une gestion des forêts visant le développement optimal et durable des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers.

Dans l'ensemble de la région méditerranéenne, le taux d'accumulation du matériel sur pied dans les forêts a été largement stable sur l'ensemble de la période 1990-2015 par rapport à la période 2005-2015 (FAO, 2015)

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Tableau 3: Variation annuelle du matériel sur pied total dans les forêts, pays méditerranéens, 1990-2015

Pays	Total matériel sur pays en forets (million m3)					Variation annuelle 1990 -2015 (%)		Variation annuelle 2005-2015 (%)	
	1990	2000	2005	2010	2015	Million m ³ /an	%/an	Million m ³ /an	%/an
Albanie	75	76	74	75	76	0.04	0.06	0.19	0.26
Algérie	76	72	70	88	89	0.52	0.68	1.90	2.71
Bosnie-Herzégovine	291	358	358	358	358	2.68	0.92	0.00	0.00
Bulgarie	405	526	591	645	699	11.76	2.90	10.8	1.83
Croatie	310	360	385	406	415	4.18	1.35	2.99	0.78
Chypre	7	8	8	10	11	0.15	2.01	0.27	3.27
Egypte	5	7	8	8	9	0.14	2.64	0.07	0.90
Espagne	664	906	1027	1120	1212	21.93	3.30	18.47	1.80
France	2077	2254	2512	2649	2935	34.32	1.65	42.3	1.68
Grèce	156	170	177	185	193	1.48	0.95	1.60	0.90
Italie	855	1068	1174	1279	1385	21.20	2.48	21.1	1.80
Jordanie	3	3	3	3	3	0.00	0.00	0.00	0.00
Liban	-	-	5	5	5	-	-	0.05	1.00
Libye	8	8	8	8	8	0.00	0.00	0.00	0.00
Macédoine	76	79	76	76	76	0.00	0.01	0.00	0.00
Malte	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Monaco	0	0	0	0	0	0.00	-	0.00	-
Monténégro	-	73	73	121	121	-	-	4.88	6.72
Maroc	128	143	152	150	154	1.04	0.81	0.20	0.13
Portugal	203	198	185	186	186	-0.68	-0.33	0.10	0.05
Serbie	235	250	298	415	418	7.32	3.11	12.00	4.03
Slovénie	273	333	374	406	432	6.33	2.32	5.75	1.54
Tunisie	17	22	24	26	76	0.00	0.01	0.00	0.00
Turquie	1021	1132	1209	1347	1506	19.40	1.90	29.70	2.46
Total pays	6892	8051	8798	9573	10325	137.29	1.99	152.70	1.74

Note : Les données ne sont pas disponibles pour la Palestine et la République Arabe de Syrie. Le Portugal n'a pas fourni de données pour 2015 ; les données pour 2010 sont incluses ici.

Source : FAO 2015.

2.3 Menaces sur la biodiversité forestière

Pour cette section, une analyse a été réalisée en tenant compte des 339 espèces forestières méditerranéennes menacées d'extinction selon les dernières données de la Liste rouge de l'UICN (UICN, 2017). L'analyse montre que les principales menaces pesant sur ces espèces sont : le surpâturage comme conséquence de l'élevage ; l'urbanisation ; les changements dans les régimes d'incendie ; les effets de l'exploitation forestière et de la récolte du bois ; l'intensification de l'agriculture et les modifications des écosystèmes comme conséquence de l'abandon des terres ; et la chasse (Figure 9). La chasse (52 espèces) et les impacts résultant d'activités agricoles telles que les cultures non ligneuses annuelles et pérennes (41) et l'élevage (34) ont été identifiés comme des menaces importantes pour les espèces de vertébrés. Les 52 espèces d'invertébrés menacées touchées par l'exploitation forestière et la récolte du bois revêtent une importance considérable.

Le surpâturage, l'urbanisation et les changements dans les régimes d'incendie étaient les menaces les plus courantes pour les plantes menacées d'extinction. Aujourd'hui, le type de végétation le plus répandu en région méditerranéenne est le maquis sclérophylle, entretenu par le pâturage et des feux sporadiques. L'équilibre entre les niveaux de pâturage durables et les régimes de feux est fondamental car de nombreuses plantes endémiques et à aire de répartition restreinte dépendent d'habitats anthropiques maintenus par le pâturage. En conséquence, plusieurs espèces sont menacées par le changement d'affectation des terres et l'abandon rural (Blondelet al., 2010).

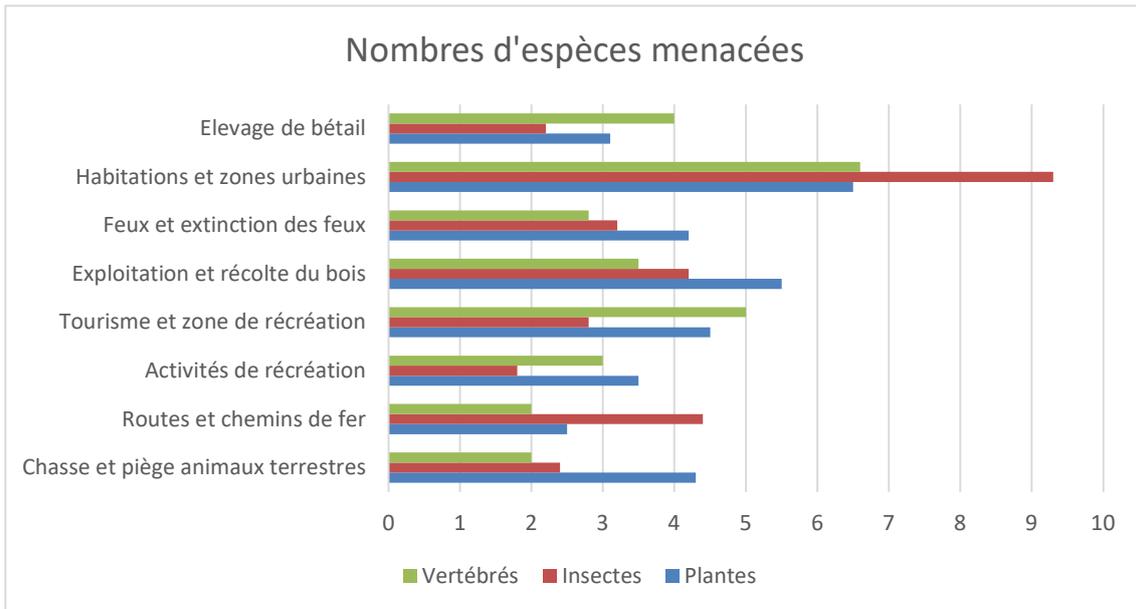


Figure 9: Nombre d'espèces menacées et les principales menaces pesant sur les espèces forestières menacées (Catégories CR, EN et VU de la Liste rouge de l'UICN) dans la région méditerranéenne.

3 Les feuillus :

- Les feuillus sont des types d'arbres caractérisés par la présence des feuilles développées. On distingue deux types de feuillus :

Les Feuillus à feuilles caduques (les feuilles tombent en hiver) (Figure 10).



Figure 10 : Arbre à feuilles caduques (Source : google.com, Gammvert, 2022).

Partie 1 : Synthèse bibliographique

- Les feuillus à feuilles persistantes : sont de type d'arbre qui gardent leur feuillage toute au long de l'année (Figure 11).



Figure 11 : Arbres de chêne à feuilles persistantes (Adjaoud, 2023).

4 Les résineux :

Les résineux, qu'on appelle aussi les conifères à cause de la forme de leurs fruits en forme de cônes. Ils sont caractérisés par des feuilles en forme d'aiguilles (Figure12), feuilles persistantes et leur particularité à l'ensemble des conifères c'est la fabrication d'une substance visqueuse appelée « résine », qui leur permet de résister au froid durant l'hiver. Ils sont des arbres de taille variable, ils peuvent atteindre plus de 50 mètres et tolèrent plusieurs types de sols. Tous les résineux sont des conifères mais pas tous les conifères résineux.



Figure 12 : Arbre, fruits et feuilles des conifères (résineux) (Adjaoud, mars 2022)

5 Intérêt des écosystèmes forestiers :

Les forêts fournissent une large gamme de biens et de services à la société. Les produits forestiers ligneux (Bois d'œuvre et bois de feu) sont souvent les premiers mentionnés (Académie-agriculture, 2015). Cependant, elles fournissent encore de nombreux d'autres bénéfices (services éco-systémiques d'approvisionnement, de régulation et culturels).

5.1 Intérêts écologiques :

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle primordial sur le plan écologique :

- ✓ La régulation de cycle de l'eau
- ✓ La régulation de cycle de nutriments
- ✓ Production d'oxygène

Partie 1 : Synthèse bibliographique

- ✓ Séquestration du carbone
- ✓ Enrichissement du sol en matière organique (sols très fertiles)
- ✓ Un bon moyen de lutte contre l'érosion des sols
- ✓ Protection contre les inondations et les avalanches.
- ✓ Amélioration de la qualité de l'eau et de l'air
- ✓ Alimentation des nappes phréatiques
- ✓ Dégradations et fixation des métaux lourds.
- ✓ Abritent une grande diversité d'espèces.

5.2 Intérêts économiques :

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle de moteur pour le secteur économique (Tableau 4), par des produits de nature animal et végétal, dont la demande du marché augmente de jour à l'autre que ce soit dans le secteur formel ou informel. Ce tableau ci-dessus résume la nature de production, le type de produit (sauf le bois) et le secteur économique qui lui sont destinés.

Tableau 4: Principaux produits forestiers des forêts méditerranéennes (FAO, 2021).

Production	Produits	Secteur économique	
		Formel	Informel
Forestiers	Liège	+	+
	Résine	+	+
	Fruits (glands, caroubes,	+	+
Végétale	Fruits sauvages		+
En majorité herbacée	Plantes médicinales	+	+
	Plantes aromatique	+	+
	Fleurs sauvages	+	+
	Asperges, etc.		+
Mycologie	Champignons comestibles	+	+
	Truffes	+	+
Zoologie	Miel doux	+	+
	Miel amer	+	+
Animal	Gibier	+	+
	Sylvopastoralisme	+	+
Liée à l'écosystème et au tourisme	Environnement	+	+
	Paysage	+	+

5.3 Intérêts sociaux :

Les écosystèmes forestiers fournissent à la société des biens et services, culturels, loisirs, éducatifs, de détente etc.

- ✓ La forêt est un espace de soulagement et de détente
- ✓ La forêt est un lieu pour pratiquer l'activité sportive (la marche, les entraînements etc.)
- ✓ La forêt est un lieu d'inspiration pour les artistes
- ✓ La forêt rentre dans le patrimoine culturel des populations autochtones

6 Les incendies de forêts :

6.1 Historique :

La découverte de charbons dans les sols et sédiments de la forêt de *Pinus nigra* ssp *Salzmannii*. Saint-Guilhem-le-Désert permet d'établir une chronologie des feux holocènes. Leur origine remonte à l'Holocène moyen, mais ils sont surtout importants après la construction de l'abbaye médiévale au IX^e siècle (Vernet & al. 2005). Les origines des feux de forêts sont multiples :

- ✓ Naturel : Foudre, éruptions volcaniques, effet de loupes des débris de verre
- ✓ Humaine : volontaire en exemple des feux pastoraux, conflit politique, intérêts économiques. Ou bien involontaire : ramassage du miel, barbecue etc.

Les feux de forêts exigent trois conditions principales pour leur déclenchement (c'est ce qu'on appelle le triangle des feux), de l'énergie (une source de chaleur), le combustible et de l'oxygène. Le sous-bois sec est un bon combustible (Arfa, 2008).

Le déclenchement, la propagation et la nature des feux sont en étroite relation avec les conditions météorologiques, la saison, la topographie des lieux, la nature et la structure de la végétation. Le feu est particulièrement intense et rapide dans les peuplements multi-stratifiés à forte charge en éléments fins et forte connexion spatiale entre les individus (Schaffhauser et al., 2015). Le schéma (Figure 13) suivant montre comment les feux se propagent dans les forêts.

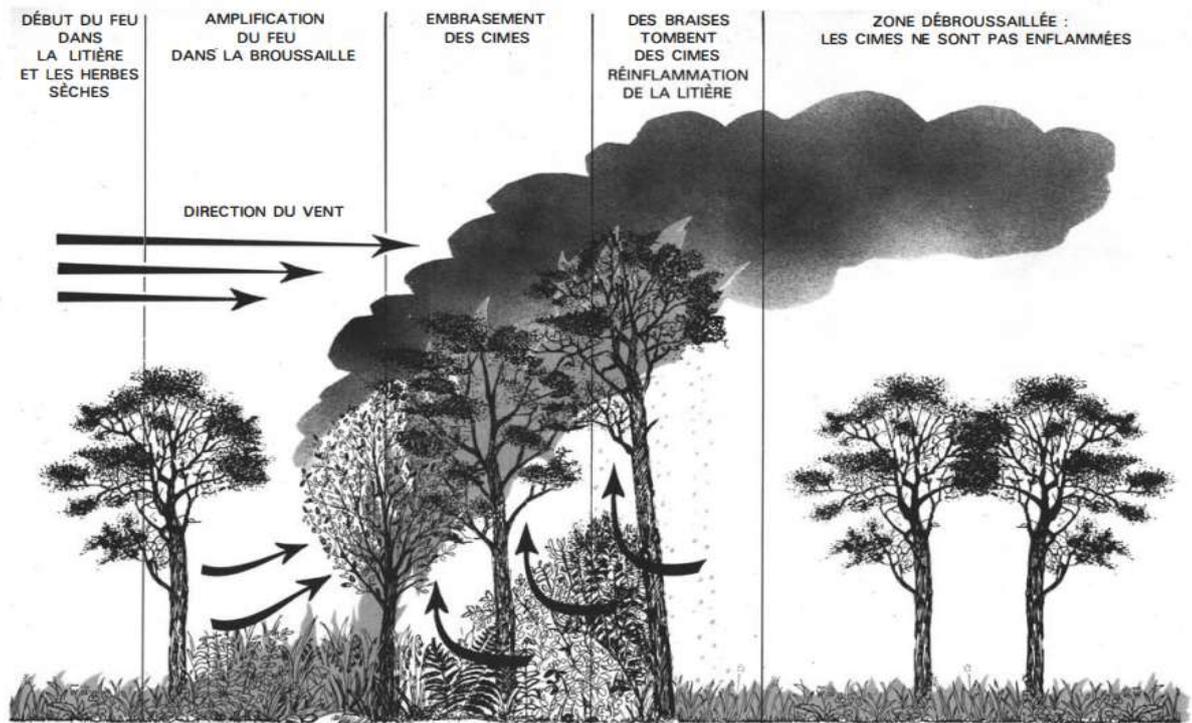


Figure 13 : Propagation des feux de forêts (Montgolfier, 1986).

6.2 Dégâts et dommages causés par les incendies :

Les incendies de forêts ravagent des centaines d'hectares chaque année. Dans les écosystèmes forestiers le feu débute dans la litière et les herbes sèches (Montgolfier, 1986). Ce qui provoque la destruction des graines tombées sur le sol, dégradation de la litière en cendres et affecte les microorganismes du sol lors des incendies très fréquents. Puis Il prend de l'ampleur en brûlant la strate ligneuse basse (les broussailles), si cette strate est suffisamment dense les flammes sont capables de réchauffer suffisamment leur environnement, ces dernières embrasement les cimes de la strate ligneuse haute (les arbres) par le mouvement de convection (figure 13) et on aura une destruction des feuillages ou toute l'arbre et ce selon le type de la végétation, donc on aura la destruction des habitats pour une diversité d'êtres vivants qui font partie de cet écosystème incendié. Et parmi les autres dégâts :

- ✓ Destruction des habitats (maisons des habitants, les nids des oiseaux...).

Partie 1 : Synthèse bibliographique

- ✓ Fuite ou la mort sur place des animaux (pauvreté en biodiversité animale)
- ✓ Réduction du patrimoine génétique surtout pour les espèces endémiques, menacées ou en danger de disparition.
- ✓ Rendre les sols fragiles à l'érosion.
- ✓ Perturbation de l'activité des champignons mycorhizes qui sont d'importance non négligeable dans la structuration des agrégats du sol et de fertilité des sols et la nutrition du végétal.

6.3 Stratégies de lutte contre les incendies de forêts :

6.3.1 Historique :

Diverses stratégies et méthodes ont été utilisées pour combattre et prévenir les incendies. Dans le passé, la lutte contre les incendies était principalement effectuée par des bénévoles, et impliquait souvent l'utilisation d'outils et de techniques primitifs tels que des seaux d'eau et les branches d'arbre pour chasser les flammes. Ces stratégies ont été développées progressivement au fil du temps en réponse aux dommages causés par ces incendies. Au XIX^e siècle, la lutte contre les incendies de forêt consistait principalement à mettre en place une surveillance pour repérer les départs de feu afin de les combattre rapidement (Martine, 2016).

Dans les années 1940, des avions ont commencé à être utilisés pour surveiller et combattre les incendies de forêt, ce qui a permis d'améliorer considérablement la lutte contre ces incendies. Dans les années 1960, des hélicoptères ont été ajoutés aux outils de lutte et ont permis d'apporter rapidement des équipements et des équipes de lutte contre les incendies dans les zones les plus éloignées (Rigolot et al., 1989).

Au fil des années, les stratégies de prévention et de lutte contre les incendies de forêt ont continué d'évoluer pour inclure des techniques avancées telles que la cartographie des risques d'incendie, la création de zones coupe-feu, l'utilisation de brûlages dirigés et la mise en place de programmes de sensibilisation du public.

Plus récemment, les stratégies de prévention et de lutte contre les incendies de forêt ont pris en compte les effets du changement climatique, qui ont contribué à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des incendies de forêt. Les stratégies actuelles se concentrent sur la mise en place de programmes de sensibilisation du public, d'outils de surveillance et de prévision des incendies, ainsi que sur la coordination des efforts de lutte contre les incendies à l'échelle nationale et internationale (selon la Commission européenne de lutte et d'intervention contre les incendies, dans le programme : L'Union Européenne se prépare à la saison 2023 de feux de forêts).

6.3.2 Les techniques de lutte et de prévention des feux de forêt les plus répandues :

La prévention et la lutte contre les incendies de forêt reste tout le temps un devoir pour chacun d'entre nous. La maîtrise des feux de forêts est étroitement liée à l'intervalle du temps entre le moment de déclenchement du feu est le moment d'alerte sur ce dernier. Dans la région méditerranéenne, notamment en France, Espagne et l'Algérie les techniques les plus répandue sont :

6.3.2.1 Coupures de combustible :

L'aménagement de coupures de combustible est une technique sylvicole très importante qui consiste à réduire la charge de combustible dans des zones stratégiquement importantes. Elle est l'une des techniques les plus utilisées dans la prévention des feux de forêts. Ces ouvrages permettent de : diminuer la probabilité de développement des grands feux, créer des aires d'appui et de soutien à la lutte, notamment lors de phases dynamiques d'une opération et de ralentir ou interrompre la propagation du feu ou fractionner les grands fronts de feu en petits fronts plus facile à traiter (Kaiss et al., 2007).

6.3.2.2 Brûlage dirigé :

Le brûlage dirigé est susceptible de supprimer les produits d'élagage, les strates herbacée et arbustive ainsi que la couverture morte. Cet outil de débroussaillage, pratique et économique, constitue un élément de solution pour l'entretien des pare-

feux arboré de certains milieux de la région méditerranéenne (Rigolot et al., 1989). Son utilisation pour en entretenir les jeunes plantations demande d'être étudiée et quantifiée la réaction des arbres au passage du brûlage dirigé (Rigolot et al., 1989).

6.3.2.3 Lutte et équipement du terrain :

Quant aux moyens de lutte, ils varient grandement selon les pays. Là où la forêt constitue une source de richesse effective pour les habitants locaux, ceux-ci se mobilisent en masse pour lutter contre l'incendie avec des outils à main : serpes et haches pour ouvrir des coupe-feux, battes à feu et pelles pour étouffer le feu. Ailleurs, des moyens plus modernes sont employés : moyen de lutte terrestres (Camions tout terrains équipés d'une citerne d'eau et d'une pompe de haute pression) et moyen aériens (Avions bombardiers d'eau) (Montiel-Molina, 2015). Ces moyens modernes sont très efficaces mais sont très coûteux.

La clef de succès de la lutte réside dans la rapidité de l'alerte et de la première intervention, avant que le feu n'ait pris l'ampleur. La mise en place de patrouilles mobiles équipées pour la première intervention, donne souvent un bon résultat. Ouverture des pistes bordées de bordes de sécurité débroussaillées et installation des citernes d'eau dans les endroits à risques (Montgolfier et al., 1986).

Enfin la sensibilisation de la population avec des programmes télévisés, les circulaires, les journaux, les expositions dans les écoles, organisation des rencontres et des portes ouvertes sur les incendies peut avoir de résultats plus efficaces.

6.4 La restauration des écosystèmes :

6.4.1 Historique :

Depuis le début du XIXe siècle, la dégradation des écosystèmes forestiers a été un sujet de préoccupation croissant pour les chercheurs, les écologistes et les gouvernements (Patrick et al., 1997). Au cours des dernières décennies, les efforts de restauration des écosystèmes ont pris de l'importance en réponse à la perte de biodiversité causée par des activités humaines telles que l'exploitation forestière et l'agriculture.

Partie 1 : Synthèse bibliographique

En 1987, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement a publié le rapport Brundtland, qui a appelé à un développement durable pour répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Cela a conduit à une reconnaissance accrue de la nécessité de restaurer les écosystèmes forestiers endommagés et de les gérer de manière durable pour garantir leur conservation sur le long terme.

Les gouvernements ont adopté des textes et des lois pour protéger les écosystèmes forestiers (vous trouverez dans l'Annexe les détails des quelques textes et des lois disponibles) :

- La Convention sur la diversité biologique (CBD) : adoptée en 1992, la CBD encourage les États à prendre des mesures pour restaurer les écosystèmes forestiers endommagés.
- La Stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité à l'horizon 2020 : cette stratégie vise à protéger et à restaurer les écosystèmes forestiers en Europe.
- Le Code forestier : dans de nombreux pays, le Code forestier contient des dispositions relatives à la restauration des écosystèmes forestiers, notamment en ce qui concerne la régénération naturelle et la réhabilitation des terres dégradées.
- La loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets : cette loi met en place des mesures pour encourager la reforestation et la restauration des écosystèmes forestiers en France.

Il existe également d'autres textes et lois au niveau national et international qui abordent la question de la restauration des écosystèmes forestiers. Ces textes ont tous pour objectif de protéger et de restaurer les écosystèmes forestiers pour assurer leur survie à long terme et maintenir la biodiversité qu'ils abritent

Il est important de noter que la restauration des écosystèmes forestiers est un processus complexe qui nécessite une compréhension approfondie de chaque environnement forestier spécifique. Les stratégies de restauration peuvent varier selon la région, la structure de l'écosystème forestier et les causes sous-jacentes de la dégradation (Union Européenne, 2006).

6.4.2 Définition de la restauration des écosystèmes :

Selon la *Society for Ecological Restoration*(SER) le terme de la restauration écologique des paysages et des écosystèmes est défini comme : « La restauration écologique est une action intentionnelle qui initie ou accélère l'auto-réparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit, en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable ». L'écologie de restauration c'est un domaine scientifique qui consiste à étudier les actions nécessaires pour stopper la dégradation et remettre un écosystème dégradé sur sa trajectoire dynamique, en fonction de la capacité de résilience de l'écosystème (Vallauri et al., 1997).

6.4.3 Objectifs de la restauration des écosystèmes :

Les objectifs majeurs de la restauration et de la réhabilitation sont, au niveau des écosystèmes, à la fois de maintenir ou d'accroître la productivité primaire ou secondaire et d'améliorer la diversité biologique et la stabilité. Et au niveau des paysage, de faciliter la réintégration quand ils ont été gravement fragmentés (SER, 2004). Pour atteindre les objectifs de la restauration des écosystèmes on doit vraiment connaître un ensemble d'attributs vitaux (indicateurs de structure et de fonctionnement) qui nous permettent d'évaluer l'état de dégradation des écosystèmes afin de planifier la trajectoire de restauration appropriée (SER, 2004).

6.4.4 Les différents types de restauration des écosystèmes :

La restauration des écosystèmes dégradés nécessite une bonne connaissance de l'écologie fonctionnelle et évolutive des écosystèmes ciblés, de l'histoire de la dégradation et le choix d'un écosystème de référence pour mieux guider la planification, le suivi et l'évaluation de chaque étape de restauration. La restauration écologique se divise en deux types (Pontanier et al., 1995) qui sont comme suit :

➤ **Restauration passive (Restauration *sensus lato*) :**

Cette technique de restauration vise simplement à stopper la dégradation et à remettre un écosystème dégradé, mais présentant encore un niveau de résilience suffisant, sur la trajectoire dynamique sensée être la sienne avant la perturbation.

➤ **Restauration active (Restauration *sensus stricto*) :**

Cette technique de restauration s'applique lorsque la dégradation est un peu grave, elle est lourde et coûteuse. C'est une restauration qui répond à la définition de la SER.

Cette technique est basée sur :

- Le choix d'un écosystème de référence
- Une bonne évaluation de l'état de dégradation de l'écosystème
- La réintégration des espèces clef de voûte
- Connaître le seuil d'irréversibilité de l'écosystème dégradé
- La réintégration des espèces végétales endémiques
- Sensibilisation et information des populations locales sur l'importance des services écosystémiques rendus par cet écosystème avant la dégradation.

6.5 Les stratégies de la restauration des écosystèmes :

6.5.1 Stratégie de restauration post-incendie

La stratégie traditionnelle de gestion des zones brûlées, et autres terres dégradées, dans la région méditerranéenne était basée sur le boisement ou le reboisement avec des conifères, en particulier depuis le XIXe siècle (Martin et al., 2010). Des plantations massives couvrant des millions d'hectares ont été réalisées dans de nombreux pays méditerranéens, principalement à l'aide de pins, et les taux de reboisement ont été davantage encouragés par les politiques agricoles de l'UE qui visaient à convertir les terres agricoles marginales en zones forestières. Ces plantations fournissaient des emplois dans les zones rurales et visaient à accroître la productivité des forêts, à protéger les bassins versants et, dans certains cas, à stabiliser les systèmes de dunes côtières. Cette stratégie supposait également que la restauration des zones dégradées impliquait une première étape d'utilisation d'un conifère pionnier, suivie par l'introduction postérieure de feuillus de fin de succession (Moreira et al., 2012). Cette vision traditionnelle a fini par avoir un très faible niveau d'application, en raison du coût de sa mise en œuvre. De plus, l'évolution du régime des feux depuis les dernières décennies du XXe siècle a fortement compromis l'efficacité de cette stratégie. Aujourd'hui, le choix des alternatives, en termes d'objectifs de gestion des zones brûlées et de techniques disponibles

Partie 1 : Synthèse bibliographique

pour la restauration, est beaucoup plus large (Stantrurf et al., 2012), et la réponse politique habituelle de « planter des arbres sur 5 000 ha si 5 000 ha étaient brûlés » est une approche simpliste qui n'est plus justifiée. Auparavant, restaurer une zone brûlée équivalait à effectuer un reboisement ou un boisement. Mais en fait, selon les conditions locales et les objectifs pour les zones brûlées (Figure 14), ce ne sont souvent pas les meilleures alternatives de gestion (Paquette, 2006).

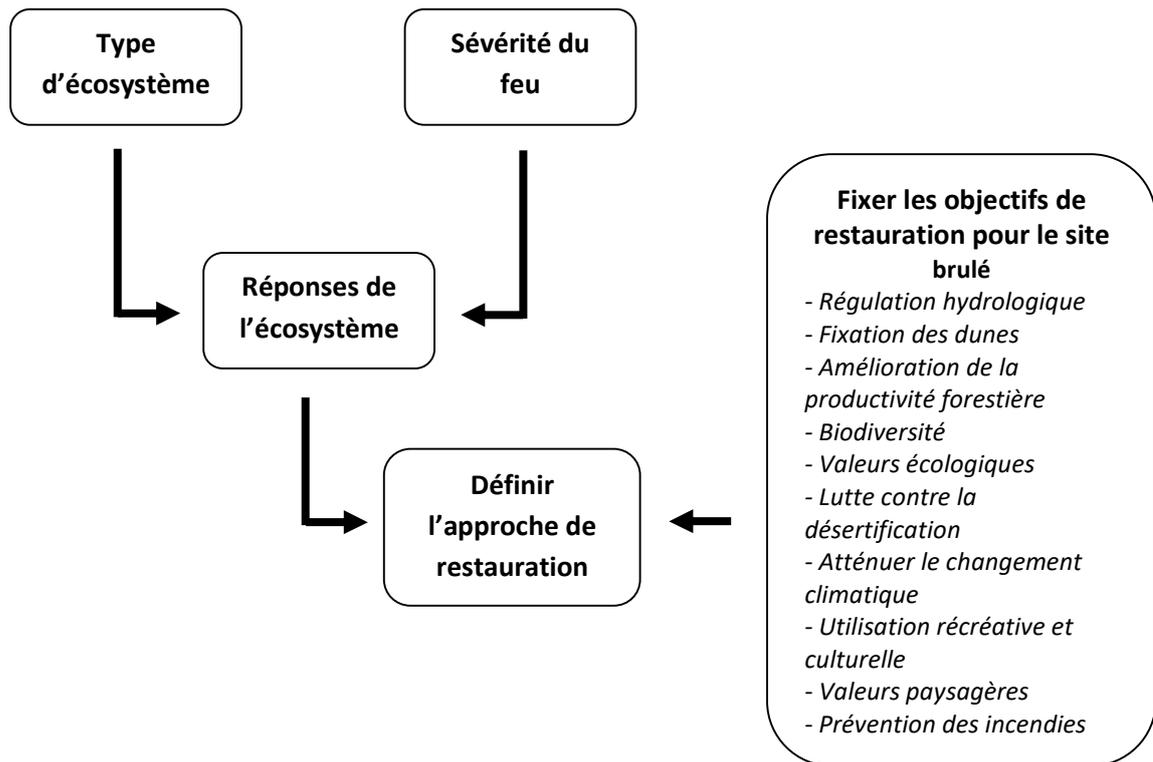


Figure 14 : La définition de l'approche de restauration (Stantrurf et al., 2017).

Note : L'approche de restauration dépend des réponses écosystémiques attendues, qui seront déterminées par type d'écosystème et par gravité du feu, et des objectifs déterminés pour la zone brûlée. Celles-ci sont majoritairement fixées à l'échelle locale.

6.5.2 Principales questions et quelques réponses :

Après un incendie de forêt, les aménagistes forestiers et les parties prenantes sont confrontés à une série de questions qui n'ont peut-être pas de réponse simple : faut-il boiser ou reboiser ? Si oui, dans toute la zone ou juste une partie de celle-ci ? Ou vaut-il mieux ne rien faire ? Et si une action est décidée, quand doit-elle être entreprise ? Avec quelles techniques ? Plantation ou semis ? Ou attendre la régénération naturelle ? Mais, plus importante que toutes les questions précédentes, la question clé est probablement : « dans quel but ? ». Quels sont les objectifs définis pour la zone incendiée et sa gestion ? (ONF, 2019).

Les réponses à ces questions dépendent de deux sujets fondamentaux :

1. Notre capacité à prédire comment les écosystèmes touchés réagiront au feu ;
2. La définition des objectifs de gestion de la zone incendiée. Les deux détermineront l'approche de restauration et les techniques qui peuvent être utilisées.

Les réponses de l'écosystème au feu dépendent de la capacité de régénération de ses espèces végétales (Moreira et al., 2012). Mais prédire comment les communautés végétales réagiront au feu dépend aussi des caractéristiques du feu lui-même. Même pour le même type de végétation, des schémas de réponse différents sont attendus selon qu'un incendie est assez intense et grave, ou de faible intensité et gravité.

Les objectifs de gestion d'une zone incendiée peuvent être assez variables selon la situation locale. Les objectifs « traditionnels » incluaient la prévention de l'érosion des sols, la régulation de l'eau ou l'augmentation de la productivité forestière, mais ceux-ci ont été remplacés par de nouveaux objectifs tels que la conservation de la biodiversité, le stockage du carbone, l'amélioration des valeurs du paysage ou la réduction des risques d'incendie de forêt (Figure. 14). Ces objectifs sont pour la plupart locaux et peuvent être assez variables d'un endroit à l'autre, en fonction de la gravité des impacts, du contexte géographique et climatique et des facteurs socio-économiques et culturels. Dans le cas de la restauration des forêts en Méditerranée, certains auteurs ont suggéré que les principales priorités devraient être la conservation des sols et de l'eau (Santoni, et al., 2017), l'amélioration de la résistance et de la

Partie 1 : Synthèse bibliographique

résilience de la végétation au feu, l'augmentation des forêts matures, la promotion de la biodiversité et la promotion de la réintroduction d'espèces clés qui auraient pu disparaître.

6.6 Cadre de planification d'une restauration post-incendie

Ici, nous tâchons de décrire un cadre qui peut être utilisé dans la gestion et la restauration post-incendie. Celui-ci repose sur cinq grandes étapes (Figure 15).

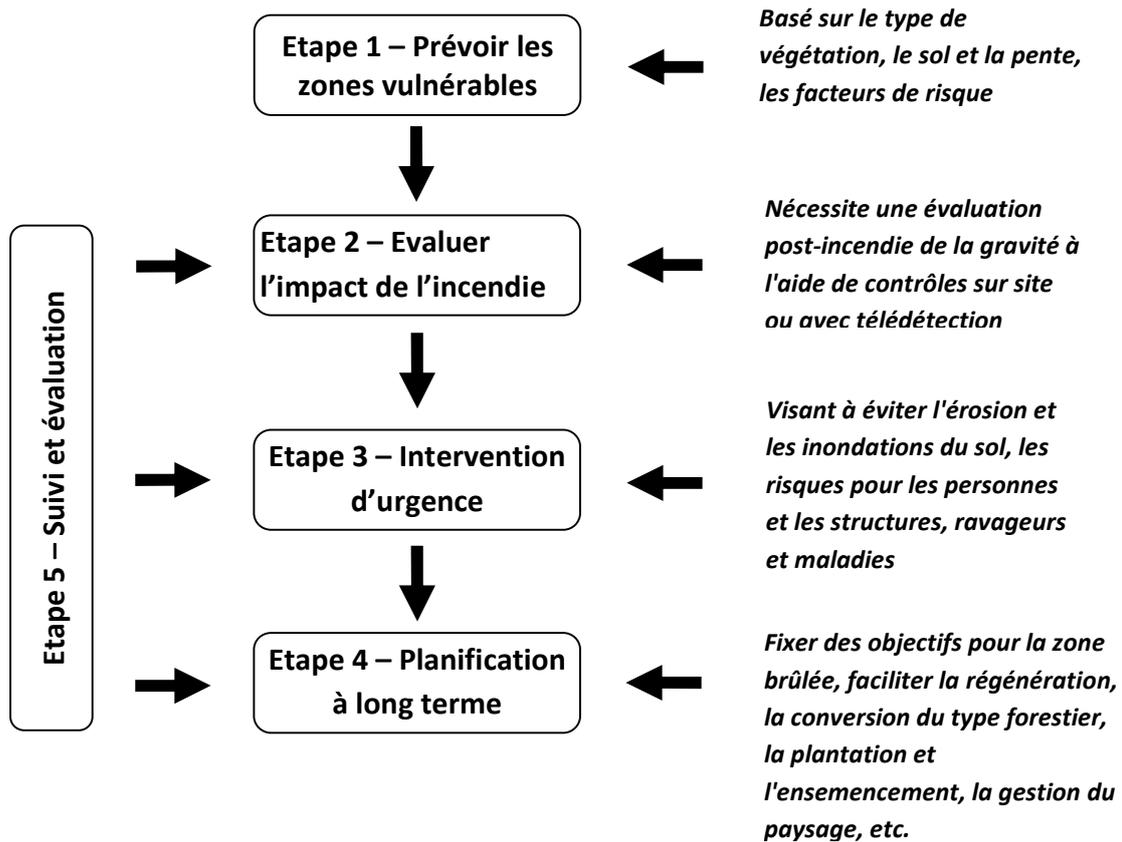


Figure 15: Cadre de planification de la gestion et de restauration post-incendie dans les zones brûlées (Source : Guide de L'Opération Cadre Régional INCENDI (OCRINCENDI), projet Européen 2005-2008).

6.6.1 Prédire les zones vulnérables :

Avant même que les incendies ne se produisent, les gestionnaires des forêts et des paysages disposent des outils nécessaires pour cartographier la vulnérabilité des zones aux incendies de

Partie 1 : Synthèse bibliographique

forêt et pour identifier les zones prioritaires de prévention des incendies et d'intervention après un incendie. Les données clés pour construire ces cartes comprennent les informations sur le sol, la topographie (pente en particulier), le type de végétation, ainsi que la localisation des valeurs à risque (infrastructures, bâtiments, écosystèmes de valeur) (Gourmelon, 2003). Par exemple, un Système d'Information Géographique (SIG) peut être utilisé pour cartographier les zones vulnérables sur la base de l'évaluation conjointe de la capacité potentielle de régénération de la végétation et du risque de dégradation (les facteurs environnementaux qui conditionnent le potentiel de régénération). La capacité de régénération peut être évaluée sur la base de la combinaison du potentiel d'auto succession (la capacité de récupérer le type de végétation d'avant le feu) et du taux de récupération des plantes, qui déterminera la rapidité avec laquelle la végétation se rétablira pour protéger le sol et réduire le risque d'érosion excessive et de ruissellement, pour différents types de végétation. Le risque de dégradation peut être estimé sur la base du potentiel d'érosion (basé sur l'équation universelle de perte de sol) plus le risque de sécheresse (un estimateur de la durée de la période sèche). Ainsi, la combinaison de la capacité de régénération et du risque de dégradation permettra d'obtenir une carte de vulnérabilité des écosystèmes qui permettra d'identifier les zones prioritaires d'intervention post-incendie, en cas de feux de forêt ou de dégradation intense (Rinoldo et al., 2020).

A titre d'exemple, dans le parc national du cap Sounion, en Grèce, des données écologiques et paysagères ont été intégrées à des techniques d'aide à la décision dans un cadre de système d'information géographique (SIG) pour évaluer le risque de perte de résilience après un incendie dans les forêts de *Pinus halepensis*. Des critères liés à l'importance de plusieurs indicateurs (bio-indicateurs : couvert ligneux végétal, densité de pins et géo-indicateurs : historique du feu, matériau de roche mère et pente) ont été incorporés dans un coefficient de pondération puis intégrés dans une règle multicritère qui a été utilisée pour cartographier le risque de perte de résilience. Cette carte est utile pour identifier les « points chauds de risque » où les mesures de gestion post-incendie devraient avoir la priorité (Arianoutsou et al., 2011).

Ce type d'approche peut être utilisé dans tout le bassin méditerranéen afin d'identifier les zones vulnérables et les actions prioritaires de prévention des incendies et d'intervention après les incendies de forêt.

6.6.2 Évaluation des impacts du feu

Même si une zone donnée était identifiée comme très vulnérable aux incendies de forêt, l'érosion et la dégradation des sols après un incendie pourraient être négligeables si un incendie de forêt était de faible gravité. L'impact d'un incendie sur un site dépendra des caractéristiques du feu, et la variable clé pour évaluer comment un écosystème donné réagira au feu, la gravité du feu, ne peut évidemment être évaluée qu'après qu'un feu de forêt s'est produit (Meddour et al., 2010). Il est donc important d'évaluer les niveaux de gravité le plus tôt possible après un incendie, et cela peut être fait soit par des inspections sur le terrain, ou en utilisant la télédétection à haute résolution (par exemple, des images satellites), ou une combinaison des deux. L'utilisation de la télédétection pour évaluer la sévérité des incendies ne sera efficace que si l'information est disponible à court terme pour les aménagistes forestiers. De plus, cette technique présente certaines imprécisions, par exemple dans les zones forestières, la sévérité des brûlures détectées à distance est souvent fortement corrélée aux effets du feu sur la canopée des arbres, mais présente une faible corrélation avec la sévérité du feu et du sol. Souvent, il est plus pratique d'effectuer des vérifications sur le terrain dans les deux premières semaines après l'incendie, pour évaluer visuellement la gravité de l'incendie.

Ces interventions d'urgence, parfois appelées réhabilitation de premiers secours, visent à stabiliser la zone touchée, prévenir les processus de dégradation. Ils peuvent viser la protection des sols pour éviter l'érosion et réduire le ruissellement des eaux, qui augmente souvent après incendie (Lavabre et al., 2010), et le risque d'inondation, pour minimiser les risques pour les personnes et les biens (par exemple, le risque de chute d'arbres brûlés) ou pour la prévention des ravageurs et des maladies des arbres. Ils doivent être entrepris le plus tôt possible, au plus tard quelques mois après l'incendie, et de préférence avant les premières pluies d'automne lorsqu'il s'agit de la région méditerranéenne.

6.6.3 Planification à long terme

Ceci est lié à la définition des objectifs pour la zone brûlée et les actions nécessaires pour atteindre ces objectifs. Selon la situation, il peut s'agir de faciliter la régénération naturelle par assistance, de procéder à la conversion de notre forêt vers d'autres types de forêts, de boisement ou de reboisement, de gestion du paysage pour promouvoir des couvertures terrestres spécifiques.

6.6.4 Suivi et évaluation

Les projets de restauration sont traditionnellement faibles en matière de suivi et d'évaluation. Cela limite les possibilités d'apprendre des succès et des échecs passés. Un projet de restauration ou une action de gestion correctement planifiée doit tenter d'atteindre des objectifs clairement énoncés. Évaluer si les objectifs ont été atteints, ou à quel point nous sommes loin de les atteindre, n'est possible que par le suivi et l'évaluation. Ainsi, les objectifs, les normes de performance et les protocoles de surveillance et d'évaluation des données doivent être incorporés dans les programmes de restauration avant le début d'un projet.

Le suivi et l'évaluation post-incendie sont essentiels pour comprendre les voies de succession des écosystèmes forestiers après un incendie et, en conséquence, pour planifier des actions de restauration appropriées. Il permettra également de réorienter les actions de restauration dans un contexte de gestion adaptative.

Il existe trois stratégies pour mener une évaluation (Collins et al., 2017). La comparaison directe, l'analyse des attributs et l'analyse des trajectoires. En comparaison directe, des paramètres sélectionnés sont mesurés dans les sites de référence et de restauration. Un exemple consiste à évaluer la composition végétale d'une forêt en régénération après un incendie et à la comparer à celle d'une parcelle adjacente non brûlée du même type de forêt. Dans l'analyse des attributs, un ensemble de caractéristiques souhaitables pour le résultat du projet est défini au début et les paramètres mesurés sont comparés à cet ensemble. Dans l'analyse de trajectoire, les données sont collectées périodiquement et les tendances examinées pour confirmer que le projet suit la trajectoire prévue.

Indépendamment de la stratégie suivie, deux points majeurs doivent toujours être pris en compte. Le premier est la connaissance de la situation de référence. A titre d'exemple,

Partie 1 : Synthèse bibliographique

considérons comment évaluer le succès d'une action donnée dans l'augmentation de la couverture du sol si nous ne l'avons pas mesuré au départ ? Cela implique d'évaluer l'état actuel de notre paramètre d'intérêt avant le début de l'action de gestion ou de l'expérimentation. Le deuxième point concerne le suivi des parcelles témoins non traitées, seul moyen d'évaluer l'effet net de notre action.

Enfin, les impacts sociaux de tout projet de restauration doivent également être pris en compte dans l'évaluation de ses résultats car, à côté des objectifs écologiques, il y a toujours des objectifs et des implications sociales et économiques plus ou moins explicites. Certains auteurs ont proposé des protocoles d'évaluation des projets de restauration des forêts méditerranéennes prenant en compte à la fois des critères biophysiques et socio-économiques (Guillem et al., 2016).

7 Échelles spatiales de gestion et de restauration : du peuplement forestier à l'aménagement du territoire

Les actions de gestion et de restauration post-incendie peuvent être entreprises à diverses échelles spatiales, depuis le niveau du peuplement forestier jusqu'à l'aménagement du territoire (Fig. 16.).

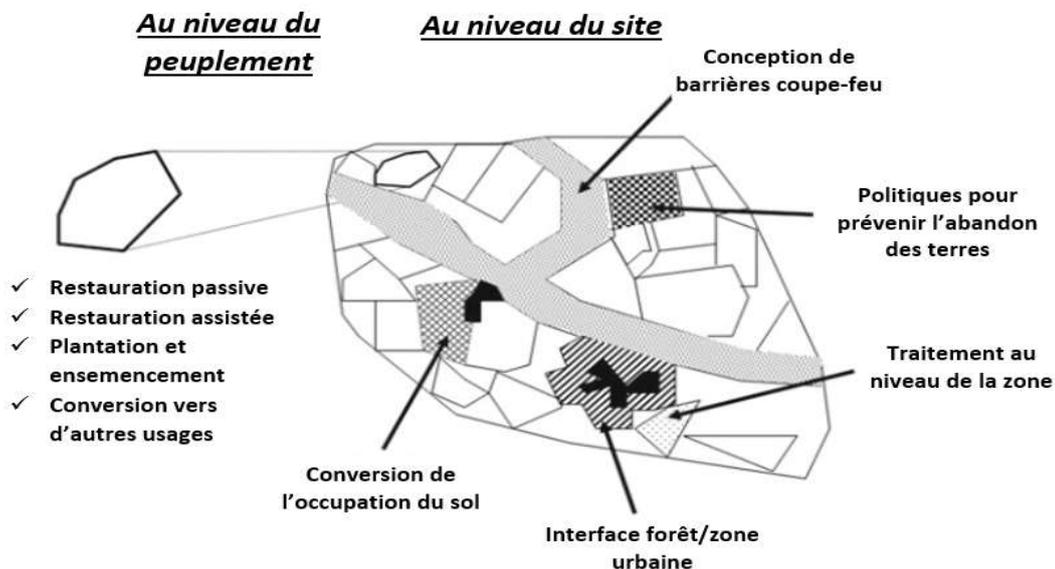


Figure 16 : Échelles spatiales pour la gestion et la restauration post-incendie (Leduc, 2003).

Au niveau du site, cela peut inclure la définition de coupe-feu à l'échelle du site ou de traitements à l'échelle de la zone, la mise en œuvre de politiques visant à prévenir l'abandon des terres ou à conserver des couvertures terrestres spécifiques, la conversion de la couverture terrestre en une couverture moins sujette aux incendies, des réglementations spécifiques pour l'interface forêts/zones urbaines. Au niveau du peuplement, différentes options comprennent la restauration passive, la restauration assistée, la plantation et l'ensemencement (de la même espèce forestière ou la conversion à une autre espèce d'arbre) ou la conversion à d'autres utilisations non forestières.

7.1 Pratiques sylvicoles au niveau du peuplement

Une fois les interventions d'urgence terminées, il existe essentiellement trois options possibles pour la restauration des forêts touchées par le feu. Les techniques de restauration indirecte sont applicables lorsque les dommages fonctionnels/structurels du peuplement forestier sont limités et que la résilience est élevée et selon l'Office National de Gestion Forestière de France, il y a trois options essentielles :

- **La première option** est la gestion des zones forestières (ou arbustives) brûlées par la régénération naturelle « restauration passive ». L'exclusion ou la restriction de certaines activités d'utilisation des terres (par exemple, le pâturage du bétail) pendant quelques années et la mise en œuvre de mesures pour prévenir d'autres événements dégradants (par exemple, des incendies supplémentaires) sont généralement suffisantes pour assurer une régénération satisfaisante après un incendie. La gestion implique donc un suivi attentif des dynamiques de récupération et la vérification de leur cohérence avec les objectifs de gestion fixés en termes de structure et de composition forestière.
- **La deuxième option** de restauration indirecte est « la restauration assistée », avec l'application de techniques sylvicoles appropriées pour soutenir la régénération naturelle post-incendie afin de favoriser une réalisation plus rapide des stades de développement matures. Cependant, il faut décider quand appliquer les interventions

Partie 1 : Synthèse bibliographique

de restauration : peu de temps après l'incendie ou attendre que la régénération naturelle soit établie ? Les interventions sylvicoles précoces visent à créer des conditions favorables à l'établissement de la régénération naturelle, tandis que les interventions ultérieures visent à soutenir le développement de la régénération déjà établie. Différentes approches peuvent être utilisées : (i) pour favoriser la régénération végétative par le sablage des souches et la sélection des pousses, notamment lorsque le feu affecte des terrains boisés dominés par des espèces en repousse comme les feuillus sempervirents ou les chênes feuillus thermophilus (taillis) ; (ii) favoriser la régénération de nouveaux individus par l'élagage et l'éclaircissage pour stimuler l'ensemencement, en donnant plus de lumière et d'espace de croissance potentiel aux branches et cimes dominantes des arbres sur pied dominants, dont la production de graines est généralement plus élevée que les autres arbres, et nettoyage localisé ultérieur pour favoriser la survie et la croissance des semis et, si nécessaire, des plantations localisées pour restaurer le couvert arboré.

- **La troisième option** est la restauration active, par l'ensemencement actif et la plantation dans des feux de remplacement des peuplements. Pour un certain nombre de raisons (par exemple, sévérité élevée des incendies, écologie post-incendie de la végétation affectée, peuplement forestier juvénile), la régénération naturelle peut ne pas garantir l'auto-restauration des types forestiers affectés par le feu, principalement dans le cas des peuplements de pins. Dans ces cas, l'ensemencement ou la plantation sont des techniques appropriées pour assurer une restauration à long terme, et peuvent inclure l'utilisation d'une grande variété d'espèces, selon les objectifs. Une dernière alternative de gestion est la conversion à d'autres usages non forestiers, généralement dans le cadre d'une planification à une plus grande échelle spatiale.

Plusieurs espèces forestières arborées, en particulier méditerranéennes, ont une résistance intrinsèque élevée au feu, et sont donc potentiellement capables de garantir une récupération naturelle efficace après un incendie. Pourtant, les méthodes de restauration post-incendie des forêts pratiquées actuellement dans le bassin méditerranéen, semblent suivre pour la plupart des pratiques conventionnelles et des réglementations administratives qui ne prennent pas toujours en considération l'écologie des incendies des types de forêts affectées; ainsi, ils ne

sont souvent pas les plus appropriés pour faciliter la capacité naturelle de la végétation à revenir au stade de pré-perturbation, par le processus d'auto succession.

7.2 Planification de la gestion du site

La planification à l'échelle du site vise à réduire le risque d'incendie afin de produire des paysages moins sujets aux incendies.

Au niveau du site, l'initiation et la propagation des incendies de forêt résultent de l'interaction entre les sources d'inflammation, les conditions météorologiques, la topographie et l'occupation du sol. Du point de vue de la gestion, l'occupation du sol (liée à la composition et à l'inflammabilité de la végétation) est la seule variable manipulable par l'homme. En général, les zones agricoles et les forêts feuillues à feuilles caduques sont les couvertures terrestres les moins sujettes aux incendies, tandis que les formations arbustives et les pinèdes sont les plus sujettes aux incendies dans le bassin méditerranéen. Une application directe de ces connaissances réside dans la définition des coupures de combustible à l'échelle du site et des traitements à l'échelle de la zone (bloc), dont l'objectif principal est de réduire les charges de combustible ou de modifier la disposition spatiale des combustibles (c'est-à-dire la structure du site), de sorte que Lorsqu'un feu de forêt s'enflamme dans un site aménagé, il se propage plus lentement, brûle avec moins d'intensité et de gravité et est moins coûteux à supprimer. Ainsi, les principaux objectifs des traitements des combustibles du site sont de rompre la continuité des combustibles dangereux à travers un site et de réduire l'intensité des incendies de forêt, en fournissant de larges zones dans lesquelles les pompiers peuvent mener des opérations de suppression de manière plus sûre et plus efficace. En outre, ces zones peuvent également être utilisées pour fournir d'autres types d'avantages (par exemple, la diversité de l'habitat, une variété paysagère, la protection des sites patrimoniaux).

Les implications en matière de gestion de la compréhension des relations site-incendie ne se limitent pas aux conceptions de coupe-feu ou de traitement des blocs. La définition de règles d'aménagement du territoire et la conception et la mise en œuvre de politiques pour atteindre des objectifs paysagers spécifiques, allant des politiques forestières aux politiques agricoles, de développement rural ou urbaines (principalement à l'interface forêt-urbain), contribuent à « créer » des paysages à plus faible risque d'incendie. Par exemple, le « syndrome de l'exode

Partie 1 : Synthèse bibliographique

rural » provoque une augmentation généralisée de la biomasse végétale sur de vastes zones méditerranéennes, principalement dans les zones de montagne, et une augmentation subséquente du risque d'incendie. Le déclin démographique, l'abandon des terres agricoles et pastorales (et la régénération naturelle des forêts qui s'ensuit) et les politiques de promotion du couvert forestier, en particulier dans les anciennes terres agricoles, sont les principaux moteurs de ce processus. Cette tendance ne peut être efficacement contrecarrée que par des politiques permettant d'améliorer les conditions socio-économiques des personnes vivant dans les zones rurales, de promouvoir une nouvelle immigration dans ces régions et de mettre en œuvre des politiques de développement rural qui favorisent les activités contribuant à réduire le risque d'incendie, telles que l'agriculture et le pâturage du bétail. Ces politiques sont principalement liées à l'agriculture, au développement rural et aux questions économiques, plutôt qu'à la gestion forestière.

En l'absence d'autres facteurs de traitement du combustible, le brûlage dirigé ou le brûlage professionnel contrôlé (utilisé par les bergers pour renouveler les pâturages) peuvent être des outils utiles pour réduire les risques d'incendie. Dans cette perspective, les politiques énergétiques soutenant l'utilisation compatible avec l'environnement du potentiel de bioénergie renouvelable des produits agricoles et forestiers (déchets agricoles, mélanges de cultures pour la production de biomasse, abattages complémentaires et résidus d'activités sylvicoles et/ou de traitement des combustibles) peuvent également contribuer à réduire le risque d'incendie, tout en offrant des opportunités d'emploi aux populations rurales.

Aux niveaux régional/local, ces politiques devraient être mises en œuvre principalement dans les zones où la planification au niveau du site pour réduire les risques d'incendie a identifié des sites prioritaires pour le traitement des combustibles, tels que les zones d'interface entre les zones sauvages et urbaines entourant les villages. En fait, l'une des conséquences les plus graves de l'abandon des pratiques traditionnelles est que les villages des zones de montagne, traditionnellement entourés d'une ceinture de terres agricoles qui servaient de coupe-feu pour le paysage, ont aujourd'hui des forêts et des arbustes à proximité des maisons et d'autres infrastructures, ce qui augmente considérablement le risque d'incendie.

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Dans des conditions météorologiques d'incendie modérées à sévères, la gestion du combustible doit être axée sur l'augmentation des options et de l'efficacité d'extinction des incendies en limitant l'allumage et la propagation du feu dans des endroits stratégiques. Cependant, dans des conditions météorologiques exceptionnelles, le feu peut se propager dans tout un paysage, indépendamment de la couverture terrestre et de la gestion du combustible. Les stratégies de prévention devraient donc inclure des options d'autoprotection pour limiter l'intensité des incendies et les dommages sur les écosystèmes et les biens humains, en supposant que la lutte contre les incendies ne sera pas toujours possible dans ces circonstances. Cela implique un changement majeur dans la conception de la gestion des incendies et une approche transversale intégrant les politiques agricoles, forestières et d'aménagement urbain. Actuellement, la gestion déséquilibrée des incendies, avec trop de ressources allouées aux actions de pré-suppression et de suppression par rapport à de mauvaises mesures de gestion du combustible, est de plus en plus remise en question. Parallèlement, l'objectif « apprendre à vivre avec le feu » est de plus en plus partagé, en reconnaissant que le feu ne peut être exclu de l'environnement méditerranéen. Dans le cadre de cet objectif, la gestion du combustible vise non seulement à limiter la propagation des incendies de forêt, mais également à réduire les impacts des incendies sur les ressources humaines et les biens.

La propriété foncière peut être un problème lors de la mise en œuvre d'une gestion à l'échelle du site. Dans les situations où la plupart des terres sont privées et la taille de la propriété est petite, il peut être difficile de coordonner la gestion des différents propriétaires fonciers afin d'atteindre une dimension spatiale qui convient aux objectifs de gestion. Dans les pays ou les régions où la propriété privée fragmentée prévaut, la seule façon d'assurer une gestion efficace est de promouvoir une action coordonnée entre les propriétaires fonciers et forestiers. Les pouvoirs publics peuvent, par exemple, encourager l'association des propriétaires fonciers avec des propriétés contiguës, afin qu'un plan de gestion conjoint soit mis en œuvre pour atteindre cet objectif.

Encadré 1. Restauration post-incendie : leçons apprises dans le Sud de L'Europe

Le projet de L'OCR INCENDI, 2005-2008 suggèrent ces messages clés pour décideurs politiques et parties prenantes :

- Toutes les zones brûlées n'ont pas besoin d'être restaurées ;
- La planification forestière devrait inclure l'identification des zones sujettes aux incendies ;
- Il n'est pas nécessaire de couper tous les arbres brûlés après un incendie ;
- Des actions d'urgence pour réduire les risques d'érosion des sols et de ruissellement des eaux doivent être mis en œuvre uniquement dans les zones à haut risque ;
- Le reboisement n'est pas nécessairement la meilleure réponse après un incendie, et lorsqu'il est entrepris, la sélection des essences et des techniques est essentielle ;
- Les feux de forêt constituent des opportunités pour l'aménagement et la gestion efficace des paysages plus résistants et résilients aux incendies de forêt.

Etude de cas

1 Méthodologie :

Afin de réaliser cette étude comparative entre les techniques de restauration de deux peuplements forestiers (les feuillus et les résineux) dégradés par les incendies, nous avons choisis deux régions bien distinctes, pour répondre à l'objectif de notre étude. La première région c'est la forêt de Sassel dans la wilaya de Ain Temouchent qui est une pinède (forêt des résineux, principalement le pin d'Alep) et la deuxième c'est la forêt de Zarifet dans la wilaya de Tlemcen qui est une subéraie à dominance de chêne liège.

Notre étude est basée sur deux approches comparatives : une approche intra-région et une approche inter-région.

a. L'approche intra-région :

L'objectif est la comparaison de plusieurs stations d'observations à l'intérieur de la même région d'étude. Nous avons échantillonné trois zones à l'intérieur de chaque région, dont le critère d'échantillonnage est basé sur l'état de dégradation de la végétation et du sol de la station.

Nous avons considéré trois états de dégradation :

- Une zone dont l'état est intact a été observé dans cette station.
- Une deuxième zone : touchée par les incendies et dégradée
- Une troisième station : une zone dégradée par les incendies et resautée par le reboisement et quelques travaux sylvicoles.

Dans cette approche nous avons pris en considération nos observations sur le terrain en se basant sur l'évaluation de l'état de la zone, et à partir de fiches d'enquête auprès des acteurs locaux : cause de dégradation, conséquence, technique de restauration, et les résultats des techniques de la restauration de ces écosystèmes.

b. L'approche inter-région :

C'est la comparaison entre les deux régions. On se base sur la comparaison de la résilience au feu et sur l'efficacité des techniques de restauration entre les deux peuplements. Dans cette approche on s'intéresse à l'évaluation de l'état de la région,

Partie 2 : Etude de cas

l'efficacité des travaux sylvicoles et les techniques de restauration en utilisant les outils géomatiques, télédétection et le Système d'Information Géographique (SIG), pour la comparaison et l'évaluation des changements, et l'état d'évolution de la végétation post-incendie.

2 Organigramme de la méthode de travail :



Figure 16: Organigramme de la méthodologie de travail

3 La forêt des résineux de Sassel (Ain Temouchent) (Région 1) :

3.1 Situation géographique :

La forêt de Sassel est localisée entre 35°30'13" Nord en latitude et -1° 12' 27" Ouest en longitude. Son altitude maximum est de 206 mètres et son altitude minimum est de

Partie 2 : Etude de cas

91 mètres au niveau de la mer. Elle est située dans la wilaya d'Ain Temouchent au Nord-Ouest Algérien, à environ de 35 Km du chef-lieu de la wilaya

(Figure 18). Elle est entourée par plusieurs villages. Cette forêt de résineux couvre une superficie de 7000 d'hectares.

Elle est délimitée au Nord par la mer Méditerranéenne et au sud par le village de Ouled Boudjmaa et m'Said, c'est une forêt entourée de terrains agricoles et de terrains labourables.

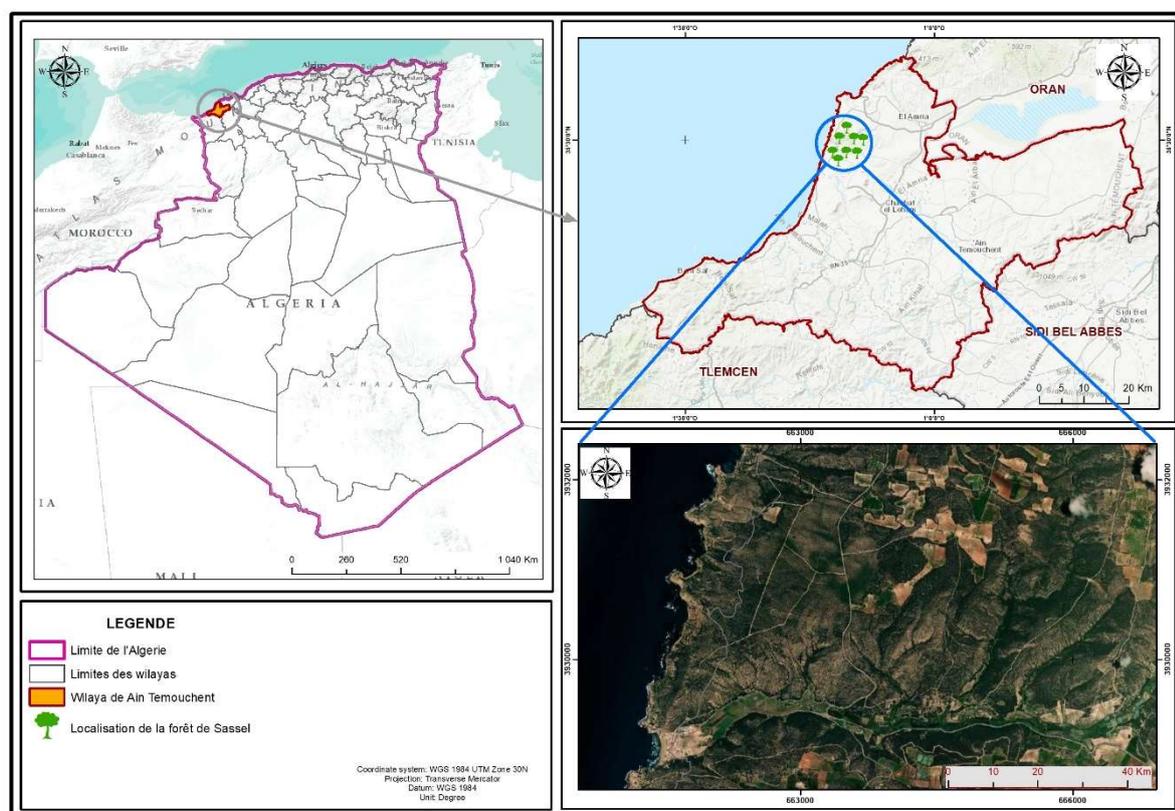


Figure 17: Situation géographique de la forêt de Sassel (Ain Temouchent) (Adjaoud, 2023).

3.2 La géologie :

La composition géologique de la région de Sassel est un terrain à prédominance sédimentaire constitué de dunes de sable, de sable, de boue mêlée avec la chaux et roches volcaniques. Il est à noter que le type de sol prédominant dans la zone d'étude est un mélange de sols

Partie 2 : Etude de cas

sablonneux et boueux, riche en matières organiques et minérales en raison de l'abondance de la végétation dans la région (Conservation des forêts Ain Temouchent, 2023) :

- Dunes de sable modernes.
- Roches calabraises, composées de grès marin et de formations de dunes de sable associées.
- Argile à gypse marine et lagunaire du Miocène terminal.
- Rochers sablonneux.

Dans l'ensemble, notre étude de la carte géologique et l'analyse de la région ont fourni des informations précieuses sur la composition de la zone d'étude et son potentiel d'exploitation dans diverses industries.

3.3 Le climat :

Tableau 5 : Température et précipitations moyennes mensuelles de la région Sassel (2000/2020) (Source : Site internet Power Nasa, Avril2023).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
T°	12.56	13.08	14.50	16.48	19.14	22.52	25.41	26.27	23.66	20.81	16.69	13.77
P	54.82	52.34	46.18	44.46	31.51	9.68	3.12	8.07	24.13	39.38	66.37	47.09

Partie 2 : Etude de cas

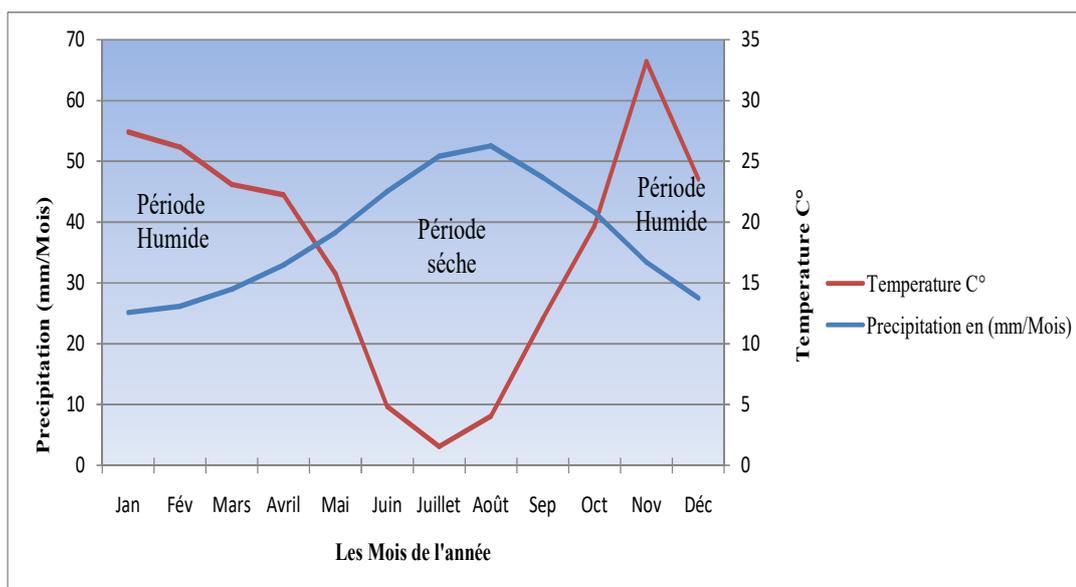


Figure 18 : Diagramme Omrothermique de la région d'étude

Après l'analyse du diagramme ombrothermique de la région nous avons constaté que le climat de cette région est de type méditerranéen, avec des hivers doux et humides et des étés chauds avec une saison sèche prolongée de la fin Avril jusqu'à la fin d'Octobre. Elle appartient à l'étage bioclimatique semi-aride. Les températures moyennes annuelles varient entre 18 et 20°C, avec des précipitations annuelles varient entre 300 et 600 mm/an. L'humidité relative moyenne est de 70.34%. Les vents Nord-Ouest sont les plus dominants dans cette région.

3.4 Les incendies :

La forêt de Sassel est une forêt à dominance du pin d'Alep, elle est sensible et très exposée aux l'incendies (Figure 20), surtout durant la saison sèche qui s'étale dans cette région sur plusieurs mois allant du mois d'avril jusqu'au mois d'octobre. Durant la période 2012 à 2021 la conservation des forêts de la wilaya d'Ain Temouchenta enregistré 249 incendies en moyenne de 25 incendies/an, qui ont touché 611 Hectare au niveau de toute la wilaya d'A.T. Les incendie les plus ravageur ont été enregistrés

3.5 Dommages causés par les incendies :

Les incendies de forêt ont été une cause de destruction majeure dans la wilaya d'Ain Temouchent. Pour la forêt de Sassel en particulier, environ 4 hectares de forêt de pin, 05 hectares de maquis et 7 hectares de broussaille ont été ravagés par les incendies. Ces incendies ont entraîné la destruction d'habitats naturels de la faune et de la flore locale, menaçant ainsi leur biodiversité. Bien qu'aucune perte de vie humaine n'ait été signalée, les incendies ont également eu un impact négatif sur les terres agricoles avoisinantes, surtout en 2015 et 2020. Les dégâts causés par ces incendies ont été considérables et ont nécessité un effort important pour préserver et restaurer les écosystèmes naturels de la région.

3.6 Etude des zones choisies au niveau de la forêt de résineux (Sassel)

3.6.1 Première zone Initiale (Zone de référence)

Nous avons sélectionné cette zone comme une zone de référence, étant donné qu'elle n'a jamais été impactée par les incendies. Les témoignages locaux confirment que la zone est restée vierge, avec une activité humaine peu fréquente à l'intérieur. Cependant, nous avons remarqué des dépôts de déchets ménagers le long de la route nationale. Du côté nord, il y a deux sites de détente pour les familles. Toutefois, ces sites ont été fermés ces dernières années en raison de mesures de prévention contre les incendies. Nous avons choisi cette zone comme référence pour établir une comparaison avec les zones touchées par les incendies.

3.6.1.1 Evaluation de l'état de la végétation et de la faune :

La zone a été évaluée en termes d'état de la végétation et de la faune. Les pins sont très hauts, pour la plupart dépassant les 5 mètres avec un tour de tronc atteignant jusqu'à 1,20 mètre (Figure 21). Le taux de recouvrement de la végétation dépasse les 60%, avec une végétation très dense et diversifiée, appartenant aux différents types biologiques. On peut même remarquer des lianes qui luttent pour atteindre la canopée afin d'accéder à la lumière. La zone est également le foyer d'une faune très variée,

Partie 2 : Etude de cas

comprenant des sangliers, des renards (Figure 22), des oiseaux, des reptiles etc.



Figure 20 : Etat de la végétation dans la zone de référence (Adjaoud, 2023).



Figure 21: Abris des animaux au sein de la zone de référence (Adjaoud, 2023).

3.6.1.2 Evaluation de l'état du sol :

Le sol présent dans la zone évaluée est en état intact, protégé par la couverture des feuillages (Figure 23). Aucun signe d'érosion ou de dégradation du sol n'a été observé. Le taux de couverture du sol par la végétation est considérable d'environ 75%, ce qui contribue à préserver sa qualité. Ces facteurs combinés donnent une chance au sol d'être préservé dans un bon état.



Figure 22: Sol Couvert par les feuilles mortes (Adjaoud, 2023).

3.6.2 Deuxième zone (Zone dégradée) :

En été 2020, la zone étudiée a été touchée par un incendie sévère, qui a ravagé la région entière après s'être déclenché le premier septembre vers 15 heures. Selon les services forestiers, il s'agit de l'incendie le plus intense. Heureusement que les services de la protection civile et les gardes forestiers ont réussi à le maîtriser et à mettre fin à cet incendie destructeur à l'environ de Minuit. Les causes de cet incendie sont attribuables à l'activité humaine liée à la saison estivale, la zone étant très fréquentée durant cette période de l'année. En outre, le manque de moyens de surveillance a également joué un rôle important dans cet incident. Afin de prévenir de tels incidents dans l'avenir, un projet visant à installer un poste de surveillance dans cette zone est en cours de réalisation.

3.6.2.1 Évaluation de l'état de végétation et de la faune :

La zone étudiée a subi des conséquences désastreuses de l'incendie, avec une végétation entièrement ravagée. Même après quatre années écoulées, la végétation montre des difficultés à se régénérer. Malheureusement, il n'a pas été possible de dresser un état des lieux précis des dégâts causés aux pieds de pin, étant donné que les services forestiers ont entamé les travaux de coupe et de récupération du bois pour le reboisement de la zone. Cependant, par chance, un seul arbre dans les limites de la zone touchée par l'incendie est resté debout et agit comme un témoignage (Figure 24 A), bien que partiel, des conséquences de cet événement catastrophique. Il semble que les dommages causés par l'incendie dans la zone étudiée aient été considérables, avec une végétation complètement ravagée (Figure 24 B). Il est cependant difficile de tirer des conclusions sur la faune qui peuplait la zone avant l'incendie, étant donné la destruction complète de l'habitat naturel. Des études plus approfondies seront nécessaires pour évaluer l'impact sur la faune et déterminer si des espèces ont réussi à s'adapter à leur nouvel environnement. Ce genre d'études s'avère souvent essentiel pour comprendre la complexité des dynamiques écologiques après des situations de catastrophe naturelle et la résilience de la faune.

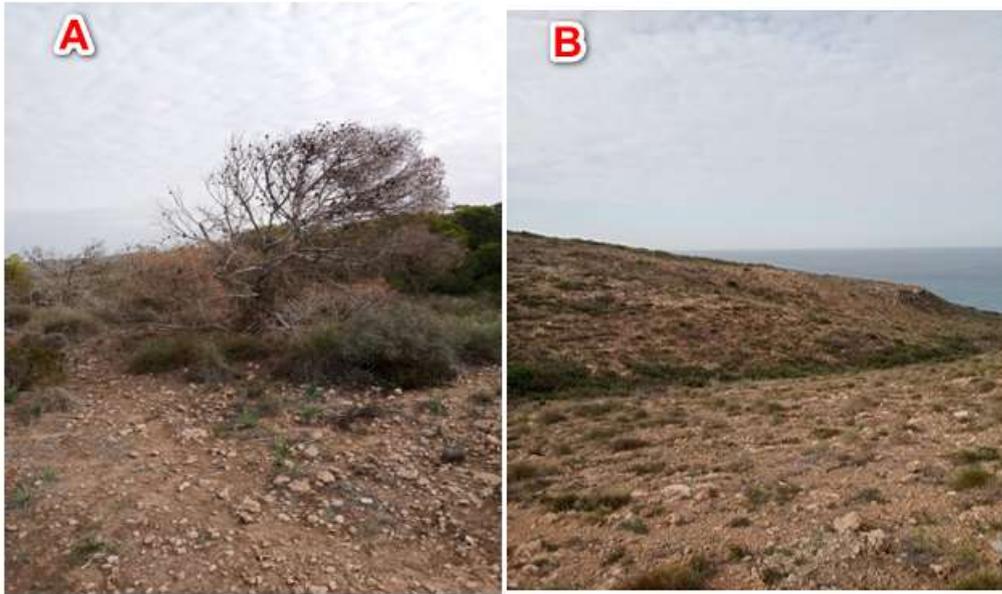


Figure 23 : Etat de la végétation dans la zone dégradée par les incendies Adjaoud, 2023). (A : Arbre témoin sur l'intensité de feux. B : Tapis végétal dans la zone dégradée)

3.6.2.2 Évaluation de l'état du sol :

Le sol présent dans la zone étudiée se caractérise par une composition très caillouteuse et une faible profondeur (Figure 25). Bien que les conséquences de l'érosion n'aient pas été graves jusqu'à présent, ce phénomène pourrait avoir une incidence sur la régénération des semences et des graines, étant donné le manque de précipitations ces dernières années. En outre, les vents pourraient avoir emporté les particules fines du sol, affectant la qualité du substrat rocheux. Toutefois, il convient de noter que les dommages causés par l'érosion sur le sol ne sont pas significatifs à l'heure actuelle. Des recherches scientifiques sont nécessaires pour suivre l'évolution de ces phénomènes sur le long terme et comprendre l'impact sur la qualité du sol et la croissance des plantes.



Figure 24 : Etat du sol dans la région dégradée par les incendies (Adjaoud, 2023).

3.6.3 Troisième zone (zone restaurée) :

La zone faisant l'objet de cette étude a subi un incendie en 2015. Des travaux de restauration et d'aménagement visant à réhabiliter les écosystèmes dégradés ont été entamés en 2018. Ces travaux ont consisté en l'ouverture de pistes d'accès et en la mise en place de panneaux d'interdiction et de sensibilisation des populations, afin de les prévenir des risques liés aux incendies, et pour valoriser les services écosystémiques offerts par cette forêt. Dans cette zone, des travaux de reboisement en utilisant une seule espèce végétale (le Pin d'Alep), ont été réalisés en 2019 mais avec un taux de réussite presque nul.

3.6.3.1 Evaluation de la végétation et de la faune :

L'état de la zone en question est une garigue en régénération naturelle, caractérisée par une croissance lente due aux conditions climatiques et à l'appauvrissement du sol par la matière organique brûlée et dégradée lors d'incendies passés. Néanmoins, sa structure reflète celle des formations végétales typiques de la région méditerranéenne. Concernant sa composition, plusieurs espèces ont été identifiées sur la zone, y compris le pin qui se régénère naturellement à partir des graines présentes dans le sol. Parmi les espèces végétales qui ont été identifiées sur la zone, on peut citer la Lavande, le chêne vert, le Genévrier, l'Asphodèle etc.... (Figure 26). La présence de ces espèces est un indicateur important de la biodiversité locale et de l'importance des travaux de restauration pour protéger ces écosystèmes naturels.



Figure 25: Diversité Floristique au sein de la zone restaurée (Adjaoud, 2023).

3.6.3.2 Evaluation de l'état du sol :

L'état du sol dans la zone en question est considéré comme satisfaisant, avec un taux de couverture évalué approximativement à moins de 50 % (Figure 27). Toutefois, des traces d'effets de ruissellement sont apparues uniquement dans les régions présentant une pente importante (Figure 27). L'impact de ce ruissèlement peut avoir des conséquences importantes sur la perte de nutriments essentiels pour la croissance des plantes. Cette observation souligne l'importance de surveiller équitablement les processus hydrologiques dans les zones de forte pente afin de garantir une gestion adéquate des ressources naturelles de cette zone. Des études complémentaires sont nécessaires pour évaluer l'ampleur de ces effets de ruissellement et trouver les moyens appropriés pour y remédier tout en respectant les contraintes environnementales.

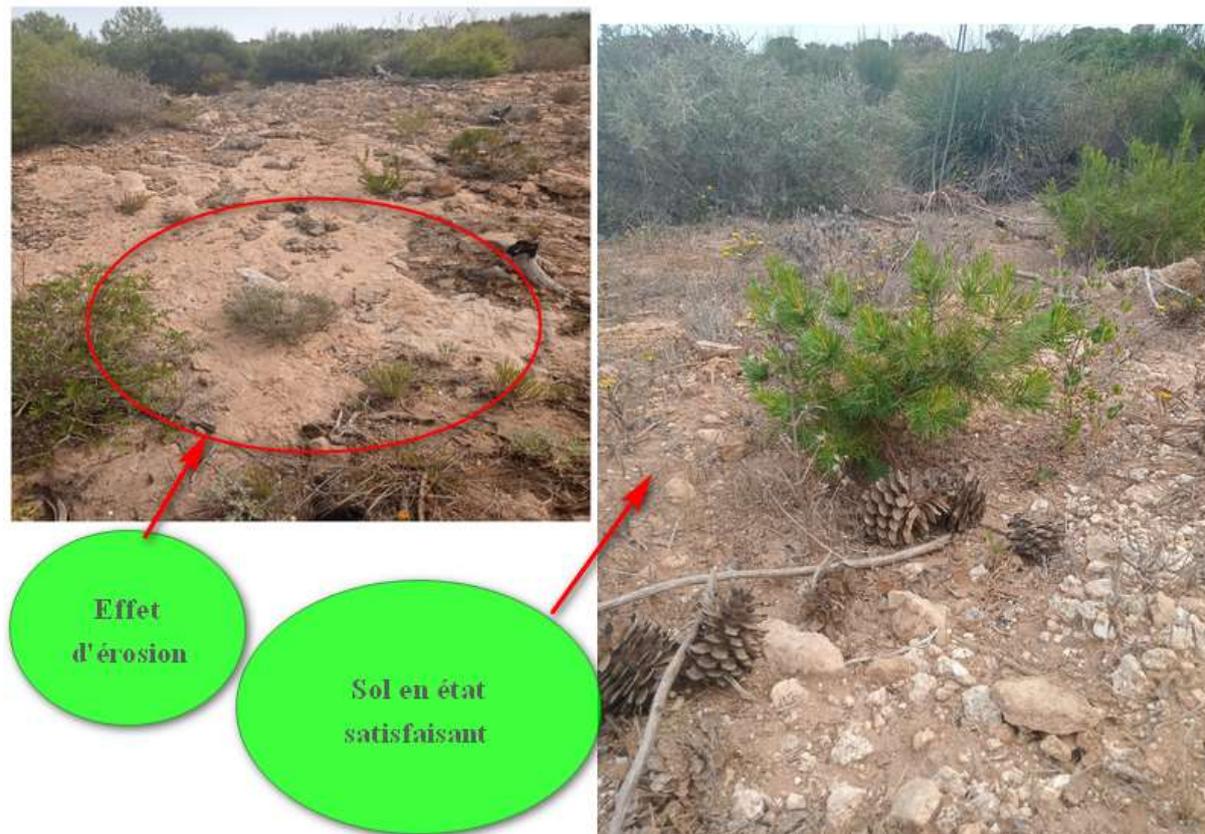


Figure 26: Etat du sol dans la zone restaurée (Adjaoud, 2023).

3.6.3.3 Techniques de restauration appliquées dans cette zone :

Dans cette zone, les techniques de restauration ont été appliquées en utilisant des méthodes à la fois au niveau du site et du peuplement. Au niveau du site, plusieurs interventions ont été effectuées, notamment l'ouverture de pistes (Figure 31) pour faciliter les déplacements et l'accès en cas d'incendie, la mise en place de panneaux d'indication (Figure 29) pour interdire l'utilisation de feu et l'accès dans les zones les plus sensibles, ainsi que la mise en place de barrières pour limiter l'impact des activités humaines sur la zone.

Les travaux élagage (Figure 30) ont également été menés pour encourager la régénération naturelle de la zone. Au niveau du peuplement, une seule espèce de pin, le Pin d'Alep, a été sélectionnée pour la plantation, ce qui permet de consolider le couvert végétal tout en préservant l'esthétique de la région. Laisser la forêt se régénérer naturellement a également été

Partie 2 : Etude de cas

considéré, ce qui permet de restaurer l'écosystème naturel sans perturber outre mesure les processus naturels.

De telles techniques de restauration contribuent à garantir la stabilité des écosystèmes tout en respectant les contraintes environnementales. Cependant, il est important de surveiller attentivement l'effet de ces interventions sur l'écosystème et d'adapter les mesures en conséquence pour garantir une gestion durable de ces zones.



Figure 27: Panneaux de sensibilisation (Adjaoud, 2023).



Figure 28: Travaux d'élitage et d'entretiens (Adjaoud, 2023).



Figure 29: Piste Forestière (Adjaoud, 2023).

3.6.3.4 Résultats des techniques de restauration du peuplement des résineux :

- Les interventions de restauration menées au niveau du site (la mise en défens, l'ouverture des pistes, la régénération naturelle, la sensibilisation de la population locale...) ont montré leur efficacité, avec des résultats satisfaisants jusqu'à présent, nous avons constaté la régénération de plusieurs espèces végétales et la zone n'est pas touchée par les incendies depuis 2015. Cependant, il est important de souligner que la restauration de cet écosystème nécessite un suivi régulier pour garantir son succès à long terme. L'importance écologique, environnementale et socio-économique de cette région justifie pleinement la nécessité d'une attention particulière.

Partie 2 : Etude de cas

- Les travaux de restauration (principalement le reboisement) menés au niveau de la zone restaurée n'ont pas produit les résultats escomptés (selon la conservation des forêts de A.T le taux de réussite est presque nul, avec le flétrissement et la mort de tous les plants (figure 31) et ce là est due au manque d'irrigation et l'abondant du projet par l'entreprise engagée pour la réalisation du projet.



Figure 30: Plant du pin d'Alep flétri et la régénération naturelle dans le même endroit (Adjaoud, 2023).

Tableau 7: Tableau comparatif des trois zones (Forêt de Sassel).

Situation de la zone	Taux de recouvrement végétal	Etat du sol	Stratégie de conservation et de restauration
Zone intacte	<60% (tous types biologiques)	Très bon état, riche en M.O.	Mise en défens
Zone dégradée	Strate herbacée $\geq 10\%$	Dégradé, caillouteux,	Mise en défens Reboisement
Zone restaurée	50% de couverture en régénération naturelle	Quelque signe d'érosion	Régénération naturelle, mise en défens, reboisement

3.7 Etude spatiotemporelle du peuplement des résineux de la forêt de Sassel (Ain Temouchent) :

En vue de la réalisation de cette étude spatiotemporelle du peuplement des résineux, les cartes de changement de la végétation ont été utilisées, en se basant sur l'indice de végétation (NDVI). Le choix de ces images satellites était essentiellement basé sur la saison et la visibilité et le temps clair afin de minimiser la marge d'erreur. Pour cela, la période du printemps a été choisie, étant donné que c'est la période où la végétation permanente est en pleine activité. En ce qui concerne les dates, la lisibilité et la disponibilité des images utilisables ont été prises en compte. Ainsi, le principe de cette étape était d'effectuer une comparaison entre les valeurs de NDVI afin de constater les changements et la dynamique de la végétation.

N.B : Pour notre étude, nous avons sélectionné les années 2013, 2018 et 2022, et les images satellites ont été prises durant le mois de Mai. Cette période a été choisie pour permettre de capturer des images lorsque la strate herbacée annuelle commence à se dessécher, laissant ainsi place à la végétation permanente, notamment les arbres et les arbustes.

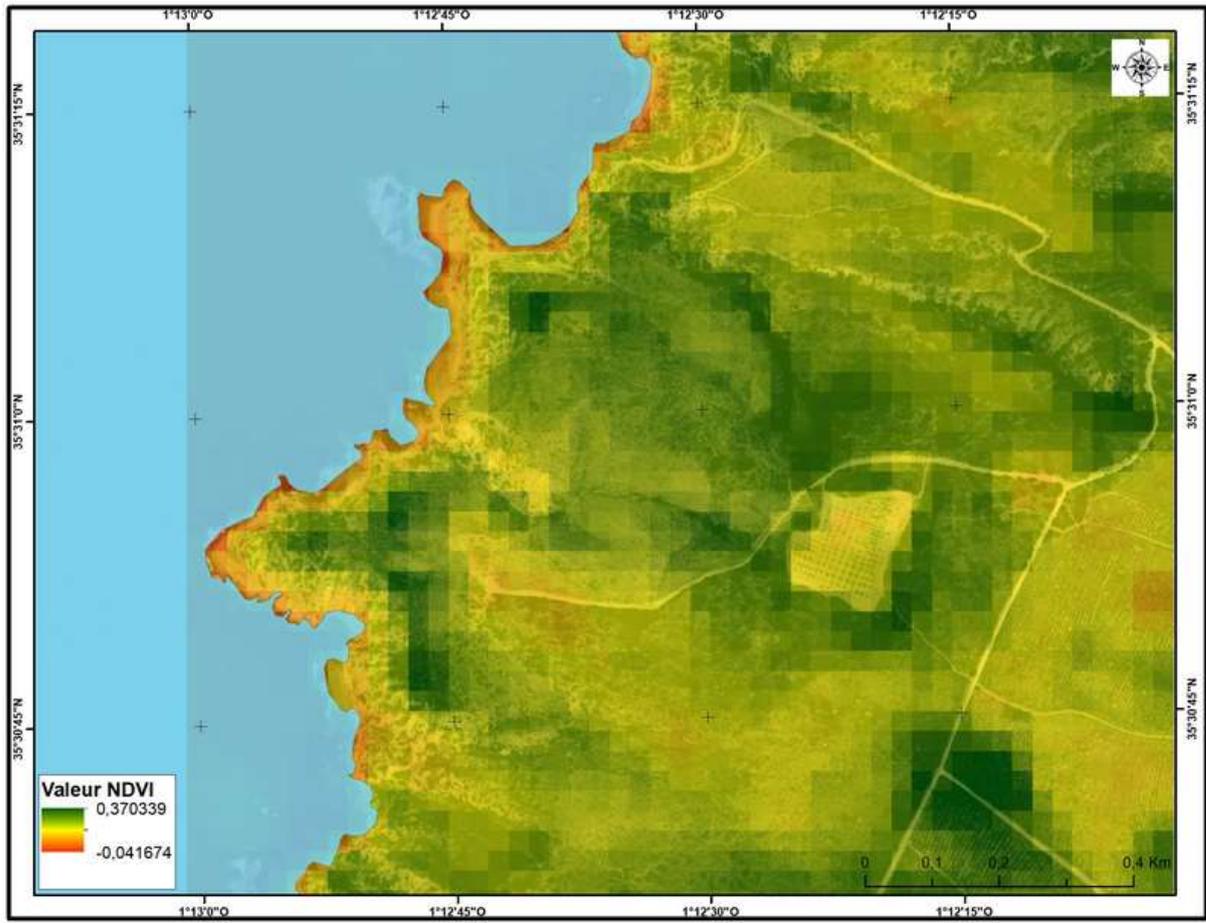


Figure 31: Carte NDVI zone d'étude, année 2013 (Adjaoud, 2023).

PC1 : Sensible à la variation de la biomasse végétale

PC2 : Sensible à la variation de la couverture du sol

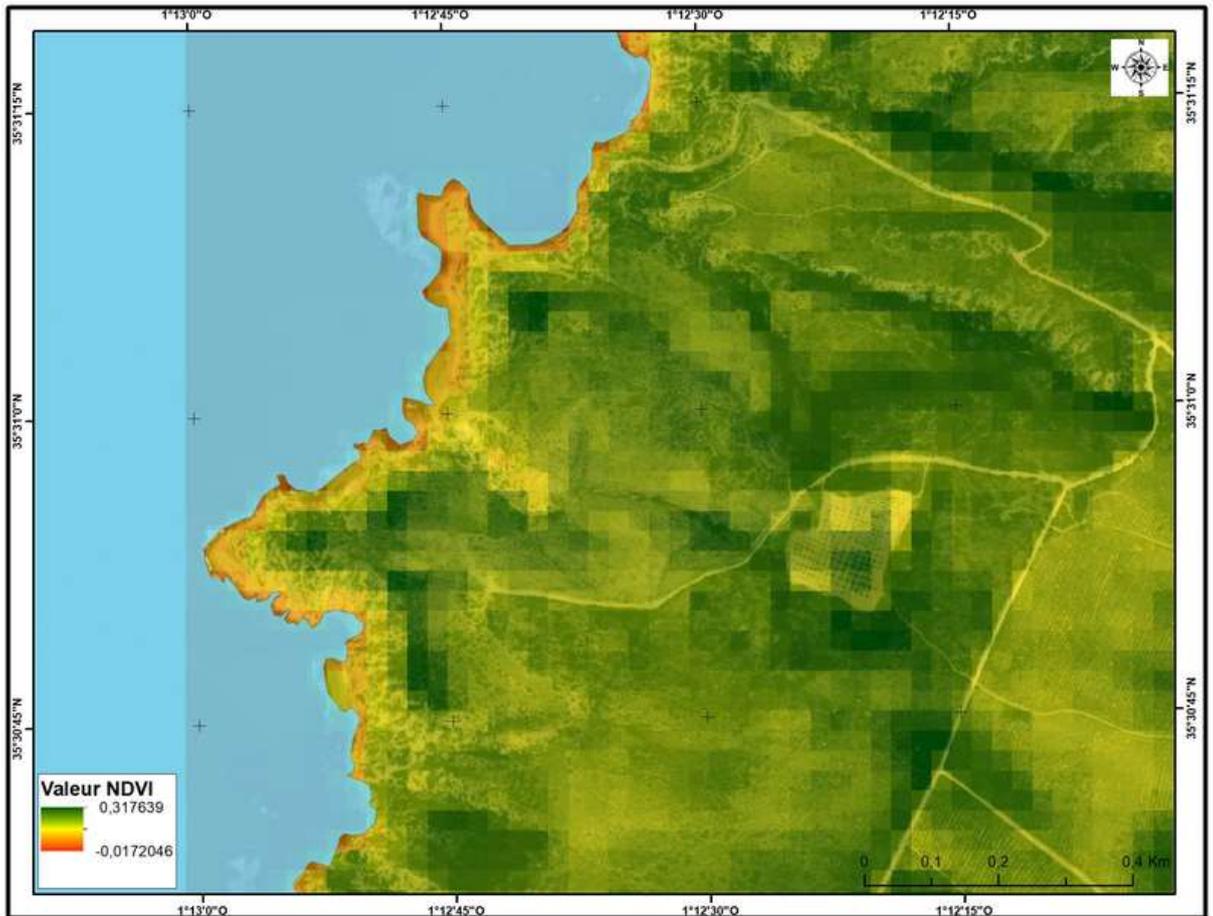


Figure 32: Carte NDVI zone d'étude, année 2018 (Adjaoud, 2023).

PC1 : Sensible à la variation de la biomasse végétale

PC2 : Sensible à la variation de la couverture du sol

Partie 2 : Etude de cas

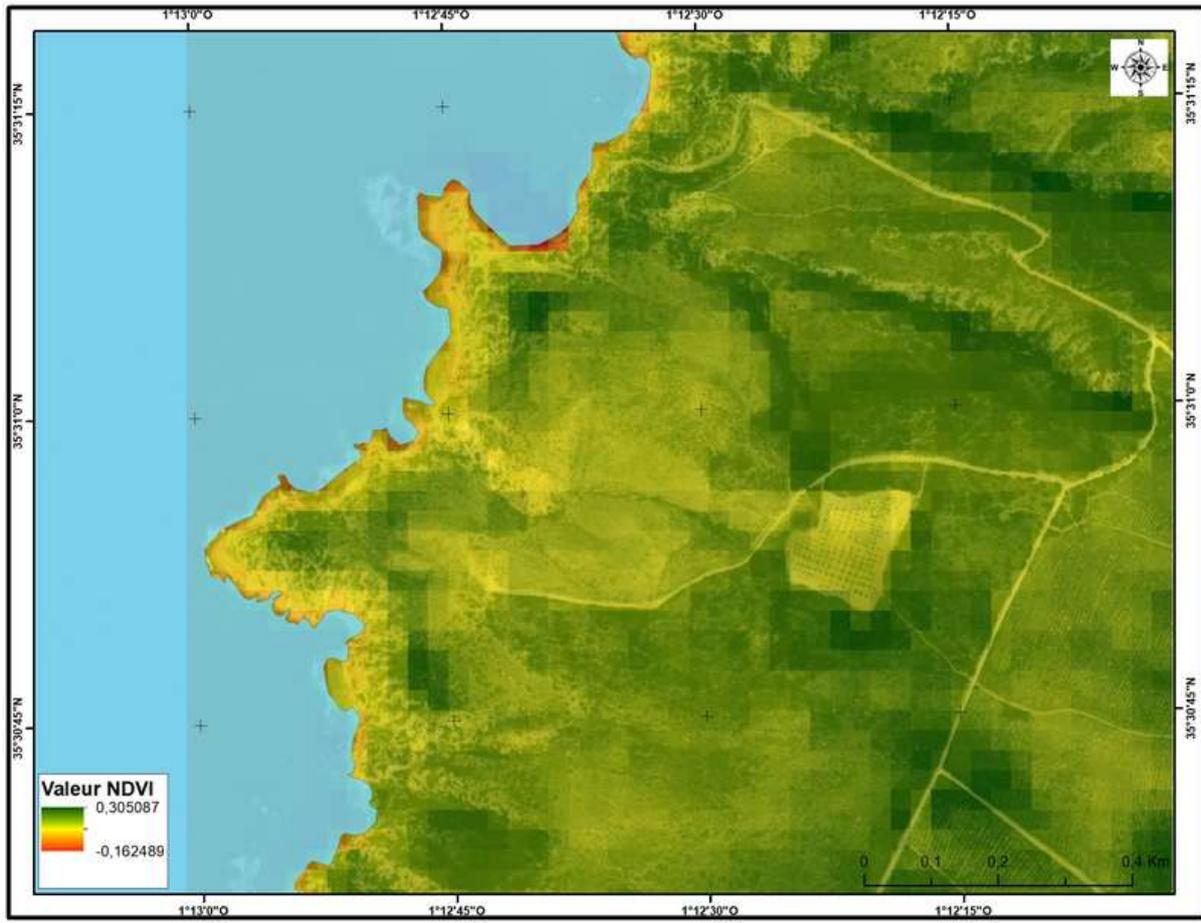


Figure 33: Carte NDVI zone d'étude, année 2022 (Adjaoud, 2023).

PC1 : Sensible à la variation de la biomasse végétale

PC2 : Sensible à la variation de la couverture du sol

Tableau 8 : Les Valeurs de l'indice de végétation de la zone d'étude

Date	Mai 2013	Mai 2018	Mai 2022
Valeur NDVI	PC1 : 0.370339 PC2 : -0.041674	PC1 : 0.317639 PC2 : -0.0172046	PC1 : 0.305087 PC2 : -0.162489

En comparant les valeurs NDVI entre les trois périodes de Mai 2013, Mai 2018 et Mai 2022, nous pouvons constater une diminution générale de l'indice au fil du temps. En

Partie 2 : Etude de cas

effet, les valeurs sont passées de 0.370339 en 2013, à 0.317639 en 2018, pour finalement atteindre 0.305087 en 2022. Cette diminution peut être interprétée comme un changement de la dynamique régressive de la végétation au fil des ans, qui pourrait être influencé par plusieurs facteurs notamment les incendies et le climat. Une analyse plus approfondie d'autres facteurs (la qualité du sol et la présence des parasites, l'activité humaine) peut aider à mieux comprendre les raisons sous-jacentes à ce changement régressif dans la dynamique de la végétation.

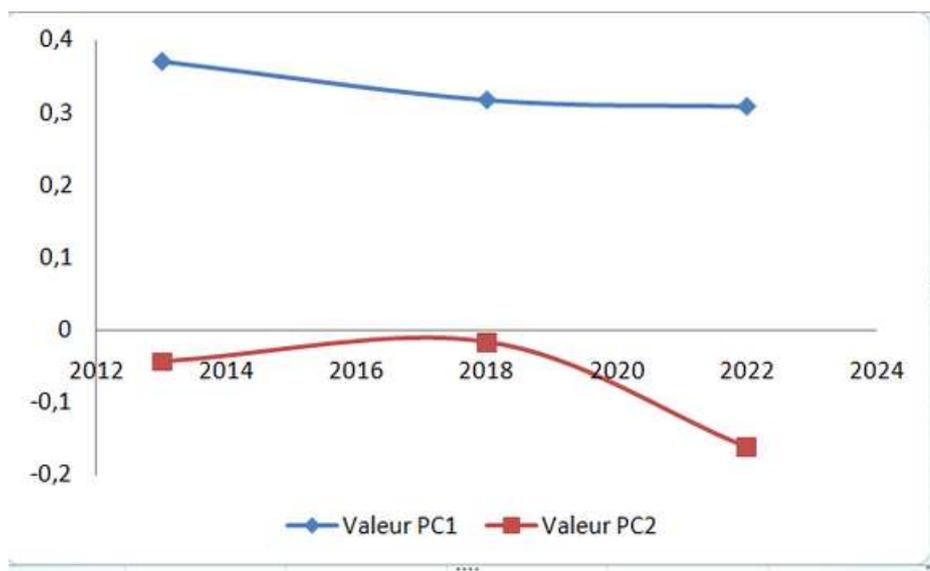


Figure 34: Les composantes principales NDVI (2013/2022) (Adjaoud, 2023).

Par analyse approfondie des valeurs de la première composante principale de l'indice de végétation (PC1) révèlent une nette régression de 0,06 au cours des cinq premières années (2013/2018). Cependant, entre 2018 et 2020, il y a eu une diminution de 0,01. Cela peut être attribué à une réduction des facteurs qui dégradent la végétation en raison des activités humaines limitées dans la forêt.

A l'inverse, une forte baisse de la composante principale PC2 sur la même période (2018-2022) est due au défrichement et à l'aménagement des terres agricoles. Néanmoins, les données PC2 de 2013 à 2018 suggèrent une augmentation progressive de la couverture des sols.

4 La forêt des feuillus de Zarifet (Tlemcen) (Région 2) :

4.1 Situation géographique :

La forêt de Zarifet est une subéraie située dans la région Nord-Ouest de l'Algérie, dans la wilaya de Tlemcen (Figure37). Elle se trouve à environ 5 kilomètres du chef-lieu de la wilaya et est délimitée par plusieurs communes, telles que Modjet, Mansourah et Beni Mester au Nord, Djbel Modjet à l'Est, la forêt de Hafir à l'Ouest et la commune de Terny et Dis au Sud. Cette forêt s'étend sur une superficie d'environ 535 hectares avec une couverture plus de 60 %. Elle est située sur un massif montagneux accidenté (Figure36), dont la pente varie selon les endroits. L'altitude de la forêt varie entre 700 et 1300 mètres, ce qui en fait un habitat unique pour de nombreuses espèces animales et végétales. Cette forêt est sous la tutelle du Parc National de Tlemcen et des services de conservation de la forêt de la même wilaya. La subéraie est constituée principalement de chênes-lièges ainsi que d'autres espèces d'arbres qui varient selon les zones géographiques et l'altitude. Ces espèces fournissent également un habitat vital pour les espèces animales

Partie 2 : Etude de cas

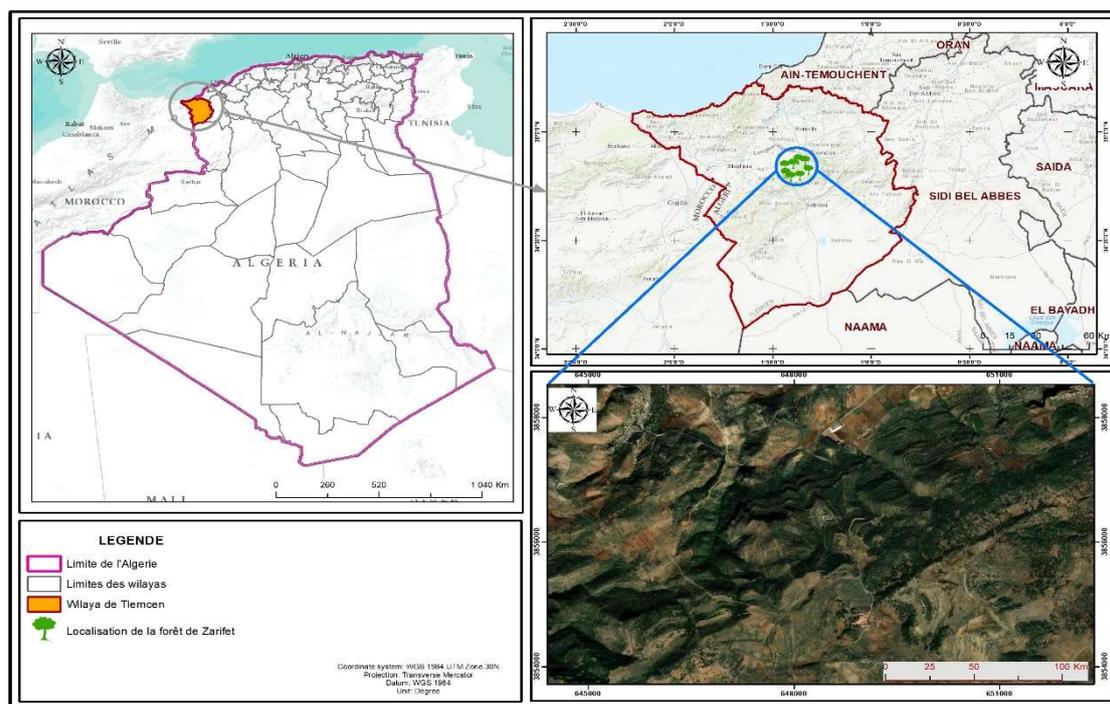


Figure 35: Situation géographique de la forêt de Zarifet (Tlemcen) (Adjaoud, 2023).

4.2 La géologie :

La forêt de Zarifet est caractérisée par des formations calcaires et dolomitiques datant du Kimméridgien (de l'ère du Jurassique supérieur) et du Tithonien (de l'ère du Crétacé inférieur), elle se trouve dans une région de formation géologique très complexe (Mokaddem, 2014).

Plus précisément, la forêt de Zarifet est composée de plusieurs formations géologiques (Siba, 2022), les principales sont :

- Les Calcaires, formant des collines calcaires remarquables ;
- Les Dolomies de Tlemcen (Kimméridgien supérieur), qui ont une texture très fine et qui se trouvent à la base de la forêt ;
- Les grès de Boumediene qui est un type de roche très poreuse.

La région Zarifet présente des caractéristiques pédologiques favorables au développement des arbres pourvus d'un système racinaire profond. En effet, le sol y

Partie 2 : Etude de cas

est profond, permettant ainsi au système racinaire de s'enfoncer suffisamment dans le substrat, à la recherche de nutriments et d'eau, et favorisant ainsi la croissance de ces espèces arborées.

4.3 Le climat :

Le climat de la forêt de Zarifet est de type méditerranéen frais et humide, avec des étés chauds et secs et des hivers humides et doux, favorisant la diversité de la faune et de la flore de la région. Elle appartient à l'étage bioclimatique semi-aride. Les températures moyenne annuelles varient entre 15 et 20°C, avec des précipitations annuelles varient entre 300 et 700 mm/an ces dernière 20 années. L'humidité relative moyenne est de 61.51%. Les vents Nord-Ouest sont les plus dominants dans cette région.

4.4 Les incendies :

Zarifet est une forêt à dominance des chênes liège. Les chênes lièges (*Quercus suber*) ont des propriétés uniques qui leur permettent de résister au feu dans une certaine mesure. Leur écorce est composée de cellules mortes, appelées liège, qui sont isolantes et résistantes au feu. Cela permet aux chênes lièges de survivre à de petits incendies ou de récupérer plus rapidement après une grande perturbation.

Les incendies dans cette forêt sont causés par des activités humaines, en particulier les habitants de proximité qui cherchent à exploiter ces zones forestières pour l'agriculture. L'analyse historique des incendies révèle que l'année 2015 est la plus désastreuse, avec une perte de 35 hectares de la forêt de chêne. Ces incendies ont des conséquences catastrophiques sur l'écosystème forestier, menaçant la biodiversité, la qualité de l'air et des sols, ainsi que la sécurité des populations avoisinantes. Par.

4.5 Dommages causés par les incendies :

Les incendies depuis 2013 à 2018 ont provoqué la perte de 81 hectares de forêt, de maquis de chêne vert et de broussailles au niveau de la forêt de Zarifet, le tableau suivant représente les dégâts causés entre 2013 et 2018.

Partie 2 : Etude de cas

Tableau 9 : Les superficies incendiées dans la zone d'étude (2013-2018) (Zarifet).

Année	2013	2014	2015	2018
Dégâts	07 hectares	10 hectares	62 hectares	02 hectares

4.6 Etude des zones échantillonnées au niveau de la forêt de Zarifet (Tlemcen) :

4.6.1 Première zone (Zone Initiale) :

Nous avons sélectionné cette zone de peuplement des feuillus en tant que zone de référence, étant donné qu'elle n'a pas été impactée par des incendies et qu'elle abrite une biodiversité faunistique et floristique remarquable ainsi que peu d'activité humaine en son sein. La couverture végétale est d'environ 80%. Nous avons opté pour cette zone en tant que référence pour établir une comparaison avec les zones touchées par les incendies. L'écosystème de cette zone est caractérisé par une végétation saine et une bonne structure, comprenant notamment des arbres de chêne liège (*Quercus suber*). Nous pouvons conclure que cet écosystème fonctionne bien et sert de modèle de référence pour des études écologiques plus larges.

4.6.1.1 Evaluation de l'état de la végétation et de la faune :

La végétation présente dans cette zone de référence se caractérise par une grande diversité, incluant notamment les arbres de chêne liège (*Quercus suber*) et leur cortège floristique associé (Figure 38), dont le taux de recouvrement est d'environ 65%. Les arbres atteignent une hauteur d'environ 3 à 4 mètres. L'état du tapis végétal nous a permis d'avoir une idée de la composition des autres zones (les mêmes peuplements) perturbés par les incendies. En servant de référence, cet écosystème végétal permet de constater les dommages causés par les incendies et de prendre les mesures nécessaires pour leur restauration.



Figure 36: Etat de la végétation au sein de la zone de référence (Adjaoud, 2023).

4.6.1.2 Evaluation de l'état du sol :

Le sol de cette subéraie est très caractéristique, car il est très riche en matière organique et est largement couvert par la végétation (Figure 39). Cette combinaison permet la mise en place de processus de décomposition et de recyclage des éléments qui sont essentiels au bon fonctionnement de l'écosystème forestier. Les arbres de chêne liège, avec leur épaisse couche de liège, contribuent également à l'amélioration de la qualité du sol. Cette zone est donc un exemple typique d'un sol sain et fertile, où la végétation peut se développer à son plein potentiel.

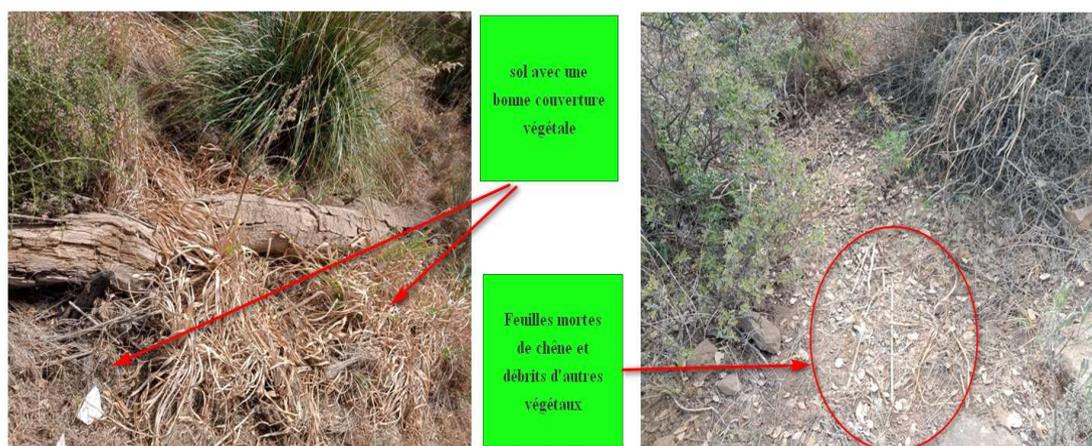


Figure 37: Etat du sol au sein de la zone de référence (Adjaoud, 2023).

4.6.2 Deuxième zone (Zone dégradée) :

4.6.2.1 Évaluation de l'état de végétation et de la faune :

Dans cette zone. La végétation est un peu rare (taux de couverture moins de 10% environs), avec pour seule exception la présence de quelques rejets et de quelques arbres de chêne qui semblent se rétablir lentement (Figure 40). L'impact de l'incendie sur le sol et la végétation, ainsi que le manque de précipitations, sont la principale cause de la non-régénération des autres espèces herbacées qui font partie du cortège floristique de cette végétation. Cet écosystème a subi une forte dégradation, avec une diminution significative de la biodiversité faunistique et floristique. L'état du Diss, une espèce importante dans cet écosystème, est actuellement en reprise, mais des efforts supplémentaires restent à fournir pour la restauration de la zone touchée.

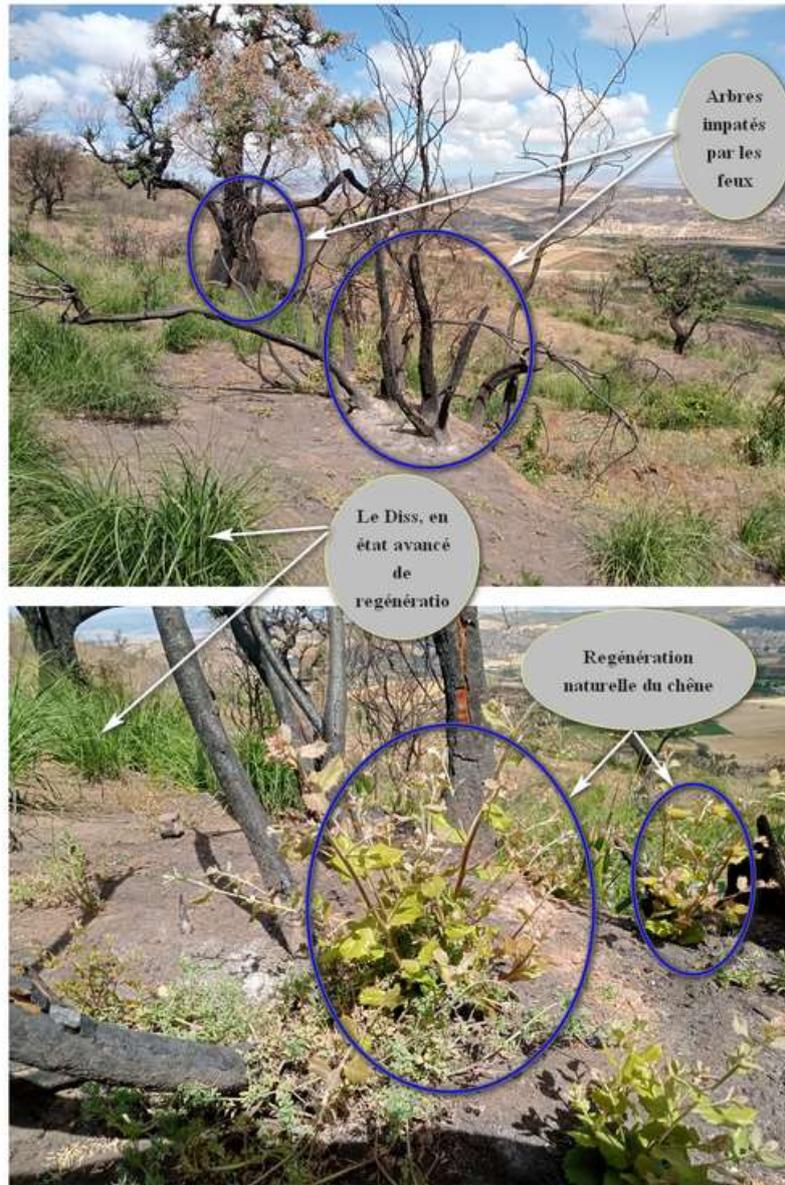


Figure 38: Etat de la végétation au sein de la zone dégradée (Adjaoud, 2023).

4.6.2.2 Évaluation de l'état du sol :

La zone en question a subi un fort impact dû à l'incendie (Figure 41). En effet, le sol a été durement touché par l'intensité de ce dernier. Les conditions météorologiques, l'exposition Nord et les inclinaisons du sol ont favorisé la propagation rapide des flammes, provoquant des dégâts considérables sur la végétation et le sol. Aujourd'hui, le sol est nu et complètement brûlé, offrant un spectacle désolant. Cependant, même si la tâche paraît difficile, il est

Partie 2 : Etude de cas

possible de restaurer le sol et de le rendre à nouveau à son état initial. Des techniques de régénération naturelle peuvent être mises en place pour favoriser la croissance de nouvelles plantes et ainsi, permettre à la biodiversité locale de se rétablir petit à petit. Mais cela nécessite une réelle volonté de la part des décideurs locaux et des citoyens de protéger l'environnement et de promouvoir des pratiques durables pour éviter que de tels événements ne se reproduisent à l'avenir.



Figure 39: Etat du sol au sein de la zone dégradée (Adjaoud, 2023)

4.6.3 Troisième zone (zone restaurée) :

La sélection de cette zone est fondée sur les contraintes essentielles à notre approche de d'étude. L'écosystème local a été soumis à une perturbation majeure résultant d'un incendie de grande ampleur en l'année 2020. Les organismes chargés de la protection environnementale ont entrepris diverses mesures en vue de la réhabilitation et de la restauration de cet écosystème. Ces mesures incluent, notamment, des projets de reboisement pour les zones les plus endommagées par l'incendie ainsi qu'une défense accrue des parcelles moins touchées. Ces stratégies de restauration sont essentielles pour encourager le rétablissement de l'écosystème local et garantir sa durabilité sur le long terme.

4.6.3.1 Evaluation de la végétation et de la faune :

La présente zone fait état d'un processus de régénération naturelle de la végétation. L'évolution de cette régénération est satisfaisante et donne lieu à espoir quant à la restauration de l'écosystème d'origine, mais une stricte application des stratégies de défenses sont indispensables. Globalement, cet écosystème a un taux de couverture d'environ 45% et il se trouve dans une trajectoire de retour vers son état initial. Un constat est relatif à la régénération de chênes-lièges, aussi bien au niveau des tiges qu'au niveau des racines (Figure 42).

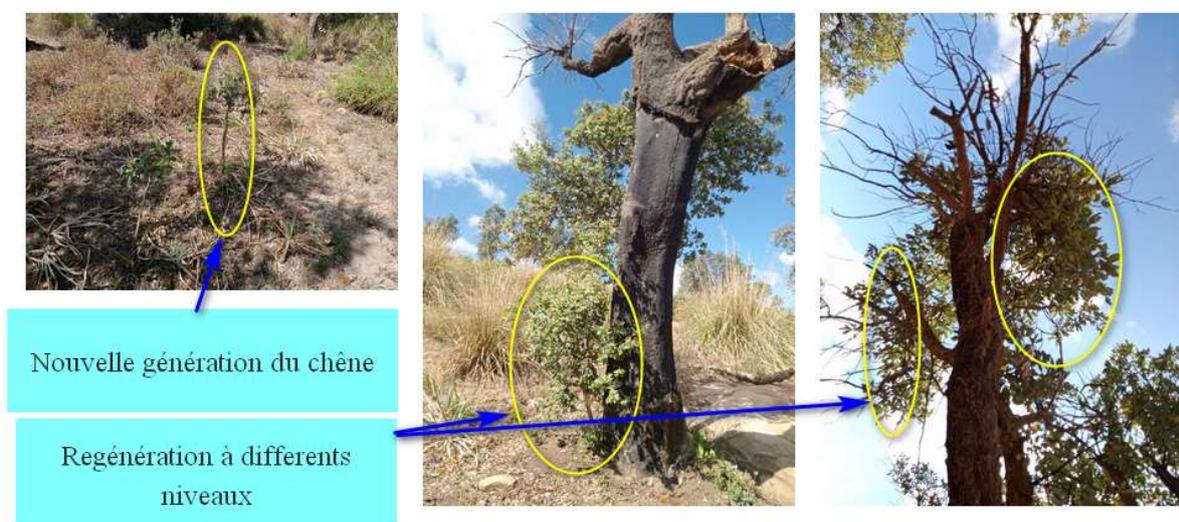


Figure 40: Etat de la végétation au sein de la zone restaurée (Adjaoud, 2023).

4.6.3.2 Evaluation de l'état du sol :

Dans l'ensemble, l'état du sol de la zone est satisfaisant, témoignant d'une bonne qualité sans aucun signe apparent d'érosion ou d'impact naturel nuisant à ses propriétés (Figure 43). Cependant, il est à noter que l'impact d'un pâturage accru est clairement visible et a engendré certaines perturbations (Figure 43). Cette observation appelle à une réflexion sérieuse sur les pratiques d'élevage, afin de minimiser les effets délétères sur la qualité du sol et sur l'écosystème dans son ensemble.



Figure 41: Etat du sol au sein de la zone restaurée (Adjaoud, 2023).

4.6.3.3 Techniques de restauration appliquées dans cette zone

Des interventions utilisant des techniques de restauration ont été entreprises dans cette zone, tant au niveau du site qu'au niveau du peuplement. Les interventions ont englobé un assemblage de mesures telles que l'ouverture de pistes afin de faciliter les déplacements et l'accès en cas d'incendie, la mise en place de panneaux de sensibilisation (Figure 46) visant à interdire l'utilisation du feu et à limiter l'accès aux zones les plus sensibles, ainsi que l'installation de barrières pour restreindre l'impact des activités anthropiques sur l'écosystème, interdisant notamment les véhicules à moteur, sauf pour les riverains et en cas d'une

Partie 2 : Etude de cas

nécessité. Des travaux sylvicoles ont également été exécutés pour encourager la régénération naturelle de la zone et pour prévenir les incendies, notamment par le nettoyage et le débroussaillage le long des pistes (Figure 45-1-). Concernant les travaux de reboisement (Figure 44), un choix est fait en faveur d'une seule espèce de chêne-liège pour la plantation, permettant de renforcer la couverture végétale, tout en préservant l'esthétique traditionnelle de la région. Le recours à une régénération naturelle de la forêt a aussi été envisagé, permettant ainsi la restauration de l'écosystème sans altérer excessivement les processus naturels. De telles stratégies de restauration contribuent incontestablement à garantir la stabilité des écosystèmes tout en respectant les enjeux environnementaux. Néanmoins, il est crucial de surveiller strictement les effets de ces interventions sur l'écosystème et de les adapter en fonction des évolutions observées, afin de garantir une gestion durable et pérenne de ces zones.

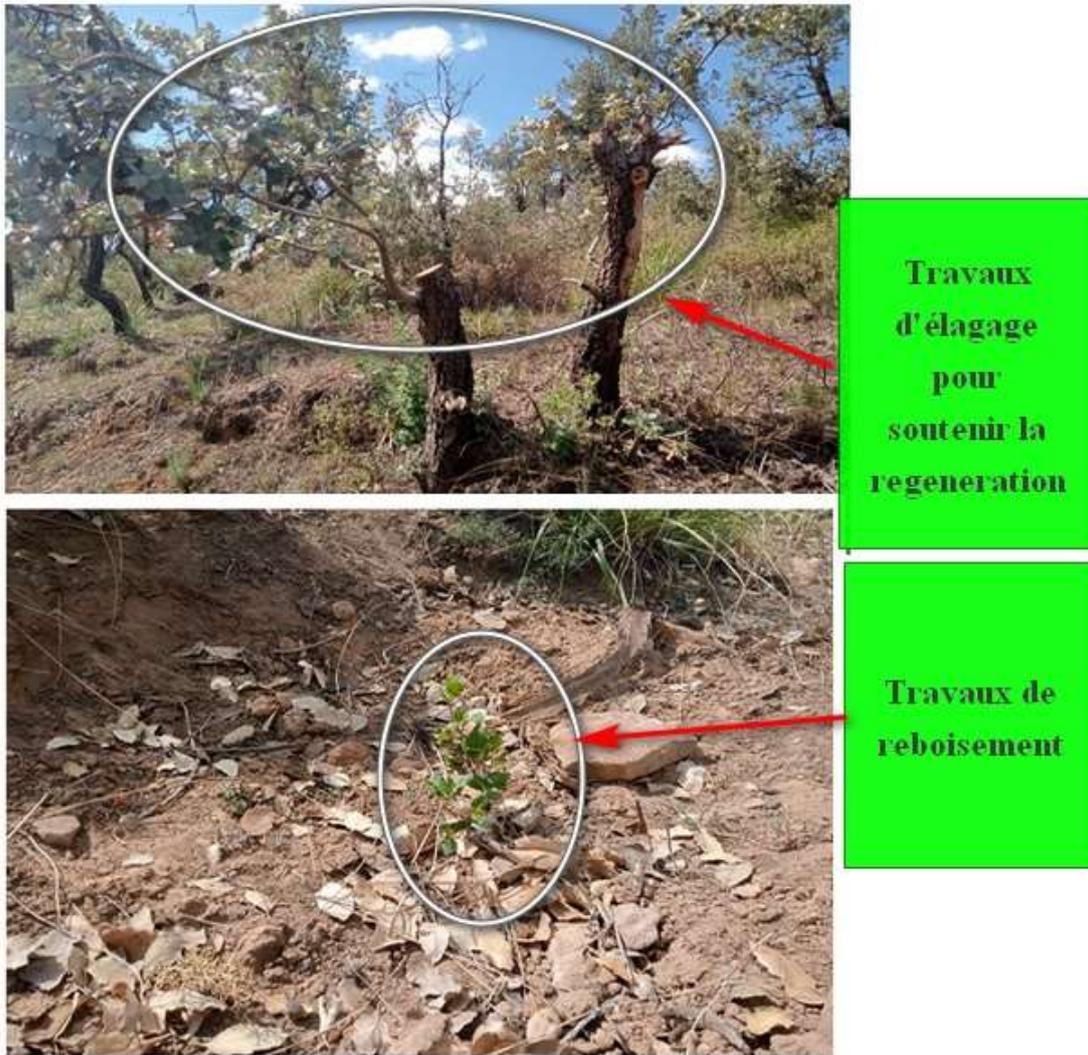


Figure 42: Travaux sylvicoles au niveau de la zone restaurée (Adjaoud, 2023).



Figure 43: Travaux sylvicoles au niveau de la zone restaurée (Adjaoud, 2023).



Figure 44: Panneaux de sensibilisation et d'information (Adjaoud, 2023).

4.6.3.4 Résultats de ces techniques de restauration et d'intervention :

Dans l'ensemble, les interventions menées dans cette zone en vue de la préservation et de la restauration de l'écosystème ont porté leurs fruits et vont produire des résultats satisfaisants à long terme. Plus particulièrement, la mise en place de mesures visant à défendre le site et à encourager la régénération naturelle du peuplement a contribué à une évolution progressive de celui-ci, tendant vers un état écosystémique de référence. Cependant, les travaux de reboisement n'ont pas produit les effets escomptés et ne se sont pas révélés concluants. Il est envisageable d'explorer d'autres voies de restauration pour pallier cet échec, comme la mise en place de mesures de gestion alternative.

Partie 2 : Etude de cas

Il convient de souligner que la restauration d'écosystèmes dégradés est un sujet d'intérêt majeur pour la préservation de la biodiversité et la protection des services écosystémiques. Les interventions entreprises dans cette zone constituent une contribution significative à cet objectif global et fourniront des indications précieuses pour d'autres projets de restauration écologique. Toutefois, il est important de suivre de près l'évolution de l'écosystème et d'adapter les interventions en conséquence pour optimiser leur efficacité et leur durabilité.

Tableau 10: comparaison des trois zones (Forêt de Zarifet) :

Situation de la zone	Taux de recouvrement végétal	Etat du sol	Stratégie de conservation et de restauration
Zone intacte	<65% (tous types biologiques)	Très bon état, riche en M.O.	Mise en défens
Zone dégradée	Taux de couverture <10%	Impacté par les feux	Mise en défens
Zone restaurée	40% de couverture en régénération naturelle	Sol couvert par la M.O et impactée par le pâturage	Régénération naturelle, mise en défens, reboisement

4.7 Etudes spatiotemporelle du peuplement des feuillus de la forêt de Zarifet (Tlemcen) :

En vue de la réalisation de cette étude spatiotemporelle du peuplement des feuillus, les cartes de changement de la végétation ont été utilisées, en s'appuyant sur l'indice de végétation (NDVI). Le choix de ces cartes était essentiellement basé sur la saison et la disponibilité de cartes lisibles et claires afin de minimiser la marge d'erreur. Pour cela, la période du printemps a été choisie (Le mois de Mai) étant donné que c'est la période où la végétation est en pleine activité. En ce qui concerne l'année, la lisibilité et la disponibilité des cartes

Partie 2 : Etude de cas

utilisables ont été prises en compte. Ainsi, le principe de cette étape était d'effectuer une comparaison entre les valeurs de l'NDVI afin de constater les changements et la dynamique de la végétation.

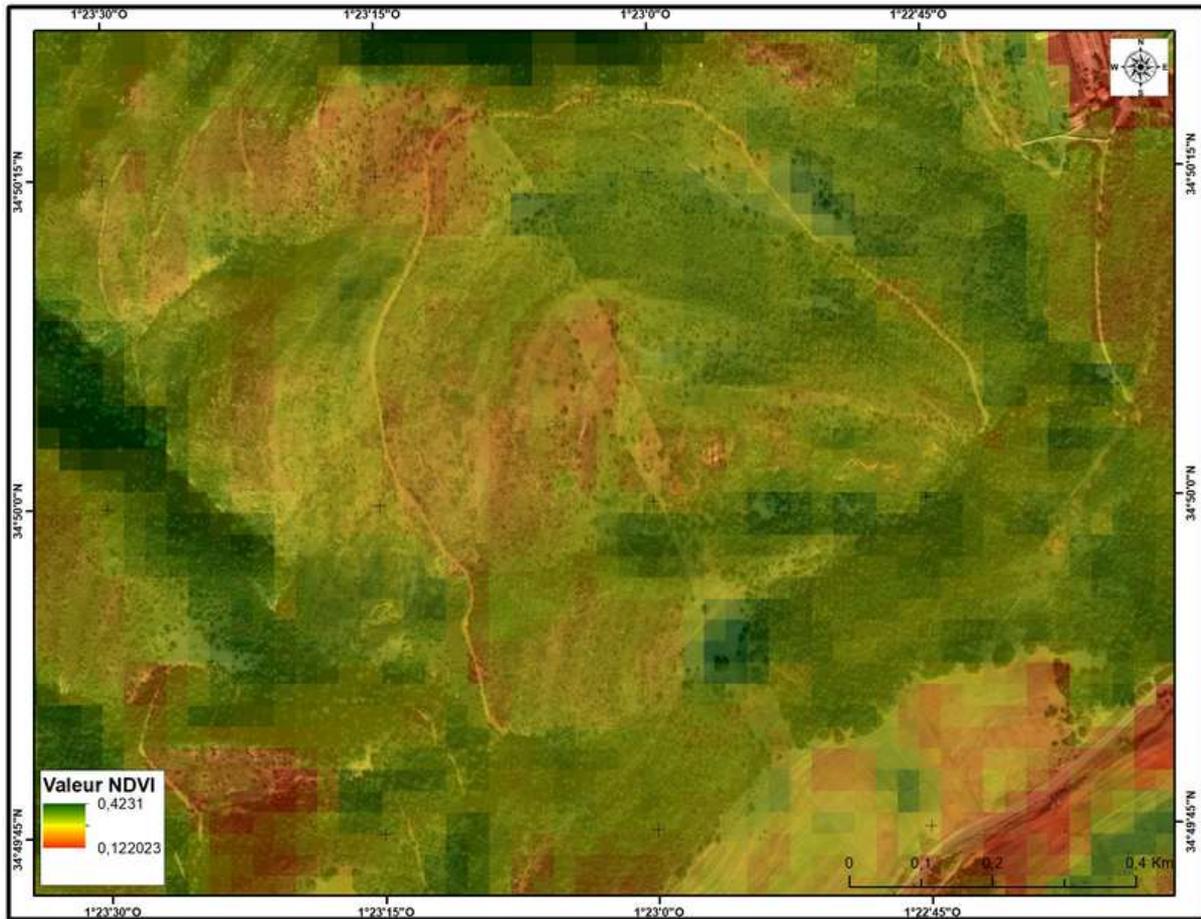


Figure 45: Carte NDVI zone d'étude, année 2013 (Adjaoud, 2023).

PC1 : Sensible à la variation de la biomasse végétale

PC2 : Sensible à la variation de la couverture du sol

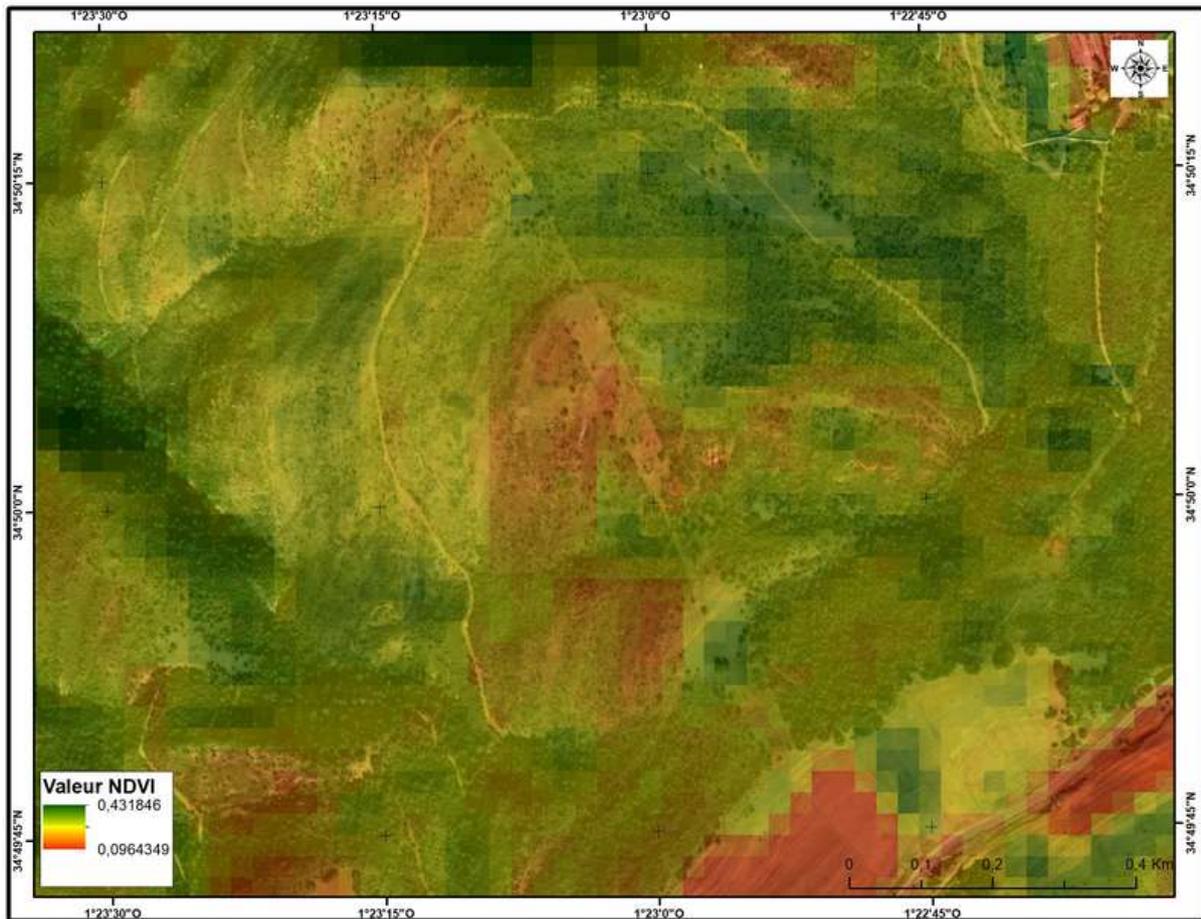


Figure 46: Carte NDVI, année 2018 (Adjaoud, 2023).

PC1 : Sensible à la variation de la biomasse végétale

PC2 : Sensible à la variation de la couverture du sol

Partie 2 : Etude de cas

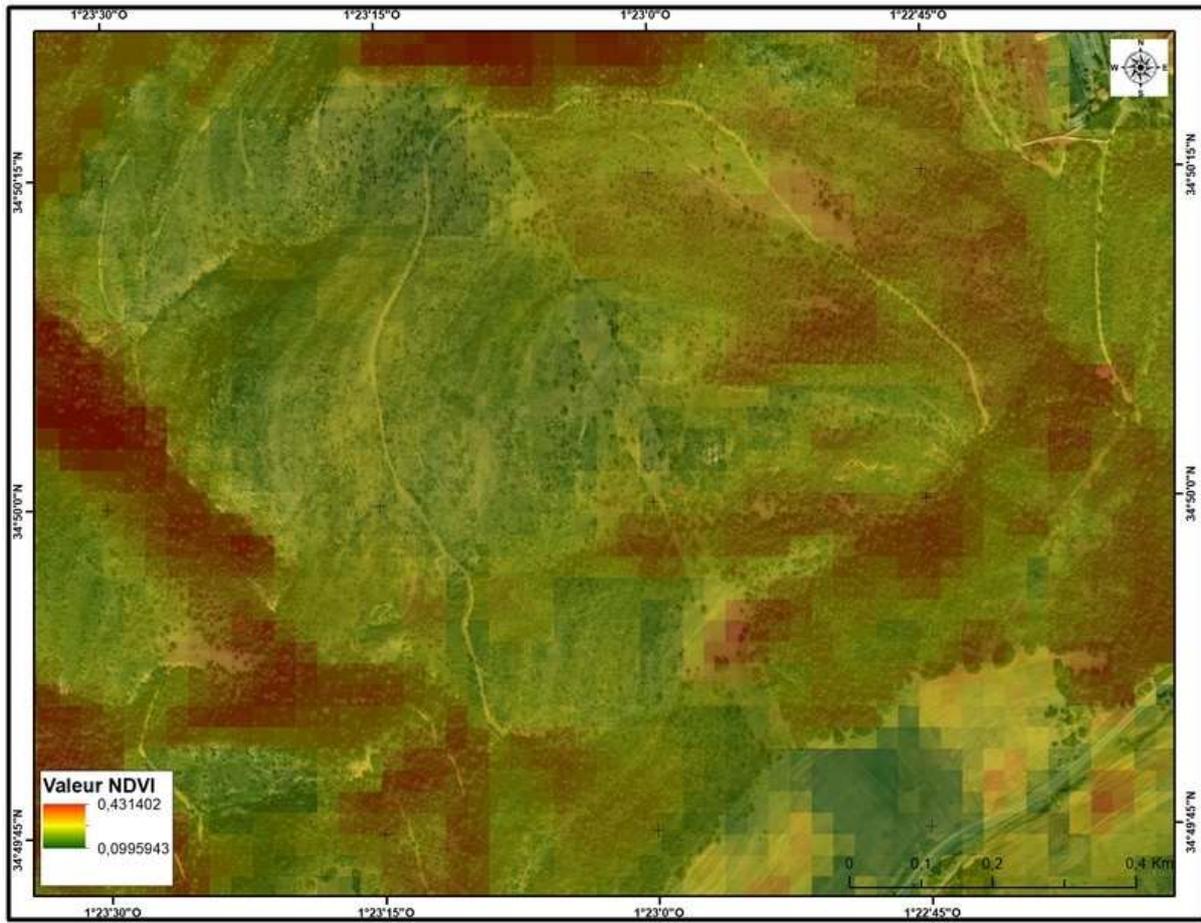


Figure 47: Carte NDVI zone d'étude, année 2022 (Adjaoud, 2023).

PC1 : Sensible à la variation de la biomasse végétale

PC2 : Sensible à la variation de la couverture du sol

Tableau 11 : Les valeurs de l'indice de végétation zone d'étude (Zarifet).

Année	2013	2018	2022
Valeur NDVI	PC1 : 0.4231 PC2 : 0.122023	PC1 : 0.431846 PC2 : 0.0964349	PC1 : 0.431401 PC2 : 0.0995943

Partie 2 : Etude de cas

Dans l'ensemble, on peut constater une tendance à la hausse des valeurs de l'indice de végétation (NDVI) au cours du temps pour le mois de Mai. En effet, nous pouvons observer que les valeurs NDVI ont augmenté de manière significative entre les années 2013 et 2018, et ensuite entre 2018 et 2022.

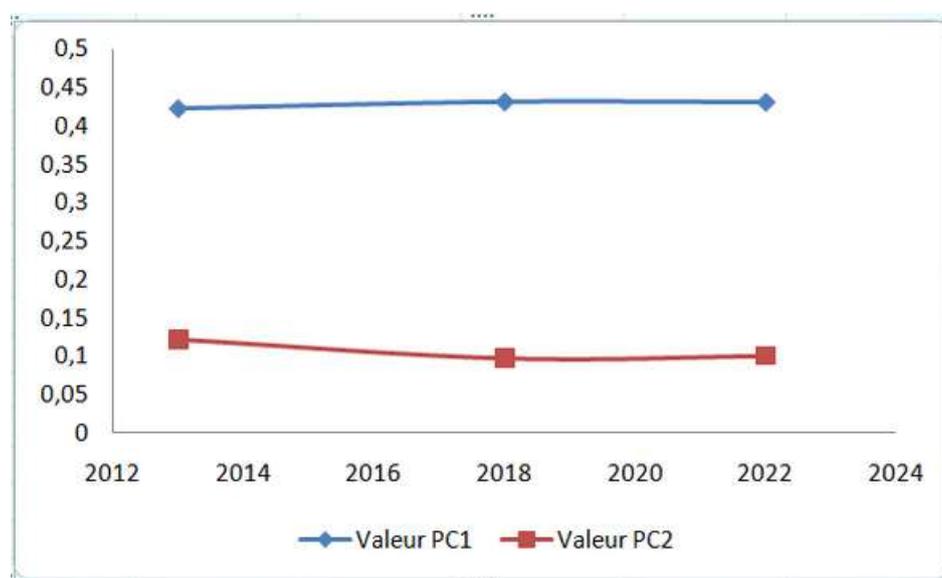


Figure 48: Graphique NDVI (PC1 et PC2), zone d'étude (2013, 2022) (Adjaoud, 2023).

En analysant les valeurs NDVI, on constate que pour les années 2018 et 2022 la valeur de la première composante Principale est supérieure à celle de l'année 2013 pour le même mois. Cela indique que la densité de la végétation et/ou la couverture végétale semble être plus élevée et stable pour ces deux années-là. En outre, la deuxième composante principale est nettement plus faible en 2018 et 2022 que pour l'année 2013. Cela peut être dû à une diminution de la surface de sol non recouverte de la végétation.

En somme, ces résultats démontrent une progression de la densité de la végétation sur les mois de Mai ces dernières années, ce qui pourrait être attribué à certains facteurs environnementaux et les techniques de restauration et de réhabilitation appliquées sur le site.

Partie 2 : Etude de cas

5 Résultats obtenus :

Dans le cadre de notre travail, nous pouvons faire une comparaison interrégionale (Tableau 11) pour évaluer l'efficacité des différentes stratégies de restauration des peuplements forestiers résineux et feuillus.

Tableau 12: Comparaison entre les résineux et les feuillus

Critères de comparaison	Forêt Zarifet (Les Feuillus)	Forêt Sassel (Les résineux)
Altitude moyen	900 mètres	91 mètres
Localisation	34°83'48" Nord en latitude -1° 38' 17" Ouest en longitude	35°30'13" Nord en latitude -1° 12' 27" Ouest en longitude
Climat	Méditerranéen	Méditerranéen
Exposition	Nord/Sud	Nord/Sud
Sensibilité aux feux	Résistant aux feux Moyens	Sensible au feu
Résilience des espèces	Résilient	Non résilient
Capacité de régénération après incendie	Régénération par les rejets après quelques mois seulement	Régénération par les graines, Régénération lente
Techniques de restauration	<ul style="list-style-type: none"> - La mise en défens - Travaux d'élagage et d'entretiens pour encourager la régénération naturelle - Reboisement 	<ul style="list-style-type: none"> - La mise en défens - Régénération naturelle avec changement de peuplement - Reboisement
Evolution NDVI	Evolution rapide	Evolution lente

Partie 2 : Etude de cas

Il ressort de notre étude que la mise en place de mesures de défense du site et d'encouragement à la régénération naturelle constitue les approches les plus adaptées pour garantir une restauration à long terme. Toutefois, nous avons également constaté que ces méthodes peuvent ne pas être suffisantes dans le cas de peuplements de résineux, qui ne retrouvent jamais leur structure initiale en termes de densité et de nombre de pieds. En effet, ces peuplements sont souvent remplacés par d'autres groupements végétaux après un incendie.

Par corrélation des indices de Normalisation de la Végétation issue du traitement d'images satellitaires, avec les incendies enregistrés pendant les années 2013 et 2018 sur les zones d'études. Il devient clair que le taux de régression et inversement liées à celui des incendies. En effet, entre 2013-2018 le taux d'incendie a atteint son maximum dans la forêt des résineux de Sassel, en parallèle le NDVI indique une faible couverture du sol et une biomasse réduite. C'est la même remarque pour la forêt de feuillus de Zarifet surtout entre 2015 et 2018 l'indice de végétation a augmenté significativement et on n'a pas enregistré d'incendies puisque la date de la prise de l'image NDVI est bien avant l'incendie de 3 mois.

En revanche, nos résultats montrent que la régénération naturelle constitue une stratégie efficace pour la restauration des peuplements de feuillus, en particulier dans le cas du chêne, qui était l'objet de notre étude. Nous avons observé que cette stratégie conduit une trajectoire d'évolution vers un peuplement similaire à celui d'origine.

Notre étude a également mis en évidence que la restauration par le reboisement est une approche qui nécessite un suivi régulier pour garantir leur efficacité, quelle que soit la nature du peuplement. En effet, nos résultats ont clairement montré que cette technique n'a pas donné les résultats escomptés dans les deux peuplements étudiés.

Enfin, il convient de souligner que la restauration des écosystèmes est une tâche complexe qui nécessite une connaissance approfondie de l'écologie et de l'évolution des espèces. Les résultats de notre étude indiquent que les techniques de restauration sont similaires pour les deux types de peuplements, mais que les résultats peuvent varier considérablement. Il est donc crucial d'adapter les approches en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque site et de chaque peuplement.

6 Interprétations de résultats et discussion :

Notre étude a mis en évidence les stratégies les plus efficaces pour la restauration des peuplements forestiers après un incendie. Nous avons constaté que la mise en défends et la régénération naturelle sont des stratégies adaptées pour garantir une restauration à long terme. Toutefois, ces approches sont basées sur un mécanisme fonctionnel propre à chaque espèce végétale, en raison de la compétition naturelle pour la survie de chaque plante.

En comparaison, le reboisement est une méthode qui nécessite une connaissance approfondie en écologie comportementale, évolutive et fonctionnelle de chaque espèce. En cas de peuplement de résineux, la régénération ne se fait pas par rejets mais par la germination des graines. Cependant, les parents des graines ont disparu suite à l'incendie. Pour garantir la régénération de ces peuplements, il est donc important de récolter les graines dans chaque région et de les semer directement dans un endroit très proche des parents du fait de leur patrimoine génétique qui a déjà des informations sur leur environnement. L'utilisation de plants provenant de pépinières disséminées peut perturber leur croissance et compromettre la régénération, si une assistance quotidienne n'est pas mise en place.

En ce qui concerne les peuplements de feuillus, en particulier le chêne, nous avons observé que la régénération naturelle se faisait au même emplacement, ce qui garantit une régénération rapide en quelques mois seulement après l'incendie. Cette stratégie est possible car les arbres contiennent des informations précises sur leur environnement, ce qui facilite la régénération.

Conclusion

En somme, notre étude comparative entre les méthodes de restauration des peuplements forestiers suite à un incendie a mis en titre les stratégies les plus efficaces pour garantir une régénération à long terme. Nous avons constaté que la mise en défens et la régénération naturelle sont les méthodes les plus adaptées.

Notre étude a également montré que le reboisement est une méthode qui nécessite une expertise en écologie comportementale, évolutive et fonctionnelle de chaque espèce, en particulier pour les peuplements de résineux.

La régénération naturelle est préférable en cas de peuplements de feuillus, en particulier le chêne, car elle se produit généralement au même emplacement, garantissant une régénération rapide.

Cela étant dit, la restauration des écosystèmes forestiers reste un défi important, tant pour les spécialistes que pour l'humanité en général. Si l'objectif est économique, nous recommandons de mettre en place des pratiques de reboisement en prenant en considération les particularités écologiques, comportementales, évolutives et fonctionnelles de chaque espèce végétale.

Cependant, si l'objectif est écologique, la régénération naturelle est la méthode la plus appropriée. Il est également crucial de prendre des mesures pour préserver ces écosystèmes, notamment en limitant les agressions environnementales telles que les feux, la surexploitation et le surpâturage.

En fin, notre étude met en évidence l'importance d'une connaissance approfondie des particularités de chaque espèce végétale, pour choisir les méthodes de restauration les plus efficaces et durables pour les écosystèmes forestiers.

Bibliographie

Bibliographie :

1. Académie d'agriculture de France. (2015). Les forêts : un enjeu pour la planète. Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 101(2), 5-63.
2. Anne Bary-Lenger, René EVARD, Pierre GATHY. 1999 : La Forêt. Edition du Perron, Allier (Liège) Belgique.
3. Anne B-L. (1999). Les feux et la dégradation des forêts. Éditions Nature et Progrès
4. Arfa A., 2008. Les incendies de forêt en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion. Thèse Magister, Université MENTOURI CONSTANTINE ; 115p.
5. Arianoutsou Marguerite ; Koukoulas Sotrios et Kazanis Dimitrios, 2011 : Evaluation de la résilience des forêts après incendie à l'aide d'un SIG et d'une analyse multicritère : un exemple du parc national du cap Sounion, en Grèce. Article disponible sur : <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-011-9614-7>
6. Armand, R., Dupuy, J.-L., & Fernandez-Munoz, S. (2016). Analyse de la sensibilité de la végétation méditerranéenne aux feux de forêts dans un contexte de changement climatique. In Actes des 5èmes Journées Nationales de Restitution des Travaux de Recherche sur les Zones Humides (pp. 17-26).
7. Bazoungoula Alain Armand, Mialoundama Fidèle et Epron Daniel, « Effet de la lumière des trouées de la canopée sur le potentiel et la dissémination de *Gnetum africanum* dans les écosystèmes forestiers congolais », International Journal of Innovation and Applied Studies , vol . 17, non. 4, p. 1231-1241, septembre 2016.
8. Billand, A., Lefebvre, B., & Kounga, H. (2017). La gestion durable des forêts tropicales De l'analyse critique du concept à la mise en oeuvre. Ibis Rouge Éditions.
9. Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J.Y., and Boeuf, G. (2010). The Mediterranean region: biological diversity in space and time. Oxford University Press.
10. Caroline et al., 2009. Atlas Junior : Planète terre, P 39-53, Edition Atlas Glénat, Achevé de l'imprimerie en Août 2009.
11. Chouada Soumaya, 2016. Résilience des écosystèmes forestiers du Nord-est algérien après incendie : Cas subéraies. Thèse doctorat, université d'Annaba

Bibliographie

12. Collins, B.M., et al..2017. "Post-fire recovery of forested ecosystems in the western USA: A review of simulation modeling efforts." *Forest Ecology and Management*, vol. 405, Aug. 2017, pp. 282-298. doi: 10.1016/j.foreco.2017.09.024.
13. Commission européenne. (2018). Adaptation aux impacts du changement climatique sur les feux de forêt en Europe : revue de la stratégie et des politiques nationales. www.ecologie.gouv.fr. janvier 2023
14. FAO. (2016). État des forêts méditerranéennes - 2015. FAO
15. FAO. (2021). Le rôle des forêts dans le développement durable. Pdf consulté le 30/12/2022. Récupéré de <https://www.fao.org/3/x1880f/x1880f03.htm>.
16. Gourmelon Françoise, 2003 :La contribution de SIG à la connaissance et à la gestion de l'environnement littoral. Sciences de l'Homme et société. Université de Bretagne occidentale-Brest.Thèse HAL.
17. Guillem V, Strasbaugh C, Santamaría L, 2016. Forest restoration evaluation metrics: toward common ground. *Restoration Ecology*, 24, 758-766
18. Jean- Louis Vernet., Anaïke Meter.,Lamri Zéraïa.(2005) Premières datations de feux holocènes dans les monts de Saint-Guilhem-le-désert (Hérault, France), contribution à l'histoire de la forêt relique de *Pinus nigra Arnold ssp Salzmanni* (Dun.) Franco. Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS.
19. Jean Montglofrier(de). Les forêts méditerranéennes et leur aménagement .2^{ème} pzrtie. *Forêt Méditerranéenne*, 1986, VIII (1),pp.49-60. Hal-03554774.
20. Kaiss, A., Mahdjoub, Y., & Dupuy, J. L. (2007). Efficacité des coupures de combustible dans la prévention des feux de forêt : rôle dans la stratégie de lutte. disponible sur www.sciencedirect.com . Consulté décembre 2022.
21. Lavabre. J, P. Arnaud, N. Folton. Les écoulements d'un petit bassin versant méditerranéen après un incendie de forêt. *Ingénieries eau-agriculture-territoires*, 1996, 7, p. 21 - p. 30. fahal-00476099.
22. Leduc, Alain. (2003). La gestion intégrée de la forêt : concepts et applications. Québec : Presses de l'Université du Québec.
23. Martin-Duque, J. F, Pedraza, J, & Brebbia, C. A. (2010). Restoring Mediterranean landscapes: Challenges and potentials. WIT Press.

Bibliographie

24. Martine Chalvet, 2016. Vulnérabilité de la forêt proveçale face aux incendies : naissance d'une notion (fin XIXème siècle. (VertigO). Volume 16 N°3, décembre 2016.
25. Meddour-Sahar Ouahiba et Derridj Arezki. 2011 : Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). Article de recherche Secheresse 2010 ;21(3) :187-95. Consulté en Mars 2023.Disponible sur : <https://www.researchgate.net/profile/Sahar-Meddour-Ouahiba/publication/33284>
26. Montiel-Molina, C., & Conedera, M. (2015). Forest fire protection policies in Switzerland and Mexico: a comparative analysis. *Environmental Management*, 56(5), 1219-1231. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0589-9>. Consulté Février 2023.
27. Moreira Francisco, Margarita Arianoutsou, Piermarai Corona et Jorge De las Heras, 2012 : Post-Fire Managment and Restoration of Southern European Forests. Edition Springer Managing forest Ecosystems, Volume 24.
28. Office National des Forêt,2019 : Que font les forestiers après un incendie en forêt ?.paru le 13/08/2019 disponible sur : <https://www.onf.fr/onf/+42b::apres-un-incendie-la-foret-se-reconstruit.html>.
29. Paquette, A. (2006) Réhabilitation de forêts par la plantation sous-couvert : écologie des arbres plantés dans le sud-ouest du Québec. Thèse de doctorat, Université de Montréal
30. Patrick Baudot, Daniel Bley, Bernard Brun, Hélène Pagezy, Nicole Vernazza-Licht (Dir), 1997. Impact de l'homme sur les milieux naturels : perceptions et mesures. Travaux de la Société d'Ecologie Humaine, pp.208. (Disponible sur : hal.science/hal-01290258/document).
31. Pontanier.R, M'Hiri.N, Akrimi.N,Aronson.J, Le Floc'h.E 1995. L'Homme peut-il refaire ce qu'il a fait.John Libby Eurotext, Paris 1995. PP 11-29.
32. Rigolot, E., Lepar, J., & Baumel, A. (1989). Le brûlage dirigé en forêt méditerranéenne : état des connaissances et perspectives de recherche. *Revue Forestière Française*, 83-96.
33. Rinouldo Tony ;Muller Alice ; Morris Mary.2020 : Manuel La régénération Naturelle Assistée (RNA).edition World Vision Australia 2020.

Bibliographie

34. RSIS. Ramsar. (2010). Faune et de flore des sites Ramsar des marais de Kaw. [En ligne]. Disponible sur : https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/59246039/documents/TN2447_taxo201007_4.pdf.
35. Santoni, S., Abou Jaoudé, R., Charbel, E., & Sfeir, T. (2017). Ecological restoration of Mediterranean forests. In *Ecological Restoration in the Mediterranean Region* (pp. 21-41).
36. . Santoni, S., et al.. "Soil water dynamics and ecosystem functioning in Mediterranean forests: a review." *Plant and Soil*, vol. 418, no. 1-2, June 2017, pp. 1-24. doi: 10.1007/s11104-017-3296-7.
37. Schaffhauser, A., Pimont, F., Curt, T., Cassagne, N., Dupuy, J. L., & Tatoni, T. (2015). Effets de la récurrence des incendies sur le comportement du feu dans des suberaies (*Quercus suber* L.) et maquis méditerranéens sur les cinquante dernières années. *Comptes Rendus Biologies*, 338(12), 812–824. <https://doi.org/10.1016/J.CRVI.2015.10.001>.
38. Siba Amina, 2022 : Diagnostic phytodynamique dans la région de Tlemcen, Approche biostatistique et cartographique. Thèse doctorat, université Aboubakar Belkaid, Tlemcen
39. : Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*.
40. Stanturf, J. A. ; Madsen, P., Lamb, D., & Sands, R. (2012). *Ecological restoration: A global challenge*.
41. Stanturf, John ; Mansourian Stephane ; Kleine Mechael. 2017. *Implementing Forest Landscape Restoration, A Practitioner's Guide*. International Union of Forest Research. Vienna. Austria. 128p.
42. Vallauri Daniel ; Chauvin Christophe : L'écologie de la restauration appliquée à la forêt. *Revue forestière française*, 1997,49 (3), pp.195-203.
43. Union européenne. (2006). *Stratégies de restauration des écosystèmes forestiers : variations régionales, structures et causes*. Disponible sur site Web de UE.

Sites internet :

1. <https://www.fao.org/3/x2095f/x2095f0b.htm>.

Bibliographie

2. Pourquoi gérer les forêts ? : https://www.academie-agriculture.fr/sites/default/files/publications/encyclopedie/02.08.q01_pourquoi_gerer_forêts.pdf.
3. Stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité à l'horizon 2020.
<https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/2020/2020%20headline%20strategy.pdf>
4. <https://www.projetecolo.com/foret-temperee-caracteristiques-flore-et-faune-448.html>
5. INRAE. (2022). Réflexions croisées sur la forêt méditerranéenne. [Online]. Disponible sur: <https://www.inrae.fr/actualites/reflexions-croisees-foret-mediterraneenne>
6. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-mangrove-192/>. Consulter: Novembre 2022.
7. Gamm Vert. (s.d.). Caduc. [Online]. Disponible sur: <https://www.gammvert.fr/conseils/glossaire-jardinage/caduc>. Consulter en Novembre 2022.
8. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-taiga-4017/>. Consulter en Novembre 2022.
9. www.ser.org & Tucson : Society for Ecological Restoration International.

Annexe

CODE FORESTIER

Loi n° 2018-25 du 12 novembre 2018 portant Code forestier

La loi constitutionnelle no 2016-10 du 05 avril 2016 portant révision de la Constitution a consacré la reconnaissance de nouveaux droits aux citoyens notamment le droit à un environnement sain, le droit sur les ressources naturelles et leur patrimoine foncier.

En effet, il ressort de l'article 25.2 de la Charte fondamentale que : « *les pouvoirs publics ont l'obligation de préserver, de restaurer les processus écologiques essentiels, de pourvoir à la gestion responsable des espèces et des écosystèmes, de préserver la diversité et l'intégrité du patrimoine génétique, d'exiger l'évaluation environnementale pour les plans, projets ou programmes, de promouvoir l'éducation environnementale et d'assurer la protection des populations dans l'élaboration et la mise en œuvre des projets et programmes dont les impacts sociaux et environnementaux sont significatifs* ».

Dès lors, l'innovation ainsi introduite rend nécessaire l'adaptation du Code forestier, outre la prise en compte des éléments nouveaux de la Convention sur le Commerce international des espèces de flore et de faune sauvages menacées d'extinction (CITES), ratifiée par le Sénégal.

Aussi, la législation forestière doit être mise en adéquation avec certaines dispositions de la loi n° 2013-10 du 28 décembre 2013 portant Code général des Collectivités locales qui consacre l'érection du département en collectivité territoriale et la communalisation intégrale. Ainsi, une nouvelle répartition des compétences en matière d'environnement et de gestion des ressources naturelles anciennement dévolues à la région est faite au profit du département et de la commune.

A ces considérations de mise en conformité normative et institutionnelle, s'ajoute la nécessité de lutter plus fermement contre les agressions organisées portant sur les ressources forestières. Enfin, il est également question dans le projet de loi d'une meilleure rationalisation des conditions d'exploitation des forêts, inscrite dans une dynamique nationale et internationale de préservation de l'Environnement et de promotion du Développement durable.

Partie législative - LIVRE Ier - DISPOSITIONS COMMUNES À TOUS LES BOIS ET FORÊTS - TITRE Ier - CHAMP D'APPLICATION, PRINCIPES GÉNÉRAUX ET INSTITUTIONS

Les conditions et limites dans lesquelles le principe de participation du public est applicable aux décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement prises en application du présent code sont, sous réserve des dispositions particulières que celui-ci édicte, énoncées aux articles L. 120-1 à L. 120-2 du code de l'environnement.

Chapitre III : Institutions

Section I : Institutions nationales

L. 113-1

LOI n°2018-460 du 3 août 2018 - art. 74

Legif Plan Jp.C. Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Juricaf

Le Conseil supérieur de la forêt et du bois participe à la définition, à la coordination, à la mise en œuvre et à l'évaluation de la politique forestière et de ses modulations régionales. A cette fin, il concourt à l'élaboration de la stratégie de recherche en matière de forêts et de produits forestiers. Il est associé à l'évaluation du rôle économique, social et environnemental des activités liées à la forêt et à l'exploitation et à la transformation des produits forestiers, ainsi qu'au suivi du financement de la politique forestière.

Il est composé de deux députés et deux sénateurs ainsi que de représentants des ministères intéressés, des collectivités territoriales et de leurs groupements, des établissements publics intéressés, des organisations professionnelles représentatives, des organisations syndicales de salariés représentatives, des associations de protection de l'environnement agréées mentionnées aux articles L. 141-1 et L. 141-3 du code de l'environnement qui exercent leurs activités sur l'ensemble du territoire national, et des intérêts associés à la forêt.

Lorsque les questions sur lesquelles il doit se prononcer ont une incidence sur les productions agricoles, le Conseil supérieur d'orientation et de coordination de l'économie agricole et alimentaire y est représenté à titre consultatif.

Le Conseil supérieur de la forêt et du bois est informé de tout projet d'implantation industrielle de transformation du bois et formule un avis dès lors qu'il estime que ce projet implique une modification du programme national de la forêt et du bois, défini à l'article L. 121-2-2.

TITRE II : POLITIQUE FORESTIÈRE ET GESTION DURABLE

Chapitre Ier : Orientations générales

L. 121-1

LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 - art. 50 - Conseil Constit. 2021-820 DC

Legif Plan Jp. C. Cass. Jp. Appel Jp. Admin. Jurical

La politique forestière relève de la compétence de l'Etat. Ses orientations, ses financements et ses investissements s'inscrivent dans le long terme et sont conformes aux principes mentionnés au présent article. L'Etat, en concertation avec les collectivités territoriales et leurs groupements et en mobilisant les autres parties prenantes, veille :

1° A l'adaptation des essences forestières au milieu, en prenant en compte la problématique du changement climatique afin de favoriser la résilience des forêts en mobilisant l'ensemble des techniques sylvicoles, notamment la diversification des essences, la migration assistée ou la régénération naturelle quand elles sont appropriées ;

2° A l'optimisation du stockage de carbone dans les bois et forêts, le bois et les produits fabriqués à partir de bois, afin de contribuer à l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 énoncé à l'article L. 100-4 du code de l'énergie ;

3° Au maintien de l'équilibre et de la diversité biologiques et à l'adaptation des forêts au changement climatique ;

4° A la régénération des peuplements forestiers dans des conditions satisfaisantes d'équilibre sylvocynégétique, au sens du dernier alinéa de l'article L. 425-4 du code de l'environnement ;

5° A la satisfaction des besoins des industries du bois, notamment par l'équilibre des classes d'âge des peuplements forestiers au niveau national ;

6° Au renforcement de la compétitivité et de la durabilité des filières d'utilisation du bois, par la valorisation optimale des ressources forestières nationales et par l'accompagnement en formation des nouveaux métiers du bois ;

7° Au développement des territoires ;

8° A la promotion de l'utilisation de bois d'œuvre provenant notamment de feuillus ;

9° A l'impulsion et au financement de la recherche et à la diffusion des connaissances sur les écosystèmes forestiers, afin d'anticiper les risques et les crises ;

10° A la promotion de l'utilisation de bois d'œuvre, en favorisant sa transformation industrielle sur le territoire de l'Union européenne afin d'optimiser le bénéfice de son stockage de carbone.

La politique forestière a pour objet d'assurer la gestion durable et la vocation multifonctionnelle, à la fois écologique, sociale et économique, des bois et forêts. Elle concourt au développement de la qualification des emplois en vue de leur pérennisation. Elle vise à favoriser le regroupement technique et économique des

Annexe

propriétaires et l'organisation interprofessionnelle de la filière forestière pour en renforcer la compétitivité. Elle tend à satisfaire les demandes sociales relatives à la forêt.

L. 121-2

LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 - art. 50 - Conseil Consult. 2021-625 DC

Legif Plan Jp.C.Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Jurical

La politique forestière privilégie les mesures incitatives et contractuelles, notamment à l'égard des propriétaires organisés en groupement. Elle favorise la recherche de contreparties pour les services rendus en matière environnementale et sociale par les bois et forêts qui présentent une garantie de gestion durable.

La politique forestière favorise tous dispositifs incitatifs ou contractuels visant à ce que le bois d'œuvre issu de forêts françaises gérées durablement soit transformé sur le territoire de l'Union européenne, contribuant ainsi à optimiser le bénéfice de son stockage de carbone.

L'Etat encourage le déploiement de méthodes et de projets pouvant donner lieu à l'attribution de crédits carbone au titre du label " Bas-Carbone " en faveur des pratiques sylvicoles durables, sur l'ensemble du territoire.

L'Etat assure la cohérence de la politique forestière avec les autres politiques publiques relatives notamment au développement rural, à l'aménagement du territoire, à la protection des sols et des eaux et à la prévention des risques naturels.

L'Etat favorise les démarches territoriales et privilégie les initiatives des propriétaires forestiers, à l'échelle d'un massif forestier cohérent, en faveur d'une gestion durable et multifonctionnelle.

Les collectivités territoriales et leurs groupements peuvent passer des contrats avec l'Etat, notamment dans le cadre des stratégies locales de développement forestier, en vue de concourir à la mise en œuvre de cette politique.

L. 121-2-1

LOI n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 - art. 67 - Conseil Consult. 2014-701 DC

Legif Plan Jp.C.Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Jurical

La politique conduite dans le but de promouvoir la qualité des produits forestiers et de garantir leur origine doit répondre de façon globale et équilibrée aux objectifs suivants :

1° Promouvoir la diversité des produits et l'identification de leurs caractéristiques, ainsi que les garanties de gestion durable des forêts, pour renforcer l'information du consommateur et satisfaire ses attentes ;

2° Renforcer le développement de la filière de production, de récolte, de transformation et de commercialisation des produits forestiers et accroître l'adaptation des produits à la demande ;

3° Fixer sur le territoire les capacités de transformation des produits forestiers et assurer le maintien de l'activité économique, notamment en zone rurale défavorisée.

L. 121-2-2

LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 - art. 50 - Conseil Consult. 2021-625 DC

Legif Plan Jp.C.Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Jurical

Un programme national de la forêt et du bois précise les orientations de la politique forestière pour une durée maximale de dix ans. Il détermine des objectifs économiques, environnementaux et sociaux fondés sur des indicateurs de gestion durable conformément aux principes énoncés à l'article L. 121-1. Il définit les territoires interrégionaux qui justifient, de par leurs caractéristiques communes, une coordination des programmes régionaux de la forêt et du bois, définis à l'article L. 122-1. Il assure le partage de l'information sur la production de produits forestiers et de produits issus de la transformation du bois, en vue d'une meilleure valorisation du bois et du développement des entreprises, ainsi que sur la production d'aménités environnementales et sociales de la forêt en vue de leur développement et de l'évaluation des modalités de leur rémunération. Il vise en particulier à renforcer la résilience du patrimoine forestier et à garantir dans toutes les forêts une gestion durable et multifonctionnelle des ressources forestières, permettant à la fois de valoriser les forêts en tant que milieu naturel et puits de carbone et de développer les filières économiques françaises liées au bois.

Le projet de programme national est soumis à la participation du public par l'autorité administrative compétente de l'Etat, dans les conditions prévues aux articles L. 120-1 à L. 120-2 du code de l'environnement. Il est

Chapitre II : Principes généraux

L. 112-1

LOI n°2021-1104 du 22 août 2021 - art. 50 - Conseil Constit. 2021-620 DC

Legif Plan Jp.C.Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Juricaf

Les forêts, bois et arbres sont placés sous la sauvegarde de la Nation, sans préjudice des titres, droits et usages collectifs et particuliers.

Sont reconnus d'intérêt général :

1° La protection et la mise en valeur des bois et forêts ainsi que le reboisement dans le cadre d'une gestion durable ;

2° La conservation des ressources génétiques et de la biodiversité forestières ;

3° La protection de la ressource en eau et de la qualité de l'air par la forêt dans le cadre d'une gestion durable ;

4° La préservation de la qualité des sols forestiers, notamment au regard des enjeux de biodiversité, ainsi que la fixation, notamment en zone de montagne, des sols par la forêt ;

5° Le rôle de puits de carbone par la fixation du dioxyde de carbone par les bois et forêts et le stockage de carbone dans les sols forestiers, bois et forêts, le bois et les produits fabriqués à partir de bois, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique.

Il est tenu un inventaire permanent des ressources forestières de la Nation.

L. 112-2

LOI n°2021-1104 du 22 août 2021 - art. 50 - Conseil Constit. 2021-620 DC

Legif Plan Jp.C.Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Juricaf

Tout propriétaire exerce sur ses bois et forêts tous les droits résultant de la propriété dans les limites spécifiées par le présent code et par la loi, afin de contribuer, par une gestion durable, à l'équilibre biologique et à la satisfaction des besoins en bois et autres produits forestiers.

Il en réalise le boisement, l'aménagement et l'entretien conformément à une gestion durable et multifonctionnelle.

L. 112-3

Ordonnance n°2012-62 du 26 janvier 2012 - art. (V)

Legif Plan Jp.C.Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Juricaf

Les informations établies ou détenues en application du présent code par des autorités publiques au sens du chapitre IV du titre II du livre Ier du code de l'environnement sont accessibles au public dans les conditions fixées par ce chapitre, sous réserve des dispositions particulières du présent code.

L. 112-4

Ordonnance n°2013-714 du 5 août 2013 - art. 6

Legif Plan Jp.C.Cass. Jp.Appel Jp.Admin. Juricaf

Annexe

Cf loi n°2018/25 du 12 novembre 2018

l'exploitation des végétaux, des produits du sol ou du sous-sol, la réalisation d'infrastructures sont édictées en vue de la conservation de la diversité biologique ;

32-patrimoine forestier : ensemble des biens et services forestiers dont les droits et obligations qui s'y rattachent sont exercés par une personne physique ou morale relativement à la gestion et à la jouissance d'une partie ou tout du domaine forestier national ;

33-périmètre de reboisement ou de restauration : terrain dénudé ou insuffisamment boisé sur lequel s'exerce ou risque de s'exercer une érosion grave et dont le reboisement ou la restauration est reconnu nécessaire du point de vue agronomique, économique ou écologique ;

34-peuplement artificiel : ensemble d'arbres quel que soit leur stade de développement, poussant sur un terrain forestier et issus de régénération artificielle (semis ou plantation) ;

35-plan d'aménagement forestier : document de gestion forestière qui récapitule l'ensemble des analyses, les synthèses, la définition des objectifs pour la forêt et pour la durée d'aménagement, les propositions d'aménagement, les modalités de gestion, le suivi-évaluation et le bilan prévisionnel ;

36-possibilité de la forêt : volume de bois exploitable annuellement, sans entamer le capital ;

37-produit contingenté : produit forestier dont la quantité à exploiter est fixée par arrêté du Ministre chargé des Eaux et Forêts ;

38-provenance : le lieu où se trouve un peuplement (population d'arbres autochtones ou exotiques) naturel ou artificiel et par extension la population elle-même qui se trouve en ce lieu ou bien le matériel de reproduction qui en dérive : graines, boutures, greffons, plants...

39-réserve naturelle communale : site naturel d'intérêt local, en vue de la conservation, créé par la commune en dehors du domaine forestier classé et compris dans ses limites administratives ;

40-réserve naturelle intégrale : zone où certaines restrictions, temporaires ou définitives, relatives à la chasse, à la pêche, à la capture des animaux, à l'exploitation des végétaux, des produits du sol et du sous-sol, à la réalisation d'infrastructures sont nécessaires pour des raisons scientifiques, touristiques et écologiques ;

41-réserve spéciale : zone faisant l'objet de restrictions temporaires ou définitives, relatives à la chasse, à la pêche, à la capture des animaux, au ramassage des œufs, à l'exploitation des végétaux, des produits du sol ou du sous-sol, à la réalisation d'infrastructures, sauf à des fins scientifique, touristique et écologique ;

42-réserve sylvo-pastorale : formation naturelle classée ayant une fonction pastorale prépondérante où des restrictions particulières sont apportées ;

Annexe

Cf loi n°2018/25 du 12 novembre 2018

TITRE II.- DE LA MISE EN VALEUR DES FORETS

Chapitre premier.- De la Politique forestière

Article 3.- La mise en valeur économique, écologique et sociale des forêts et terres à vocation forestière est prévue par la Politique forestière définie par le Président de la République. Celle-ci est précisée par des directives nationales d'aménagement complétées par des orientations départementales forestières.

Chapitre II.- Du commerce des espèces de flore menacées d'extinction

Article 4.- L'importation, l'exportation ou la réexportation des spécimens ou partie de flore inscrite aux annexes I, II et III de la Convention sur le Commerce international des espèces de flore et de faune sauvages menacées d'extinction (CITES) sont assujetties à l'obtention d'un permis CITES.

Chapitre III.- De l'exploitation des forêts

Section première.- Des modalités d'exploitation des forêts

Article 5.- A l'exception de l'exploitation des produits forestiers autorisée dans le cadre de l'exercice du droit d'usage, l'exploitation concerne les produits non contingentés et les produits contingentés.

En dehors des dérogations prévues par la loi, l'exploitation des produits non contingentés requiert l'obtention du permis de coupe tandis que celle des produits contingentés nécessite au préalable l'obtention de la carte professionnelle d'exploitant forestier pour les organismes ou la carte de producteur local pour les membres des GIE de blocs des forêts aménagées.

Article 6.- Les modalités d'exploitation des produits contingentés sont fixées chaque année par arrêté du Ministre chargé des Eaux et Forêts.

Article 7.- En vue de leur préservation, certaines espèces forestières présentant un intérêt particulier du point de vue économique, botanique, culturel, écologique, scientifique ou médicinal ou menacées d'extinction peuvent être partiellement ou intégralement protégées.

La liste des espèces partiellement ou intégralement protégées est fixée par arrêté.

Section 2.- Des marteaux forestiers et des marques

Article 8.- Pour le marquage des bois ou arbres à exploiter, déjà exploités ou en circulation, le Service des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols fait usage de marteaux forestiers portant des marques distinctives déposées au greffe des tribunaux de grande instance et des tribunaux d'instance du ressort.

Vu l'ordonnance n° 89-38 du 23 mai 1969, modifiée, portant code de wilaya ;

Vu l'ordonnance n° 71-73 du 8 novembre 1971 portant révolution agraire ;

Vu l'ordonnance n° 74-107 du 6 décembre 1974 portant code de la route ;

Vu l'ordonnance n° 75-43 du 17 juillet 1975 portant code pastoral ;

Vu l'ordonnance n° 75-58 du 26 septembre 1975 portant code civil ;

Vu l'ordonnance n° 75-74 du 12 novembre 1975 portant établissement du cadastre général et institution du livre foncier ;

Vu l'ordonnance n° 76-4 du 20 février 1976 relative aux règles applicables en matière de sécurité contre les risques de l'incendie et de panique et à la création des commissions de prévention et de protection civile ;

Vu l'ordonnance n° 76-48 du 25 mai 1976 fixant les règles relatives à l'expropriation pour cause d'utilité publique ;

Vu l'ordonnance n° 76-79 du 23 octobre 1976 portant code de la santé publique ;

Vu le décret n° 82-437 du 11 décembre 1982 portant ratification du protocole de coopération entre les pays d'Afrique du Nord en matière de lutte contre la désertification, signé au Caire le 5 février 1977 ;

Vu le décret n° 82-440 du 11 décembre 1982 portant ratification de la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, signée à Alger le 15 septembre 1968 ;

Vu le décret n° 82-498 du 25 décembre 1982 portant adhésion de l'Algérie à la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages, menacées d'extinction, signée à Washington le 3 mars 1973 ;

Après adoption par l'Assemblée populaire nationale,

Promulgue la loi dont la teneur suit :

TITRE I

DISPOSITIONS GENERALES

Article 1er. — La présente loi portant régime général des forêts a pour objet la protection, le développement, l'extension, la gestion et l'exploitation des forêts, des terres à vocation forestière et des autres formations forestières ainsi que la conservation des sols et la lutte contre toute forme d'érosion.

Chapitre I

Principes généraux

Art. 2. — Le patrimoine forestier est une richesse nationale. Le respect de l'arbre est un devoir pour tous les citoyens.

Art. 3. — La protection et le développement des forêts sont une exigence fondamentale de la politique nationale de développement économique et social.

Art. 4. — Le développement du patrimoine forestier s'intègre dans le processus de planification nationale.

Art. 5. — Les institutions nationales mettent en œuvre des programmes de sensibilisation, de vulgarisation et d'éducation pour favoriser la protection et le développement du patrimoine forestier.

Art. 6. — Sont déclarés d'intérêt national :

1°) la protection, le développement et l'utilisation rationnelle des forêts, des autres formations forestières et des terres à vocation forestière ;

2°) la préservation et la lutte contre les incendies et toutes les altérations ou dégradations du milieu forestier ;

3°) la protection et l'utilisation rationnelle des terres soumises à l'érosion et à la désertification.

Chapitre II

Champ d'application

Art. 7. — Sont soumises au régime général des forêts :

— les forêts,

— les terres à vocation forestière,

— les autres formations forestières.

Toutefois, l'affectation d'une partie du patrimoine forestier à un régime juridique autre que forestier est fixée par décret.

Art. 8. — On entend par forêt, toute terre couverte d'essences forestières sous forme de peuplements à l'état normal.

Art. 9. — On entend par peuplement à l'état normal, tout peuplement comportant au minimum :

— cent (100) arbres à l'hectare en état de maturité en zone aride et semi-aride,

— trois cents (300) arbres à l'hectare en état de maturité en zone humide et sub-humide.

Art. 10. — On entend par terre à vocation forestière :

— toutes terres couvertes de bois et maquis ou d'essences forestières résultant de la dégradation des forêts, et ne remplissant pas les conditions fixées aux articles 8 et 9 de la présente loi,

— toutes terres qui, pour des raisons écologiques et économiques, trouvent leur meilleure utilisation dans l'établissement d'une forêt.

Art. 11. — On entend par autres formations forestières, toute végétation arborée constituée en bosquets, bandes, brise-vent, haies quel que soit son état.

Vu le décret exécutif n° 2000-186 du 4 Rabie Ethani 1421 correspondant au 6 juillet 2000 fixant les attributions du ministre du travail et de la protection sociale;

Décète :

Article 1er. — La liste des centres spécialisés de rééducation prévue en annexe I jointe au décret n° 87-261 du 1er décembre 1987, susvisé, est complétée par la création d'un centre spécialisé de rééducation, dont l'implantation et le siège sont fixés conformément au tableau ci-dessous :

WILAYA D'IMPLANTATION	SIEGE DE L'ETABLISSEMENT
46 – Aïn Témouchent	1 – Hammam Bouhdjar

Art. 2. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 11 Moharram 1422 correspondant au 5 avril 2001.

Ali BENFLIS.

-----★-----

Décret exécutif n° 01-87 du 11 Moharram 1422 correspondant au 5 avril 2001 fixant les conditions et les modalités d'autorisation d'usage dans le cadre des dispositions de l'article 35 de la loi n° 84-12 du 23 juin 1984, modifiée et complétée, portant régime général des forêts.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983, modifiée et complétée, portant code des eaux ;

Vu la loi n° 84-12 du 23 juin 1984, modifiée et complétée, portant régime général des forêts ;

Vu la loi n° 90-25 du 18 novembre 1990, modifiée et complétée, portant orientation foncière ;

Vu la loi n° 90-30 du 1er décembre 1990 portant loi domaniale ;

Vu la loi n° 98-04 du 20 Safar 1419 correspondant au 15 juin 1998 relative à la protection du patrimoine culturel ;

Vu le décret présidentiel n° 2000-256 du 26 Joumada El Oula 1421 correspondant au 26 août 2000 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 2000-257 du 26 Joumada El Oula 1421 correspondant au 26 août 2000 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-12 du 1er janvier 1990 fixant les attributions du ministre de l'agriculture ;

Vu le décret exécutif n° 91-454 du 23 novembre 1991 fixant les conditions et modalités d'administration et de gestion des biens du domaine privé et du domaine public de l'Etat ;

Vu le décret exécutif n° 95-333 du Aouel Joumada Ethania 1416 correspondant au 25 octobre 1995, modifiée et complétée, portant création de la conservation des forêts de wilaya et fixant son organisation et son fonctionnement ;

Décète :

Article 1er. — Le présent décret a pour objet de fixer les conditions et les modalités d'autorisation d'usage dans le cadre des dispositions de l'article 35 de la loi n° 84-12 du 23 juin 1984 susvisée.

Art. 2. — Au sens du présent décret, il est entendu par mise en valeur, toute action d'investissement tendant à mettre en production et à valoriser les terres du domaine forestier national par les actions de :

- plantation fruitière, fourragère et forestière ;
- création de pépinières spécialisées notamment dans la production de plants fruitiers, fourragers et forestiers ;
- mobilisation de l'eau ;
- petits élevages (apiculture, aviculture et cuniculture) et tout autre élevage cynégétique ;
- correction torrentielle et tout autre ouvrage de défense et restauration des sols (DRS) ;
- voies d'accès aux périmètres ;
- l'ensemble des opérations nécessaires à une utilisation rationnelle et optimale des terres du domaine forestier national à mettre en valeur; et ce, notamment dans le cadre des alinéas 4 et 5 de l'article 35 de la loi n° 84-12 du 23 juin 1984 susvisée.

Art. 3. — Les périmètres concernés du domaine forestier national destinés à la mise en valeur sont retenus sur la base de critères techniques, économiques et de protection du milieu et délimités par arrêté du ministre chargé des forêts sur proposition de l'administration des forêts.

Art. 4. — Pour les activités de mise en valeur des terres du domaine forestier national, tout postulant à une autorisation d'usage sur les terres situées dans les périmètres préalablement délimités, doit formuler une demande à l'administration des forêts territorialement compétente.