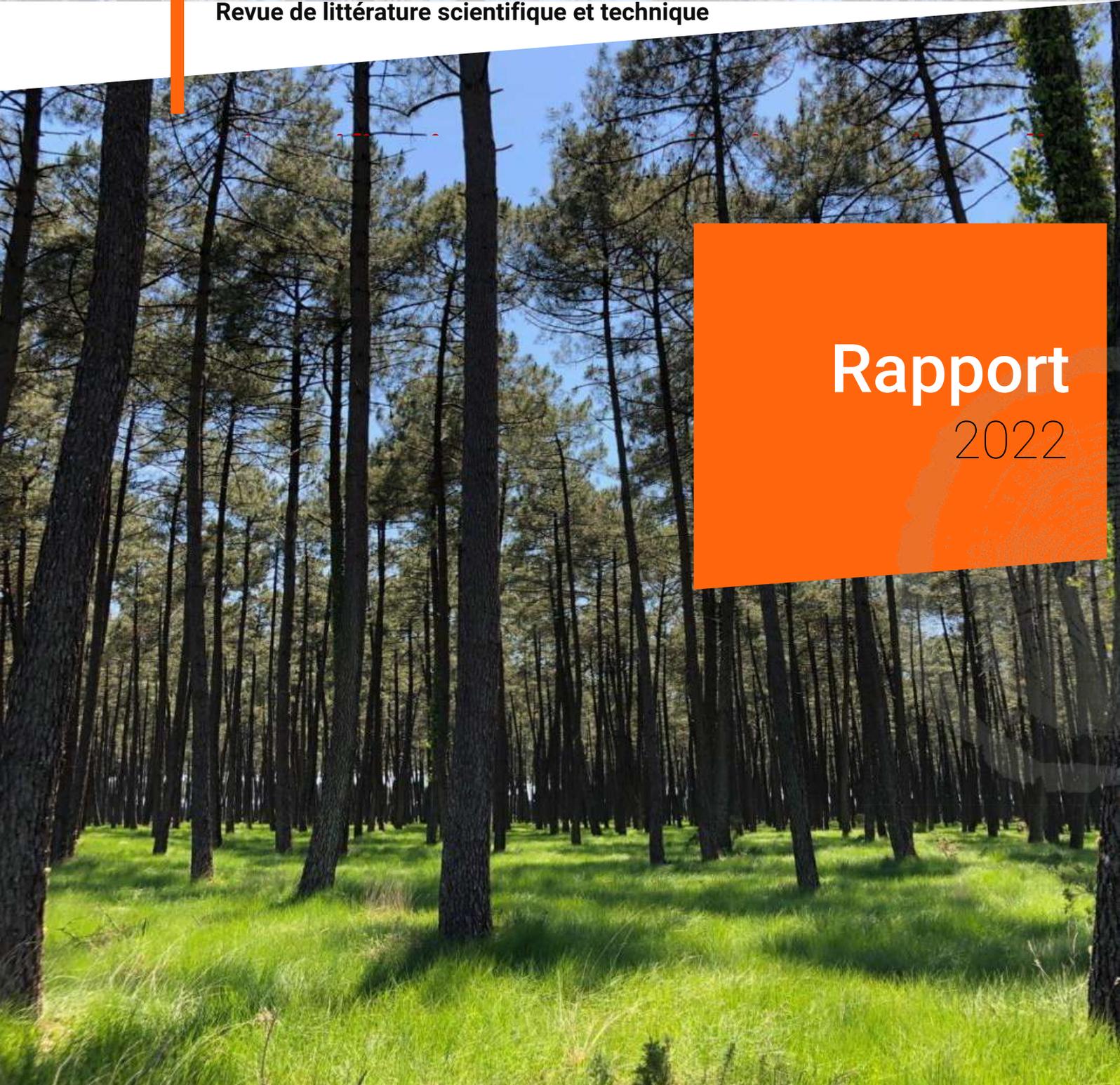


# Diversification et reconstitution post incendie dans le massif des Landes de Gascogne.

Revue de littérature scientifique et technique



Rapport  
2022

*Mais cette odeur-là n'atteint pas Malagar. Ici, j'entends respirer les pins invisibles et contemple de loin leur martyr; je les regarde brûler dans la nuit. Il m'arrive de sentir sur ma face la chaleur de ce bûcher.*

*François MAURIAC*

## Table des matières

Introduction et Avertissement .....	5
A retenir : Le rapport en un coup d'oeil.....	7
1. Le contexte pédoclimatique et les facteurs limitants.....	12
1.1 Pédologie et alimentation hydrique : les podzosols landais .....	12
1.2. Données climatiques .....	17
2. Diversifier les essences en forêt des Landes de Gascogne ? .....	20
2.1. Principales essences présentes, naturellement ou introduites .....	20
2.1.1. Autécologie des essences présentes .....	21
2.1.2. Les feuillus dans les Landes de Gascogne : expansion ou régression ? .....	24
2.1.3. Diagnostic changement climatique .....	28
2.2. Essais de diversification : expérimentations et principaux résultats.....	34
2.2.1. La mise en place de linéaires feuillus dans les années 1940 et 1950.....	34
2.2.2. Rappel des dispositifs d'essai d'introduction anciens.....	35
2.2.3. Programme d'installation de lisières feuillues CRPF – PNR Landes de Gascogne	36
2.2.4. Dispositifs favorisant le maintien des feuillus et des zones humides dans les plans de reconstitution post-tempête : clause « diversification » .....	38
2.2.5. Essais de plantations en mélange avec des feuillus dans un objectif de production du GIS GPMF (projets FORTIUS et PINASTER 2015) .....	41
2.2.6. Conservation de feuillus isolés lors du renouvellement des peuplements de pin maritime (GIS PMF projet PINASTER 2018).....	44
3. Risque incendie et contraintes particulières des secteurs incendiés.....	46
3.1. En 2022 : des feux « hors norme » en Gironde .....	46
Les conditions induites par les feux hors norme de 2022.....	48
3.2. Sensibilité au feu des espèces forestières .....	50
4. Adaptation de la gestion forestière à l'échelle de la propriété .....	57
4.1. Pin maritime et changement climatique : le choix des provenances, l'amélioration génétique.....	58
4.1.1. Diversité génétique naturelle .....	58
4.1.2. Le programme d'amélioration du Groupe Pin Maritime du Futur (GPMF) .....	59
4.2. Pistes d'adaptation des peuplements de Pin maritime : les pratiques sylvicoles .....	60
4.2.1. Installation des peuplements de pin et infrastructures.....	60
4.2.2. Qu'est-ce qu'une sylviculture préventive ou sylviculture d'incendie ?.....	64
4.2.3. Gestion de la végétation du sous-bois .....	65
4.2.4. Les éclaircies.....	66
4.2.5. Les élagages.....	66
4.2.6. Cas des peuplements adultes.....	67
4.2.7. Influence du mode de traitement sur la sylviculture préventive.....	67
4.3. Sylviculture préventive et biodiversité. Peut-on les concilier ? Comment ? .....	69
4.3.1. Une biodiversité spécifique reconnue : des enjeux forts.....	69

4.3.2.	Concilier les enjeux de biodiversité et les opérations de prévention des incendies de forêt	77
4.4.	La gestion de la mosaïque forestière	78
5.	Au-delà de la propriété : le risque d'incendie de forêt géré à l'échelle du territoire	80
5.1.	La place de la forêt dans le territoire	80
5.2.	La gestion des interfaces existantes entre la forêt et les autres usages : un facteur clé	81
5.2.1.	Les Obligations Légales de Débroussaillage (OLD) : des marges de progression considérables	82
5.2.2.	Les pare-feu : quelle efficacité ?	83
5.2.3.	Les zones d'appui : procurer des espaces sécurisés pour appuyer la lutte au sol en cas de départ de feu ou d'incendie	84
5.2.4.	Gestion intégrée du risque : la sensibilisation des habitants du territoire au risque incendie	85
6.	Conclusion et propositions	86
	Bibliographie	88
	Annexe 1 : la sylvoecorégion Landes de Gascogne (IFN) – SER F21	94
	Annexe 2 : Données précises sur l'autécologie des essences forestières présentes dans la SER Landes de Gascogne	95
	Annexe 3 : La filière forêt bois en Nouvelle-Aquitaine	99
	Annexe 4 : Tourisme et fréquentation du public	107

## Introduction et Avertissement

La forêt des Landes de Gascogne occupe une surface d'environ 900 000 ha d'un seul tenant, répartie sur les départements de la Gironde, des Landes et du Lot-et-Garonne. A 92%, elle appartient à des propriétaires privés. C'est le territoire qui présente le plus fort taux de boisement de France (74%). Cette forêt cultivée, de taille européenne, est le support d'une activité économique importante.

Elle est soumise historiquement à une très forte pression de feux de végétation. Le risque est récurrent mais connaît aussi des variations dans son intensité. Antérieurement au boisement, les incendies étaient courants et l'on garde trace de grands sinistres en 1751 ou 1822 dans les Landes (Mercier 1974). Depuis le XIXème siècle et l'extension de la forêt, on recense plusieurs épisodes de grands feux, de 1868 à 1872, 1893 où brûlèrent 36 000 ha, 1898, 20 000 ha en un temps très court, puis l'été 1937 et le printemps 1938, 42 000 ha et enfin, la période 1939-1949. Ces incendies ont concerné aussi des landes, ce qui les différencie des incendies actuels, plus forestiers. En 2022, la surface parcourue par les feux est plus de 10 fois supérieure à la moyenne des 20 dernières années et environ 3 fois supérieure au record de 1990.

Cette décennie de la IIème Guerre mondiale a été marquée par des incendies importants mais l'été 1949, particulièrement sec, est le plus catastrophique. Les incendies sont nombreux, importants et redoutables. Celui qui restera dans les mémoires a brûlé 25 000 ha et fait 82 victimes en Gironde : sauveteurs, habitants et hommes venus en renfort de toute la France, pris au piège d'une tornade de feu. Cet incendie a débuté le 19 août 1949 dans une scierie mobile arrêtée à cause de la sécheresse. Au même moment, après plusieurs jours de lutte, les sapeurs-pompiers forestiers landais, avec les populations locales, épaulés par des militaires venus de Bordeaux et Bayonne, circonscrivent dans le nord-est du département des Landes, en limite de la Gironde et du Lot-et-Garonne, un incendie qui a ravagé près de 50 000 hectares de forêt et de lande et détruit des métairies. Autour du bassin d'Arcachon, en Gironde, d'autres feux ravagent la forêt (Saint-Marc, Empreintes Landaises - <https://fresques.ina.fr/landes/>). Cette période reste dans les mémoires comme celle des « Grands Incendies ».

Depuis l'ordonnance du 28 avril 1945 et l'arrêté du 26 mars 1946, qui furent des décisions fondatrices, les propriétaires forestiers se sont organisés en association de DFCI obligatoires dans tout le périmètre des Landes de Gascogne.

L'organisation mise en place à l'époque a travaillé à l'équipement du massif forestier en infrastructures de protection depuis lors. Combiné à une organisation spécifique de la lutte mise en place à la même époque, ce travail a permis de réduire fortement la surface brûlée annuellement. Depuis plus de 70 ans, même dans des années de sécheresse comme 1989 et 1990 qui connurent des feux de 3 à 6 000 ha, l'ampleur des sinistres a pu être limitée. Il aura aussi fallu reconstituer les plus de 300 000 ha brûlés dans les années 40. Le Fonds Forestiers National, naissant en 1946, contribuera à ces deux programmes.

La pression d'aléa, que l'on peut traduire par le nombre de départs de feu annuel nécessitant une intervention des moyens de lutte est très importante. Aujourd'hui, la Gironde est le premier département français en nombre de départs de feux ; le département des Landes se place à la huitième position (Observatoire Régionale des Risques Nouvelle-Aquitaine, 2007-2019).

A la suite des incendies de l'été 2022, parmi les plus dévastateurs de l'histoire de la Forêt des Landes de Gascogne après 70 ans d'accalmie, nous avons entrepris cette étude bibliographique commandée par le Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire. Les conditions climatiques, notamment de sécheresse, et l'ampleur des feux girondins rappellent les « grands incendies » passés. Une différence saute aux yeux : aucune victime n'est à déplorer en 2022. Mais la forêt a payé un lourd tribut. Il faut examiner honnêtement les conditions particulières du massif des Landes de Gascogne (sol, climat, essences...) et l'évolution considérable du contexte (climatique, territorial...). L'objectif est de trouver les moyens de penser ou repenser le territoire forestier (sylviculture, infrastructures DFCL, interfaces avec les autres usages du territoire...) pour pouvoir envisager l'avenir de la forêt et de ses habitants.

*A ce stade nous n'avons nullement la prétention de figer les modalités d'une reconstitution du Massif des Landes de Gascogne qui nous paraît cependant essentielle.*

*Nous souhaitons que ce travail préliminaire nourrisse les réflexions de tous ceux qui s'intéressent au devenir de la forêt et qui souhaitent s'y impliquer.*

## A retenir : Le rapport en un coup d'oeil

### A retenir n°1 : Pédologie et alimentation hydrique : les podzosols landais

Les podzosols du massif landais induisent de fortes contraintes hydriques et nutritionnelles, qui sont autant de facteurs limitants pour la survie et la croissance des arbres. Il faut que les essences soient frugales, supportent l'acidité forte (pH 4,5) et des sols à faible réserve utile en eau soumis au battement de la nappe phréatique : souvent engorgés en hiver, mais secs en été.

### A retenir n°2 : Données climatiques

Les données climatiques sont importantes car elles conditionnent la survie et la croissance des arbres, l'exposition au risque de sécheresse et d'incendie.

L'année 2022 est marquée par un cumul de phénomènes défavorables à la végétation herbacée, arbustive et arborée et favorables à la propagation des incendies :

- une mauvaise recharge de la nappe due à des précipitations faibles entre octobre 2021 et mai 2022 : 478 mm contre 663 mm en moyenne
- une pluviométrie faible entre juin et août 2022 : 99 mm (contre 161 mm en moyenne)
- un nombre de jours supérieurs à 30°C exceptionnel : 70 journées (contre 35 en moyenne)
- un nombre d'heures d'ensoleillement supérieur à la moyenne : 1084 h (contre 884 h en moyenne).

L'augmentation continue des températures laisse penser que 2022 ne sera pas une année isolée.

### A retenir n°3 : Autécologie des essences présentes

Les espèces feuillues arborées recensées par l'IFN sur la sylvoécocorégion Landes de Gascogne au côté du Pin maritime sont nombreuses. Elles sont, pour la plupart, des espèces forestières d'accompagnement : présentes dans le sous-bois, au bord des cours d'eau, dans les milieux interstitiels et en bordure des peuplements de pin.

Leur répartition est fonction des conditions stationnelles.

Leur rôle économique est modeste dans ce contexte (à l'exception du chêne liège dans le sud du massif et du robinier sur les marges) et elles participent peu à la production de bois.

Leur présence dans la mosaïque forestière est cependant indispensable à la bonne dynamique du socioécosystème forestier du Massif des Landes de Gascogne et à sa durabilité.

### A retenir n°4 : Les feuillus dans les Landes de Gascogne : expansion ou régression ?

En comparant les inventaires anciens et récents, l'Institut national de l'information géographique et forestière constate un accroissement notable de la présence de feuillus dans les départements des Landes et de la Gironde. Les effets des préconisations, après les tempêtes Martin et Klaus, de conserver ou créer des lisières ou îlots de feuillus dans la gestion de la pinède, sont déjà observés.

Sur la sylvoécocorégion des Landes de Gascogne, 27% des peuplements sont dominés par une essence feuillue soit plus d'un quart de la surface totale (IFN 2016-2020). Une part de ces peuplements sont des jeunes pinèdes dans lesquelles les feuillus, issus du sous-bois, ont été conservés.

La présence des feuillus dans la forêt des Landes de Gascogne tend à augmenter depuis les années 1980. Le chêne pédonculé est nettement majoritaire.

A retenir n°5 : Diagnostic Changement Climatique

L'augmentation continue des températures sur les 20 dernières années laisse penser que 2022 ne sera pas une année isolée.

Les essences forestières, feuillues ou résineuses, présentes aujourd'hui dans le massif forestier des Landes de Gascogne ou candidates à une introduction, sont positionnées de façon variable au regard des conditions climatiques projetées pour les décennies à venir.

Les cartes de compatibilité climatique fournies par Climessences doivent être étudiées avec attention. En 2022, il est indispensable d'intégrer cette dimension.

D'autres paramètres (conditions stationnelles locales, situation sanitaire, etc. entrent aussi en ligne de compte.

A retenir n°6 : Programme d'installation de lisières feuillues

La difficulté technique d'installation des lisières feuillues en forêt des Landes de Gascogne réside dans :

- Les facteurs stationnels fortement contraignants qui limitent fortement le choix des essences
- La différence très forte entre le pin maritime et les essences feuillues en matière de croissance.
- La nécessité de gérer les grands herbivores et la concurrence de la végétation du sous-bois.

Les gains espérés en matière de biodiversité et de protection sanitaire n'ont pas encore été mesurés à ce stade (15 ans).

A retenir n°7 : Clause de diversification

La clause de diversification telle qu'elle a été définie de façon concertée pour la mise en œuvre du plan de reconstitution des peuplements sinistrés par la tempête Klaus en 2009 convient à la spécificité de la forêt des Landes de Gascogne.

Elle a permis de conserver et d'améliorer les corridors, les îlots feuillus, les zones spécifiques que sont les lagunes.

Moyennant quelques ajustements et améliorations, elle peut s'appliquer à la reconstitution après incendie.

A retenir n°8 : Essais de plantations en mélange dans un objectif de production du GIS GPMF

Les essais du GIS GPMF de plantation de feuillus de production en mélange avec le pin maritime ont confirmé la difficulté d'installation des feuillus dans les stations du Massif landais.

Les effets des contraintes stationnelles sont aggravés par la forte pression du gibier.

La concurrence de la végétation du sous-bois exige une fréquence d'entretien importante.

Les taux de mortalité des feuillus sont élevés et leur croissance significativement plus faible que celle du pin, à l'exception du bouleau dans la phase juvénile.

Ces expérimentations confirment qu'il est plus efficace de s'appuyer sur la dynamique feuillue existante, en conservant les feuillus isolés qui pourront servir de semenciers ou les lisières et îlots déjà installés, et en épargnant lors des reboisements, les zones d'accrus ou de recrus.

A retenir n°9 : Conservation de feuillus isolés lors du renouvellement des peuplements de pin maritime (GIS PMF)

Les essais du GIS GPMF de conservation des feuillus isolés (7 à 14 ans) montrent qu'il est possible de conserver des feuillus isolés dans les peuplements de pin maritime.

Les résultats obtenus à ce stade ne montrent pas encore le bénéfice de ceux-ci sur les peuplements de Pin maritime.

Dans un autre contexte, l'intérêt de la conservation de chênes isolés dans des peuplements d'épicéa pour l'entomofaune saproxylique a été montré.

A retenir n°10 : Contraintes particulières des zones incendiées

La taille des surfaces incendiées en 2022 va induire des contraintes particulières, en fonction des sols, de l'intensité locale du feu, du comportement de la nappe phréatique.

Ces contraintes vont conditionner les techniques de reconstitution, les travaux préalables à leur mise en œuvre (notamment la maîtrise de la remontée de la nappe dans les landes humides) et les possibilités de diversification.

La remise en état et le renforcement des infrastructures DFCI doit aussi être pris en compte.

A retenir n°11 : La sensibilité des essences forestières au feu.

En matière de sensibilité des essences forestières au feu, les résultats de l'analyse bibliographique sont plus nuancés que les discours souvent entendus après les incendies de cet été.

En effet, si, en Provence-Côte d'Azur, le taux de combustion est plus élevé dans les pinèdes pures, en revanche :

- Le Chêne liège et le Chêne vert sont plus inflammables que le Pin maritime
- La formation végétale du Chêne pubescent a une plus forte combustibilité que celle du Pin maritime
- En Provence, la fréquence de mise à feu est plus élevée dans les peuplements mélangés que dans les pinèdes pures.

Notons que le cèdre, peu inflammable et peu combustible, n'est pas adapté aux stations du Massif.

Sur le terrain la situation est contrastée : l'intensité du feu, l'âge et la structure du peuplement et des arbres, les conditions locales d'humidité du sol, les opérations de lutte ont joué sur les dégâts constatés.

A retenir n°12 : Pin maritime et changement climatique : le choix des provenances, l'amélioration génétique

Le Pin maritime reste une essence bien placée par rapport au changement climatique (diversité génétique importante, Nord de l'aire naturelle).

Le programme d'amélioration du GIS GPMF est un gage d'assurance : il intègre des stratégies permettant une bonne adaptation à un environnement changeant, en préservant la variabilité naturelle de l'essence.

A retenir n°13 : Piste d'adaptation à l'échelle de la propriété, sylviculture préventive.

- Le type de sylviculture joue un rôle dans la prévention des feux « normaux » les plus fréquents, mais est insuffisante pour les « feux de grande ampleur » en conditions de sécheresse extrême, tout en conservant malgré tout un effet sur l'intensité du feu (PNUE, 2022).
- Aucune sylviculture n'a tous les avantages.
- L'investissement lié à la création et au maintien des pistes et fossés fait partie intégrante de la gestion forestière.
- Une gestion préventive contre les incendies peut contrarier la prévention d'autres risques - tempêtes, sécheresse, attaques phytosanitaires, dégâts de gibier ; elle interagit de façon variable avec les différentes fonctions de la forêt (production, environnementale, sociale).

#### A retenir n°14 : Concilier les enjeux de biodiversité et les opérations de prévention des incendies

Les principales interactions concernent la conservation des zones humides, des cours d'eau et la périodicité, intensité et date de réalisation des débroussailllements. Les données d'entrées de ces questions commencent à être connues. Certaines réponses ont déjà pu être travaillées pour les zones humides. Le travail en collaboration entre CNPF, acteurs de la forêt privée et publiques et structures de de la protection de l'environnement permet l'amélioration de la connaissance et le dialogue.

#### A retenir n°15 : Gérer la mosaïque forestière

Le massif des Landes de Gascogne est un espace peu artificialisé et peu fragmenté. La matrice forestière des forêts de pin s'intègre dans une mosaïque forestière associant milieux ouverts, peuplements forestiers feuillus et différents stades du cycle sylvicole.

La mosaïque forestière permet l'accueil d'une faune et d'une flore diversifiée.

La gestion forestière tient compte, de plus en plus, de cette dynamique à l'échelle du territoire forestier qui peut participer du compartimentage du massif.

#### A retenir n°16 : Gérer le risque incendie à l'échelle du territoire

Le territoire est l'échelle pertinente pour mettre en place une gestion intégrée du risque incendie.

Elle s'appuie sur une gestion des interfaces entre forêt et autres usages du sol pour créer et entretenir des ruptures de combustibles et ménager des accès : réduire l'exposition des enjeux et améliorer la défendabilité.

Les collectivités ont un rôle central à jouer dans la planification du territoire et pour la mise en œuvre des Obligations Légales de Débroussaillage mais aussi la sensibilisation au risque des habitants et des visiteurs. Elles ont besoin d'outils pratiques, simples et d'accompagnement.

Propositions d'évolution du contexte réglementaire et moyens financiers sur la prévention et la protection

- favoriser la prise en compte de la biodiversité lors de la reconstitution des peuplements en élargissant aux peuplements en place la "clause de diversification" déjà mise en place après la tempête Klaus.

- développer les aides au débroussaillage et à l'élagage anti-incendie (possibles dans le cadre du plan France Relance ?) et favoriser la sylviculture préventive dynamique (DEFI ?)

- Sécuriser et renforcer les moyens financiers pour la création et l'entretien des ouvrages de DFCI. L'équipement des massifs est un travail permanent et régulier, à bas bruit, qui prouve son efficacité lors des qu'il faut gérer un départ de feu. C'est un élément indispensable pour la lutte sur feu naissant.
- accélérer la cartographie des risques et observatoire de la reconstitution en prenant en compte les interfaces forêt-urbanisation et l'utiliser pour réorganiser les infrastructures DFCI.
- prévoir une indemnisation des propriétaires accueillant chez eux des pare-feu improductifs permanent ou des zones d'appui à la lutte
- partager un cahier des charges pour la mise en œuvre des zones d'appui : réalisation durant la phase de lutte, remise en état après incendie, indemnisation des propriétaires
- augmenter le taux de réalisation des OLD et du débroussaillage régulier le long des routes en facilitant la réalisation d'actions collectives par les propriétaires ou occupants des bâtiments, en aidant les communes à faire respecter ces obligations. On peut envisager d'agréer des entreprises pour garantir la qualité des travaux.
- développer l'information auprès des résidents et généralisation des diagnostics incendie par des agents formés des collectivités. Développer la formation des agents des collectivités territoriales à la gestion intégrée du risque feu de forêt.
- lier la réalisation d'aménagements anti-incendie à la réduction des primes d'assurance habitation (OLD...).
- renforcer les dispositifs d'assurance forestière.
- poursuivre et renforcer la coopération entre les organismes forestiers (CNPF, ONF...) et les centres de recherche, notamment au travers du GIS Groupe Pin Maritime du Futur, et élargir cette coopération à des projets avec les équipes de recherche spécialisée dans les incendies de forêt (Avignon, Aix en Provence...) pour des thèmes propres aux Landes de Gascogne. Le document de gestion durable devient un incontournable, il appelle un renforcement de son instruction.
- renforcer les moyens en personnel des organismes (CNPF, DFCI...) qui accompagnent la gestion de la forêt des Landes de Gascogne, privée à plus de 90%. Ces organismes sont responsables des infrastructures et du réseau DFCI ainsi que la formation et l'information des sylviculteurs.

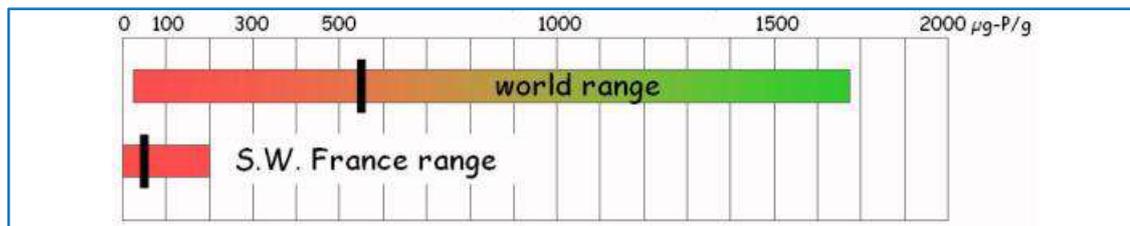
## 1. Le contexte pédoclimatique et les facteurs limitants

### 1.1 Pédologie et alimentation hydrique : les podzosols landais

Les sols des Landes de Gascogne se sont développés sur une formation d'origine éolienne (Sable des Landes) épanchée sur un dépôt fluviomarine du Tardiglaciaire (Jolivet *et al.* 2007). Sur ce dépôt de **texture grossière**, se sont formés des **sols podzoliques acides à très acides**, plus ou moins **hydromorphes**. Dans la région, la podzolisation résulte de l'interaction entre un matériau filtrant et peu minéralisé, un climat tempéré humide et une végétation acidifiante à base de bruyères (Jolivet *et al.* 2007).

Ces sols landais, composés presque exclusivement de sable, présentent une **très faible capacité de rétention en eau**. La réserve utile varie entre 60 et 110 mm, qui sont des valeurs faibles à très faibles (Loustau, 2011).

Ils sont **très pauvres** en éléments minéraux et notamment en phosphore ; la valeur des stocks, les classe parmi les sols forestiers les plus pauvres au monde (Achat *et al.* 2009, Augusto *et al.* 2010).



Gamme mondiale (world range) = 37 -1773 µg P/g (moyenne 550)  
Gamme Sud-Ouest France (S.W. range) = 7-195 µg P/g (moyenne 60)

Gamme de valeurs de concentration en phosphore total dans les **horizons superficiels du sol**.  
Source : Augusto, 2010

Ces sols sont également pauvres en cations échangeables, Ca, Mg, K (Bonneau 1995) et en oligoéléments tels que le cuivre (fortement complexé et peu disponible).

Dans ce contexte, la matière organique joue un rôle essentiel. En absence d'éléments fins argilo-limoneux, elle constitue le support essentiel de la fertilité et de la rétention en eau.

Enfin, **la forte acidité naturelle des sols limite la disponibilité des éléments minéraux pour les végétaux**. Par exemple, l'azote est stocké sous forme de matière organique et son utilisation par les plantes dépend des processus biologiques de décomposition, qui sont limités en milieu acide. Ainsi, les sols landais sont relativement riches en matière organique mais celle-ci libère peu d'azote assimilable pour les arbres. Autre exemple : dans des sols aussi acides, le phosphore se lie de manière forte aux hydroxydes de fer et d'aluminium. Il est peu libéré dans la solution du sol et assimilable par les végétaux (Trichet *et al.* 1999).

Les sols landais sont aussi caractérisés :

- par la présence d'un horizon d'accumulation, appelé **alios**, plus ou moins induré et plus ou moins proche de la surface, qui limite le volume de sol exploré par les racines et constitue un obstacle à l'accès aux réserves en eau pendant les périodes de sécheresse,
- et par une **nappe phréatique superficielle** dont la profondeur et le battement déterminent les différents types stationnels qui structurent le paysage landais, ainsi que la profondeur d'enracinement des arbres (l'excès d'eau limite la croissance en profondeur des racines : anoxie racinaire).

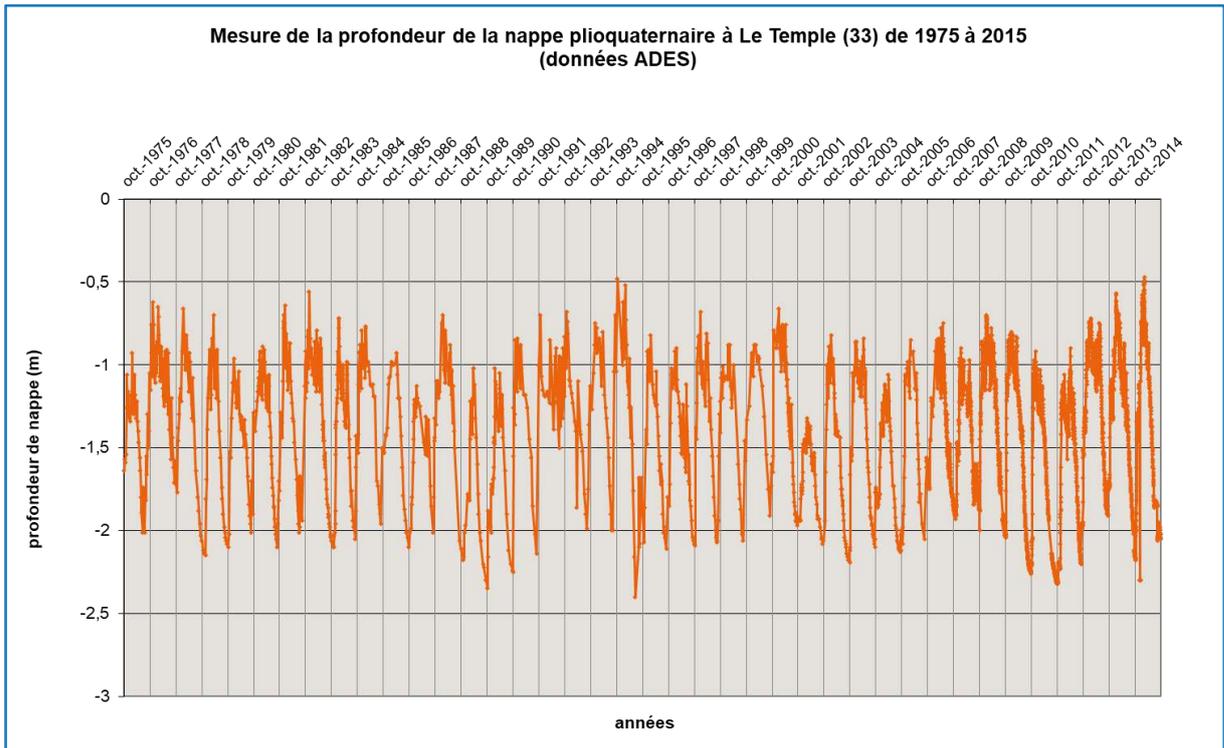
Cette nappe phréatique libre, dite « plioquaternaire », s'intègre dans l'ensemble géologique et hydrogéologique beaucoup plus large du bassin d'Aquitaine. Sa couverture superficielle est majoritairement sableuse. Elle s'est formée en plusieurs étapes dans une alternance de couches sablo-graveleuses et de couches argileuses qui constituent un vaste réservoir aquifère multicouches complexe (<https://sigesaqj.brgm.fr/Nappe-du-Plio-Quaternaire-aquitain.html>, consulté le 4 novembre 2022).

Son niveau piézométrique<sup>1</sup> suit la topographie du plateau landais.

La puissance de cet aquifère augmente d'est en ouest. Inférieure à 10 m en bordure est du plateau landais, elle atteint 100 m d'épaisseur près du littoral et dépasse 140 m au sud de l'étang de Léon. Ce réservoir aquifère très étendu, à nappe libre drainée par les rivières, ruisseaux et canaux artificiels alimente les étangs alignés de Hourtin, Lacanau, Cazaux, Parentis, etc. Il est lui-même alimenté par l'infiltration de surface et son régime est sous la dépendance directe des précipitations (Source : BRGM *ibid*). L'eau, naturellement chargée en fer, ne peut pas être utilisée comme eau potable.

---

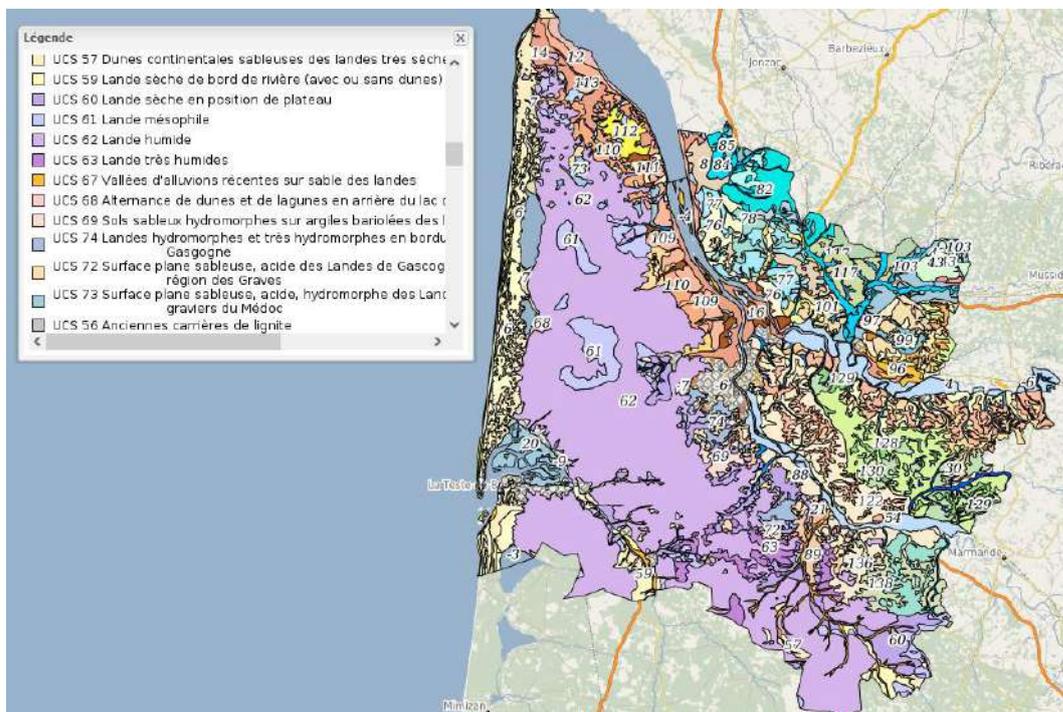
<sup>1</sup> Niveau piézométrique : profondeur de la surface des nappes. Suivi indispensable afin de connaître l'état de la ressource en eau en termes de quantité (Source BRGM *ibid*).



Suivi à long terme du niveau de la nappe plio-quaternaire dans le massif landais en contexte de lande humide (Le Temple). L'alternance des périodes de recharge hivernale et d'étiage estival est visible.

Source : Ades 2015 – traitement CNPF Nouvelle-Aquitaine

L'étude de la corrélation entre niveaux de nappe et débits dans les cours d'eau montre que c'est le niveau de la nappe, plus que la pluviométrie instantanée qui assure les flux dans les cours d'eau de l'écosystème sableux landais.

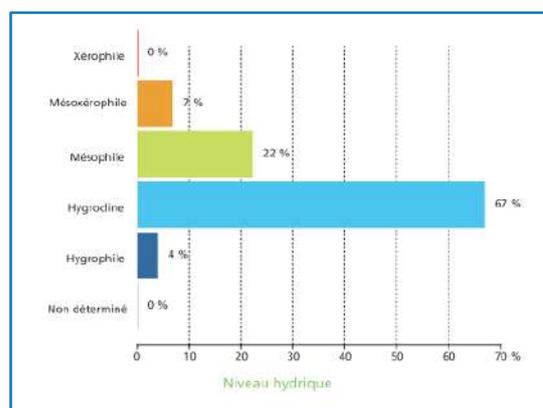


Carte des pédopaysages du département de la Gironde. On note la dominance de UCS62 qui correspond à la lande humide. Source : Richer-de-Forges A.C. et Arrouays D. (2014) couche graphique du Référentiel Régional Pédologique de la région Nouvelle-Aquitaine INRAE

Très schématiquement on peut considérer que la hauteur de nappe et le type de sol déterminent trois grands types de station (en dehors des dunes littorales), localement appelés « landes » :

- La **lande sèche**, caractérisée par une nappe phréatique profonde (supérieure à 2m), peu favorable à la croissance des arbres
- La **lande mésophile**, caractérisée par une forte amplitude du niveau de la nappe (2 à 3 m) conduisant à une alternance de période d'engorgement et de dessiccation qui favorise la formation de l'alias
- La **lande humide**, qui occupe la majeure partie du Massif, sur laquelle la nappe proche de la surface peut affleurer pendant les périodes de forte pluviosité, ce qui nécessite un assainissement préalable lors des opérations de boisement ou reboisement.

On recense aussi des situations intermédiaires, qui expriment les nuances des stations. On parle alors de lande mésophile sèche (mésoxérophile) et de lande mésophile humide ou humide mésophile.

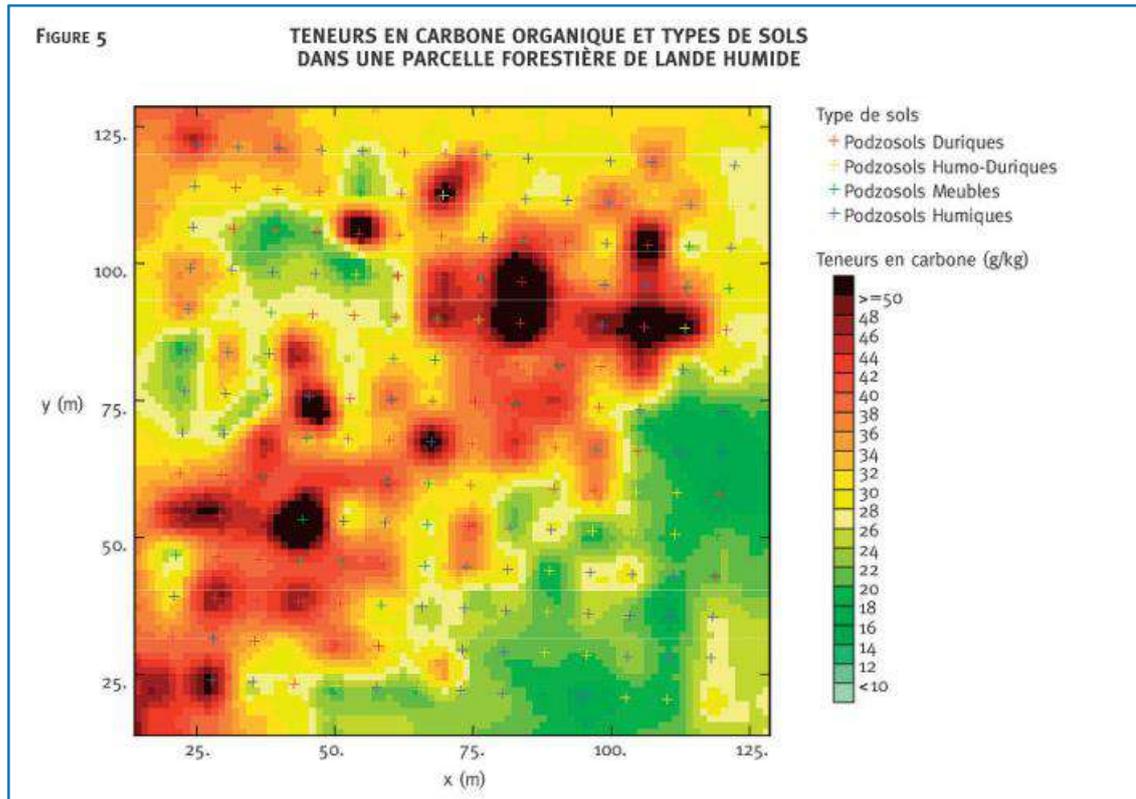


Répartition des types de végétation pour la Sylvo-écorégion Landes de Gascogne. IFN, 2017

A l'échelle du massif landais, les dunes sont localisées le long du littoral, les landes sèches se situent au sommet des dunes continentales ou dans les zones drainées par les ruisseaux, les landes humides sont dans les secteurs éloignés de l'influence des cours d'eau (les interfluves) et les landes mésophiles occupent des situations intermédiaires.

A l'échelle parcellaire, une grande variabilité peut aussi être observée souvent liée à un micro relief qui détermine la zone de battement de la nappe phréatique ce qui induit une mosaïque de conditions d'hydromorphie et de processus d'humification, qui joue sur le stock de matière organique.

La variabilité des sols se traduit par une forte hétérogénéité spatiale des teneurs en carbone (Jolivet *et al.* 2007) entre les différents types de stations mais aussi sur de faibles distances à l'intérieur d'une même parcelle.



La teneur en carbone traduit la richesse en matière organique et le degré d'humidité du sol. Les variations sont fortes à l'échelle de quelques dizaines de mètres : hétérogénéité du sol à l'échelle de la parcelle. Source : Les sols du massif forestier des Landes de Gascogne : formation, histoire, propriétés et variabilité spatiale, Jolivet et al., 2007.

**A retenir n°1 : Pédologie et alimentation hydrique : les podzols landais**

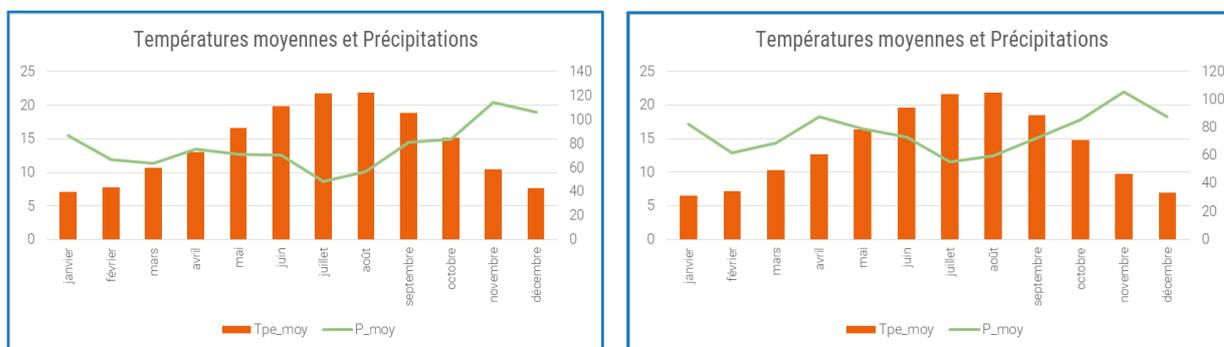
Les podzols du massif landais induisent de fortes contraintes hydriques et nutritionnelles, qui sont autant de facteurs limitants pour la survie et la croissance des arbres. Il faut que les essences soient frugales, supportent l'acidité forte (pH 4,5) et des sols à faible réserve utile en eau soumis au battement de la nappe phréatique : souvent engorgés en hiver, mais secs en été.

## 1.2. Données climatiques

Les données climatiques font partie des **conditions stationnelles**, qui déterminent les espèces végétales présentes et leurs conditions de survie et de croissance. Dans le sud-ouest de la France, le climat océanique est marqué par des températures douces. La proximité des Pyrénées renforce les précipitations en hiver et au printemps. On parle parfois de conditions thermo-atlantiques, qui expliquent la présence spontanée d'espèces végétales plutôt méditerranéennes comme le pin maritime ou le chêne liège.

Les données climatiques jouent un rôle déterminant pour **le régime de feu**. La température, l'hygrométrie et la direction et la vitesse du vent influent sur les incendies de forêt de deux manières (PDPFCI, 2019) :

- en déterminant le comportement du feu,
- en déterminant la sécheresse de la végétation.



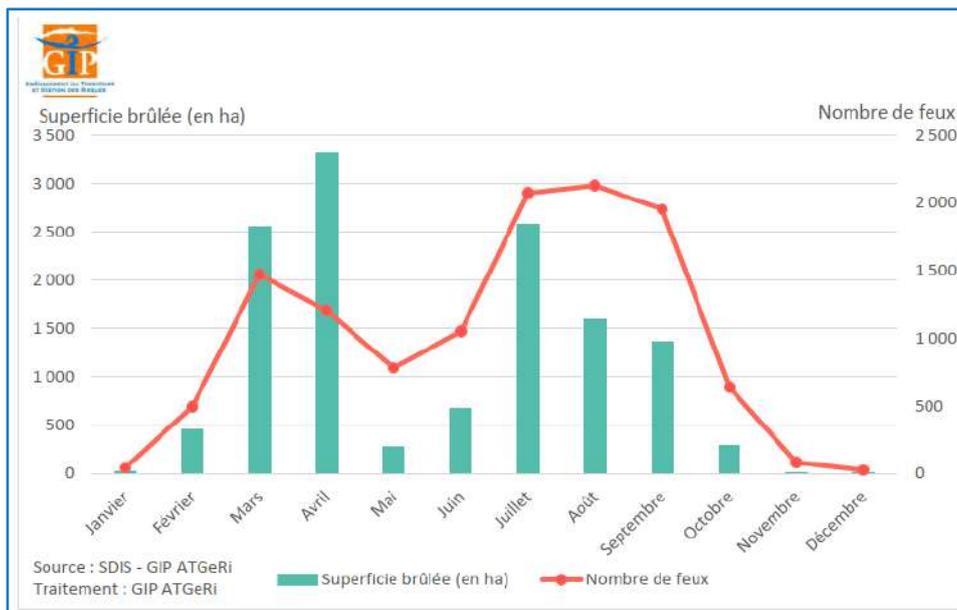
Diagrammes ombrothermiques des stations de Bordeaux Mérignac (à gauche) et Mont de Marsan (à droite). Les deux périodes de baisse des **précipitations** au printemps et en été apparaissent.  
Données Source : Données Météofrance (moyenne 1991-2020).

Depuis 2000, les caractéristiques climatiques pour la station de Mont de Marsan sont les suivantes :

- | **La pluviométrie entre octobre et mai** y atteint en moyenne **663 mm** (contre 478 en 2022). Elle permet le rechargement de la nappe superficielle accessible aux espèces végétales tout ou partie de l'année (en vert sur le graphique suivant).
- | **La pluviométrie entre juin et août** y atteint en moyenne **161 mm** (contre 99 en 2022) ce qui entraîne un déficit hydrique estival marqué. Le niveau de la nappe phréatique baisse et devient inaccessible pour les végétaux à certains endroits du massif des Landes de Gascogne. Cependant, les précipitations estivales apportent aux espèces végétales l'eau indispensable à leur survie pendant cette période (Loustau et al, 1990).
- | **Il y a en moyenne 35 jours** où la température moyenne **dépasse 30°C** (contre 70 en 2022).
- | **Il y a en moyenne 6 jours** où la température moyenne **dépasse 35°C** (contre 28 en 2022).
- | **Le nombre d'heures d'ensoleillement** y atteint en moyenne **884 h** (contre 1084 h en 2022). Dans des conditions hydriques normales, l'ensoleillement est favorable à la photosynthèse et de ce fait à la croissance ou à la survie des espèces végétales. En période de sécheresse et de canicule, il peut être la cause de pertes prématurées du feuillage voire de dépérissements (cavitation) et d'augmentation de la quantité de végétation sèche en sous-bois.

La forêt des Landes de Gascogne connaît deux périodes sensibles en termes de risques de feu de forêt :

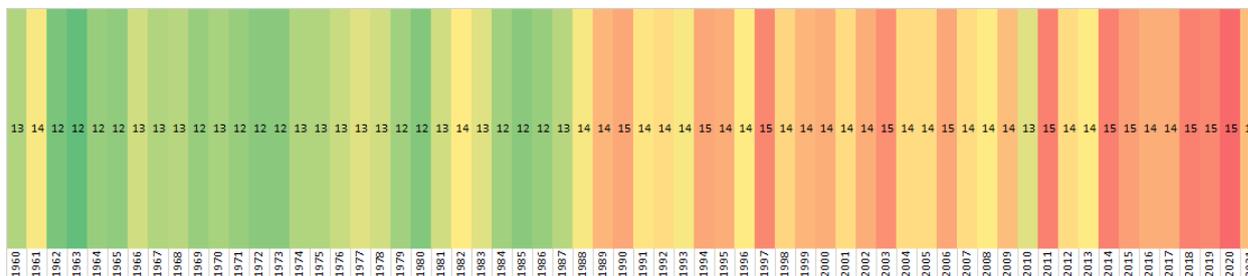
- | **le printemps** : la végétation du sous-bois morte en hiver sèche rapidement lors d'épisodes de redoux et favorise la propagation des incendies de forêt alors que les sols détrempés ne permettent pas l'accès par les engins de lutte,
- | **l'été** : les conditions de sécheresse et la fréquentation accrue en forêt accentuent très fortement le risque d'éclosion des feux de forêt.



Nombre de feux et surfaces incendiées mensuellement entre 2007 et 2017  
Source : PIDPFCI, 2019

Les périodes de sécheresse et de chaleur extrême aggravent très fortement le risque incendie. Les épisodes de grands feux dans les Landes de Gascogne correspondent à des épisodes climatiques très marqués (Mercier, 1974).

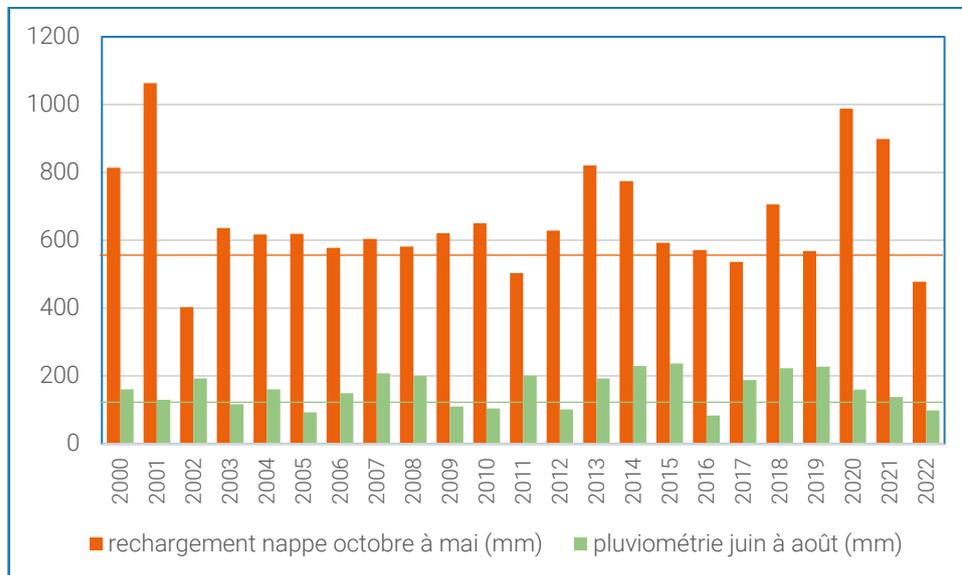
Comme le montre le graphique ci-dessous, l'augmentation des températures moyennes annuelles depuis 60 ans, laisse penser que 2022 ne sera pas une année isolée.



Evolution de la température annuelle moyenne entre 1960 et 2021 : en vert les années pour lesquelles la température moyenne est inférieure à la moyenne de la période, en rouge les années où cette valeur est supérieure.

Source : Infoclimat, station Bordeaux-Mérignac, traitement CNPF

En 2021-2022, la pluviométrie d'octobre à mai n'a été que de 478 mm. Durant les mois de juin à août 2022, le cumul de précipitation est de 99 mm, soit un écart de 39% par rapport à la moyenne des 20 dernières années. Le nombre de jours où la température a dépassé 30°C est le double d'une année moyenne. On se rapproche des conditions relevées en 1949 où Mont de Marsan avait connu 70 jours avec un taux d'humidité inférieur à 35% entre juin et août (Sanson, 1950)



Evolution du cumul de précipitation hivernal, influant sur le rechargement de la nappe (en orange) et estival, déterminant la sécheresse (en vert). En 2021-2022, les précipitations ont été significativement plus faibles pour les deux périodes.

Source : Données Météofrance – traitement CNPF Nouvelle-Aquitaine.

Les projections liées au changement climatique sont évoquées au § 2.1.3.

#### A retenir n°2 : Données climatiques

Les données climatiques sont importantes car elles conditionnent la survie et la croissance des arbres, l'exposition au risque de sécheresse et d'incendie.

L'année 2022 est marquée par un cumul de phénomènes défavorables à la végétation herbacée, arbustive et arborée et favorables à la propagation des incendies :

- une mauvaise recharge de la nappe due à des précipitations faibles entre octobre 2021 et mai 2022 : 478 mm contre 663 mm en moyenne
- une pluviométrie faible entre juin et août 2022 : 99 mm (contre 161 mm en moyenne)
- un nombre de jours supérieurs à 30°C exceptionnel : 70 journées (contre 35 en moyenne)
- un nombre d'heures d'ensoleillement supérieur à la moyenne : 1084 h (contre 884 h en moyenne).

L'augmentation continue des températures laisse penser que 2022 ne sera pas une année isolée.

## 2. Diversifier les essences en forêt des Landes de Gascogne ?

Le paysage du massif landais est souvent perçu sous l'angle de son homogénéité : dominance des peuplements forestiers de pin maritime.

La question de la diversité des essences n'est pas nouvelle. Elle se pose de façon de façon plus marquée aux grandes étapes de l'histoire de cette forêt, notamment dans la loi du 19 juin 1857 ou après les grands incendies des années 1940.

Deux angles d'approche peuvent être distingués :

- trouver une ou des essences de substitution au pin maritime, qui auraient un rôle de production ligneuse ou non ligneuse,
- trouver des essences susceptibles d'accompagner le pin maritime, qui apportent un bénéfice global pour le territoire ou particulier pour les peuplements de pin, sans avoir de rôle de production.

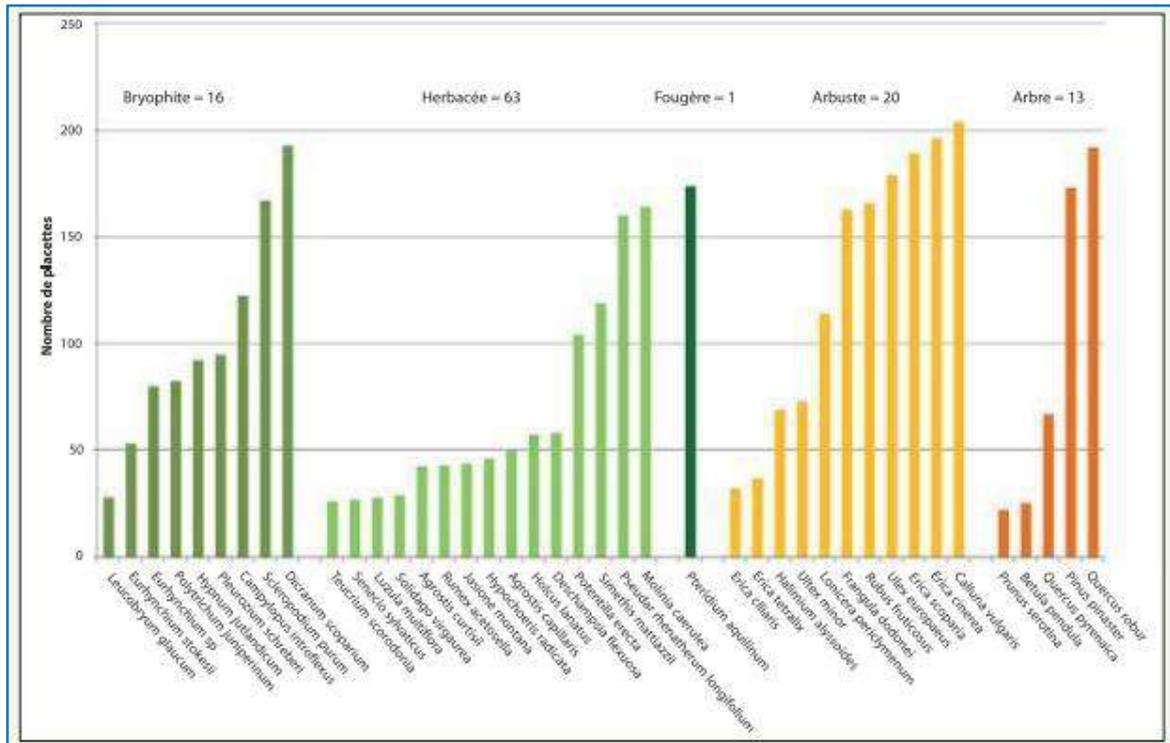
Il s'agit ici de faire un rapide état des lieux de la diversité des essences présentes : **la pinède landaise est-elle mono spécifique ?**

Cet état des lieux est complété par un panorama des possibilités de diversification, sur la base d'expériences anciennes ou plus récentes car le sujet a fait l'objet de travaux relativement nombreux depuis plusieurs décennies.

### 2.1. Principales essences présentes, naturellement ou introduites

La production de bois est dominée très largement par une essence indigène, très adaptée aux conditions locales, le pin maritime. Mais il n'est pas exclusif, ni dans le paysage ni sur les parcelles.

En 2010, d'après les données de l'Inventaire Forestier National (IFN), les forêts à dominante feuillue représentaient ainsi 15 % de la surface forestière du massif landais. A la même période et suivant la même source, 76 % des pinèdes d'Aquitaine étaient considérées comme mono-spécifiques. Une analyse plus fine des données permet de nuancer ce résultat : le couvert léger des forêts de pins et les conditions climatiques favorables, permettent le développement, parfois très fort, de l'étage arbustif et du sous-bois arboré. Ainsi, on recensait 2 essences arborées au moins sur 85 % des placettes mesurées par l'IFN. En moyenne on y comptait 6 à 7 espèces d'arbustes contre 4 au niveau national.



Occurrence des espèces du sous-bois dans des relevés faits sur le plateau landais (246 placettes).  
Les espèces sont classées par catégorie, seules les espèces présentes dans un minimum de 25 placettes sont retenues.

Source : Projet Sylvogène 2009 repris dans Canteloup et al. 2012.

### 2.1.1. Autécologie des essences présentes

La liste des essences arborées relevées dans les placettes IFN (2016 – 2020<sup>2</sup>) dans la sylvo-écorégion des Landes de Gascogne comprend 38 espèces d'arbres et arbustes.

Chacune a des exigences stationnelles précises et sa répartition au sein du territoire reflète ces exigences. Le tableau ci-dessous synthétise les résultats issus du croisement des données de présence issues de l'Inventaire Forestier National et d'autécologie, extraites de la Flore Forestière Française. Les résultats détaillés sont présentés en annexe 2.

<sup>2</sup> Données brutes IFN sur [www.inventaire-forestier.ign.fr](http://www.inventaire-forestier.ign.fr) consulté en octobre 2022

Les essences sont classées par ordre de fréquence d'apparition sur les placettes d'inventaire.

Espèces arborées	Nb de placettes IFN	Lande humide	Lande mésophile	Lande sèche	Dune	Autres milieux
Pin maritime	4754	adapté	Adapté	Adapté	adapté	Présent sauf marges où le calcaire est présent
Chêne pédonculé	610	possible	Adapté		Adapté dans les lettres <sup>3</sup>	Landes mésophiles, garennes, vallées (parties hautes et basses), marges.
Robinier faux acacia	118		adapté			Présent dans les garennes, parties hautes des vallées, et sur les marges orientales du Massif
Chêne tauzin	93		adapté	Possible		Présent dans les garennes sur sol pauvre, parties hautes des vallées
Aulne glutineux	90					Vallées (parties basses) et bordures marécageuses des plans d'eau
Châtaignier	88		possible			Présent dans les garennes, les marges et les vallées
Saule cendré	51	adapté				Présent dans les vallées et les bordures marécageuses
Bouleau verruqueux	35	adapté	adapté			Présent dans les vallées et les bordures marécageuses
Peuplier cultivé	32					Présent dans certaines vallées
Bouleau pubescent	30	possible				Présent dans les vallées et zones marécageuses
Charme	26					Présent dans les marges et certaines vallées (affleurements calcaires)
Frêne commun	18					Présent dans les marges et certaines vallées
Houx (arbuste)	18		possible			Présent dans les garennes et les vallées
Cerisier tardif	17		possible			Présent dans les garennes, anciens prés, vallées
Aubépine monogyne (arbuste)	16					Présent dans les vallées, les marges, les anciens prés, les garennes.
Noisetier coudrier (arbuste)	15					Présent dans les vallées, les marges, les anciens prés, les garennes.
Pin à l'encens	14	Possible si assainie	adapté			Adapté dans les anciens prés
Platane d'Occident	14		Possible ?			Présent dans les marges, les vallées, les

<sup>3</sup> Lette : dépression intra dunaire

						garenes, en alignement ou ripisylve
<b>Chêne pubescent</b>	12					Présent dans les marges
<b>Chêne-liège</b>	11		adapté	Possible	adapté	Présent dans les garenes

*Garenne : formations feuillues, principalement de chêne pédonculé, souvent anciennes, présentes autour des bourgs et sur des terrains plus fertiles.*

*Anciens prés : zones d'accrus ou de plantation gagnés par la forêt suite à l'abandon du pâturage et de la fauche. Souvent dans les vallées et autour des bourgs où l'on trouve aussi d'anciennes zones de culture.*

*Marges : territoires situées sur les bordures nord-est, est et sud-est du massif où la couche des sables fortement amincie permet l'installation d'espèces acidophile, neutrocline voire neutrocalcicoles*

Les essences présentes dans moins de 10 placettes d'inventaires sont les suivantes (nombre de placettes) :

- | Présence dans les vallées : Érable negundo (8), Peuplier blanc (4)
- | Présence dans les marges : Orme champêtre (7), Érable sycomore (1), Pin Laricio de Corse (1), Tilleul à grandes feuilles (1),
- | Présence sporadique dans les vallées et les garenes : Merisier (3), Pommier sauvage (3), Alisier torminal (1), Cormier (1), Poirier à feuilles en cœur (1), Poirier commun (1),
- | Présence dans les anciens prés, landes mésophiles et garenes : Chêne rouge d'Amérique (3),
- | Présence dans les landes humides, vallées et zones marécageuses : saule marsault (4), tremble (2).

Le terme « **adapté** » s'entend comme traduisant la présence de l'espèce, avec un taux de survie correct ou bon. Il ne préjuge pas de la possibilité de produire du bois d'œuvre.

Le chêne vert est présent mais uniquement dans la SER Dunes Atlantiques (144 placettes de 2016 à 2020)

Le hêtre n'apparaît pas dans la liste IFN mais est présent en situation marginale, dans certaines vallées (Ciron, Roquefort notamment), qui présentent des affleurements calcaires proches et des conditions microclimatiques favorables (gorges, exposition nord, hygrométrie forte, ombrage).

#### A retenir n°3 : Autécologie des essences présentes

Les espèces feuillues arborées recensées par l'IFN sur la sylvoécocorégion Landes de Gascogne au côté du Pin maritime sont nombreuses. Elles sont, pour la plupart, des espèces forestières d'accompagnement : présentes dans le sous-bois, au bord des cours d'eau, dans les milieux interstitiels et en bordure des peuplements de pin.

Leur répartition est fonction des conditions stationnelles.

Leur rôle économique est modeste dans ce contexte (à l'exception du chêne liège dans le sud du massif et du robinier sur les marges) et elles participent peu à la production de bois.

Leur présence dans la mosaïque forestière est cependant indispensable à la bonne dynamique du socioécosystème forestier du Massif des Landes de Gascogne et à sa durabilité.

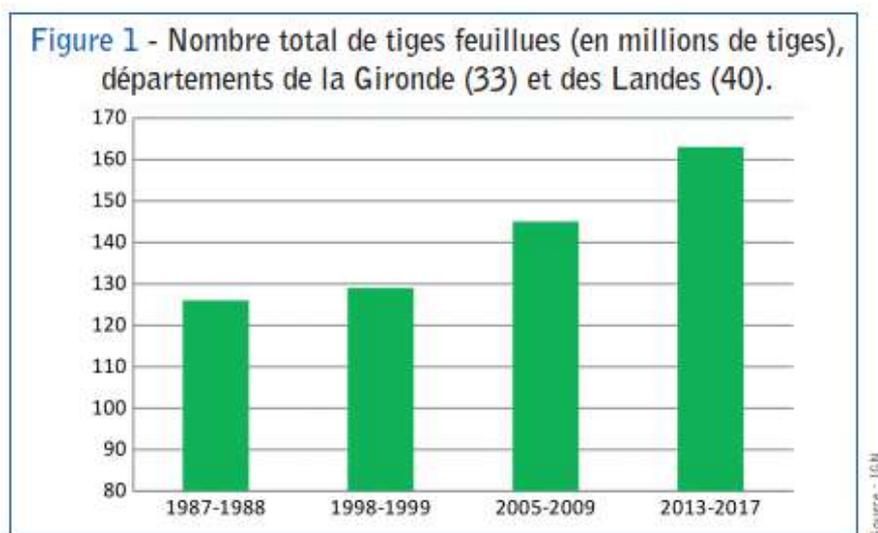
## 2.1.2. Les feuillus dans les Landes de Gascogne : expansion ou régression ?

La présence des feuillus fait l'objet de déclarations contradictoires : selon certains, il y aurait plus de feuillus qu'avant, notamment depuis le passage de la tempête Martin en 1999 ; selon d'autres, les itinéraires sylvicoles actuels nuiraient à la diversité des peuplements entraînant leur régression. Une étude de l'IGN a mobilisé et analysé les données de l'inventaire forestier national pour établir des constats objectifs sur la situation actuelle et l'évolution depuis les années 90 (Benest et al., 2020).

### La proportion des peuplements feuillus augmente depuis les années 80

En gardant une analyse départementale pour pouvoir comparer les données anciennes et récentes<sup>4</sup>, le calcul de la proportion des peuplements d'essence principale feuillue sur les départements de la Gironde et des Landes réunis montre **une évolution fulgurante** : 12 % en 1987-1988, 14 % dans les inventaires de 1998-1999, 26 % pour la période 2005-2009 et 33 % pour la période 2013-2017. Un changement de méthode d'inventaire intervient en 2005. Il a modifié la définition de l'essence principale mais celle-ci n'a pas eu d'impact global sur les surfaces feuillues dans le cas des départements de la Gironde et des Landes. Le phénomène constaté est donc bien réel.

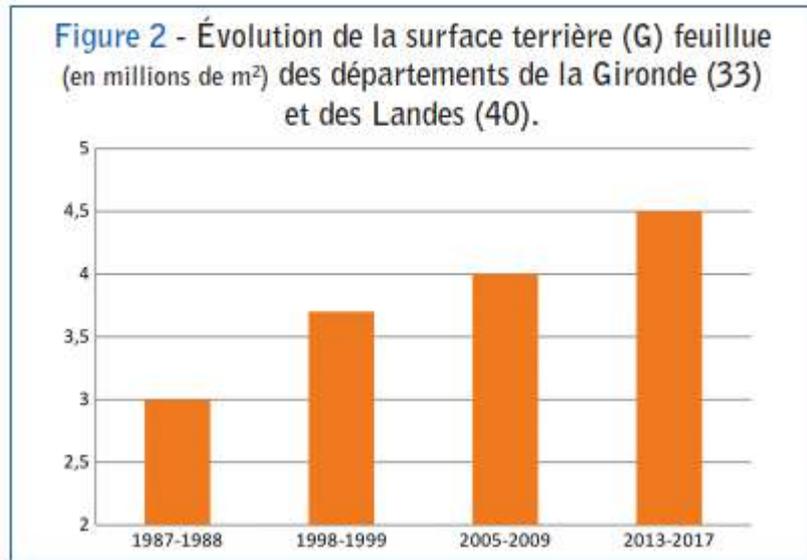
Il est important de noter que pour l'**évolution en nombre de tiges**, pour laquelle il n'existe aucun biais lié aux deux méthodes, la même transition se dessine au tournant des années 2000 et elle est confirmée dans les années 2010. Ce résultat est plus significatif que la proportion des feuillus qui a été affectée par les tempêtes de 1999 et 2009 (les dégâts ont été proportionnellement beaucoup plus importants sur les résineux).



**Evolution du nombre de tiges feuillus sur les départements Gironde et Landes.**  
Source : Benest et al., 2020.

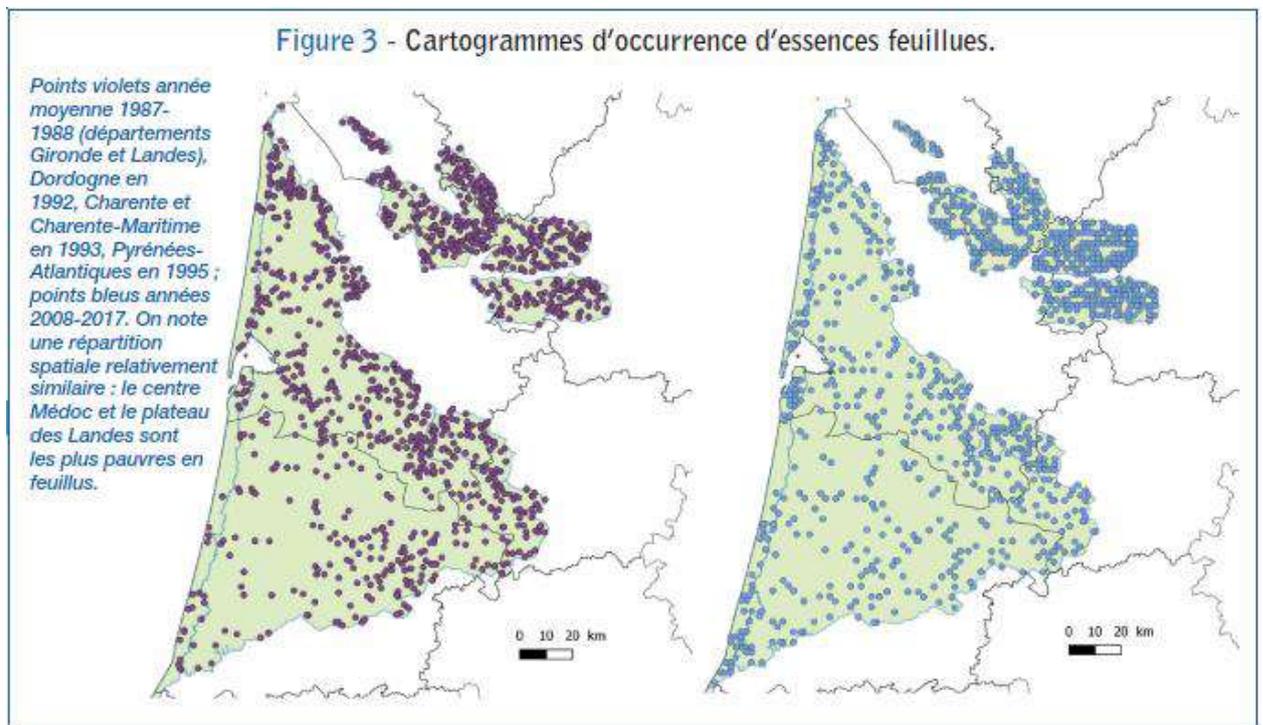
L'évolution de la surface terrière traduit aussi cette tendance, car le diamètre moyen est resté relativement stable (passé de 16 à 17,4 cm).

<sup>4</sup> Les inventaires forestiers ont été départementaux jusqu'à 2005.



Evolution de la surface terrière feuillue sur les départements de la Gironde et des Landes.  
Source : Benest et al., 2020.

Entre les sylvoécotégions (SER) Landes de Gascogne, Bazadais Double et Landais, et la partie aquitaine des Dunes atlantiques, des réalités assez distinctes se juxtaposent.



Cartogramme d'occurrence des essences feuillues dans les placettes d'inventaire.  
Source : Benest et al., 2020.

Entre les deux méthodes d'inventaire, le nombre de placettes a diminué sur la sylvoécotégion Landes de Gascogne. On note cependant une répartition spatiale relativement similaire.

Suivant les données 2013-2017, sur cette zone prise globalement (1 150 000 ha boisés), les peuplements d'essence principale feuillue représentent 27 % de la surface, soit environ 304 000 ha

(+/- 17 000 ha) et 27 essences différentes dont des essences considérées ici comme introduites : le robinier faux-acacia, le chêne rouge, l'eucalyptus.

Mais seules trois essences présentent des surfaces vraiment significatives : le chêne pédonculé (165 000 ha), le chêne tauzin (42 000 ha) et le châtaignier (30 300 ha).

Le chêne pédonculé est de très loin la première essence feuillue et domine plus de la moitié des peuplements feuillus.

	Surface des peuplements feuillus	Intervalle de confiance	Part des feuillus au sein de la SER
<b>Landes de Gascogne</b>	187 000 ha	+/- 14 000 ha	21%
<b>Dunes atlantiques</b>	Non significatif	Non significatif	env. 13%
<b>Bazadais, Double et Landais</b>	107 000 ha	+/-9 700 ha	62%

**Surface des peuplements feuillus par sylvoécocorégion (année moyenne 2015).**  
**Source Benest et al., 2020**

La fréquence des peuplements feuillus est très variable selon les SER.

### Zoom sur la Sylvoécocorégion Landes de Gascogne

Dans la SER Landes de Gascogne, les peuplements à dominante feuillue représentent un cinquième de la surface en année moyenne d'inventaire 2015. Leur présence est donc loin d'être anecdotique, sans remettre en question la forte majorité résineuse dans ce massif.

La répartition des peuplements feuillus et résineux présente des variations selon la position topographique (notée par les équipes d'inventaire).

Il faut signaler une particularité. Une bonne partie de ces peuplements feuillus sont en fait des jeunes peuplements de pin maritime non recensés par l'Inventaire Forestier National (diamètre inférieur à 7,5 cm), au sein desquels des feuillus recensables (chêne pédonculé et chêne tauzin principalement) sont présents. Il s'agit en majorité de reboisements de parcelles impactées par les tempêtes Martin (1999) et Klaus (2009) dans lesquels les propriétaires ont conservé les feuillus préexistant lors des reboisements. Les jeunes taillis ou jeunes accrus peuvent aussi avoir des diamètres inférieurs au diamètre recensable. En 2013-2017, ces peuplements « feuillus sans strate recensable » représentaient 131 000 ha (Benest et al. 2020). Ces peuplements deviendront peu à peu des peuplements de pins maritimes avec des feuillus dispersés. Il faut retenir que cela traduit une tendance de fond à conserver les feuillus préexistant (souvent en sous-bois) lors du renouvellement des peuplements de pin.



**Chênes conservés dans une coupe rase de pin en attente de reboisement.**  
Crédit photo : A. Castro 2021

Le terrain plat et facilement exploitable est dévolu aux résineux, tandis que les zones à dominantes feuillues sont plus représentées en situation de fond de vallon ou de versant. Cela témoigne de la présence de corridors feuillus sur les bords des cours d'eau entaillant le plateau ou à proximité des étangs côtiers. La présence fréquente de cordons feuillus sur les limites de parcelles cadastrales ou d'unités de gestion, visible sur le terrain, est difficile à caractériser à travers les données chiffrées de l'inventaire. Des travaux de photo-interprétation menés par l'IGN à la demande de collectivités locales (Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne et Conseil départemental des Landes) pour la cartographie de la trame verte et bleue ont fait état de linéaires importants, bien que souvent de très faible largeur.

Pour cette période, la surface forestière dans cette SER est de 883 000 ha (+/- 33 000 ha). Les peuplements sont à dominance résineuse à 72 % (638 000 ha +/- 34 000 ha) et à dominance feuillue à 24 % (219 000 ha +/- 25 000 ha).

Certains résultats fournis dans l'article de Benest et Godel publié dans Forêt Entreprise en 2020 peuvent être recalculés sur les années d'inventaire actuellement disponibles (campagnes 2016-2020 pour une année moyenne 2018).

Sur la sylvoécocorégion Landes de Gascogne, on obtient la répartition suivante, par essence principale du peuplement :

Essence principale du peuplement	Surface (en milliers d'ha)	Part (%)
Chêne pédonculé	127	15
Chêne tauzin	17	2
Châtaignier	7	1
Bouleau	11	1
Robinier faux-acacia	12	1
Autre feuillu indigène	57	7
Pin maritime	602	70
Pin noir	1	0
Pin à encens	6	1
Non défini (par exemple terrains forestiers nus)	16	2
<b>Total</b>	<b>856</b>	

**Surface des principales essences forestières pour la sylvoécocorégion Landes de Gascogne année moyenne 2018. Source : données IFN 2016-2020**

#### A retenir n°4 : Les feuillus dans les Landes de Gascogne : expansion ou régression ?

En comparant les inventaires anciens et récents, l'Institut national de l'information géographique et forestière constate un accroissement notable de la présence de feuillus dans les départements des Landes et de la Gironde. Les effets des préconisations, après les tempêtes Martin et Klaus, de conserver ou créer des lisières ou îlots de feuillus dans la gestion de la pinède, sont déjà observés.

Sur la sylvoécocorégion des Landes de Gascogne, 27% des peuplements sont dominés par une essence feuillue soit plus d'un quart de la surface totale (IFN 2016-2020). Une part de ces peuplements sont des jeunes pinèdes dans lesquelles les feuillus, issus du sous-bois, ont été conservés.

La présence des feuillus dans la forêt des Landes de Gascogne tend à augmenter depuis les années 1980. Le chêne pédonculé est nettement majoritaire.

### 2.1.3. Diagnostic changement climatique

En Aquitaine comme sur l'ensemble du territoire métropolitain, le changement climatique se traduit principalement par une hausse des températures, marquée surtout depuis le début des années 1980.

Sur la période 1959-2009, on observe une augmentation des températures annuelles de 0.2°C à 0.3°C par décennie.

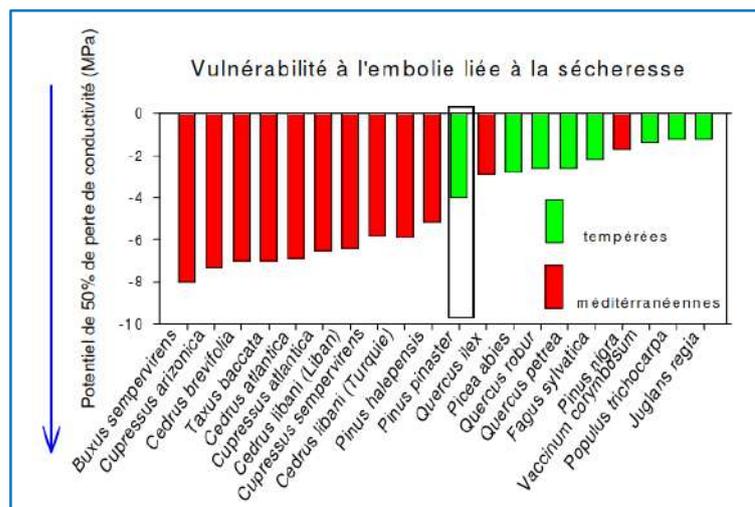
À l'échelle saisonnière, ce sont le printemps et l'été qui se réchauffent le plus, avec des hausses de 0.3 à 0.4°C par décennie. En automne et en hiver, les tendances sont également positives mais avec des valeurs moins fortes, de l'ordre de +0.1 à +0.2°C par décennie.

En cohérence avec cette augmentation des températures, le nombre de journées chaudes (températures maximales supérieures ou égales à 25°C) augmente et le nombre de jours de gelées diminue.

L'évolution des précipitations est moins sensible car la variabilité d'une année sur l'autre est importante. Sur la période 1959-2009 en Aquitaine, les tendances annuelles sur la pluviométrie sont peu marquées.

Faute d'un accroissement du cumul de pluie, l'augmentation de la température favorise l'augmentation de phénomènes comme la sécheresse et le déficit en eau dans le sol, essentiellement par effet d'évaporation. (Source : <https://meteofrance.com/climathd> consulté le 4 novembre 2022).

L'une des variables importantes est la capacité de résistance à la sécheresse, traduite notamment par la vulnérabilité à l'embolie.



**Vulnérabilité à l'embolie, mesurée à partir du potentiel hydrique induisant 50% de perte de conductivité dans la tige chez quelques espèces méditerranéennes (INRA, 2001 et 2002), comparées à quelques espèces tempérées. Les espèces les plus vulnérables sont à droite.**  
 Source : Loustau, 2011.

Les cartes présentées dans le tableau ci-dessous présentent les projections de compatibilité climatique des essences forestières présentes sur le massif des Landes de Gascogne ou susceptibles d'y être développées (essences « candidates »). Elles sont issues de la plateforme **Climessences**, développée par l'ONF et le CNPF dans le cadre du Réseau Mixte Technologique (RMT) Aforce.

Le scénario du Groupe d'Experts Intergouvernementaux d'Etudes sur l'Evolution du Climat (GIEC) retenu est le **RCP 8.5.**, qui semble tendanciel actuellement, en utilisant les modèles climatiques moyen et pessimiste à l'horizon 2050.

### Qu'entend-t-on par "compatibilité climatique" ?

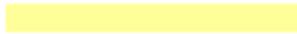
Le climat est représenté uniquement par les trois indicateurs du modèle IKS :

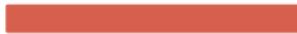
- **DHYa** : le **D**éficit **H**ydrique **a**nnuel, qui correspond au facteur limitant **manque d'eau**,
- **TMIa** : la **T**empérature **M**inimale **a**nnuelle, qui correspond au facteur limitant **excès de froid**,
- **SDJa** : la **S**omme des **D**egrés **J**ours **a**nnuelle, qui au facteur limitant **manque de chaleur** (énergie disponible).

Le climat est représenté de façon simplifiée à partir d'indicateurs annuels, calculés sur des normales mensuelles sur 20 ans). Le climat est représenté à la maille kilométrique. Il ne prend pas en compte de façon détaillée la topographie locale (versants, fonds de vallons,...).

Les conditions climatiques sont les seules à être prises en compte par ces cartes. Elles peuvent localement être compensées ou aggravées par les conditions édaphiques.

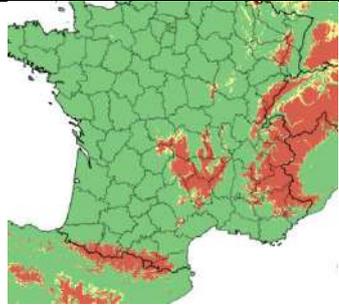
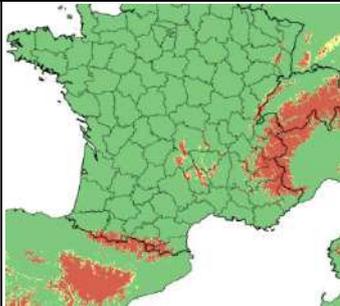
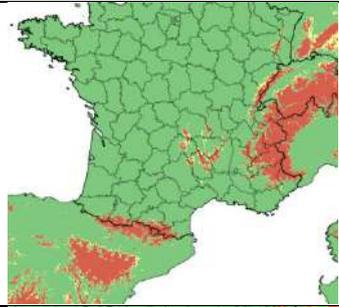
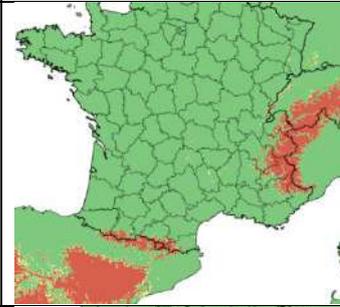
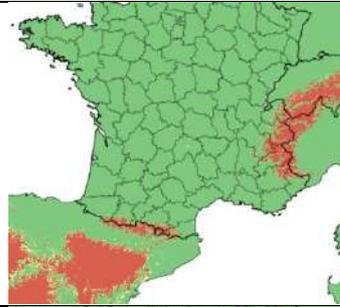
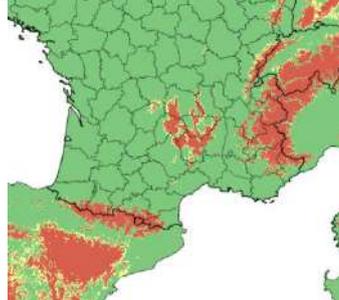
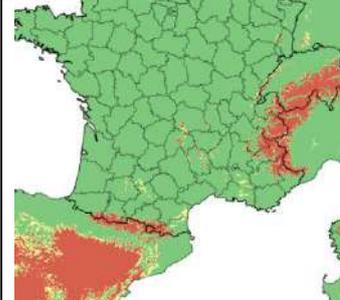
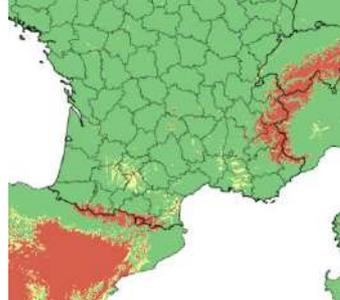
 Zone Compatible

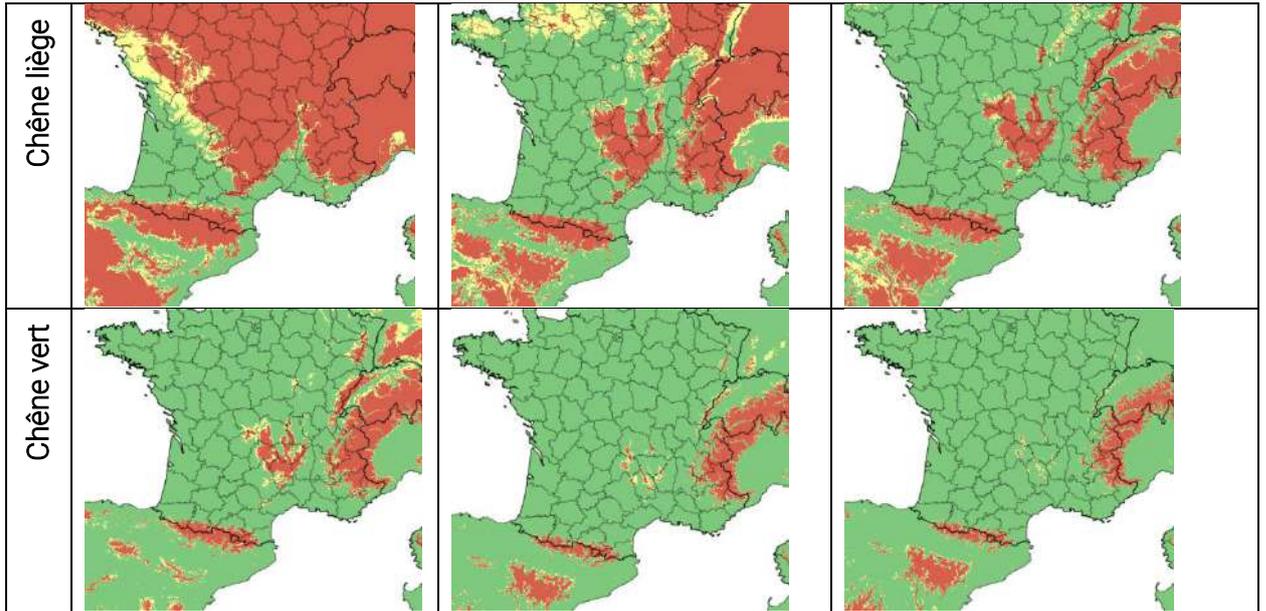
 Zone Non compatible à 97,5%

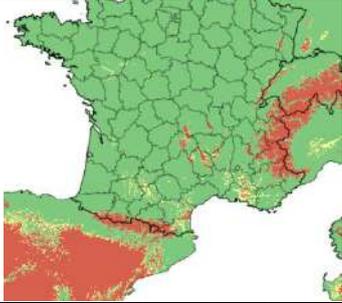
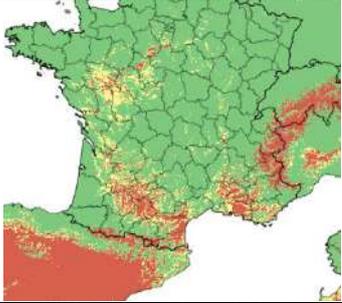
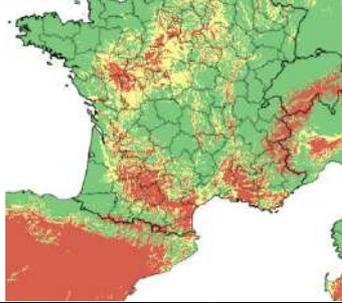
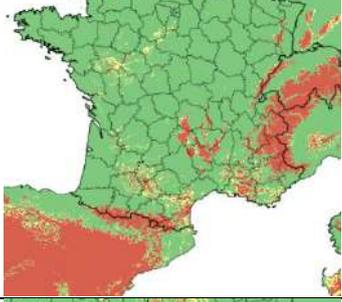
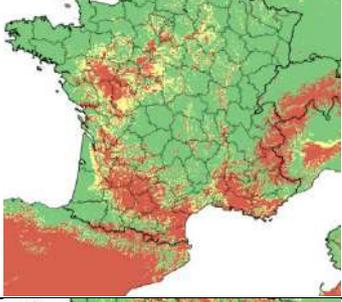
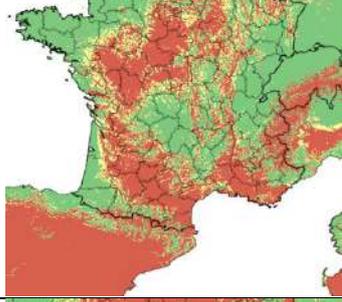
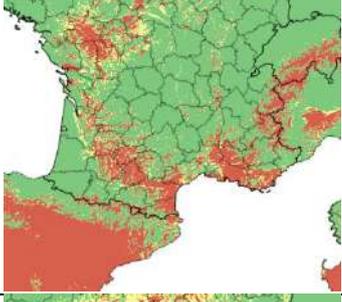
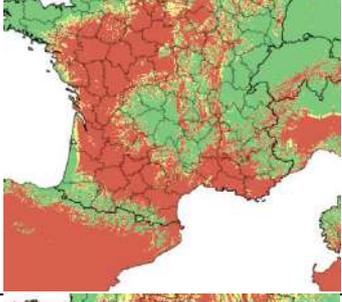
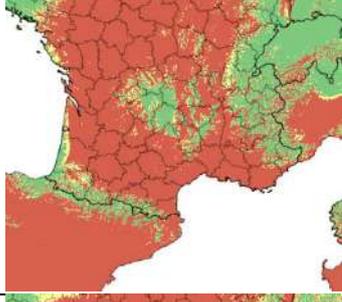
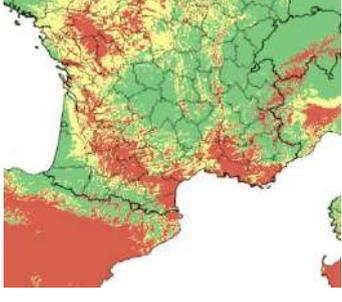
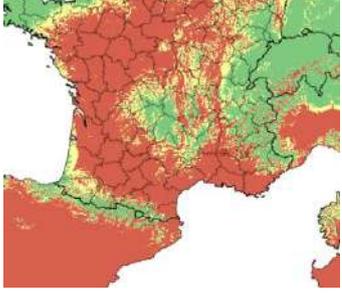
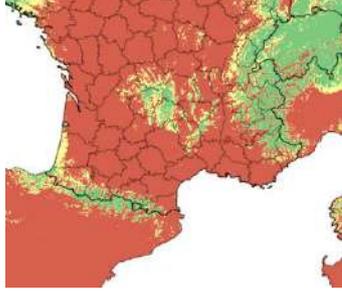
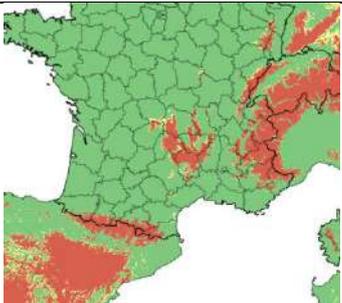
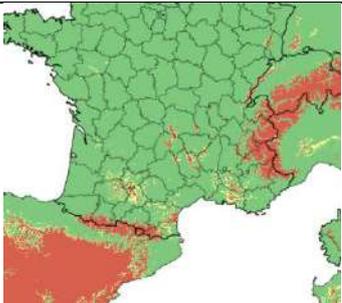
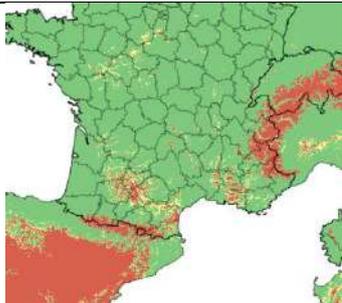
 Zone Non compatible à 99%



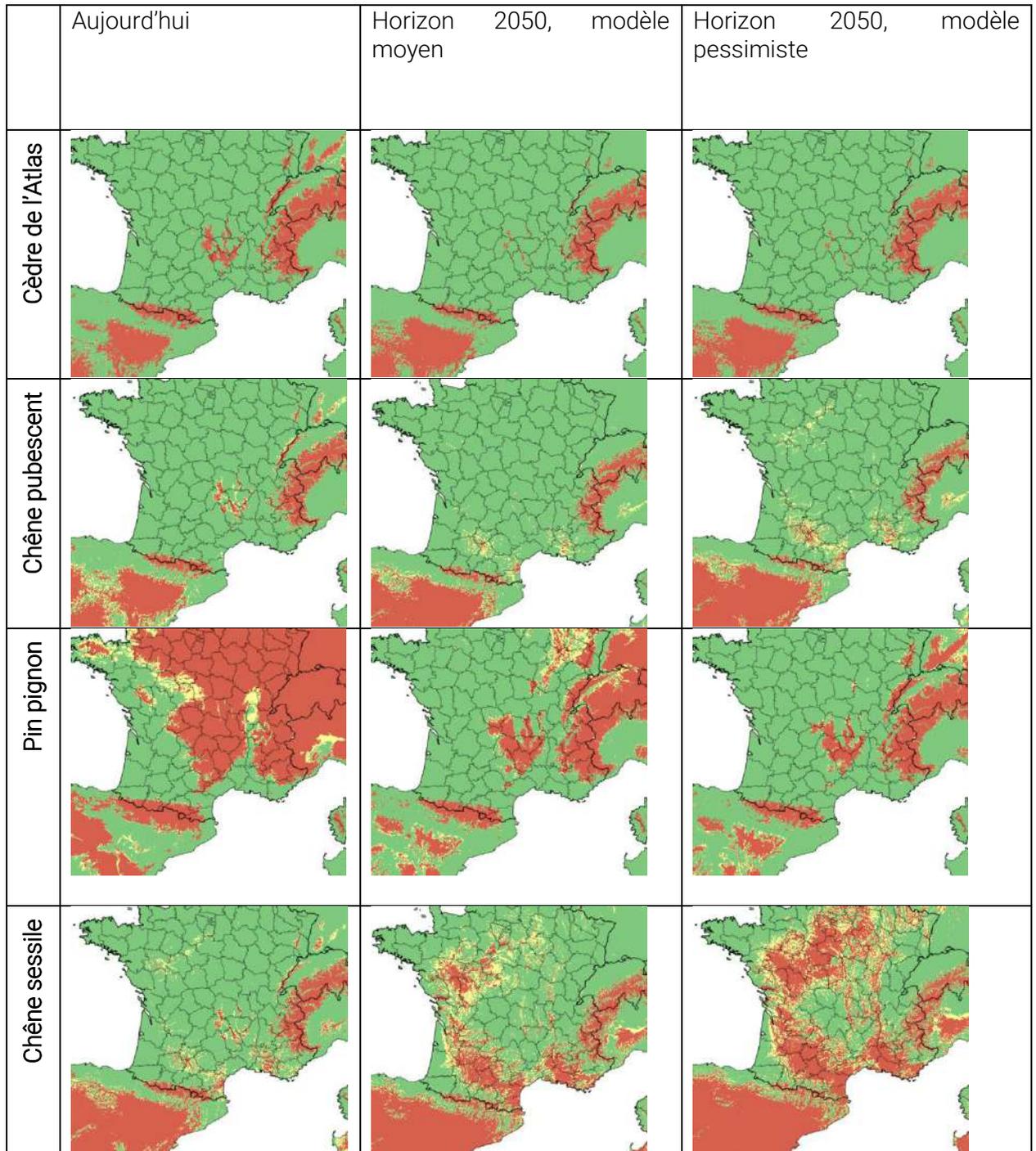
### Les essences présentes

	Aujourd'hui	Horizon moyen 2050, modèle	Horizon 2050, modèle pessimiste
Pin maritime			
Chêne tauzin			
Châtaignier			



	Aujourd'hui	Horizon 2050, modèle moyen	Horizon 2050, modèle pessimiste
Chêne pédonculé			
Chêne rouge			
Bouleau verruqueux			
Bouleau pubescent			
Robinier			

Les essences candidates



D'autres paramètres doivent être pris en considération. A titre d'exemple, la situation sanitaire préoccupante du châtaignier constitue un handicap certain. De même les essais d'introduction de cèdre de l'Atlas déjà menés dans le secteur montrent que les conditions pédologiques sont très limitantes pour l'espèce.

A retenir n°5 : Diagnostic Changement Climatique

L'augmentation continue des températures sur les 20 dernières années laisse penser que 2022 ne sera pas une année isolée.

Les essences forestières, feuillues ou résineuses, présentes aujourd'hui dans le massif forestier des Landes de Gascogne ou candidates à une introduction, sont positionnées de façon variable au regard des conditions climatiques projetées pour les décennies à venir.

Les cartes de compatibilité climatique fournies par ClimeSSences doivent être étudiées avec attention. En 2022, il est indispensable d'intégrer cette dimension.

D'autres paramètres (conditions stationnelles locales, situation sanitaire, etc. entrent aussi en ligne de compte.

## 2.2. Essais de diversification : expérimentations et principaux résultats

### 2.2.1. La mise en place de linéaires feuillus dans les années 1940 et 1950

Après les grands incendies des années 40, la question de la mise en place de peuplements feuillus a été posée par différents auteurs (Papy, 1950 ; Sargos, 1949 ; Siloret et al, 1954 ; Jolain, 1952).

La Commission Régionale des Landes de Gascogne, créée en 1945, propose dans son plan de « compartimentage » du massif forestier, qui vise à rompre la continuité, **d'introduire des essences feuillues dans le complexe sylvicole**. Cette introduction doit avoir lieu de préférence sous la forme de **bandes de largeur variable** mais non inférieures à 10 m disposées en un quadrillage d'isolement (Jolain, 1952).

L'objectif est de défendre la forêt contre le feu en empêchant les sous-bois d'éricacées d'atteindre un développement trop important, ce que le feuillage trop léger des pins ne peut accomplir (Siloret et al., 1954).

Certains indiquent des limites à cet objectif. Le but essentiel que l'on assigne aux feuillus, « tuer le sous-bois », ne peut être réalisé avant plusieurs années. Pour parvenir à un couvert complet susceptible d'entraîner la disparition du sous-bois, il faut trente années au moins et dans l'intervalle, le peuplement sera exposé à la morsure du feu. Il faut par ailleurs protéger les jeunes arbres contre la dent et le piétinement du bétail (Sargos, 1949). Le même auteur livre ce constat pessimiste : « nous avons pu constater, avec les incendies de Trensacq-les Houssats, de Saint Symphorien, de Lûe, que les chênes, même en airiaux<sup>5</sup>, pouvaient être combustibles, par des années de sécheresse extrême ».

Les auteurs pointent cependant la « grosse difficulté » de déterminer les essences feuillues susceptibles de prospérer à l'ombrage des pins et sur un sol particulièrement pauvre, très acide et souvent podzolique (Siloret et al. 1954). Le problème est singulièrement compliqué dans les landes à callune (sèches) et les landes à brande et à molinie (humides). Pour ces dernières, le reboisement en feuillus ne serait possible que sur des zones préalablement drainées, entre des fossés d'assainissement, le long des routes et pistes intercommunales, ou bien sous la forme d'airiaux formant écran et zone de protection contre le feu autour des villages et quartiers (Sargos, 1949).

---

<sup>5</sup> L'airial est l'habitat rural traditionnel dans les Landes de Gascogne : la maison est située sur un terrain sain, entourée d'une étendue d'herbe rase plantée de chênes espacés.

Le feuillage des trembles et bouleaux qui poussent dans ces secteur est jugé trop léger pour remplir la fonction de pare-feux.

L'implantation de pare-feux a été intégrée aux financements dédiés à la reconstitution des forêts sinistrées et à l'équipement de ces forêts pour la protection contre les incendies financés par le Fonds Forestier National à partir de 1946. Il est difficile de trouver aujourd'hui des références précises sur la mise en œuvre de ces mesures, qui ont toutefois fait l'objet d'une note « relative à l'emploi des feuillus pour la protection des forêts contre l'incendie » publiée par la Direction générale des Eaux et Forêts en mai 1950. Elle donne des listes régionales totalisant 25 espèces différentes d'arbres et une dizaine d'espèces d'arbustes ainsi que les principes de leur choix et les techniques de leur installation. En 1955, les feuillus (hors peupliers, noyers et eucalyptus) représentent 8,5% des essences figurant dans les arrêtés. Il s'agissait d'essences ayant essentiellement un but cultural dont l'utilisation a été systématiquement prescrite après les grands incendies de la forêt landaise et principalement celui de Cestas qui fit 82 victimes (Pourtet, 1972).

Le dispositif disparaît dans les années 60 et en 1967 les essences feuillus « à but de protection des forêts contre les incendies » ne figurent plu dans les arrêtés. Pourtet explique ce changement par la difficulté à réussir ces plantations « *sans que puisse être espérée, à de rares exceptions près, une production économique même minime* ». Il apparut aussi que, dans la plupart des cas, la dynamique spontanée ou par recépage des feuillus produisait de meilleurs résultats. Enfin, les infrastructures de Défense des Forêts Contre l'Incendie mises en place avec l'aide du Fonds forestier national assuraient une protection moins aléatoire et plus efficace.

En 1973, une fiche éditée par la Commission Régionale des Landes de Gascogne, indiquait le peu d'utilité des feuillus en tant que pare-feu, tout en dehors des airiaux, garennes et petits taillis autour des habitations. La fiche souligne toutefois le rôle des sous-bois de chêne-liège et chêne vert dans le contrôle du sous-bois des pinèdes où ils peuvent se développer. Elle souligne aussi l'importance de les conserver pour d'autres raisons : maintien d'un équilibre écologique, variété des paysages, vie animale, le loisir (CRLG, 1973).

### 2.2.2. Rappel des dispositifs d'essai d'introduction anciens

La nécessité de disposer d'un portefeuille d'espèces alternatives susceptibles de relayer le pin maritime en cas de problème massif est apparue très tôt (Arbez et al. 2017). L'intérêt d'un renforcement préventif des défenses naturelles de la forêt par l'accroissement de la biodiversité fonctionnelle est apparu plus tard.

L'abbé Bauzein, en 1776, se questionnait déjà sur un possible substitut au pin maritime et Desbiey réserve une place aux feuillus dans ses domaines « modèles » à la fin du XVIIIème siècle (Deuffic et al, 2010). Au XIXème siècle, des expériences tout azimut sont réalisées (Deuffic et al., 2010).

Les premières comparaisons systématiques d'espèces datent sans doute des années 1950. Arbez et al. 2017 citent un rapport de 1964, signé par Jean Guinaudeau, qui décrit l'installation d'une vingtaine d'arboreta testant quinze espèces, situés dans l'ensemble de la région landaise.

Cette première série d'essais est complétée dans les années 1970-80 par l'INRA avec le test d'une cinquantaine d'espèces résineuses et feuillues. Les résultats sont là aussi globalement décevants.

Dans la zone landaise, seul le pin à l'encens (*Pinus taeda*) justifie des essais plus approfondis sur le choix des meilleures provenances. Parmi les feuillus, le chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra*), le Tulipier de Virginie (*Liriodendron tulipifera*) et le robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*), ce

dernier implanté depuis deux siècles pour les piquets, le fourrage et le miel, peuvent être installés sur des stations marginales.

Malgré ces résultats décevants, avec le facteur nouveau du changement climatique, de nouveaux essais concernant trente-cinq espèces ont été mis en place dans les années 2010. Ainsi l'INRAE suit huit nouveaux arboreta dans l'ancienne Aquitaine, dont trois sont implantés dans le massif des Landes de Gascogne.

En parallèle, toute la variabilité génétique de l'espèce pin maritime est explorée, au travers des différents écotypes de son aire naturelle méditerranéenne. Les travaux sur la biodiversité fonctionnelle ont eux aussi été développés.

### 2.2.3. Programme d'installation de lisières feuillues CRPF – PNR Landes de Gascogne

A la suite de la tempête de 1999, le Parc Naturel des Landes de Gascogne et le CRPF Aquitaine ont procédé à l'installation de lisières feuillues dans le périmètre de la Forêt des Landes de Gascogne. Ce programme s'est déroulé de 2003 à 2005.

Les lisières feuillues dans le massif contribuent à l'augmentation de la biodiversité (tant végétale qu'animale). Elles constituent des barrières sanitaires pour les peuplements de pin maritime (Chenille processionnaire). Enfin, elles apporteraient une meilleure résilience face aux risques (Barbaro et al. 2005, 2007; Barbaro et Halder 2009; Charbonnier et al. 2014, 2016; Damien et al. 2016; Dulaurent et al. 2012; Field et al. 2020; Giffard et al. 2012; van Halder 2017; Jouveau et al. 2020; Régolini et al. 2014).

Parfois, la dynamique naturelle d'installation des essences feuillues n'est pas présente sur la parcelle ou de façon trop faible pour permettre la constitution rapide d'un peuplement suffisant. Il est alors possible de procéder à une plantation en plein ou en enrichissement. Il faut alors tenir compte du fait que les essences feuillues ont besoin d'un accompagnement technique particulier, bien différent de celui habituellement prodigué au pin maritime et qu'il faut penser soigneusement ces travaux pour intégrer ces peuplements dans la gestion globale de la parcelle.

	Lande sèche (lande à bruyère)	Lande mésophile (lande à fougère)	Lande humide (lande à molinie)
Essences à favoriser	Chêne liège Chêne tauzin	Bouleau verruqueux Chêne pédonculé Cormier Pommier commun Tilleul à petites feuilles	Aulne glutineux Bouleau verruqueux Chêne pédonculé Poirier sauvage
Essences possibles	Châtaignier Chêne vert	Chêne tauzin Chêne liège Chêne vert Poirier sauvage	Cormier
Essences à éviter	Fruitiers sauvages Bouleau verruqueux Chêne pédonculé Tilleul à petites feuilles	Aulne glutineux Châtaignier	Châtaignier Chêne liège Chêne tauzin Chêne vert Pommier commun Tilleul à petites feuilles

**Choix des essences dans l'installation de lisières feuillues dans les Landes de Gascogne.**

**Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine**

Sur les 15 lisières installées entre 2003 et 2005, seules 5 sont encore mesurables. Les autres ont complètement disparu. En 2019, les taux de survie suivants étaient constatés sur les lisières encore présentes.

Essence	Taux de survie (du meilleur taux au pire)
Chêne liège	79%
Saule blanc	77%
Chêne tauzin	63%
Alisier torminal	63%
Pommier sauvage	63%
Poirier	58%
Chêne pédonculé	56%
Noisetier	55%
Châtaignier	50%
Cormier	40%
Bouleau verruqueux	38%
Tilleul à petites feuilles	32%
Néflier	25%
Chêne sessile	18%

Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine – Document interne.

D'autres programmes ont été récemment relancés sur l'implantation de lisières feuillues en bordure de peuplements de pin maritime comme le projet BOCAGE ou le projet SUPERB.

#### A retenir n°6 : Programme d'installation de lisières feuillues

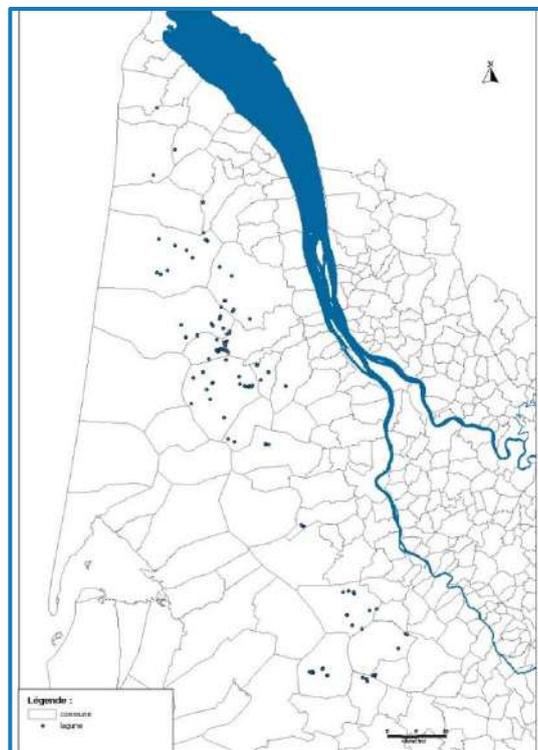
La difficulté technique d'installation des lisières feuillues en forêt des Landes de Gascogne réside dans :

- Les facteurs stationnels fortement contraignants qui limitent fortement le choix des essences
- La différence très forte entre le pin maritime et les essences feuillues en matière de croissance.
- La nécessité de gérer les grands herbivores et la concurrence de la végétation du sous-bois.

Les gains espérés en matière de biodiversité et de protection sanitaire n'ont pas encore été mesurés à ce stade (15 ans).

#### 2.2.4. Dispositifs favorisant le maintien des feuillus et des zones humides dans les plans de reconstitution post-tempête : clause « diversification »

Après la tempête de 1999, une clause de diversification a été prévue et mise en œuvre dans le cadre du plan de reconstitution des peuplements sinistrés. Elle était plutôt orientée vers la préservation des zones humides et notamment des lagunes.



**En 5 ans, 119 lagunes ont fait l'objet d'une action de protection ou de réhabilitation dans le cadre de la clause diversification du plan chablis suite à la tempête Martin (1999).**

Source : Direction Départementale des Territoire et de la Mer de Gironde in Lettre d'actualité n°15 (2008)

La **clause de diversification** a été mise en œuvre dans le cadre du Plan de reconstitution KLAUS suite à la tempête de 2009. Il s'agissait d'une option du dossier de demande d'aide à la reconstitution du peuplement sinistré.

La clause permettait un accompagnement financier des opérations suivantes :

- opérations sylvicoles en vue du **maintien ou de l'amélioration de peuplements existants**,
- opérations permettant le **maintien de milieux humides**,
- la **plantation d'essences feuillues en plein ou en enrichissement**.

C'est principalement la préservation de la **biodiversité ordinaire** ou banale qui était visée par l'application de ce dispositif notamment les essences feuillues (chênes, bouleaux, aulnes, châtaigniers, etc.) en lisières ou en bouquets insérés dans la forêt landaise. Le dispositif s'appuyait sur le postulat que la préservation de la biodiversité dans le massif landais est compatible avec la fonction de production et lui est bénéfique.

Le dispositif a également été favorable à la **biodiversité remarquable** qui s'exprime dans quelques milieux qui font l'originalité de la forêt landaise dans le contexte national tels que les lagunes et leurs ceintures de végétation spécifique, les landes très humides ou très sèches ainsi que les ripisylves.

Il s'appuyait notamment sur l'expérience acquise dans les conditions de sol difficiles du massif landais : il est souvent plus efficace de chercher à **s'appuyer sur l'existant**. La valorisation des recrus ou des accrus, la préservation d'arbres feuillus épars qui pourront servir de semenciers, le respect d'une frange en bordure des bouquets existants ou des lagunes, sont autant d'options qu'il faut mettre en œuvre.

La clause diversification a bénéficié à **3 442 ha** (source GIP AtGeRi – Observatoire de la tempête Klaus consulté en octobre 2022) - ce qui peut paraître peu au regard des surfaces reboisées après la tempête Klaus (200 000 ha), mais qui place le dispositif en tête des dispositifs d'aide au maintien de la biodiversité sur le massif des Landes de Gascogne. **65% de la surface concerne l'amélioration de peuplements existants.**

Type d'opération	Surface intégrée (ha)*	En % de surface (type d'opération / total)
Amélioration de peuplements existants	607	17,63%
Maintien de peuplements existants	1648	47,87%
Maintien de milieux humides	201	5,83%
Plantation par bouquet	620	18,02%
Plantation en enrichissement	190	8,42%
Maintien des milieux ouverts	45	1,31%
Lisière de feuillus	32	0,93%
<b>Total</b>	<b>3342</b>	<b>100%</b>

\* La surface indiquée ici correspond à la surface des îlots cartographiés sous SIG

**Observatoire de la reconstitution Klaus (2009) – suivi de la répartition des surfaces objet de la clause de diversification.**

**Source : GIP ATGeRi, consulté en octobre 2022**

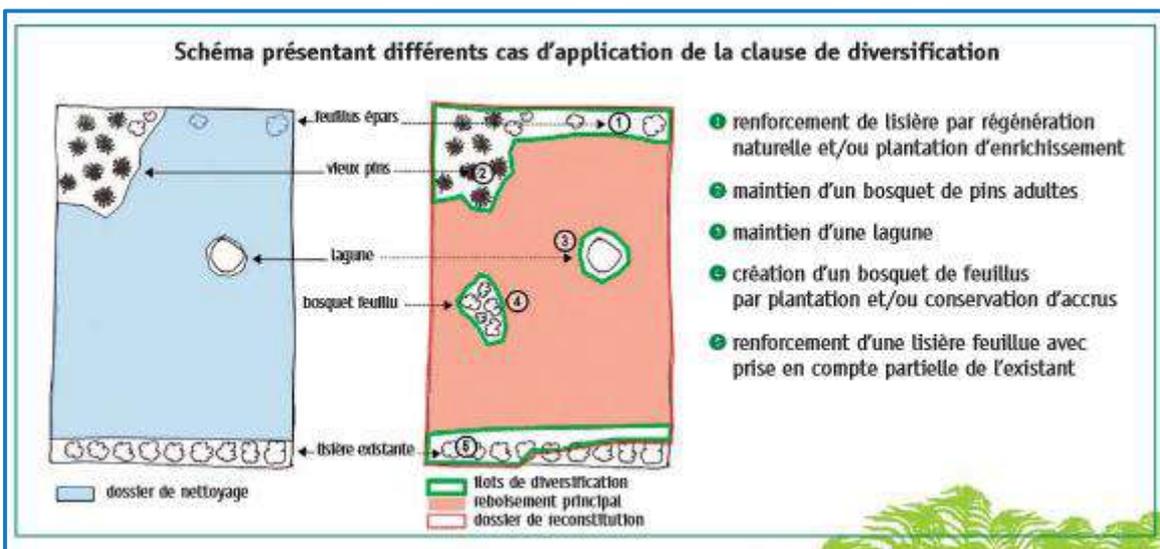
Les surfaces concernées par cette clause diversification devaient avoir bénéficié d'une aide au Nettoyage : ce qui a réduit considérablement les surfaces éligibles. Néanmoins, le fait d'avoir rédigé des fiches techniques et d'en avoir assuré une large diffusion par différents moyens dont le Mémento du Sylviculteur des Landes de Gascogne, a permis une appropriation de ces principes dans la sylviculture courante.

**Les deux dispositifs propres aux lagunes ont fait des deux plans chablis successifs les programmes de conservation les plus importants en terme de nombre de sites concernés.** Le plan chablis 2009 a pu être couplé avec un programme spécifique porté par le Conseil Départemental dans les Landes (financé par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne) à partir de 2011. Des travaux de génie écologique spécifiques et des actions de sensibilisations ont pu être conduits et financés par ce biais. Entre 2011 et 2019, 44 lagunes privées, 29 lagunes publiques et 3 mixtes ont intégré le programme départemental (CD40, 2019).

Opération	Préconisations
Maintien de lisière ou bosquet feuillu existant	La lisière ou le bosquet préexistant et de surface inférieure ou égale à 1 ha peut être pris en compte. Ce principe s'applique aux ripisylves situées le long de cours d'eau, naturels ou artificiels. Les lisières ou îlots peuvent être mixtes (pins + feuillus).
Renforcement de lisière ou bosquet feuillu existant	La lisière ou le bosquet préexistant non sinistré est pris en compte dans les mêmes conditions que précédemment. Il est préconisé de prévoir une extension de 10 m de large au minimum, à partir de la bordure extérieure du boisement existant.
Création de lisière ou de bosquet feuillu	Les lisières ou îlots peuvent être mixtes (pins + feuillus). Plusieurs techniques peuvent être appliquées : régénération naturelle feuillue, plantation en plein ou en enrichissement*.
Maintien de lagunes et petites dépressions humides	Le principe est de conserver l'existant sans engager d'interventions lourdes à l'intérieur du périmètre immédiat de la lagune ou sur le fonctionnement hydraulique.
Maintien de bosquets de pins adultes	Uniquement dans les secteurs très sinistrés et pour des pins âgés de plus de 30 ans. Les pins âgés, voire menés au-delà de l'âge d'exploitabilité sont prioritairement visés.

*\*Possibilité limitée toutefois aux espèces figurant sur la liste des essences éligibles définies par arrêté préfectoral régional en vigueur.*

Opérations retenues dans le cadre de la clause de diversification KLAUS.  
Source : La clause de diversification dans la reconstitution après tempête, Aide-mémoire du sylviculteur des Landes de Gascogne, CRPF-ONF 2011



Les différentes applications de la clause de diversification après la tempête KLAUS.  
Source : La clause de diversification dans la reconstitution après tempête, Aide-mémoire du sylviculteur des Landes de Gascogne, CRPF-ONF 2011.

A retenir n°7 : Clause de diversification

La clause de diversification telle qu'elle a été définie de façon concertée pour la mise en œuvre du plan de reconstitution des peuplements sinistrés par la tempête Klaus en 2009 convient à la spécificité de la forêt des Landes de Gascogne.

Elle a permis de conserver et d'améliorer les corridors, les îlots feuillus, les zones spécifiques que sont les lagunes.

Moyennant quelques ajustements et améliorations, elle peut s'appliquer à la reconstitution après incendie.

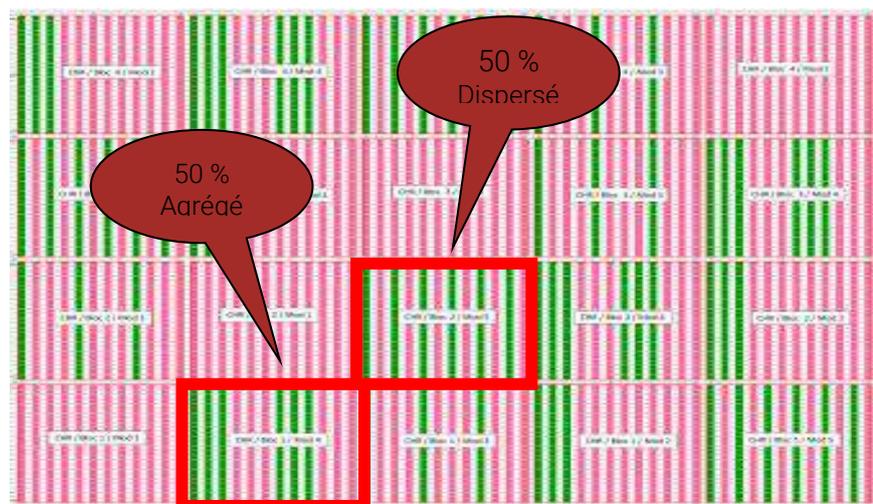
2.2.5. Essais de plantations en mélange avec des feuillus dans un objectif de production du GIS GPMF (projets FORTIUS et PINASTER 2015)

Les résultats de recherche obtenus depuis une quinzaine d'années, en particulier par l'INRAE (UMR Biogeco) avec les projets ISLANDES et ORPHEE ont mis en évidence l'intérêt fonctionnel du mélange entre pin maritime et essences feuillues dans le massif landais : l'hypothèse de départ est que la biodiversité peut améliorer le fonctionnement de l'écosystème et sa résilience globale : un massif plurispécifique peut accueillir une faune auxiliaire plus nombreuse et diverse (Jactel, 1993) et notamment des prédateurs des ravageurs du pin maritime.

Les projets de recherche ont testé le mélange à l'échelle d'une propriété ou d'une petite région forestière (lisières, îlots) mais aussi à l'échelle de la parcelle (mélange pied à pied ou alternance de lignes). A l'échelle de la parcelle, l'un des objectifs est de limiter le repérage (effet écran ou effet répulsif) puis la colonisation des pins par des insectes ravageurs.

Cependant, dans un contexte stationnel très contraint, la mise en place des feuillus n'est pas simple et la maîtrise technique de l'installation et de la gestion de ces plantations est un enjeu majeur.

C'est la raison pour laquelle le GIS Groupe Pin Maritime du Futur s'est emparé de cette thématique et a initié dans le programme FORTIUS (année-année), la création d'un réseau de plantations mélangées de pin maritime avec un feuillu de production.



Le réseau des plantations mélangées FORTIUS comporte 8 dispositifs comparant 3 niveaux de mélange par ligne (0, 25% et 50 %) et 2 types de mélange : lignes agrégées (îlots) ou dispersées.  
Compte rendu d'installation – Rapport GPMF Fortius

Les essais sont des plantations à deux essences. Dans chaque dispositif, un seul feuillu est installé : bouleau verruqueux, robinier, chêne rouge, chêne des marais ou eucalyptus. Ces essences ont été choisies dans un objectif de production (substitution). Il ne s'agit pas seulement d'un objectif d'accompagnement en sous-étage.

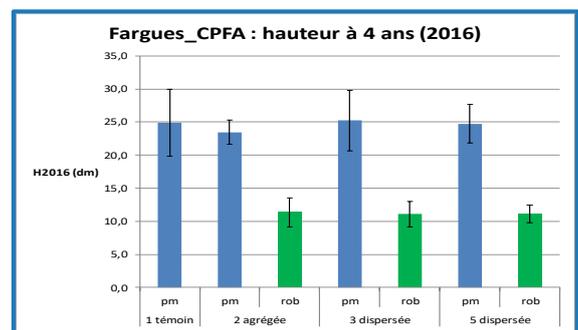
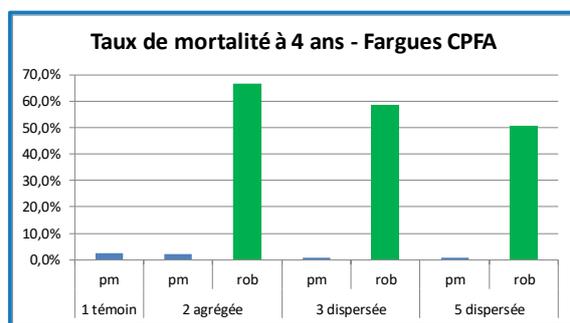
La mise en place a été faite en appliquant les méthodes classiques de création de peuplements de pin maritime : travail du sol, fertilisation, plantation à 4 x 2 m, et protection contre le gibier (clôture) dans 2 dispositifs.

Un premier bilan de ces dispositifs a été présenté au Conseil d'Orientation du GPMF en 2019.

Commune	Partenaire	Station	Mélange testé	Etat des feuillus à 4 ans
Pontenx (40)	FCBA	humide	Pin/Eucalyptus	Mortalité >50%
Pontenx (40)	FCBA	humide	Pin/Robinier	Echec (feuillu & pin)
Fargues (47)	ONF	mésophile	Pin/chêne rouge	49 % de mortalité
Fargues (47)	CPFA	mésophile	Pin/Robinier	56 % de mortalité
Sore (40)	INRAE	mésophile	Pin/Bouleau	40 % de mortalité
Carcans (33)	CRPFNA	humide	Pin/Bouleau	Mortalité >50%
Fargues (47)	CRPFNA	mésophile	Pin/chêne des marais	47 % de mortalité

Conseil d'Orientation, GIS GPMF 2019

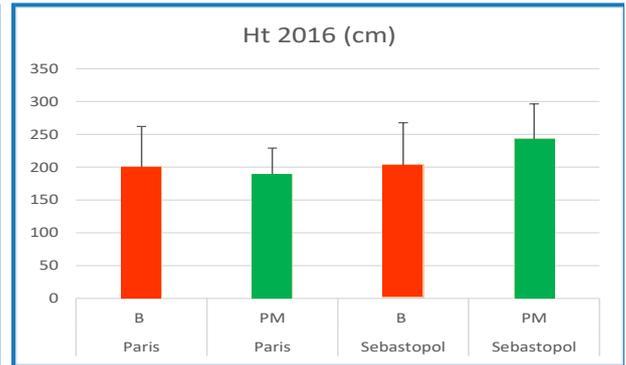
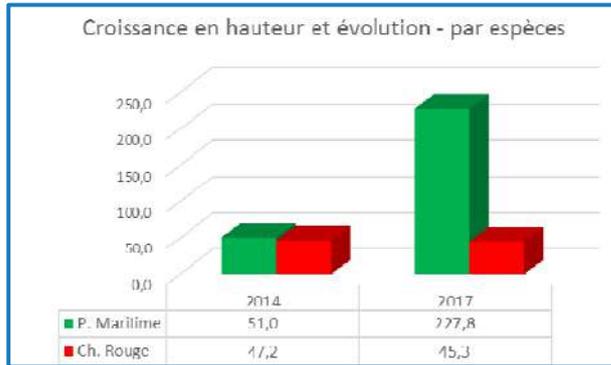
Sur tous les sites, le taux de mortalité des feuillus (de 40 à plus de 50 %) est très significativement supérieur à celui du pin maritime (compris entre 2 et 10 %).



**Le taux de mortalité des feuillus est significativement supérieur à celui du pin maritime, de même que la croissance en hauteur. Exemple de l'essai CPFA de Fargues (47).**

Source : Rapport intermédiaire, GIS GPMF 2019

La croissance en hauteur des pins maritimes est significativement plus importante que celle des chênes et des robiniers. Dans l'essai de Sore, à 4 ans, la croissance des bouleaux est encore comparable à celle du pin maritime.



**Fargues- ONF – 4 ans**

La croissance du pin est supérieure à celle du chêne rouge à 4 ans mais proche de celle du bouleau au même âge.

**Sore-INRAE – 4 ans**

Source : Rapport intermédiaire GIS GPMF 2019

Le bouleau, espèce pionnière, a une forte croissance juvénile, mais dans les dispositifs plus anciens, il est finalement dépassé assez rapidement par les pins maritimes : ainsi, dans le dispositif ISLANDES à 18 ans, la hauteur des bouleaux est de 5.8 m en lande humide et 7 m en lande mésophile vs 12 m pour le pin maritime (Bernier *et al.* 2016) et dans le dispositif ORPHEE, à 9 ans, elle est de 5.5 m vs 7.5 m pour les pins maritimes (Lafitte A. 2018).

La présence des espèces feuillues demande aussi des opérations entretien durant la phase d'installation bien supérieures à celles classiquement mise en œuvre dans l'itinéraire pin maritime. La concurrence de la végétation du sous-bois est plus problématique que pour le pin. Le maintien des feuillus dans ce type de plantation nécessite donc des itinéraires sylvicoles plus intensifs et plus coûteux : dégagements annuels jusqu'à la fin de la phase d'installation des plants. Ceux-ci doivent aussi être protégés contre le gibier : par clôture, en raison du coût prohibitif des protections individuelles pour des plantations à cette échelle. L'utilisation de clôture n'est pas usuelle sur ce territoire (forêt ouverte).

**A retenir n°8 : Essais de plantations en mélange dans un objectif de production du GIS GPMF**

Les essais du GIS GPMF de plantation de feuillus de production en mélange avec le pin maritime ont confirmé la difficulté d'installation des feuillus dans les stations du Massif landais.

Les effets des contraintes stationnelles sont aggravés par la forte pression du gibier.

La concurrence de la végétation du sous-bois exige une fréquence d'entretien importante.

Les taux de mortalité des feuillus sont élevés et leur croissance significativement plus faible que celle du pin, à l'exception du bouleau dans la phase juvénile.

Ces expérimentations confirment qu'il est plus efficace de s'appuyer sur la dynamique feuillue existante, en conservant les feuillus isolés qui pourront servir de semenciers ou les lisières et îlots déjà installés, et en épargnant lors des reboisements, les zones d'accrus ou de recrus.

## 2.2.6. Conservation de feuillus isolés lors du renouvellement des peuplements de pin maritime (GIS PMF projet PINASTER 2018)

Depuis la tempête de 2009, lors de la coupe rase de parcelles de peuplements de Pin maritime, les feuillus de sous-étage ne sont plus systématiquement coupés. Ils sont donc présents lors de l'installation du nouveau peuplement de pin. La densité de plantation est donc perturbée par leur présence et la croissance des pins maritimes environnants peut également être modifiée soit positivement (facilitation) soit négativement (compétition) en fonction de l'utilisation des ressources (lumière, eau, éléments minéraux...).

Les observations ont été effectuées en 2018 puis 2021 dans 9 peuplements de Pin maritime âgés de 7 à 14 ans dans lesquels des feuillus isolés ont été conservés. Il s'est agi de mesurer l'impact de la présence de ces feuillus isolés sur les arbres du peuplement de pin (schéma ci-dessous) en matière de :

- Densité,
- Croissance en circonférence,
- Croissance en hauteur,
- Etat sanitaire.

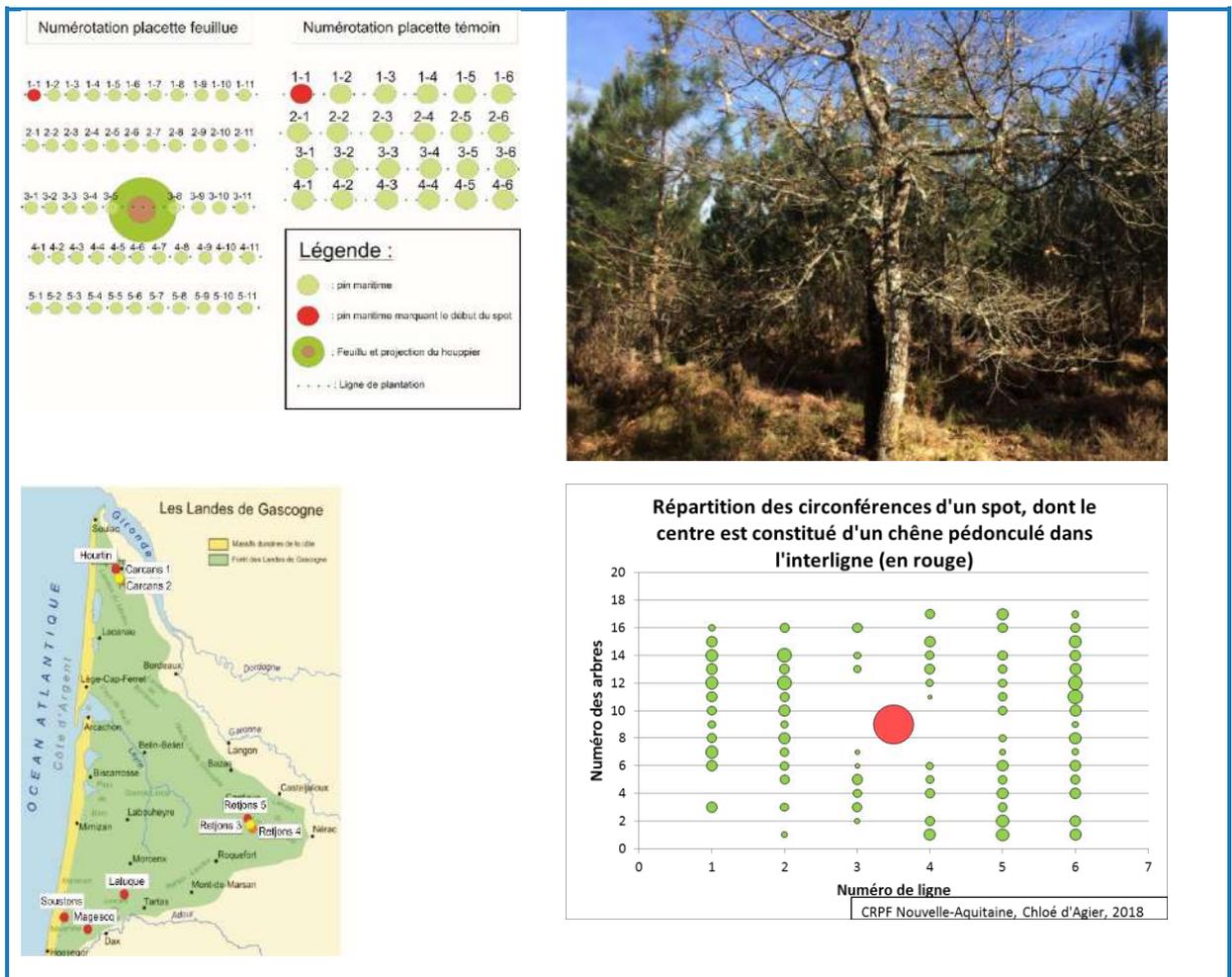


Illustration des mesures réalisées dans le cadre du Réseau feuillus isolés.  
Source : D'Agier, CRPF Nouvelle-Aquitaine 2018.

Parcelles	Retjons 3 40	Bourriot 40	Retjons 5 40	Hourtin 33	Carcans 1 33	Carcans 2 33	Laluque 40	Soustons 40	Magescq 40
Chêne pédonculé	1			3	3	2	4		3
Châtaignier						1			
Bouleau	2	1	3						
Chêne tauzin		3	1				1		
Chêne liège								3	
Houx									2

### Réseaux Feuillus isolés, Description du réseau, D'Agier, CRPF Nouvelle-Aquitaine, 2018

#### Résultats

Dans les 33 spots mesurés autour des **feuillus isolés**, répartis sur les 9 sites étudiés, on observe par rapport au témoin sans feuillu :

- Une diminution de **11% de la densité**,
- Une réduction significative de la **circonférence moyenne du pin maritime**,
- Aucune différence significative de la **hauteur moyenne du Pin maritime**,
- Aucune **différence significative de l'état sanitaire sur la plupart des sites**. Sur 1 site sur 9, l'état sanitaire est significativement meilleur sur les grappes avec feuillus. Sur 2 sites sur 9, l'état sanitaire est significativement meilleur sur les grappes sans feuillus.

Des études assez similaires ont été menées en Suède sur le maintien de chênes pédonculé au sein de peuplements d'épicéa commun. Elles ont montré l'intérêt des feuillus isolés pour l'entomofaune saproxylique avec la présence d'espèces associées au chêne. La richesse est plus importante pour les arbres isolés au sein de peuplements forestiers que pour les arbres isolés au sein de milieux ouverts. Elle est aussi plus importante pour les arbres présents dans des peuplements assez fortement éclaircis que pour ceux présent dans des peuplements faiblement éclaircis (Widerberg et al. 2018). Ce type d'étude n'a pas été mené dans les Landes de Gascogne.

A retenir n°9 : Conservation de feuillus isolés lors du renouvellement des peuplements de pin maritime (GIS PMF)

Les essais du GIS GPMF de conservation des feuillus isolés (7 à 14 ans) montrent qu'il est possible de conserver des feuillus isolés dans les peuplements de pin maritime.

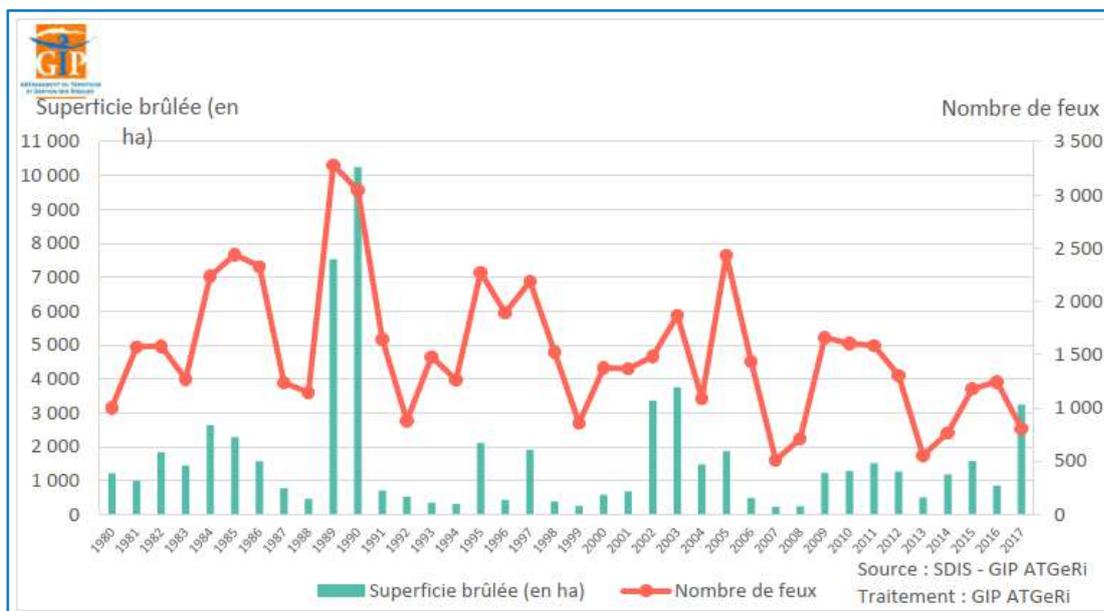
Les résultats obtenus à ce stade ne montrent pas encore le bénéfice de ceux-ci sur les peuplements de Pin maritime.

Dans un autre contexte, l'intérêt de la conservation de chênes isolés dans des peuplements d'épicéa pour l'entomofaune saproxylique a été montré.

### 3. Risque incendie et contraintes particulières des secteurs incendiés.

#### 3.1. En 2022 : des feux « hors norme » en Gironde

Les surfaces brûlées sont, sur la période 1980 à 2017, relativement modestes au regard du niveau d'aléa. En Gironde, Lande, Lot-et-Garonne et Dordogne (périmètre du Plan Interdépartemental pour la Protection des Forêts Contre l'Incendie validé en 2019), la moyenne est de 1530 feux par an et 1665 ha brûlés par an. Cependant, certaines années se singularisent par le nombre de départ de feux et l'augmentation de la surface brûlée. Ce fut notamment le cas des années 1989 et 1990, mais aussi 2002, 2003 et 2017.

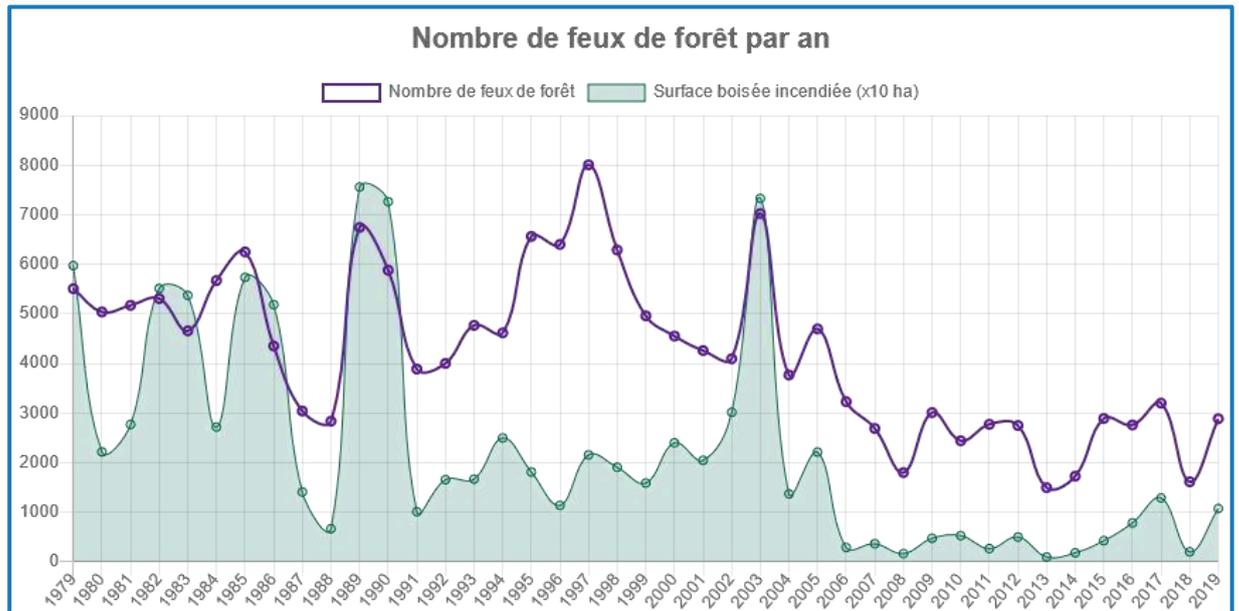


**Evolution du nombre de départs de feux et de la surface brûlée en Dordogne, Gironde, Landes et Lot-et-Garonne, de 1980 à 2017.**  
Source : PIDPFCI 2019.

Les départements du massif des Landes de Gascogne présentent un niveau d'aléa (nombre de départs de feux) élevé : les moyennes annuelles sont de 1 530 feux/an pour 1 665 ha brûlés/an.

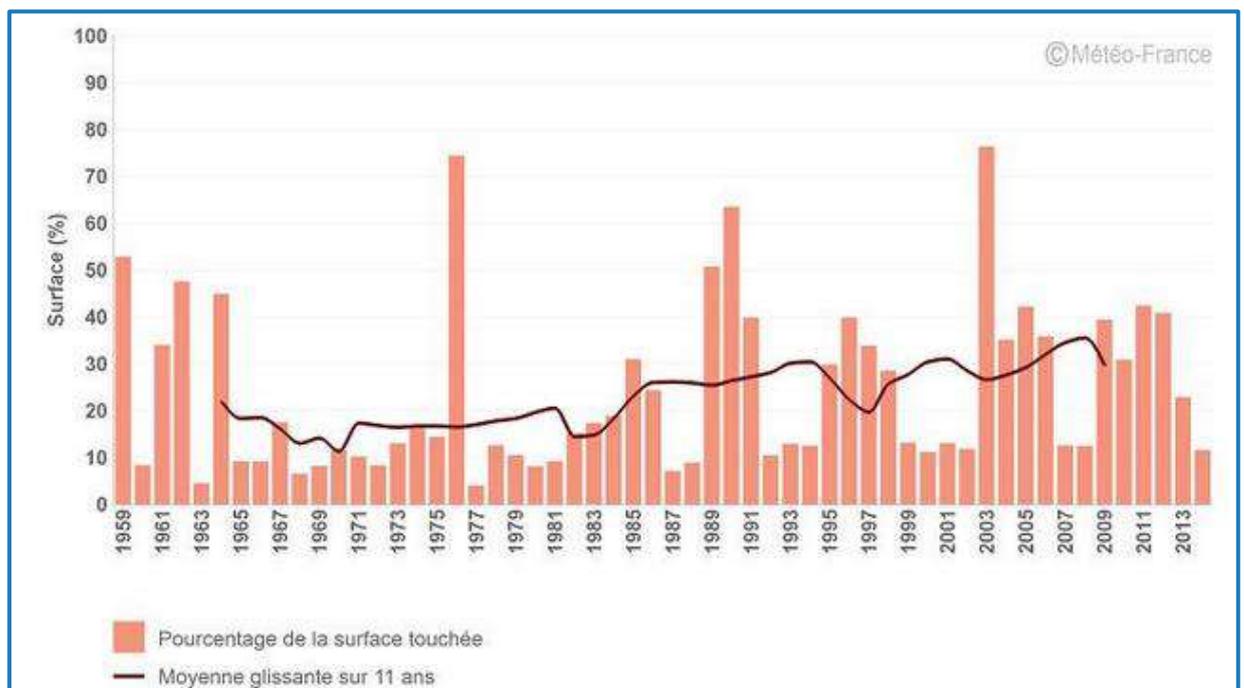
Le niveau d'aléa est très élevé pour le département de la Gironde (505 départs de feux annuels en moyenne – ORRNA, 2006-2019). En 2022, on a recensé près de 600 départs de feu en Gironde et 159 dans les Landes, qui ont parcouru presque 30 000 ha. La surface unitaire est de 56 ha/feu en Gironde et 7,5ha/feu dans les Landes.

Au niveau national, sur la période 2015-2019, le nombre de départs de feux était en moyenne de 2671 et la surface brûlée de 11 075 ha (IFN, 2021). A la fin du mois d'août 2022 la surface brûlée est d'environ 62 000 ha.



**Nombre de feux enregistrés annuellement en France et surface brûlée.**  
Source : IFN, 2021

On retrouve ces variations au niveau national. Ces années singulières correspondent à des années présentant des conditions météorologiques particulièrement propices à l'écllosion des feux de végétation.



**Proportion du territoire métropolitain présentant des conditions météorologiques propices à l'écllosion de feux de forêt.**  
Source : IFN, 2021

La majorité des incendies de forêt en Europe est d'origine anthropique (volontaires ou accidentels). L'accroissement démographique, s'accompagnant de changements majeurs d'occupation des sols et d'une imbrication croissante des milieux naturels, des réseaux de transport et des

habitations, induit une augmentation significative du risque d'écllosion de feu (Rigolot et Roche, 2009).

Il y a en effet une relation caractéristique entre les interfaces habitat-forêt et le nombre de départs de feu ainsi qu'avec la proximité avec les réseaux de transport (Ganteaume, 2009).

«

**94 % des départs de feu sont dus à l'homme**

»

Il est maintenant prouvé que l'immense majorité des causes reconnues d'incendies de forêt est d'origine humaine. Ce n'est donc pas une fatalité!

Par une vigilance accrue et le respect de quelques règles de bonne conduite, il est possible de limiter ce risque permanent.



Défense des forêts contre l'incendie en Aquitaine

**94% des départs de feu sont liés à l'homme, ce n'est donc pas une fatalité.**  
 Source : Site internet de la DFCI Aquitaine, 2002

Dans son rapport de 2022 sur les incendies de forêt, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), fait la différence entre des incendies « normaux » (*landscape fires*) et des incendies « hors normes » (*wildfires*).

	Feux « normaux »	Feux « hors normes »
<b>Fréquence</b>	Souvent saisonniers ; surviennent dans des conditions météorologiques modérées ; assez souvent intentionnels	Liés à des conditions météorologiques extrêmes
<b>Intensité</b>	Intensité faible à modérée avec de courts épisodes de forte intensité	Principalement de forte intensité avec quelques périodes d'intensité modérée
<b>Extinction</b>	Facilement contrôlés avec des moyens de lutte usuels	Les mesures de contrôle peuvent dépasser les moyens de lutte habituels
<b>Impact</b>	Impact modéré, avec un impact positif pour certaines espèces	Fort impact sur un ou plusieurs enjeux (social, économique, environnemental)

**Un feu hors norme est défini dans le rapport du PNUE comme « un feu de végétation en combustion libre, inhabituel ou extraordinaire, qui peut avoir démarré de façon criminelle, accidentelle ou naturelle, qui impacte négativement des enjeux sociaux, économiques ou environnementaux ».**

Source : PNUE, 2022

Les conditions climatiques propices aux feux « hors norme » (températures élevées, déficit de précipitation entraînant une sécheresse, vent) sont susceptibles de devenir plus fréquentes avec le changement climatique (PNUE, 2022). L'augmentation du nombre de jours présentant ces conditions défavorables est déjà constatée dans certaines régions du monde, comme l'ouest des Etats-Unis.

### Les conditions induites par les feux hors norme de 2022

Les secteurs touchés par les feux hors norme de Gironde sont assez différents au niveau des conditions stationnelles. L'incendie de La Teste est situé exclusivement en contexte dunaire, avec

des différences de sols relativement marquées entre la « dune ancienne » (la forêt usagère), mises en place il y a 1000 à 1500 ans et la « dune moderne » (la forêt domaniale, les forêts privées non usagères, le Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres), mise en place il y a moins de 500 ans. Les sols de « dune ancienne » sont plus évolués que ceux de « dune moderne » (ONF, 2006).

Les incendies de Landiras 1 et 2 ainsi que celui de Saumos, concernent une majorité de landes humides. Ces secteurs sont marqués par la présence de nombreuses zones humides et de lagunes, de taille variable qui parsèment le territoire.

Ces particularités vont générer des contraintes différentes lors des opérations de reconstitution.

La taille des incendies de Landiras 1 et 2 nous a amenés à faire un retour d'expérience sur les grands incendies dans années 40, car les feux, même de taille importante, que l'on a connu entre temps sont loin d'avoir parcouru de telles surfaces d'un seul tenant.

Jolain en 1954 donne les grandes lignes du plan proposé par la Commission Régionale des Landes de Gascogne créée par l'Ordonnance de 1945 :

- Un travail d'assainissement préalable du plateau des Grandes Landes.
- Le cloisonnement en vastes surfaces de l'ordre de 4.000 ha par un réseau de pistes (de 10 m de largeur entre fossés d'1 m) à ouvrir, complétant le réseau déjà existant de grandes voies de communication (routes et voies ferrées) et de grands pare-feux, ayant le caractère de travaux d'intérêt général.
- A l'intérieur de ces cloisons, le compartimentage en aires d'une centaine d'hectares chacune, au moyen de pistes communales et de pare-feux de circulation et d'assainissement ayant le caractère de travaux d'intérêt privé.
- La répartition des espaces réservés à la forêt et de ceux attribués à l'agriculture et au pâturage sur les bases respectives de 75 % et 25 %.
- L'introduction d'essences feuillues dans le complexe sylvicole : cette introduction ayant lieu de préférence sous la forme de bandes de largeur variable mais non inférieures à 10 m disposées en un quadrillage d'isolement.
- Ces travaux intéressent plus particulièrement les zones les plus habituellement menacées (grandes landes).

Papy, en 1950, fait un état des lieux des différentes méthodes de reconstitution de la forêt de pin. Il évoque la régénération naturelle, facilitée dans les « brûlés », par le fait que « les cônes que le feu a fait éclater donnent des graines qui poussent très bien sur un sol que les cendres ont enrichi ». Il relève toutefois que cette technique fonctionne bien sur les « lisières de l'ancienne forêt établie aux versants des vallées et aux bordures du plateau landais » mais indique que « le plus souvent, la régénération naturelle se trouve entravée par quelque circonstance défavorable ». Il cite la violence de l'incendie qui a brûlé les arbres et la réserve d'humus, le cas des jeunes boisements, une végétation impénétrable d'ajoncs et de hautes bruyères, la présence d'hylobe ou les racines de molinie qui étouffent les jeunes semis. Il y a aussi, et l'auteur insiste sur ce point, l'inondation par la remontée de la nappe en hiver. Il conclut ainsi : « la graine [de pin] ne germe ni sur un feutrage de végétation ni dans le marécage. C'est dire que la régénération artificielle s'impose dans beaucoup de cas. ».

A l'époque, la régénération artificielle était pratiquée par semis à la volée, dans les terrains sains, tout de suite après l'incendie. Dans les zones envahies par la végétation renaissante, on pratiquait le semis « au crot », où la graine est semée dans des trous creusés à la bêche ou à la pioche. Dans les terrains plus humides, le semis sur labour est réalisé. Des plantations ont aussi été réalisées avec des plants élevés dans des pépinières créées pour l'occasion ou transplantés depuis des parcelles voisines.

Les mêmes contraintes vont être rencontrées après les feux de 2022. Il est raisonnable de se préparer à utiliser une certaine diversité de techniques, en tenant compte du fait que les semis se heurtent de nos jours à différents problèmes, pénurie de graines, pénurie de main d'œuvre pour la réalisation des dépressages, augmentation des portes d'entrée du fomes via les nombreuses petites souches des jeunes tiges dépressées, qu'il n'est pas possible de traiter..

Deux familles d'itinéraires techniques peuvent être proposées : régénération naturelle et plantation.

Des contraintes différentes sont à prendre en compte suivant les secteurs : le risque d'érosion dans la dune et la remontée du niveau de la nappe dans les landes humides.

La remise en état et/ou l'amélioration des infrastructures de DFCl doit être pris en compte en amont des travaux de reconstitution.

Concernant la diversification, Papy se pose la question, comme d'autres auteurs de l'époque (Sargos, 1949 ; Siloret et al, 1954 ; Jolain, 1952). En introduction de son chapitre dédié à la création de boisements de feuillus, il affirme : « *Quelles que soient les techniques employées pour reconstituer et exploiter le pignada, les feuillus doivent avoir une place de choix dans la future forêt* » ; avant de s'interroger : « *Mais quelles essences choisir ?* ». Les chênes pédonculés et tauzin sont répandus mais supportent mal ou pas du tout l'engorgement hivernal, le chêne vert se cantonne aux dunes anciennes, le chêne liège demande des terrains relativement riches et bien drainés, les aulnes poussent au bord des cours d'eau, au fond des vallées. Il se tourne vers le chêne rouge d'Amérique, dont le couvert étouffe la végétation lorsque sa croissance est suffisante, ou d'autres chênes introduits. Les difficultés techniques ne sont pas nouvelles.

Pour revenir à 2022, il est à noter que dans les secteurs des incendies de Landiras 1 et 2 et de Saumos, les contraintes de sols vont fortement réduire les possibilités de diversification. La maîtrise de la remontée du niveau de la nappe sera un facteur déterminant.

#### A retenir n°10 : Contraintes particulières des zones incendiées

La taille des surfaces incendiées en 2022 va induire des contraintes particulières, en fonction des sols, de l'intensité locale du feu, du comportement de la nappe phréatique.

Ces contraintes vont conditionner les techniques de reconstitution, les travaux préalables à leur mise en œuvre (notamment la maîtrise de la remontée de la nappe dans les landes humides) et les possibilités de diversification.

La remise en état et le renforcement des infrastructures DFCl doit aussi être pris en compte.

### 3.2. Sensibilité au feu des espèces forestières

Plusieurs paramètres sont à considérer : l'inflammabilité, la combustibilité de l'espèce et des litières, la sensibilité des peuplements.

Pour Rigolot et Fernandes (2005), le pin maritime a des caractéristiques qui assurent à ses organes une certaine résistance au feu : épaisseur d'écorce (dès 10 ans, l'épaisseur à la base du tronc est le double de celle à 1.30 m, ce qui est très protecteur contre des feux courant à la surface du sol), résistance des aiguilles de pin à des températures élevées, élagage naturel, faible volume de houppier. Par ailleurs, il possède des modalités de reproduction qui lui permettent de se régénérer

rapidement après un feu même si la probabilité de germination diminue pour des T° supérieures à 130 °C.

### Inflammabilité

L'inflammabilité est la propriété d'un végétal à s'enflammer quand il est soumis à un échauffement. Elle dépend à la fois du mode d'ignition (nature du brandon et énergie spécifique), des caractéristiques du végétal (humidité, composition, taille) et de facteurs externes comme le vent et l'humidité atmosphérique (Jappiot et al. 2009).

Le pin maritime présente un caractère inflammable particulier, au même titre que d'autres essences de résineux mais également de certaines essences feuillues. Selon Alexandrian et Rigolot 1992, l'inflammabilité du pin maritime est inférieure à celle du chêne liège et du chêne vert.

<b>FORTE</b>	- Chêne liège, Chêne vert, Pin d'Alep - Bruyère ( arborescente, à balais ), Ajonc épineux - Brachypode rameux
<b>ASSEZ FORTE</b>	- Chêne blanc, Pin maritime - Buis, Génévrier de Phénicie
<b>MODEREE</b>	- Ciste de Montpellier, Chêne kermès, Romarin
<b>FAIBLE</b>	- Cèdre, Sapin de Céphalonie - Arbousier

Inflammabilité des principaux végétaux méditerranéens.  
Source : Alexandrian et Rigolot, 1992.

Les valeurs données par Valette (1990) sont les suivantes sur une échelle de 1 à 5 du moins inflammable au plus inflammable :

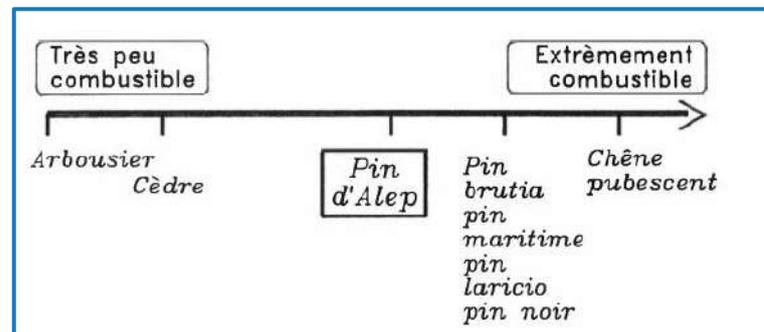
Sapin de Céphalonie : 0-2
Pin maritime : 2-3
Pin d'Alep : 3-5
Chêne vert : 3-5
Chêne liège : 3-5
Chêne pubescent : 5

### Combustibilité

La combustibilité est la propriété d'un végétal à propager le feu. Cette notion se mesure à l'échelle de la formation végétale dans son ensemble en incluant les différentes strates. Les litières en particulier sont très importantes dans la dynamique des feux.

Elle dépend de plusieurs facteurs : la teneur en eau, la biomasse et le pouvoir calorifique, l'épaisseur des morceaux (plus le combustible est fin, plus les transferts thermiques sont faciles), la composition et la structure du peuplement. La hauteur, le recouvrement, la continuité des strates et le niveau d'élagage conditionnent le passage en cime (Jappiot et al. 2009).

Selon, Alexandrian et Rigolot (1992), la combustibilité de la litière de pin maritime est plus faible que celle du chêne pubescent.



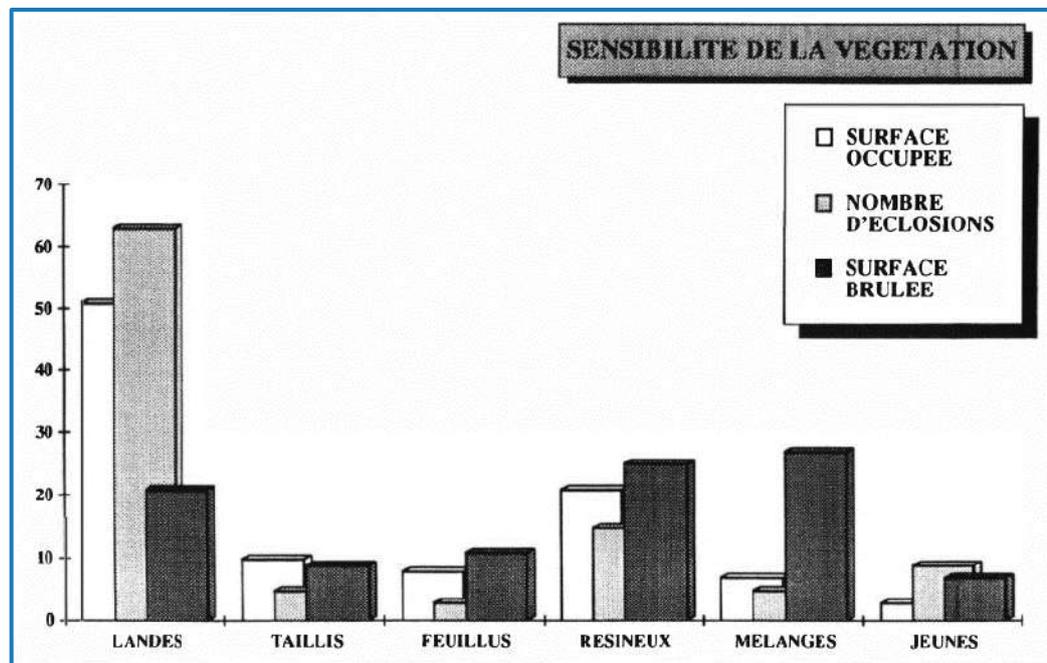
Combustibilité des litières.  
Source : Alexandrian et Rigolot, 1992.

Pour Curt, et al 2010, les larges feuilles lobées de *Q. pubescens* brûlent rapidement et propagent les flammes efficacement. Ganteaume et al. (2011) rapportent qu'aux USA aussi, les chênes à feuilles lobées brûlent avec une intensité plus forte que les chênes à feuilles non lobées. Les espèces feuillues caduques brûlent avec une plus forte intensité que les feuillus à feuilles persistantes (Kane 2008).

Dans le Massif des Landes de Gascogne, les chênes caducs à feuilles lobées sont représentés par les chênes pédonculés et les chênes tauzins.

### Formation végétale

La formation végétale prise dans son ensemble a aussi ses caractéristiques : pour Alexandrian et Rigolot (1992), en région méditerranéenne, les landes sont les moins combustibles et les peuplements mélangés (feuillus + résineux) les plus combustibles.



Dans la région PACA., les taillis et les futaies de feuillus sont les moins inflammables, les landes et les jeunes peuplements les plus inflammables.

Les landes sont les moins combustibles, les peuplements mélangés sont les plus combustibles.

Source : Alexandrian et Rigolot, 1992.

Pour Ganteaume et al. (2011), en Provence, la fréquence de mise à feu est plus élevée dans les peuplements mélangés (Pin+Chêne) que dans les pinèdes pures, alors que le temps d'allumage, la durée et le taux de combustion sont plus élevés dans les pinèdes pures.

### Comportement du feu et propagation

Selon le rapport du PNUE (2022) et Jappiot et al. (2009), le combustible qui influence le comportement et la propagation du feu est principalement la végétation fine (feuilles, écorces, brindilles, arbustes, herbes). Le rapport PNUE précise même un diamètre maximum de 6 mm pour la matière morte et 3 mm pour la matière vivante. L'inflammabilité est influencée par des facteurs comme la composition chimique, la structure et la disposition, la continuité spatiale et la densité du combustible. Les combustibles autres que la végétation fine morte ou vivante se consomment aussi, mais en général bien en retrait du front de flammes.

La propagation des feux s'appuie sur deux mécanismes, le **rayonnement et la convection**<sup>6</sup>. Elle est influencée par des facteurs environnementaux, d'origine naturelle ou anthropique : météorologie, topographie et végétation. Les facteurs météorologiques sont prépondérants (Jappiot et al. 2009).

Selon Barbero et al. (2019), **la chaleur, la vitesse du vent et la sécheresse des mois précédents** augmentent le potentiel des grands feux. Par ailleurs, ces paramètres varient logiquement avec la teneur en eau du matériel végétal.

Enfin Rigolot et Fernandes (2005), au sujet **des sautes de feu** rappellent que le type *Pinus pinaster* a été étudié en Espagne, au Portugal et en France dans le cadre du projet de recherches européen Saltus : « *C'est un type ayant un comportement moyen à la fois pour le pourcentage de sautes et leur distance. La présence de combustible en sous-étage est nécessaire au déclenchement de sautes longues ou très longues au cours de feux intenses rapides et aux flammes longues. Toutes choses égales par ailleurs le principal facteur explicatif est la vitesse maximale du vent. Lorsque la biomasse est faible (moins de 10t/ha) celui-ci n'est pas aussi influent.* »

### Les boisements feuillus dans les feux hors norme de Landiras 1 et 2 : variété des situations

Le SDIS de Gironde dans l'Ordre d'Opérations Départemental Feu de Forêt de Gironde (OODFF, 2021) ne distingue pas de différences entre les essences qui constituent les peuplements forestiers. Il ne mentionne pas, par exemple, les zones feuillues comme de souhaitables/possible zones d'appui. Dans ce document, les seules mentions relevées concernant les caractéristiques de la forêt concernent :

- le **niveau d'humidité de l'humus** et le **niveau d'humidité de la végétation** pour l'évaluation du **niveau risque feux** de forêt (fiche de de synthèse A5.1),
- la consigne donnée aux chefs de secteur feux de forêt et aux chefs de groupe, « de ne pas engager des moyens dans les secteurs dangereux, notamment par vent fort (talweg, **haute végétation, chablis...**) » (fiche 05.3).

---

<sup>6</sup> Le rayonnement est le transfert de chaleur sous formes d'ondes ou de particules (électromagnétisme) et la convection est le transfert de chaleur par déplacement des gaz chauds.



**Landiras 1 peuplements feuillus indemnes en bordure du bourg d'Origne**  
Crédit photo : A. Castro



**Landiras 1 (zone non précisée). Feuillus conservé sur une zone d'appui ouverte en urgence au bulldozer.** Crédit photo : A. Castro août 2022

Sur le terrain la situation est contrastée : l'intensité du feu, l'âge et la structure du peuplement et des arbres, les conditions locales d'humidité du sol, les opérations de lutte ont joué sur les dégâts constatés.



Landiras 2 (Saint Magne). Dégâts partiels en bordure d'aerial. Dans l'entretien traditionnel, le sous-bois aurait été débroussaillé. Crédit photo : A. Castro août 2022.



Landiras 2 (Saint Magne). Taillis de chêne pédonculé fortement impacté en bordure de maison  
Crédit photo : A. Castro Août 2022.



Landiras 2 (Saint Magne). Jeune plantation de chêne rouge fortement impactée.  
Crédit photo : A. Castro (août 2022).



Landiras 2 (Saint Magne). Jeune plantation résineuse et feuillue détruites.  
Crédit photo : A. Castro (août 2022)

A retenir n°11 : La sensibilité des essences forestières au feu.

En matière de sensibilité des essences forestières au feu, les résultats de l'analyse bibliographique sont plus nuancés que les discours souvent entendus après les incendies de cet été.

En effet, si, en Provence-Côte d'Azur, le taux de combustion est plus élevé dans les pinèdes pures, en revanche :

- Le Chêne liège et le Chêne vert sont plus inflammables que le Pin maritime
- La formation végétale du Chêne pubescent a une plus forte combustibilité que celle du Pin maritime
- En Provence, la fréquence de mise à feu est plus élevée dans les peuplements mélangés que dans les pinèdes pures.

Notons que le cèdre, peu inflammable et peu combustible, n'est pas adapté aux stations du Massif.

Sur le terrain la situation est contrastée : l'intensité du feu, l'âge et la structure du peuplement et des arbres, les conditions locales d'humidité du sol, les opérations de lutte ont joué sur les dégâts constatés.

#### 4. Adaptation de la gestion forestière à l'échelle de la propriété

Les sylviculteurs des forêts du Massif des Landes de Gascogne intègrent d'ores et déjà les risques dans leurs choix sylvicoles : incendie (risque historique), tempête (1999, 2009), sanitaire (scolytes après les tempêtes). L'ampleur des phénomènes observés en 2022 : sécheresse, canicules, incendie, et leurs effets cumulatifs imposent une réflexion collective sur la mise en application des modalités d'adaptation connues (*ce que l'on sait*) et nouvelles (*ce qu'il faut expérimenter*). Il est également indispensable, compte tenu de l'urgence et des enjeux, d'identifier les fausses bonnes solutions qui ne seraient pas applicables ou seraient inopérantes dans le contexte qui nous intéresse : la forêt des Landes de Gascogne et ses particularités (cf. partie 1).

Préalables :

- 94% des départs de feu sont d'origine humaine (accidentelle ou volontaire). La forêt (donc dans les Landes, le pin) ne brûle pas toute seule (Source : DFCI Aquitaine).
- Les sols à faible réserve utile (sol sableux) sont particulièrement à risque (la végétation s'y dessèche plus vite).
- Le feu démarre toujours de la végétation herbacée. Les litière et broussailles basses sont plus inflammables que les essences forestières.
- En période de sécheresse, toutes les essences sont inflammables, résineux comme feuillus (cf. § 222).
- La fréquence des feux extrêmes risque d'augmenter avec le changement climatique : augmentation de la périodicité, de la durée, de l'intensité et de l'extension géographique des sécheresses (Chatry et al. 2010). Il faut se préparer à vivre avec ce risque, y compris dans des régions qui n'étaient pas ou peu concernées, en utilisant tous les moyens d'action pour réduire l'éventualité des départs de feu ou du passage à l'incendie et réduire le risque de dégâts ou de pertes lorsqu'ils surviennent (PNUE 2022).

Face au risque incendie l'objectif, particulièrement délicat, est d'assurer le maintien sur le même territoire :

- d'un paysage emblématique : forêt des plateaux landais, dunes mais aussi ripisylves, et milieux humides (la forêt de Pin maritime est l'écrin pour ces paysages et milieux),
- d'une biodiversité spécifique (§ 2.1.2)
- d'un micro-climat favorable à la forêt et aux activités humaines en général,
- de la protection de la qualité des eaux
- enfin, de la **production locale** de bois (**bio-matériau renouvelable**) par des **entreprises locales** (Annexe 3/Étude ressource).

#### **4.1. Pin maritime et changement climatique : le choix des provenances, l'amélioration génétique**

(Extrait : Annie Raffin, Laurent Bouffier, Cahier GPMF N°4, 2014)

Les modèles climatiques s'appuyant sur différents scénarios d'augmentation de la concentration des gaz à effets de serre, montrent une évolution du climat pour le sud-ouest de la France durant les prochaines décades, avec une élévation de la température de l'air s'accompagnant pour la plupart des modèles d'une intensification des sécheresses en été (ex : 40 à 60 % de précipitations en moins en été dans le sud-ouest, à l'horizon 2071-2100). **Il est donc important de connaître les capacités d'adaptation et de maintien de la production des variétés actuelles, et de préparer les variétés futures aux changements climatiques.**

##### **4.1.1. Diversité génétique naturelle**

La diversité génétique dans une espèce ou une population, est un facteur important permettant l'adaptation à des changements environnementaux, ou à l'arrivée de nouveaux aléas

**D'une façon générale les arbres forestiers sont des organismes à forte diversité génétique.** Parmi les arbres forestiers, **le pin maritime ne fait pas exception**, comme montré dans une étude basée sur des marqueurs de l'ADN sur des populations de pin maritime du Sud. Dans cette même étude, la comparaison entre populations naturelles landaises et corses de pin maritime, révèle également **une plus forte diversité génétique neutre<sup>7</sup> chez les populations landaises.**

**Le pin maritime dispose d'un contexte biologique favorable pour une adaptation à un environnement changeant.** L'espèce fait partie des pins méditerranéens, adaptés au climat caractéristique de leur zone de répartition : des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, soit les caractéristiques qui seront accentuées dans le cadre de l'évolution climatique attendue dans le sud-ouest de la France. Dans son aire naturelle, le pin maritime est présent sur une gamme de milieux contrastés en particulier pour les conditions hydriques : depuis des zones avec plus de 1 700 mm de précipitations annuelles et sans saison sèche (climat océanique du littoral de la Galice), à des zones avec moins de 400 mm et plus de 5 mois de saison sèche (climat typiquement méditerranéen de l'île de Pantelleria près de la Sicile, ou de la Sierra de Oria au sud-est de l'Espagne). *Une forte variabilité inter-provenances pour les caractères adaptatifs est donc disponible chez cette espèce, et exploitable en sélection.* La provenance landaise, la plus nordique de l'aire de répartition, est située

---

<sup>7</sup> Diversité neutre : majorité des gènes non soumis à la sélection

dans un climat plutôt océanique et sans saison sèche régulière. Elle présente néanmoins une bonne adaptation à une sécheresse estivale modérée. Lorsqu'elle est installée en tests dans des conditions plus méditerranéennes (dans le sud-est de la France ou au centre de l'Espagne, avec des saisons sèches de 2 à 3 mois), elle montre une bonne survie et des performances de croissance pouvant être supérieures aux provenances locales (ex : dans les Maures). **La provenance landaise, étant capable de s'adapter à différents environnements aurait donc une bonne plasticité, là encore exploitable en sélection.** Les ressources génétiques naturelles de cette provenance, base actuelle du programme de sélection, sont conservées *in situ* (Unités Conservatoires en dune), soumises aux pressions de sélections naturelles et disponibles pour fournir si besoin de nouveaux géniteurs au programme d'amélioration.

#### 4.1.2. Le programme d'amélioration du Groupe Pin Maritime du Futur (GPMF)

##### Population d'amélioration

Le programme de sélection du GPMF est basé sur une population d'amélioration issue de la population landaise de pin maritime. Les stratégies de gestion et de sélection de cette population d'amélioration ont été raisonnées de façon à préserver sa diversité sur le long terme. Des travaux théoriques basés sur des populations simulées sur plusieurs générations, permettent d'étudier différents paramètres génétiques et d'en déduire des recommandations en terme de taille et de structure de population, ainsi que de stratégies de sélection pour le long terme. **Pour le pin maritime, ces préconisations ont toujours été respectées voire même dépassées** et on a donc pu vérifier que la diversité ne s'est pas érodée notablement dans les premières générations de sélection.

On peut affirmer aujourd'hui que **la population d'amélioration du pin maritime présente de sérieuses garanties pour le maintien des capacités adaptatives et la progression du gain génétique sur au moins 10 générations.** C'est le maintien de la diversité pour le long terme qui a guidé constamment les choix stratégiques dans le programme de sélection du pin maritime, depuis la création du GPMF.

##### Variétés améliorées

Les **variétés améliorées comportent elles-mêmes un fort niveau de diversité génétique.** Pour le pin maritime, il s'agit de « variétés synthétiques », c'est-à-dire un mélange de familles dont les parents sont sélectionnés. **La stratégie de sélection du pin maritime a été orientée vers la création de variétés dites polyvalentes c'est-à-dire adaptées aux différentes conditions pédoclimatiques du massif des Landes de Gascogne.** Les tests d'évaluation des variétés ont confirmé leur supériorité par rapport aux témoins non améliorés en termes de production et de rectitude du fût quels que soient les types de sols (landes humides à sèches) et les conditions de sylviculture. Cette polyvalence est rassurante en prévision des changements climatiques annoncés.

**La diversité est également spatiale et temporelle entre les variétés, et entre les différents matériels de reboisement utilisés.** Maintenir la diversité à l'échelle du massif en renouvelant régulièrement et rapidement les variétés, ainsi qu'en les diversifiant, est un autre objectif du GIS GPMF. Ce renouvellement accéléré est également une nécessité au regard de l'évolution rapide attendue des conditions environnementales, due au changement climatique.

**Les variétés améliorées des générations futures, qui ne seront disponibles qu'après 2025 et seront la base de la production du massif en 2050 et au-delà, devront quant à elles, intégrer dès la phase de sélection des critères orientés vers l'adaptation aux milieux secs.** Le programme de création variétale devra mettre en œuvre des stratégies innovantes, à même d'assurer une bonne adaptation à un environnement changeant, en termes de survie et de maintien de la production. Ces stratégies sont diverses :

- élargir la diversité testée en incluant des provenances adaptées aux milieux secs,
- proposer des variétés issues de l'hybridation de provenances du sud de l'aire avec la provenance landaise (pour cumuler résistance au froid et à la sécheresse). Un premier test d'hybrides inter-provenances avait montré dès les années 1990, l'intérêt des combinaisons Landes x Maroc et Landes x Portugal, en plus des Landes x Corse déjà connues. Des géniteurs performants en survie et croissance ont été sélectionnés dans des provenances du Maroc évaluées soit dans le massif aquitain, soit dans les Maures. Un programme de test de croisements inter-provenances (Landes x Portugal, Landes x Maroc) a été initié, à partir de géniteurs performants identifiés. Enfin les provenances espagnoles, *a priori* les plus résistantes à la sécheresse estivale et peu évaluées dans les conditions du massif aquitain jusqu'à aujourd'hui, seront testées prochainement, en comparaison avec les autres matériels disponibles.
- sélectionner des géniteurs spécialisés pour l'adaptation à ces milieux,
- accélérer les cycles de sélection pour suivre l'évolution rapide du climat,
- identifier des critères de sélection liés à la résistance à la sécheresse et les gènes contrôlant ces caractères.
- accélérer le renouvellement des variétés : le GPMF met désormais en place une stratégie de déploiement du progrès génétique «en continu», en proposant qu'une nouvelle formule variétale soit créée tous les trois ans environ, plutôt qu'une par décennie, comme cela était pratiqué jusqu'à aujourd'hui. Le renouvellement accéléré des variétés favorise une meilleure résilience en mettant à disposition un matériel mieux adapté au contexte évolutif et il permet de renforcer la diversité génétique à l'échelle du massif, en créant une mosaïque de variétés différentes, elles-mêmes renfermant une grande variabilité génétique, susceptible d'améliorer là aussi la résilience vis-à-vis des contraintes du milieu.

A retenir n°12 : Pin maritime et changement climatique : le choix des provenances, l'amélioration génétique

Le Pin maritime reste une essence bien placée par rapport au changement climatique (diversité génétique importante, Nord de l'aire naturelle).

Le programme d'amélioration du GIS GPMF est un gage d'assurance : il intègre des stratégies permettant une bonne adaptation à un environnement changeant, en préservant la variabilité naturelle de l'essence.

## 4.2. Pistes d'adaptation des peuplements de Pin maritime : les pratiques sylvicoles

### 4.2.1. Installation des peuplements de pin et infrastructures

Le détail des opérations techniques permettant l'installation des peuplements ne sont pas détaillées dans ce paragraphe. Le lecteur pourra se reporter à l'abondante documentation technique publiée sur le sujet. Le propos se concentre autour de la traduction des principes de la sylviculture préventive (cf. § 4.2.2) dès les premières étapes de la reconstitution. L'anticipation facilitera la protection des jeunes boisements.

La sylviculture landaise utilise aujourd'hui en grande majorité la **plantation**. Elle est basée sur une optimisation de la croissance juvénile (plants améliorés, façons culturales et fertilisation phosphatée). La préparation du sol limite temporairement la reconquête de la végétation herbacée et arbustive dans la phase d'installation de la plantation.

Un des intérêts vis-à-vis du feu est de faire passer les peuplements le plus vite possible du stade jeune, très vulnérables, à la dimension de pins adultes, moins vulnérables.

Ce stade est atteint moins rapidement avec un semis naturel ou artificiel (croissance plus faible, densité plus forte).

Dans tous les cas, l'**entretien mécanique** des plantations est indispensable non seulement pour accélérer la croissance et réduire le stress hydrique mais aussi pour diminuer la masse combustible.

La **régénération naturelle** est utilisée sur une partie des landes sèches et est majoritaire dans la dune. Après incendie, elle peut être abondante suivant l'intensité du feu et son effet sur les cônes et la présence de semenciers.

Dans les landes humides, la remontée du niveau de la nappe en hiver peut impacter la régénération en noyant les plantules.

Après les incendies de l'été 2022, le Département Santé des Forêts de la DRAAF Nouvelle-Aquitaine recommande d'attendre **la fin de l'année 2024** pour tout reboisement en résineux. Le respect de ce délai permet de s'affranchir de certains risques sanitaires (hylobe notamment) et de constater la survenue de la régénération naturelle.

L'utilisation de **matériel forestier de reboisement issu de vergers à graines** (catégorie qualifiée - étiquette rose) est privilégiée. L'ampleur des reboisements lié aux feux de 2022 est importante et le fait, pour les sylviculteurs, d'**anticiper leurs démarches auprès des reboiseurs** permettra de gérer au mieux la production des plants nécessaires (**contrat de culture**).

## Densité

Il conviendra de **ne pas sur densifier les plantations**. Une densité de 1250 t/ha doit suffire et est compatible avec la valorisation de la 1<sup>ère</sup> éclaircie. Plus dense, la continuité entre les houppiers est plus rapidement atteinte. Cette densité maximum est par ailleurs recommandée compte-tenu des difficultés actuelles d'approvisionnement en graines. Le SRGS Aquitaine (2005), indique une densité standard comprise entre 1000 t/ha et 1250 t/ha.

Dans les régénérations naturelles, **des cloisonnements** permettent également de diminuer la concurrence et d'accéder aux plants pour les entretiens et les **dépressages**. Ces opérations permettent de diminuer progressivement la densité du peuplement.

## Préparer l'entretien du sous-bois

Un espacement d'au moins 4 m entre les lignes permettra la mécanisation des opérations de **débroussaillage**.

## Compartimenter

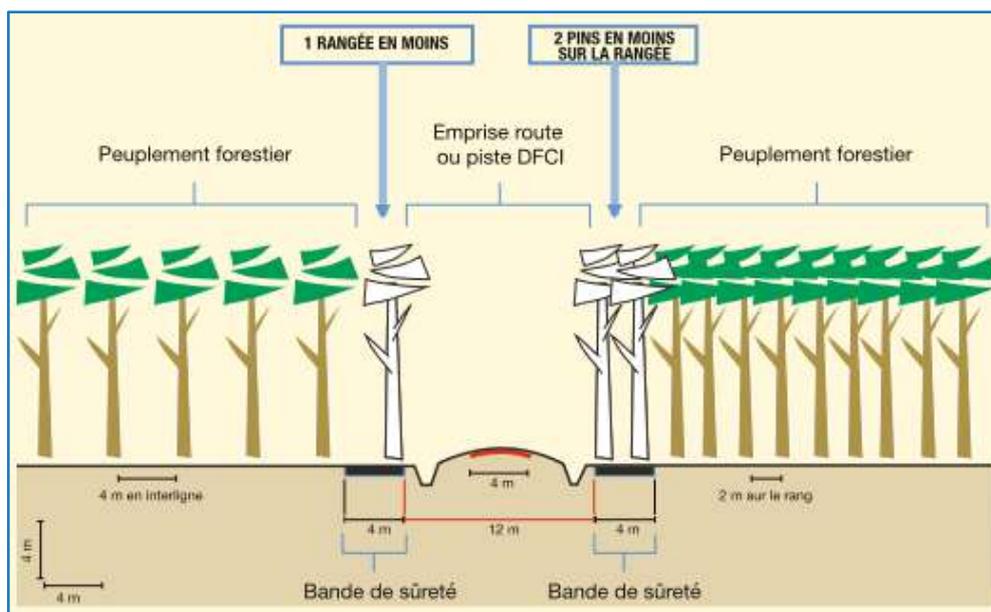
Les infrastructures et aménagements de DFCI concentrent les coupures de combustible au sein du massif forestier. Elles ont pour but de limiter les surfaces parcourues par le feu en cloisonnant le massif par un réseau d'ouvrages.

Ces coupures participent de la gestion du combustible qui est la clé de voute de la prévention de dégâts causés par les incendies de forêt (Rigolot, 2009). Dans ce rapport, nous les distinguons des coupures de combustibles ou pare-feux qui peuvent être réalisés à l'interface entre la forêt et d'autres usages du sol (cf. § 5.2.2)

Dans tous les cas, **en évitant de reboiser jusqu'aux limites de parcelles** en bordure de routes, fossés, pistes, le sylviculteur contribuera un **compartimentage**.

La DFCI Aquitaine préconise dans le guide Guide de Bonnes Pratiques face au risque feu (2016) de conserver un espace de 4 m entre toute infrastructure et le peuplement forestier (bandes débroussaillées de sécurité). Les arbres installés trop près des bordures devront être enlevés au moment des éclaircies. Cette bande doit faire l'objet d'un débroussaillage mécanique régulier.

En cas de présence de lisière feuillue, celle-ci devra être entretenue et permettre l'accès au peuplement.

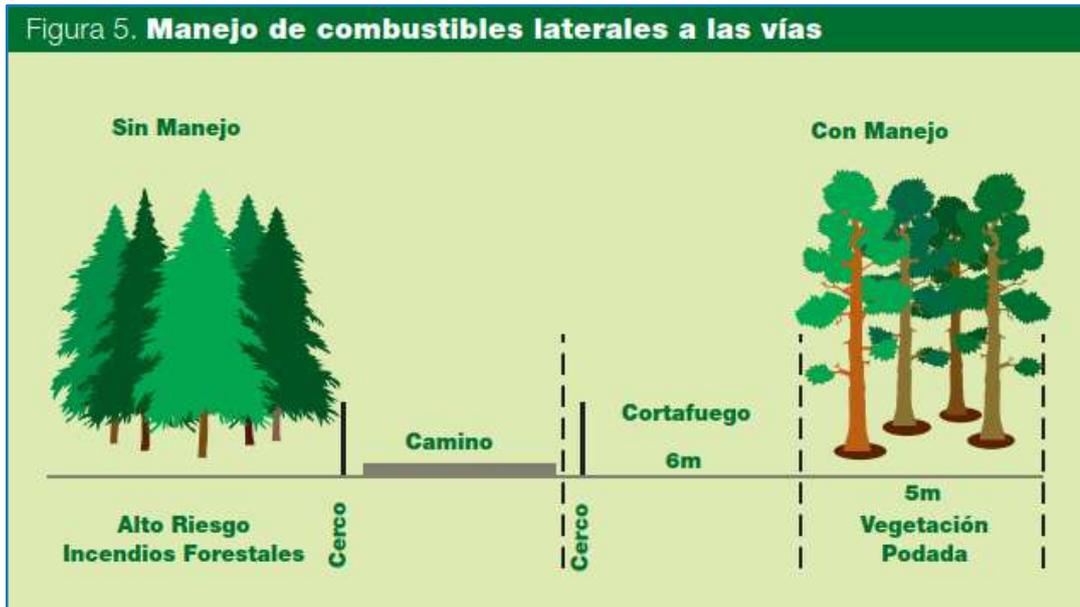


**Conserver 4 m de part et d'autre des pistes pour créer une coupe de combustible et sécuriser l'accès des moyens de lutte.**

**Source : Guide de Bonnes Pratiques face au risque feu (DFCI Aquitaine, 2016)**

Ce schéma peut être rapproché de celui préconisé par les forestiers chiliens (CONAF, Selvicultura preventiva, 2006).

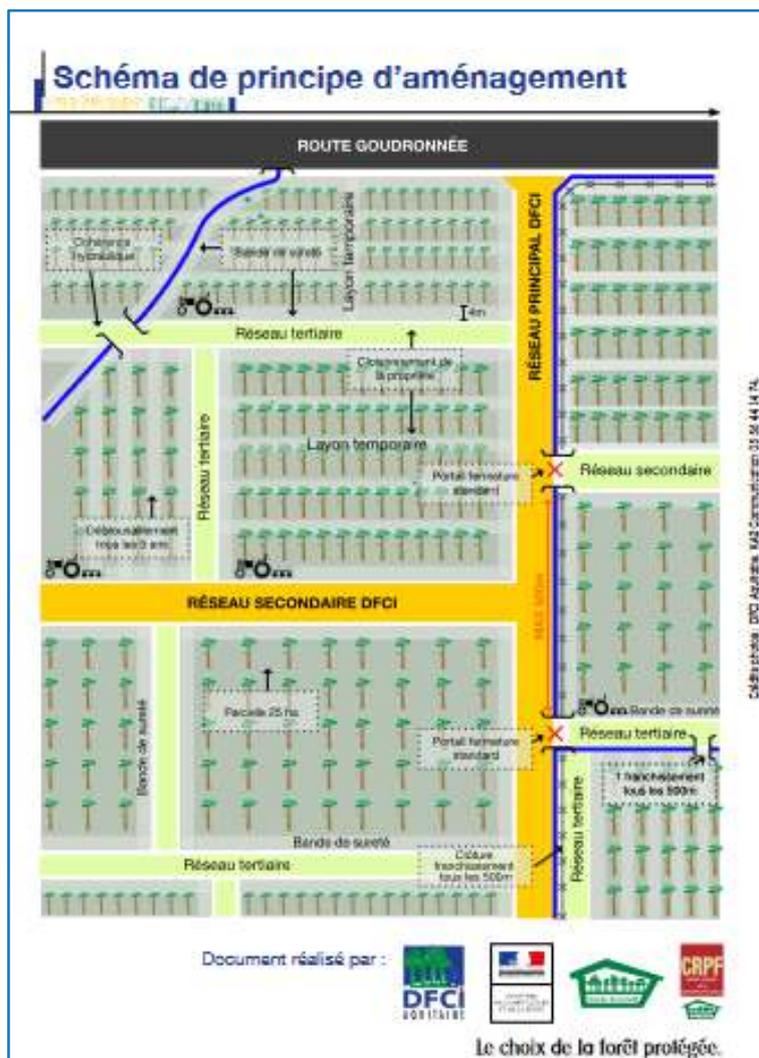
Figura 5. Manejo de combustibles laterales a las vías



Conservation d'une bande non plantée de 6 m à côté des pistes, complétée par une bande élaguée de 5 m.

Source : CONAF, Selvicultura preventiva, 2006

Selon le Guide de Bonnes Pratiques de la DFCI face au risque feu de forêt (2016), **les parcelles doivent être cloisonnées par des pistes en îlots de 25 ha maximum**. Cette densité de pistes facilite l'intervention des secours et l'accès aux parcelles (y compris pour les opérations sylvicoles).



L'équipement de la propriété forestière par un maillage suffisamment dense de pistes et de chemines.

Source : Guide de Bonnes Pratiques face au risque feu (DFCI Aquitaine, 2016)

#### 4.2.2. Qu'est-ce qu'une sylviculture préventive ou sylviculture d'incendie ?

On peut définir la **sylviculture préventive** comme l'ensemble des règles à inclure dans la sylviculture, dont la finalité est la réduction de la combustibilité des structures végétales en forêt, pour contrarier la progression du feu (Velez, 1990). Cela consiste à compléter les interventions sylvicoles traditionnelles par des mesures propres à rendre les peuplements moins sensibles au feu, qui contribuent à l'autoprotection (Rigolot et al, 2013).

Pour atteindre cet objectif, les opérations de gestion visent à gérer la masse de végétation potentiellement combustible en forêt, pour la diminuer. Elle est constituée par la litière, la végétation du sous-bois (herbacée et arbustive) et la végétation arborée. Différentes techniques peuvent être envisagées : débroussaillage manuel ou mécanique, brûlage dirigé, pâturage. Les conditions locales déterminent la faisabilité. **La réduction de la masse de combustible a un effet sur l'intensité du feu** (PNUE 2022).

Les opérations de gestion visent à créer des discontinuités dans le combustible présent en forêt. Celles-ci peuvent viser à ralentir la progression horizontale du feu (discontinuité horizontale) ou la

progression verticale (discontinuité verticale). Les éclaircies et les débroussailllements au sein du peuplement ou entre deux peuplements peuvent permettre de créer des discontinuités horizontales ; le débroussaillage et les élagages créent des discontinuités verticales.

Les discontinuités verticales limitent le **passage du feu dans les cimes des arbres**, qui est bien plus dommageable qu'un feu courant au sol et bien plus difficile à combattre. Les discontinuités horizontales permettent de limiter la progression du feu.

Il vaut mieux combiner les opérations, notamment d'éclaircie et de contrôle de la végétation (Prichard et al 2021).

La réduction de combustible et la création de discontinuités jouent sur la **vulnérabilité** du peuplement.

Elles ont un autre effet car elles permettent de faciliter **l'intervention des pompiers et en améliorent les conditions de sécurité** (PNUE 2022). Elles jouent donc sur la **défendabilité** de la forêt.

Les coupures de combustible ou de compartimentage relèvent de l'aménagement du territoire forestier et permettent de compléter les mesures de sylviculture préventive. C'est notamment vrai pour les peuplements en phase de reconstitution qui sont vulnérables (Rigolot et al. 2013), quelle que soit la méthode choisie.

Les différentes opérations pratiquées dans le massif des Landes de Gascogne et leurs effets sont détaillés ci-après. Le Plan Interdépartemental pour la Protection des Forêts Contre l'Incendie indique que l'activité professionnelle forestière doit être favorisée car elle contribue à la réduction de la masse de combustible et constitue un réseau de vigilance en période à risque (PDPFCI 2019).

#### 4.2.3. Gestion de la végétation du sous-bois

Le feu a besoin de combustible pour prospérer. La végétation du sous-bois dans les Landes de Gascogne est composée d'espèces inflammables (bruyères, molinie, ajonc, genêts, fougère aigle...). Les sols landais sont sensibles à la sécheresse (faible réserve utile) et une sécheresse un peu prolongée suffit à assécher cette végétation. Elle se convertit alors en une masse de combustible.

Il sera d'autant moins contrôlable :

- | que la végétation du sous-bois, herbacée et arbustive, est continue horizontalement (progression de parcelle à parcelle) et verticalement (passage du feu du sol à la cime)
- | que cette végétation est sèche.
- | que le vent est fort.

Le sylviculteur peut **limiter la végétation basse** par le débroussaillage mécanique (rouleau landais, gyrobroyeur ou broyeur forestier). Cette pratique fait partie intégrante de l'itinéraire classique du Pin maritime.

Une sylviculture préventive contre les incendies n'est *a priori* pas contradictoire avec une sylviculture dynamique contre le risque tempête (les tempêtes sont les principales causes de dégâts en volume, devant les incendies). Attention, les risques sont cumulatifs : les tempêtes et attaques parasitaires génèrent des surfaces de bois secs et de rémanents plus sensibles aux incendies.

L'entretien mécanique du sous-bois n'impacte pas la totalité de la parcelle. Il ne s'agit pas de détruire la végétation composant le sous-bois mais de contrôler cette végétation notamment dans le jeune âge (éviter le passage des flammes du sous-bois aux houppiers).

L'entretien mécanique du sous-bois est par ailleurs favorable à la croissance des espèces objectif du peuplement forestier.

Les **émissions de GES fossile liées aux opérations de sylviculture** sont considérées comme négligeables dans le label Bas-Carbone car elles sont évaluées à deux ordres de grandeur inférieurs aux séquestrations forestières : par exemple [10-20]kgCO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> de bois produit dans Gonzales-Garcia et al., 2016 ou encore à l'échelle macro où le CITEPA comptabilise 0,56 MtCO<sub>2</sub>/an d'émissions liées à la sylviculture, contre des séquestrations de [40-80]MtCO<sub>2</sub>/an suivant les sources.

#### 4.2.4. Les éclaircies

Les éclaircies apportent de la lumière au sol et peuvent favoriser le développement de strates basses. Elles produisent en outre des rémanents d'exploitation combustibles, qui mettent quelques temps à se dégrader et à disparaître.

Par contre elles diminuent la masse combustible globale et favorisent la croissance et la bonne santé des arbres (moins sensibles au stress hydrique qu'en peuplement dense) et espacent les houppiers limitant la propagation du feu de cime à cime dans des conditions de vent faible. Les éclaircies enlèvent également les tiges sèches, surcimées et de petit diamètre, plus inflammables (éclaircie par le bas).

Une solution de compromis est de maintenir le peuplement entrouvert éventuellement avec des débroussailllements complémentaires (tous les 5 ans par exemple) en cas d'envahissement par la végétation sur certaines stations, débroussailllements plus fréquents le long des pistes d'accès qui doivent être déboisées (sur 4 m de part et d'autre, cf. § 3.2.3) avec parfois conjointement broyage des rémanents.

Le déclenchement de la 1<sup>ère</sup> éclaircie au bon moment (sans retard, cf. Maugé) est un enjeu pour la rupture de la continuité horizontale.

Aujourd'hui sur le massif des Landes de Gascogne les sylviculteurs procèdent sauf exception (courte rotation sans éclaircie) à des éclaircies régulières (tous les 3 à 7 ans selon les stations) précédées en général d'un débroussailllement. Elles peuvent permettre d'ajuster le peuplement face aux recommandations de prise en compte du risque feux de forêt émises par la DFCI (distances par rapport aux accès).

#### 4.2.5. Les élagages

L'élagage est un investissement onéreux dont l'objectif est la production de bois sans nœud de qualité supérieure. Aujourd'hui, cette pratique est minoritaire sur le massif des Landes de Gascogne.

L'élagage pourrait être réalisé de façon plus systématique dans le but cette fois de limiter les feux de cime en élaguant toutes les tiges à 3 m minimum sur un plus grand nombre de peuplements, notamment dans les zones sensibles. Une subvention à l'élagage pourrait alors être incitative.

N'oublions pas cependant que l'élagage de branches sèches augmente temporairement la végétation combustible au sol.

Une alternative adaptée de la sylviculture chilienne (CONAF, 2016) serait de procéder à l'élagage sur une zone de 5 m en lisière des peuplements contigus à des infrastructures, dans l'objectif de limiter la masse combustible et le transfert des feux de la végétation de sous-bois aux cimes des arbres.

La mise en œuvre de cette pratique, même limitée à la frange des peuplements forestiers en bordure de route ou pistes, reste soumise à la disponibilité des entreprises, de la main d'œuvre et au coût de l'opération.

#### 4.2.6. Cas des peuplements adultes

La sylviculture landaise est caractérisée par des courtes révolutions (moins de 50 ans en général) pour différentes raisons : économiques (débouchés demandeurs de petits diamètres), structurels (fortes tempêtes de 1999 et 2009 ayant provoqué une réduction de l'offre), risques plus importants pour les peuplements hauts donc âgés (tempêtes). Cependant, vis-à-vis du risque incendie, les stades jeunes sont plus sensibles. On pourrait alors réfléchir au maintien de peuplements âgés (plus de 50 ans) à faible densité et élagués donc peu sensibles au feu qui, sans être des pare-feu, constitueraient des ruptures de combustibles au sein des propriétés, tout en continuant à produire du bois (type anciens peuplements gemmés). Cet itinéraire rejoint l'itinéraire « Haute qualité » défini dans l'étude GIP ECOFOR après tempête 2009 (Avenir du massif des Landes de Gascogne après la tempête Klaus, 2010).

#### 4.2.7. Influence du mode de traitement sur la sylviculture préventive.

Sur le Massif des Landes de Gascogne, la majorité des peuplements de Pin maritime est gérée en futaie régulière.

- I Sylviculture régulière. Le principe de la sylviculture régulière est de maintenir des parcelles juxtaposées d'âges gradués.
  - Les stades jeunes (arbres de moins de 10 m de haut) sont assimilables à une strate basse et donc sensibles au feu. Ceci d'autant plus que la plantation (ou le semis) sera mal entretenue, dense et embroussaillée.
  - Les stades adultes seront moins sensibles (rhytidome des pins épais, houppier haut), d'autant moins que la strate basse est réduite (naturellement par fermeture du couvert ou artificiellement par débroussaillage) et les branches basses sèches absentes (élagage naturel ou artificiel).

Une propriété comportant les différents stades pourra, dans l'idéal, en cas de feu « normal », perdre ses peuplements jeunes et conserver ses peuplements adultes. Les coupes rases, dans les Landes de Gascogne, peuvent former des coupures de combustible.

- I Sylviculture irrégulière. Ce mode de gestion consiste à conserver sur l'ensemble de la surface des arbres de tous âges et hauteurs. Il convient bien en particulier à des essences qui supportent un niveau d'ombrage plus ou moins important dans le jeune âge.

Les pins adultes, moins sensibles au risque incendie, sont régulièrement répartis au sein du peuplement. S'ils échappent au feu, ils peuvent servir de semencier pour assurer la reconstitution par régénération naturelle. Les strates basses et moyennes, constituées par les jeunes semis et perches, les pins d'âge intermédiaire et la végétation d'accompagnement sont elles aussi réparties au sein du peuplement. Elles sont plus sensibles au risque incendie (comme les jeunes stades de la futaie régulière) et constituent des « échelles à feu » qui favorisent la montée en cime des flammes.

Par ailleurs, la réalisation des débroussailllements mécaniques est limitée par l'organisation du peuplement. Il y a donc un risque de conserver une masse importante de combustible, qui peut augmenter l'intensité du feu.

Cette sylviculture présente certains avantages par ailleurs (régularité des revenus et des investissements ...). Elle se caractérise aussi par certaine homogénéité entre parcelles. Il est nécessaire d'y prévoir des ruptures régulières de combustibles (pare-feu) et renforcer les accès. Suffisamment équipée, la sylviculture irrégulière peut offrir des conditions d'accessibilité suffisante, notamment pour les pompiers.

L'incendie de forte intensité, dans ce type de peuplement, a pour conséquence de revenir à une structure régulière.

Elle est à différencier de la libre évolution (cas de la forêt de la Teste de Buch) qui présente un réel niveau de risque.

Les itinéraires décrits ci-dessus sont prévus dans le Schéma Régional de Gestion Sylvicoles (SRGS) Nouvelle-Aquitaine en cours de validation.

**A retenir n°13 : Piste d'adaptation à l'échelle de la propriété, sylviculture préventive.**

- Le type de sylviculture joue un rôle dans la prévention des feux « normaux » les plus fréquents, mais est insuffisante pour les « feux de grande ampleur » en conditions de sécheresse extrême, tout en conservant malgré tout un effet sur l'intensité du feu (PNUE, 2022).
- Aucune sylviculture n'a tous les avantages.
- L'investissement lié à la création et au maintien des pistes et fossés fait partie intégrante de la gestion forestière.
- Une gestion préventive contre les incendies peut contrarier la prévention d'autres risques - tempêtes, sécheresse, attaques phytosanitaires, dégâts de gibier ; elle interagit de façon variable avec les différentes fonctions de la forêt (production, environnementale, sociale).

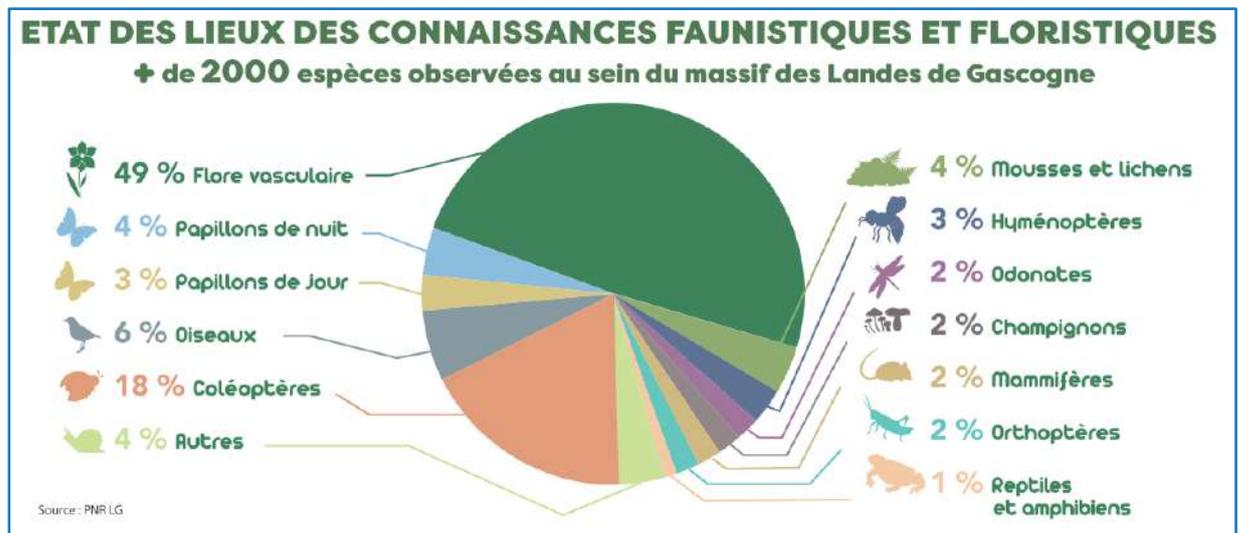
### 4.3. Sylviculture préventive et biodiversité. Peut-on les concilier ? Comment ?

#### 4.3.1. Une biodiversité spécifique reconnue : des enjeux forts

La diversification au sein des Landes de Gascogne est en lien étroit avec la préservation de la mosaïque forestière et de certains milieux associés à la forêt de production.

Ces milieux sont les habitats d'un grand nombre d'espèces faunistiques et floristique de la biodiversité ordinaire mais aussi patrimoniale.

A titre indicatif, le massif des Landes de Gascogne abrite une centaine d'espèces menacées (selon le référentiel de l'UICN) et plus de 200 espèces protégées.



Plus de 2000 espèces sont observées en forêt des Landes de Gascogne. Source : La Biodiversité de la forêt des Landes de Gascogne, SYSSO&PNR, 2022

Ces milieux sont en interaction avec les parcelles de forêt de production et donc avec la gestion forestière. Leur maintien revêt une importance particulière dans la préservation de la biodiversité et également dans l'intérêt des enjeux sylvicoles à propos des problématiques sanitaires, de résilience ou d'incendie. Lors des incendies de Gironde, les ripisylves ont pu jouer un rôle de « barrière » ou de « ralentisseur » en raison de la présence d'eau (hygrométrie plus élevée). Ces milieux favorables à la présence de feuillus sont concernés par les dispositifs évoqués dans la partie 2.3.

Le secteur incendié dit « de Landiras » se caractérise par une présence particulièrement importante de zones humides, tourbières ou landes tourbeuses et de lagunes.

#### Tourbières et zones humides

Leur présence s'explique par la saturation en eaux acides du substrat où se créent des conditions d'anoxie limitant la décomposition des végétaux. Le lent cumul de matière carbonée mal décomposée forme la tourbe. Les sols gorgés d'eau offrent une faible portance aux engins, ils sont sensibles aux perturbations hydrauliques du système par drainage, assèchement, ré-orientation des écoulements naturels ou surcreusement. Ces milieux sont impropres à la sylviculture du pin maritime.



**Tourbière. Crédit photo : Conseil Départemental des Landes**

Leur rôle d' « éponge » typique des zones humides présente un grand intérêt dans la gestion de l'eau et de leur engorgement optimal dépend le maintien des stocks de carbone accumulés dans la tourbe et l'équilibre durable de tout cet écosystème (enjeux flore et faune importants). L'activité forestière a jusqu'à présent permis le maintien de ces milieux dans le sud Gironde, qui contribuent à la diversification des milieux (mosaïque). Il est nécessaire de pérenniser cette prise en compte dans la gestion des travaux sylvicoles et hydrauliques, de valorisation ou de reconstitution à venir.

### Lagunes

Véritables **réservoirs de biodiversité**, les lagunes sont un atout pour le bon état phytosanitaire du massif forestier et pour garder un œil sur l'état des nappes phréatiques. Leur préservation est **compatible** avec la gestion forestière. La conservation de ces milieux ouverts ne concerne que des surfaces très limitées, impactant de façon marginale la sylviculture (milieux non propices à la production forestière). Les lagunes peuvent parfois fonctionner en réseau, c'est pourquoi il est important de tenir compte du paysage environnant dans la gestion sylvicole. Enfin, dans le cadre de la certification de gestion forestière durable PEFC et des agréments des plans simples de gestion, les pratiques en faveur de la conservation de ces milieux sont un critère important. L'intérêt de leur préservation et de leur restauration est désormais compris par les forestiers.



Lagune dans la mosaïque forestière.  
Crédit photo : Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne



Lagune du Gat Mort appartenant au Conseil Départemental de la Gironde. Elle est comprise dans l'incendie de Landiras en juillet 2022. Fin août la molinie reverdit.  
Crédit photo : A. Castro – CNPF Nouvelle-Aquitaine



**Même si la molinie reverdit, les touradons ont brûlé. L'impact est négatif sur les pontes du fadet des laïches, papillon emblématique de la forêt des Landes de Gascogne.**  
Crédit photo : A. Castro – CNPF Nouvelle-Aquitaine

Près d'une vingtaine d'espèces floristiques protégées ou menacées peuvent être retrouvées au sein des lagunes. Elles constituent également un réel refuge, une zone de reproduction et d'alimentation pour la faune locale. Ce sont des milieux particulièrement appréciés des odonates (plus de 50 espèces recensées, représentant plus de 60% des espèces d'odonates de France métropolitaine observées).



**Leucorrhine à front blanc, une des espèces d'odonates présente en forêt des Landes de Gascogne**  
Crédit photo : Inventaire National du Patrimoine Naturel

Les incendies de 2022 ont fortement impacté le site Natura 2000 des lagunes de Saint-Magne et de Louchats, qui regroupe environ 250 lagunes. Les problématiques liées à la conservation de ces milieux devront être prises en compte au moment du reboisement des parcelles sinistrées en vue d'une éventuelle restauration écologique qui dépasse le cadre forestier. L'exemple de la clause

diversification du plan Klaus couplé au programme « lagunes » du Conseil Départemental des Landes pourra être un exemple à reprendre.

Le site Natura 2000 du Réseau Hydrographique du Gat Mort et du Saucat, dans sa partie amont, ainsi que celui du Domaine Départemental d'Hostens, ont été également impactés. Ils hébergent aussi une majorité de landes humides.

### Pistes et Fossés

Les pare-feux et bords de piste (ainsi que les emprises du réseau de ligne électrique ou de gaz) permettent la présence de milieux constamment ouverts au sein du massif. Leur organisation spatiale en fait des corridors indispensables aux continuités écologiques (trames vertes et bleues) et cela sur de grandes surfaces.

Ces espaces constituent des milieux de substitution majeurs pour de nombreuses espèces floristiques caractéristiques des pelouses, prairies et landes, comme la Trompette de méduse, la Romulée à bulbe, la bruyère ciliée ou l'Halimium faux Alysson. Ils constituent également un habitat pour de nombreuses espèces faunistiques, parfois à enjeux fort, notamment pour les papillons de jour qui y trouvent des corridors de déplacement, des zones d'alimentation, voire des habitats de reproduction. Citons le cortège des espèces liées à la molinie que sont le Fadet des Laïches, le Miroir et le Grand Nègre des bois.



**Fadet des laïches (crédit photo L.O. Delebecque – CRPF)**

Les aspects les plus landicoles des pare-feux sont favorables à la Fauvette pitchou et à l'Engoulevent d'Europe, deux espèces du massif des Landes de Gascogne à enjeu fort. Ces milieux constituent également un terrain de chasse pour le Circaète Jean-le-Blanc qui y trouve quantité de reptiles, ou la Barbastelle d'Europe qui profite des effets de lisières.



Nichée d'Engoulevent d'Europe (crédit photo Anthony Cubaynes @ CNPF)

Les pare-feux et les bords de pistes sont des milieux associés aux parcelles de production de pin maritime, en lien directe avec la gestion forestière. Les pare-feux ont été créés dans le cadre de la prévention face au risque incendie, notamment suites aux grand incendies des années 1940. Ils permettent une discontinuité dans le massif forestier en créant des ruptures de combustible destinées à freiner la propagation du feu. Les pistes permettent une bonne accessibilité aux parcelles pour la gestion et l'exploitation forestière et pour les interventions des services de lutte contre l'incendie. Les enjeux de sécurité liés à ces milieux interstitiels sont incontournables.

Les fossés forestiers ont été généralisés dans le massif après la loi de 1857 sur l'assainissement et la mise en culture des Landes de Gascogne. Ce sont des dépressions linéaires de profondeur variable (habituellement entre 20 cm et 1,5 m mais, suivant la microtopographie, un fossé de 20 cm de profondeur peut suffire à évacuer l'excès d'eau : trait d'évacuation) que l'on retrouve en bordure de parcelles ou le long des pistes et chemins forestiers. Leur rôle principal est de réguler le niveau de la nappe superficielle en hiver. Ce rôle est essentiel pour garantir l'accessibilité des pistes lors de la période à risque d'incendie du printemps.

Ils constituent des milieux de substitution et des corridors pour la flore et la faune et participent ainsi aux continuités écologiques du massif. Ils constituent un habitat (parfois de substitution) pour différentes espèces, dont certaines d'intérêt patrimonial, qui trouvent sur leurs bords végétalisés ou sur leurs pentes douces des conditions d'humidité nécessaires à leur développement. On recense des espèces végétales typiques de milieux tourbeux ou des herbiers aquatiques pouvant abriter amphibiens, et odonates. La gestion des fossés a fait l'objet de nombreux échanges et travaux entre les différentes structures compétentes au regard de son impact sur la ressource en eau et le fonctionnement hydraulique des bassins versants. Cette gestion à l'échelle du massif reste compatible avec le maintien de la biodiversité dans les fossés.



Fossé et herbier associé, Crédit photo : B. Bodennec – DFCI 40

### Ripisylves

Elles constituent une zone de transition entre les espaces dédiés à la production et les cours d'eau et correspondent à une bande boisée de largeur variable en fonction du lit majeur du cours d'eau qu'elles bordent. Elles sont un enjeu majeur dans la qualité et la régulation des eaux, le maintien des berges, la régulation des amplitudes de température, la mobilisation des sédiments. Elles constituent des habitats pour la biodiversité et des corridors écologiques importants du territoire. Dans les Landes de Gascogne les ripisylves sont très souvent classées en site Natura 2000.

Il faut noter que sur les secteurs des feux hors normes de 2022, les ripisylves sont rares car le réseau hydrographique est lui-même peu dense (zone dunaire et secteur de lande humide). Cependant la ripisylve de l'Eyre a joué un rôle dans la contention à l'ouest de l'incendie de Landiras 2 sur Belin Beliet, qui a sauté celle de son affluent le ruisseau de Bouron au sud de Joué.

Le site Natura 2000 des Vallées de la Leyre a été impacté modérément par cet incendie.

On note qu'un cinquième site Natura 2000 a été très impacté par les incendies de 2022. Il s'agit du site des Forêts Dunaires de la Teste de Buch, caractérisé par des formations mixtes de pin maritime et de chêne dont la plupart sont des habitats d'intérêt communautaire.



### Ripisylves, Forêt des Landes de Gascogne

*Crédit photo : L.O. Delebecque - CNPF Nouvelle-Aquitaine*

Le maintien des ripisylves lors des opérations de sylviculture participe efficacement à la diversité des structures dans les peuplements forestiers et à la préservation d'espèces forestières souvent exigeantes. Cette préservation contribue également à l'entretien de la mosaïque de milieux et présente un intérêt en terme de résilience, intérêt que les sylviculteurs des Landes de Gascogne n'ignorent pas.

#### 4.3.2. Concilier les enjeux de biodiversité et les opérations de prévention des incendies de forêt

Lorsque l'on considère les opérations recommandées et nécessaires pour la gestion du risque à l'échelle de la propriété forestière, par la sylviculture préventive, il faut se poser la question des interactions entre ces actions avec d'autres enjeux.

Les enjeux principaux pour la conservation de la biodiversité ont été exposés ci-avant. On peut identifier trois champs d'interaction avec les opérations de réduction de la vulnérabilité et d'amélioration de la défendabilité de la forêt des Landes de Gascogne.

##### **| Maintien des zones humides et réfection des infrastructures (fossés et pistes)**

Dans les landes humides, la régulation de la hauteur de nappe est un enjeu pour la pénétrabilité des moyens de lutte en forêt mais aussi pour la reconstitution de la forêt. L'enneigement prolongé du système racinaire conduit à une asphyxie des arbres. Les pistes imparfaitement équipées de fossés ne sont pas praticables pour les engins de lutte. Pour autant, l'assainissement forestier peut être adapté pour limiter l'impact dans les milieux sensibles comme les lagunes. La profondeur et la pente des fossés sont deux paramètres importants, ainsi que l'emplacement des ouvrages. Après la tempête Klaus, une fiche technique avait été éditée sur l'assainissement (Mémento, 2010), des règles fixées dans l'attribution des aides (pas de fossés à moins de 40 m d'une lagune). Par ailleurs, la coopération avec le Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne, structure animatrice du site des Lagunes de Saint Magne et Louchats pourra permettre de mieux identifier les enjeux localement.

Les infrastructures de DFCI sont régulièrement concernées par des procédures de déclaration ou d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Une bonne compréhension mutuelle des enjeux est nécessaire. Le travail de concertation mené avec les services de la Police de l'Eau depuis plusieurs années permet cela.

Dans la création de coupures de combustible, le changement d'usage du sol peut être envisagé (vers l'agriculture ou les centrales photovoltaïques, par exemple). Ces implantations entraînent elles aussi la création de réseaux hydrauliques. Les objectifs sont différents de ceux des réseaux forestiers. Si des dossiers de défrichement devaient être instruits, il faut prendre en compte que la modification d'un réseau de fossé en amont a des impacts sur tout le réseau aval auquel il est connecté, avec des risques de surcreusement.

##### **| Débroussaillage et interaction avec la flore et faune**

La maîtrise de la végétation du sous-bois, c'est-à-dire du combustible et en particulier du combustible fin très inflammable lorsqu'il est sec, est un enjeu relevé par le PIDPFCI, et plus généralement dans la littérature scientifique et technique disponible. Cela concerne aussi bien les peuplements forestiers que les bords de route, de piste, les coupures de combustible, certains milieux naturels et les obligations légales de débroussaillage. L'intensité et la fréquence des interventions est différente suivant l'objectif des travaux. Le compartimentage par les pistes et les coupures de combustibles créent et maintiennent des milieux ouverts.

Deux techniques sont employées. Le débroussaillage mécanique est le plus employé avec diverses techniques (rouleau landais, gyrobroyeur, broyeur forestier). Le brûlage dirigé est aussi employé dans les milieux naturels ou les camps militaires, parfois (mais rarement) complété par du pâturage ovin ou bovin. La période la plus pertinente pour le débroussaillage mécanique de protection contre l'incendie remplit les conditions suivantes : il faut pouvoir entrer sur les parcelles (sol portant), intervenir avant la période à risque estivale et limiter le plus durablement possible la croissance de la végétation (la fougère aigle et la molinie sont plus

difficiles à contrôler que les ligneux et doivent être débroussaillées après la repousse de la végétation). La période la plus favorable est donc la fin du printemps. Pour les débroussailllements forestiers, la fréquence moyenne recommandée est d'un passage tous les 5 ans. La fréquence varie en fonction de l'âge du peuplement et du développement de la végétation du sous-bois. Le coût est aussi un facteur. Pour les coupures de combustible et les OLD, la fréquence peut être supérieure, de même que l'intensité, car 'objectif est d'obtenir une végétation rase. Il y a donc potentiellement un risque pour les espèces nichant au sol. Les effets sur la flore ont fait l'objet de quelques publications scientifiques ou techniques. Timbal et Maizeret (1999) notent que « *l'ensemencement en pins de parcelles de landes et les travaux sylvicoles qui suivent réduisent la diversité floristique de ces landes en éliminant les espèces à faible pouvoir disséminateur et en favorisant, au contraire, les espèces sociales à multiplication végétative et/ou à fort pouvoir de dissémination de semences (Molinie, Avoine de Thore, Callune, Ajoncs, Bruyère à balais, Bruyère cendrée...)* ». Les incendies favorisent aussi certaines espèces, surtout s'ils sont répétés. Ils précisent toutefois « *qu'il est parfois difficile de dire si une espèce s'est raréfiée du fait de l'activité sylvicole ou si elle était déjà rare (par marginalité écologique et/ou chorologique) avant la création de la forêt landaise de Pin maritime.* ».

Les coupures de combustible boisées (de feuillus et/ou résineux) avec des arbres espacés et un sous-bois entretenu régulièrement peuvent constituer des zones semi-ouvertes. Elles sont débroussaillées régulièrement.

Il faut toutefois tenir compte du fait que les opérations sont menées de façon assez dispersée et non synchronisées dans le temps sur un territoire très vaste et peu fragmenté.

La DREAL Nouvelle-Aquitaine coordonne un groupe de travail sur l'évaluation de l'impact des incendies de 2022 sur la biodiversité (travail en cours). Il pourra apporter des éclairages sur ces interactions. Par ailleurs, le CNPF collabore régulièrement avec différents organismes (PNR, Conservatoire des Espaces Naturels, Conseil Départemental des Landes, Syndicats de bassins versants...).

#### A retenir n°14 : Concilier les enjeux de biodiversité et les opérations de prévention des incendies

Les principales interactions concernent la conservation des zones humides, des cours d'eau et la périodicité, intensité et date de réalisation des débroussailllements. Les données d'entrées de ces questions commencent à être connues. Certaines réponses ont déjà pu être travaillées pour les zones humides. Le travail en collaboration entre CNPF, acteurs de la forêt privée et publiques et structures de de la protection de l'environnement permet l'amélioration de la connaissance et le dialogue.

#### 4.4. La gestion de la mosaïque forestière

La forêt des Landes de Gascogne présente une certaine homogénéité, due en grande partie aux conditions pédoclimatiques contraignantes qui limitent le choix des essences de production (voir § 1 et 2).

À l'échelle paysagère, l'organisation spatiale, la diversité des habitats forestiers et la diversité des modes de gestion sylvicole, imbriqués avec d'autres habitats forment une **mosaïque** qui, selon les exigences écologiques et la mobilité de chaque espèce, favorise des communautés végétales,

fongiques et animales plus ou moins riches et diversifiées (SRB 2021). Cet effet de mosaïque forestière s'exprime dans la vaste étendue du massif landais.

La matrice forestière des Landes de Gascogne intègre **divers habitats non forestiers** (airiaux, landes, lagunes, cours d'eau...) et des **habitats associés aux divers stades des cycles sylvoles** qui favorisent des espèces non strictement inféodées aux forêts comme le Fadet des laïches et la Fauvette pitchou. Des **boisements naturels de feuillus**, d'une grande richesse écologique, sont localisés dans les vallées (forêt-galerie de la Leyre par exemple) et sur le littoral. Ce massif est l'une des plus **vastes entités peu fragmentées** du territoire français, néanmoins il présente des discontinuités écologiques pour les espèces à faible capacité de dispersion (SRB, 2021)

Sans préjuger d'idées et de solutions qui pourraient être trouvées dans l'avenir, les sylviculteurs s'orientent aujourd'hui de plus en plus vers la **diversification** (des essences, des sylvicultures...) afin de se rapprocher de ce qu'on pourrait appeler une « **mosaïque forestière** ».

Retenons quelques principes :

- | Alternier les parcelles de différents âges, hauteurs, essences, sylvicultures. Ceci présente une difficulté dans un massif où les tempêtes de 1999 puis 2009 et maintenant les feux « hors norme » de 2022 ont régularisé les peuplements. Elles ont entraîné des reconstitutions de grandes surfaces sur des temps courts. Maintenir des peuplements matures et en parallèle autoriser des coupes anticipées pour diversifier les âges des peuplements contigus est un moyen d'y parvenir.  
Préserver les lisières, corridors, ripisylves, milieux interstitiels (tourbières, mares...) réservoirs de biodiversité et de parasitoïdes prédateurs des parasites (cf. Parties 2.3 et 3.3). Adapter dans le cadre de dossier d'aide de l'Etat ou des collectivités la clause diversification telle qu'elle a été mise en œuvre après la tempête 2009.
- | Diminuer la surface des parcelles d'un seul tenant : les dégâts seront alors plus limités si la parcelle est sensible. Le redécoupage éventuel de grandes parcelles doit se faire en prenant en compte les variations stationnelles. Suivant le Plan Général Simplifié de Desserte de Gironde (PGSD Gironde, 2013), 53% du massif forestier est découpé en massifs de moins de 50 ha et plus de 20% est constitué d'îlots de plus de 100 ha.
- | Renforcer les massifs résineux avec des feuillus : îlots, bandes en lisière... Si les feuillus ne protègent pas forcément du feu, ils renforcent la biodiversité globale du massif ce qui est un atout face aux insectes ravageurs (processionnaire dans le jeune âge des pins, scolytes...). Il faut cependant au bon entretien de ces espaces, que ne doivent pas être un obstacle à la pénétration en forêt pour la lutte sur feu naissant et à la sensibilité des espèces feuillues à la sécheresse. La question du niveau et du coût d'entretien se pose.



La mosaïque forestière au sein du massif forestier des Landes de Gascogne : une vision fonctionnelle au travers de quelques exemples.

Sources : CPFA, Atlas Départemental des Paysages du Lot et Garonne, Observatoire Fauna – Traitement CBPF Nouvelle-Aquitaine

L'ensemble de ces préconisations devrait continuer à favoriser la biodiversité du massif tout en ayant un effet sur la diversité des paysages. La mosaïque peut participer du compartimentage de la forêt vis-à-vis du risque incendie. Les infrastructures DFCI, notamment les pistes, en font partie.

#### A retenir n°15 : Gérer la mosaïque forestière

Le massif des Landes de Gascogne est un espace peu artificialisé et peu fragmenté. La matrice forestière des forêts de pin s'intègre dans une mosaïque forestière associant milieux ouverts, peuplements forestiers feuillus et différents stades du cycle sylvicole.

La mosaïque forestière permet l'accueil d'une faune et d'une flore diversifiée.

La gestion forestière tient compte, de plus en plus, de cette dynamique à l'échelle du territoire forestier qui peut participer du compartimentage du massif.

## 5. Au-delà de la propriété : le risque d'incendie de forêt géré à l'échelle du territoire.

Cette question doit être posée car elle est essentielle pour la protection de la forêt nouvellement créée : gestion intégrée du risque.

### 5.1. La place de la forêt dans le territoire

Entre 2000 et 2020, la forêt sur les départements de Gironde, des Landes, et du Lot et Garonne a régressé de 20 000 ha.

La fragmentation du massif diminue les services écosystémiques associés aux forêts.

La réduction des surfaces dédiées à la production de bois fragilise par ailleurs l'approvisionnement de la filière (Annexe 3/étude ressource FCBA).

L'augmentation des zones dédiées à la production d'énergie renouvelable (panneaux photovoltaïques) doit être mesurée. Le niveau de risque est augmenté en périphérie de ces installations et lorsque ces dernières ne sont pas débroussaillées à sable blanc. La lutte contre l'incendie mis en œuvre par le SDIS y est par ailleurs complexifiée par la présence de réseau électrique (exemple de l'incendie de Magescq en 2022).

Par ailleurs, les zones concernées par les incendies de l'été 2022, Landiras et Saumos, sont situées majoritairement en zone humide ou très humide. Dans ces zones, la conversion même localisée de forêt en surface agricole nécessiterait la mise en place d'un réseau de drainage profond. Ceci n'est pas compatible avec les enjeux de conservation des zones humides (objectif communautaire) et celui de conservation de la qualité des eaux. Par ailleurs, lors des périodes de sécheresse précédentes, des dépérissements de Pin maritime à proximité des grands fossés agricoles ont été constatés.

## 5.2. La gestion des interfaces existantes entre la forêt et les autres usages : un facteur clé

Les principales interfaces sont : zones habitées, infrastructures : autoroutes, route nationale, ligne de gaz, voies ferrées, zones agricoles, centrales photovoltaïques... Elles ne présentent pas toutes le même niveau de risque.

La Gironde est le département où la population croît le plus chaque année. Une augmentation de 1,2% par an contre 0,4% pour la moyenne nationale (INSEE 2013 2018). Soit une augmentation de plus de 20 000 habitants/an.

Dans ces conditions, le linéaire d'interfaces forêt-habitation s'accroît, et la pression des usagers sur la forêt ne peut qu'augmenter. Or, 94% des départs de feu sont d'origine humaine (DFCI Aquitaine). En 30 ans, le facteur qui a sans doute le plus évolué est l'augmentation de la population. La population des territoires concernés par une structure de DFCI a augmenté de 45% alors que la moyenne nationale était de +15% (source INSEE 1982-2010). Sur ce territoire, la population en hiver atteint maintenant quasiment 1 million d'habitants, avec en plus un fort étalement urbain et une très forte fréquentation touristique. La disparité entre les départements reste forte, mais l'ensemble se densifie (AG DFCI, 2022). Ce constat complète une analyse similaire en 2019 : « *Le nombre d'habitations et d'entreprises en interface forêt-habitation a beaucoup augmenté en Dordogne, Gironde et Landes ces dernières années. L'Aquitaine est la 1ère région française en termes d'évolution des surfaces artificialisées entre 2009 et 2011, l'évolution concernant près de 5 300 ha (source MEDDE, SOeS, Cerema, DGALN). Notre territoire est très attractif, il faut veiller à maintenir les conditions de protection de la forêt face à ces évolutions.* »

Selon Bouisset (2022), 80% des incendies se déclenchent à moins de 50 m des habitations ; L'urbanisation contribue à une aggravation du risque feu en générant d'avantage d'activités à proximité ou dans les forêts. Selon l'INSEE, en Aquitaine, un habitant sur deux vit dans une zone peu dense et ce sont ces zones qui ont la plus grande croissance démographique. L'urbanisation s'est développée autour des bourgs, dans des hameaux isolés, le long des voies de communication et génère la multiplication des zones de contact entre habitat et forêt.

Cet enjeu est par ailleurs identifié par la DFCI Aquitaine. En 2019, dans son rapport moral son Président indique que l'« effet rupture auquel nous pourrions être confrontés réside dans la conjonction d'accidents climatiques de plus en plus fréquents et une augmentation considérable

des populations ». Dans son rapport moral en 2021, il annonce : « L'incendie de la Forêt de Chiberta à Anglet le 31 juillet 2021 a détruit 165 ha. C'est un incendie symptomatique d'un départ de feu en zone périurbaine. Cette forêt est entourée d'habitations. Sur ce sinistre des maisons ont été détruites. Les habitants ont perdu une forêt emblématique sur le plan des loisirs, sur le plan culturel. (...). Nous sommes tous confrontés à des zones habitées en bord de forêt. ».

Les Plans de Prévention des Risques Incendie de Forêt permettent de limiter l'exposition aux risques des personnes et des biens. Ils ont pour objectif principal d'établir une cartographie des zones à risques et de réglementer notamment en interdisant les nouvelles implantations humaines dans les zones les plus dangereuses en les limitant dans les autres zones et en prescrivant des mesures pour réduire la vulnérabilité des installations et constructions, y compris pour celles existantes. Aujourd'hui, en Gironde 13 PPRiF sont en vigueur sur les communes suivantes : Grayan et l'hôpital, Naujac sur Mer, Saint Laurent Médoc, Saint Médard en Jalle, Lacanau, Carcans, Hourtin, Lanton, Biganos, Andernos les Bains, Martignas sur Jalle, Saint Jean d'Illac et Vensac. Sur ces 13 PPRIF, un seul est en cours de révision et concerne la commune de Saint Jean d'Illac (PPFCI). Selon la DFCI, il y a un enjeu à réviser ces documents et à aider les maires à faire respecter le droit du sol.

### 5.2.1. Les Obligations Légales de Débroussaillage (OLD) : des marges de progression considérables

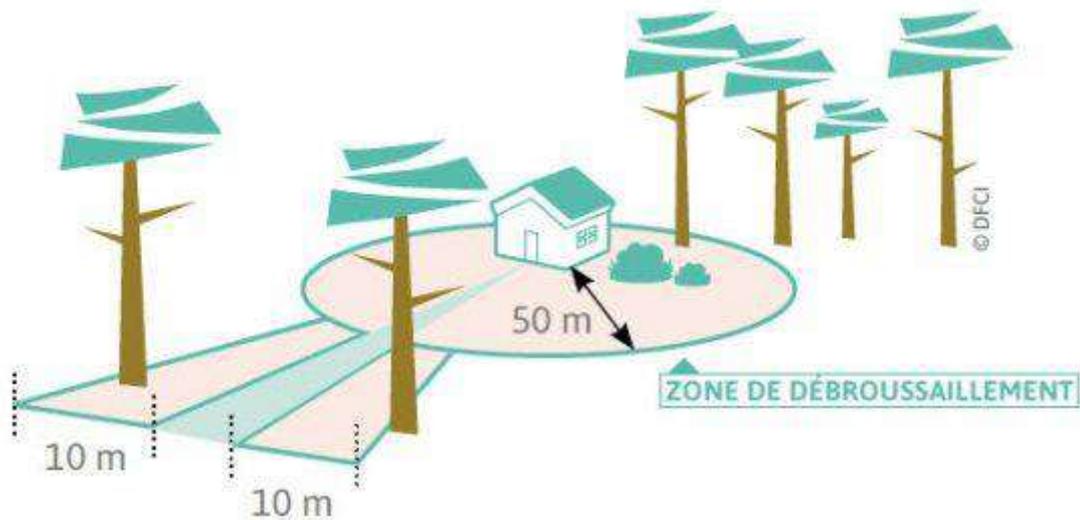
L'article L131-10 du code forestier entend par débroussaillage, les opérations de réduction des combustibles végétaux de toute nature dans le but de diminuer l'intensité et de limiter la propagation des incendies. Ces opérations assurent une rupture suffisante de la continuité du couvert végétal. Elles peuvent comprendre l'élagage des sujets maintenus et l'élimination des rémanents de coupes.

La DFCI Aquitaine indique par ailleurs :

- Le débroussaillage incombe à celui qui crée le risque : tout propriétaire, ou son ayant-droit (locataire), de constructions, chantiers ou installations de toute nature, sans tenir compte des limites de propriété. Le débroussaillage doit être effectué y compris sur les terrains voisins après en avoir informé leurs propriétaires. Ceux-ci ne peuvent s'y opposer.

Pour les terrains situés à moins de 200 m des bois et forêts, l'obligation de débroussailler s'applique sur :

- 50 m aux abords des constructions,
- 10 m de part et d'autre des voies privées d'accès aux constructions,
- La totalité de la parcelle des terrains en zone urbaine.



**Le débroussaillage une obligation qui vous protège, plaquette d'information Grand Publique.**  
Source : DFCI Aquitaine, 2020

Ainsi, cette obligation légale de débroussaillage reste du ressort des habitants des maisons et non du propriétaire forestier voisin.

Les surfaces concernées par les OLD font partie des coupures de combustible. Elles ont un double rôle car elles protègent les maisons du feu arrivant depuis la forêt mais aussi la forêt du départ de feu partant de la maison (barbecue ou mégot mal éteint, déchets vert brûlés malgré les interdictions). **La strate arbustive doit être éliminée mais il est recommandé de conserver la strate arborée élaguée et éclaircie.** Ces coupures de combustibles peuvent être boisées en résineux ou en feuillus, tant que l'entretien du sous-bois est réalisé et les arbres élagués et éclaircis.

Selon le dernier rapport du Sénat (2022), son taux de réalisation serait seulement de 30%. Ce chiffre est sans doute surestimé. Cependant, une analyse plus fine à l'échelle du massif ou des départements concernés reste à faire.

Dans un territoire aussi boisé que les Landes de Gascogne, la mise en œuvre des OLD pose des problèmes pratiques de technicité des interventions, de superpositions des secteurs incombant à chaque riverain... et de coût pour les collectivités territoriales responsables d'infrastructures. Pour autant, il s'agit d'une action absolument incontournable pour limiter le risque qu'un départ de feu se propage à un peuplement forestier et améliorer l'autoprotection des constructions et infrastructures sensibles (réduction des enjeux). Ces enjeux mobilisent beaucoup de moyens de lutte s'ils ne sont pas suffisamment mis en sécurité.

Les efforts de communication concernant ces obligations doivent être poursuivis et amplifiés à tous les niveaux : *Le débroussaillage est une obligation qui vous protège (DFCI Aquitaine).*

### 5.2.2. Les pare-feu : quelle efficacité ?

Les pare-feu sont des zones **permanentes** non boisées, entretenues régulièrement à sable blanc. Ils peuvent être installés (et le sont déjà dans certains cas) autour :

- des zones à risque (camps militaires, ligne EDF, de gaz...) : beaucoup sont déjà identifiées et certaines font déjà l'objet d'une gestion adaptée.

- des zones à risque mais aussi à protéger : villages, hameaux, infrastructures...

Ils servent à éviter la propagation du feu, depuis la source de risque vers la forêt (camps militaires, lignes de chemin de fer).

Il s'agit d'un enjeu d'aménagement du territoire et non de gestion forestière.

Dans les conditions de sécheresses estivales propres au massif landais, le pare-feu doit être dénudé de toute végétation pour être efficace. Un tapis herbacé desséché suffit à propager le feu. Les zones de compensation environnementale, qui visent à la restauration de landes ne peuvent donc pas être considérées comme des pare-feux.

L'entretien se fait mécaniquement et le coût d'entretien est important du fait de la fréquence et de l'intensité des passages.

Il faut les différencier des **bandes débroussaillées de sécurité** liées au compartimentage du massif forestier (pistes, fossés, limites de parcelles - cf. § 3.2.3). Celles-ci procurent une discontinuité des houppiers ainsi que des voies de pénétration pour la lutte au sol sur feu naissant. Elles ne sont pas entretenues « à sable blanc » et ne permettent pas d'arrêter un incendie qui a déjà pris de l'ampleur. Certains peuvent servir de « zones d'appui » (cf. § 4.2.3)

L'idée d'entretien par pâturage de ces espaces est difficile à mettre en œuvre à grande échelle du fait de la faible valeur fourragère des espèces du sous-bois. Des essais avaient été réalisés dans les années 70 par la Compagnie d'Aménagement des Landes de Gascogne avec des résultats très décevants (problèmes sanitaires dans les landes humides, carences, obligation de compléter la ration, etc...). Ponctuellement, il existe toutefois des troupeaux et un savoir-faire.

De la même manière l'idée d'un entretien de ces espaces par feux contrôlés est compliquée à mettre en œuvre sur de petites largeurs et grandes longueurs. Elle a pourtant été réalisée par le passé et requiert des conditions de végétation maîtrisée et une forte technicité. Il faut donc des personnes formées et encadrées.

### 5.2.3. Les zones d'appui : procurer des espaces sécurisés pour appuyer la lutte au sol en cas de départ de feu ou d'incendie.

Ces zones d'appui sont pré-existantes ou réalisées en phase de lutte contre l'incendie. Leur localisation dépend de la direction et de la vitesse d'évolution du feu. Leurs caractéristiques (position, largeur, longueur) dépendent de la décision de la préfecture sur conseil du SDIS.

Il n'y a pas ou peu de bibliographie sur cette technique, mise en œuvre très exceptionnellement.

Le premier retour d'expérience permet de conclure à la nécessité de formaliser cette procédure d'urgence, pour en faciliter la réalisation lorsqu'elle devient nécessaire dans les phases de lutte active et en renforcer l'acceptabilité : coordination des efforts entre les différents acteurs (la DFCI a localement une double expertise forestière et incendie), mobilisation des moyens d'exploitation, évacuation des bois, répartition des coûts et financements, remise en état des parcelles et accès, indemnisation des pertes pour les propriétaires concernés.

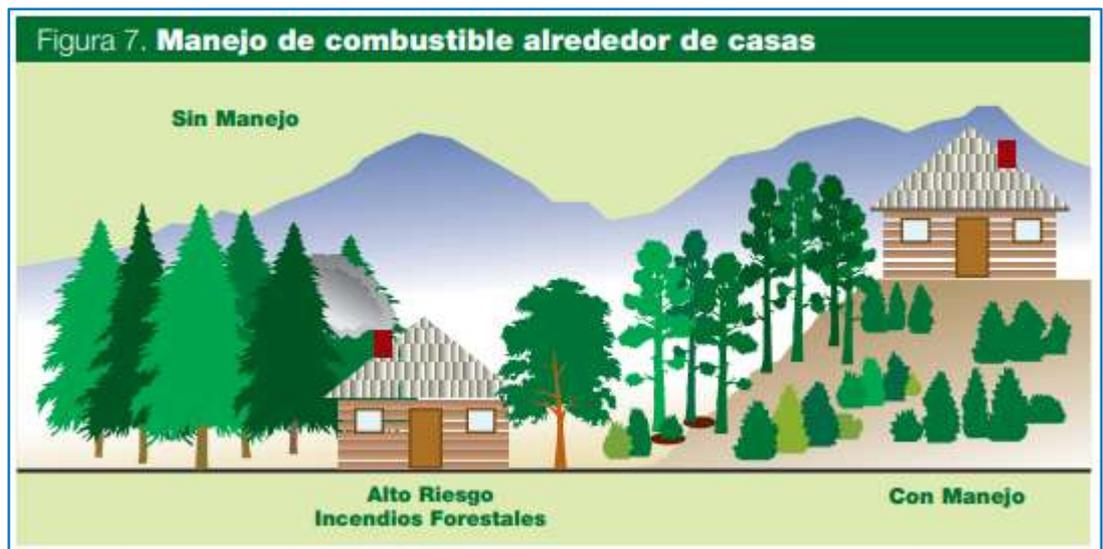
Ces zones d'appui ont vocation à être reboisées. Certaines, positionnées stratégiquement, pourraient être transformées en pare-feu. Dans ce cas, il faut réfléchir au dédommagement des propriétaires concernés et à l'entretien de ces zones (lien avec les OLD).

#### 5.2.4. Gestion intégrée du risque : la sensibilisation des habitants du territoire au risque incendie.

La prévention intègre la sensibilisation des habitants, de l'environnement bâti, à la notion de risque (PNUE 2022). Ces actions permettent de modifier la perception du risque par les habitants pour modifier les comportements individuels ou collectifs qui sont facteur d'aléa (feux accidentels) ou d'augmentation des enjeux vulnérable (mitage, développement urbain inadapté, non-respect des OLD). C'est une action de la gestion intégrée du risque incendie.

A l'exemple d'autres pays comme le Portugal ou le Chili, il pourrait être possible de proposer un diagnostic risques incendie aux habitants du territoire :

- Vérification de la mise en œuvre des OLD,
- Rappel des niveaux de risques incendies et des consignes associés : accès à la forêt, barbecue,
- arbres à proximité de la maison,
- Gouttière
- sur la base du volontariat ou imposé au moment du changement de propriétaires.



Exemple de bonnes pratiques autour des habitations au Chili. Source : CONAF 2006.

Toujours en s'inspirant d'autres exemples, la réalisation de diagnostics de territoire (pour les communes, les Communautés de Communes), intégrant la vérification de la mise en œuvre des OLD chaque année pourrait être envisagé.

En fonction des résultats, un accompagnement pour la mise en œuvre collective des OLD et le regroupement des opérations pourrait être mis en place avec une mise en valeur des bonnes pratiques existantes.

Pour compléter le dispositif, une communication différenciée pourrait être mise en œuvre en direction des touristes qui fréquentent la forêt du massif des Landes de Gascogne (Annexe 4).

A retenir n°16 : Gérer le risque incendie à l'échelle du territoire

Le territoire est l'échelle pertinente pour mettre en place une gestion intégrée du risque incendie.

Elle s'appuie sur une gestion des interfaces entre forêt et autres usages du sol pour créer et entretenir des ruptures de combustibles et ménager des accès : réduire l'exposition des enjeux et améliorer la défendabilité.

Les collectivités ont un rôle central à jouer dans la planification du territoire et pour la mise en œuvre des Obligations Légales de Débroussaillage mais aussi la sensibilisation au risque des habitants et des visiteurs. Elles ont besoin d'outils pratiques, simples et d'accompagnement.

## 6. Conclusion et propositions

En raison des contraintes pédoclimatiques fortes, l'essence principale de production pour les opérations de reconstitution du massif des Landes de Gascogne restera le pin maritime.

La diversification, imposée par les évolutions climatiques et l'accroissement des risques, se traduira par le maintien ou l'introduction d'un panel d'essences d'accompagnement ainsi que par la conservation ou le développement de milieux ouverts non ou peu productifs. Ces derniers participeront à accroître la biodiversité et/ou seront dédiés à la création de coupures de combustible. Ils se traduisent par une réduction de la surface et de l'homogénéité des unités de gestion et une augmentation du mélange avec des essences en général moins productives que le pin maritime. - La fonction environnementale sera donc de fait renforcée (biodiversité, préservation de la ressource en eau...).

- La fonction sociale devrait également y trouver son compte (variété des paysages...). Cependant, cette fonction, en forte augmentation (développement du tourisme en forêt, des interfaces habitat-forêt) accroît considérablement les risques d'incendie et doit être fortement encadrée.

- La fonction de production pourrait sembler réduite dans un premier temps mais à terme, une meilleure résilience des peuplements face aux aléas qui se multiplient devrait diminuer les pertes et limiter l'effet des catastrophes qui régulièrement désorganisent les marchés et ruinent les propriétés. Les industriels comme les propriétaires devraient donc eux aussi s'y retrouver. Sur le plan économique, le maintien sur pied de certains peuplements plus âgés, élagués naturellement ou artificiellement, plus résistants au feu, permet la production de bois sans nœuds qui devraient trouver preneurs auprès des scieurs actuels. Les deux tempêtes, renforcées par les incendies de 2022, se traduisent par un rajeunissement forcé du massif. Les jeunes peuplements, s'ils peuvent être moins sensibles au vent, sont plus sensibles au feu. En tout état de cause, l'évolution des méthodes de gestion doit prendre en compte le maintien de l'infrastructure industrielle de la première région productrice de bois française (27% de la récolte) et des implications sur l'emploi (voir Annexe 3).

La reconstitution et la diversification des peuplements sinistrés doit s'accompagner de mesures de protection contre l'incendie, dans le contexte défavorable du changement climatique. Cela implique une sylviculture adaptée mais aussi le maintien, le développement et la modernisation des infrastructures de DFCI. Cependant, sans la mise en place d'une gestion intégrée du risque incendie sur l'ensemble du territoire (forêt et hors forêt), ces efforts seront vains.

Le montant des investissements pour la prévention sera toujours beaucoup plus faible que celui des interventions dans l'urgence, des disparitions de patrimoines pour les propriétaires et l'environnement et surtout des pertes humaines potentielles.

Propositions d'évolution du contexte réglementaire et moyens financiers sur la prévention et la protection

- favoriser la prise en compte de la biodiversité lors de la reconstitution des peuplements en élargissant aux peuplements en place la "clause de diversification" déjà mise en place après la tempête Klaus.
- développer les aides au débroussaillage et à l'élagage anti-incendie (possibles dans le cadre du plan France Relance ?) et favoriser la sylviculture préventive dynamique (DEFI ?)
- Sécuriser et renforcer les moyens financiers pour la création et l'entretien des ouvrages de DFCI. L'équipement des massifs est un travail permanent et régulier, à bas bruit, qui prouve son efficacité lors des qu'il faut gérer un départ de feu. C'est un élément indispensable pour la lutte sur feu naissant.
- accélérer la cartographie des risques et observatoire de la reconstitution en prenant en compte les interfaces forêt-urbanisation et l'utiliser pour réorganiser les infrastructures DFCI.
- prévoir une indemnisation des propriétaires accueillant chez eux des pare-feu improductifs permanent ou des zones d'appui à la lutte
- partager un cahier des charges pour la mise en œuvre des zones d'appui : réalisation durant la phase de lutte, remise en état après incendie, indemnisation des propriétaires
- augmenter le taux de réalisation des OLD et du débroussaillage régulier le long des routes en facilitant la réalisation d'actions collectives par les propriétaires ou occupants des bâtiments, en aidant les communes à faire respecter ces obligations. On peut envisager d'agréer des entreprises pour garantir la qualité des travaux.
- développer l'information auprès des résidents et généralisation des diagnostics incendie par des agents formés des collectivités. Développer la formation des agents des collectivités territoriales à la gestion intégrée du risque feu de forêt.
- lier la réalisation d'aménagements anti-incendie à la réduction des primes d'assurance habitation (OLD...).
- renforcer les dispositifs d'assurance forestière.
- poursuivre et renforcer la coopération entre les organismes forestiers (CNPFF, ONF...) et les centres de recherche, notamment au travers du GIS Groupe Pin Maritime du Futur, et élargir cette coopération à des projets avec les équipes de recherche spécialisée dans les incendies de forêt (Avignon, Aix en Provence...) pour des thèmes propres aux Landes de Gascogne. Le document de gestion durable devient un incontournable, il appelle un renforcement de son instruction.
- renforcer les moyens en personnel des organismes (CNPFF, DFCI...) qui accompagnent la gestion de la forêt des Landes de Gascogne, privée à plus de 90%. Ces organismes sont responsables des infrastructures et du réseau DFCI ainsi que la formation et l'information des sylviculteurs.

## Bibliographie

### Les paramètres stationnels et les facteurs limitants

Achat, D. L., Bakker, M. R., Augusto, L., Saur, E., Dousseron, L., & Morel, C. (2009). Evaluation of the phosphorus status of P-deficient podzols in temperate pine stands: combining isotopic dilution and extraction methods. *Biogeochemistry*, 92(3), 183-200.

Augusto, L., Badeau, V., Arrouays, D., Trichet, P., Flot, J. L., Jolivet, C., & Merzeau, D. (2006). Caractérisation physico-chimique des sols à l'échelle d'une région naturelle à partir d'une compilation de données. *Exemple des sols du massif forestier landais, Etude et gestion des sols*, 13, 7-22.

Bonneau, M., Colin-Belgrand, M., Ranger, J., & Nys, C. (1995). Disponibilité de l'azote dans les écosystèmes et production forestière. *Revue forestière française*, 67(S), 47-58.

Jolivet, C., Augusto, L., Trichet, P., & Arrouays, D. (2007). Les sols du massif forestier des Landes de Gascogne: formation, histoire, propriétés et variabilité spatiale. *Revue forestière française*, 59(1), 7-30.

Loustau, D., Granier, A., Moussa, F. E. H., Sartore, M., & Guedon, M. (1990). Evolution saisonnière du flux de sève dans un peuplement de pins maritimes. *Annales des Sciences Forestières*, 47(6), 599-618. <https://doi.org/10.1051/forest:19900606>

Loustau, D. (2011). CRITERE C2 Sécheresse, Canicule, Changement climatique (p. 10) [Rapport d'expertise collective]. GIP Ecofor.

Richer-de-Forges A.C., Arrouays D. 2014. Carte des pédopaysages du département de la Gironde. INRAE.

Sanson, J (1950). La sécheresse remarquable de l'année agricole 1948-1949 en France. In : *Annales de Géographie*, t.59 n°315, 234-235.

Trichet, P., Jolivet, C., Arrouays, D., Loustau, D., Bert, D., & Ranger, J. (1999). Le maintien de la fertilité des sols forestiers landais dans le cadre de la sylviculture intensive du pin maritime. *Etude Gestion Sols*, 6, 197-214.

### Est-il possible de diversifier les essences en forêt des Landes de Gascogne ?

Arbez, M., Carnus J.M., Kremer, A. coord. (2017). Forêts d'hier et de demain, 50 ans de recherches en Aquitaine. Presses Universitaires de Bordeaux / LGPA-Editions. 244 p. Ouvrage collectif.

Bernier, F., Denou, J. L., & Meredieu, C. (2016). Plantation d'essences feuillues dans le massif des Landes de Gascogne: diversifier et produire?. *Forêt Entreprise*, (228), 57-62.

Benest, F., & Godel, C. (2020). Feuillus Dans les landes de Gascogne: expansion ou régression ?. *Forêt entreprise*, (254), 52-57.

Canteloup, D., Castro, A., Piou, D., Aumonier, T., Lesgourgues, Y., Jactel, H., Lung, B., & Raffin, A. (2012). Situation sanitaire et diversification. *Les Cahiers de la Reconstitution n°2*. GIS Groupe Pin Maritime du Futur. 12 p.

- Castagneyrol, B., Kozlov, M.V., Poeydebat, C. et al. Associational resistance to a pest insect fades with time. *J Pest Sci* 93, 427–437 (2020).
- Centre Régional de la Propriété Forestière Nouvelle-Aquitaine. 2008. Aide-mémoire du Sylviculteur des Landes de Gascogne.
- CRPF Aquitaine / ONF DT Sud-Ouest / DRAAF Aquitaine. Application pratique de la clause de diversification dans la reconstitution d'après tempête Klaus. (2011) in Aide-Mémoire du Sylviculteur de la Forêt des Landes de Gascogne.
- Commission Régionale des Landes de Gascogne (1973). Programme d'action – Annexes Fiche 10 : Préserver les feuillus existants. 2 p.
- Conseil Départemental des Landes. (2019). Bilan et évaluation du 2<sup>ème</sup> programme de préservation des lagunes des Landes 2014-2018. 87 p.
- Direction Départementale des Territoire et de la Mer de Gironde. 2008. Lettre d'actualité n°15. 2.
- Deuffic, P., Moustié, J. (2010). Pins et Feuillus, entre doutes et incertitudes : les forestiers des Landes de Gascogne et la question de la multifonctionnalité des boisements feuillus après la tempête de 2009. Rapport de recherche IRSTEA. 113 p.
- Jactel H., et al. 2014. Innovations Agronomiques 41 : Biodiversité et gestion des risques biotiques en forêt de plantation. 2014. p.57-67. Gis GPMF : Cahiers de la reconstitution N°2- Mai 2012
- Jolain R. (1952). Le Fonds Forestier National et la lutte contre les incendies de forêts. *Revue forestière française*, AgroParisTech, 1952, pp.549-556. Doi : 10.4267/2042/27894.
- Larrouy, François-Xavier. 2006. Rapport de stage. Projet de réintroduction des feuillus dans le massif forestier des Landes de Gascogne. Octobre 2006, 48p.
- Morin, X., Damestoy, T., Toigo, M., Castagneyrol, B., Jactel, H., de Coligny, F., & Meredieu, C. (2020). Using forest gap models and experimental data to explore long-term effects of tree diversity on the productivity of mixed planted forests. *Annals of Forest Science*, 77(2), 1-19.
- Papy, Louis. 1950. Le problème de la restauration des Landes de Gascogne. In: *Cahiers d'outre-mer*. N° 11 - 3e année, Juillet-septembre 1950. pp. 231-279
- Pourtet, Jean (1972). L'évolution dans le choix des essences de reboisement. *Revue forestière française*, AgroParisTech, 24 (S), pp.567-575.
- Rabaux, M. (2019). Rapport de stage. Diagnostics de la réussite d'implantation de feuillus en lisière des peuplements de Pins maritimes et préconisations de gestion. Juin 2019, 90p.
- Sargos, Roger. (1949). Contribution à l'histoire du boisement des Landes de Gascogne. Delmas. 836 p.
- Siloret G., Guinaudeau J. (1954). La région landaise et l'équilibre agro-sylvo-pastoral. *Revue forestière française*, AgroParisTech, pp.812-818. Doi : 10.4267/2042/27040.
- Timbal, J., & Maizeret, C. (1998). Biodiversité végétale et gestion durable de la forêt landaise de Pin maritime: bilan et évolution. *Revue forestière française*, 50(5), 403-424.
- Toigo, M., Castagneyrol, B., Jactel, H., Morin, X., & Meredieu, C. (2022). Effects of tree mixture on forest productivity: tree species addition versus substitution. *European Journal of Forest Research*, 141(1), 165-175.

Gruyer, Pierre (2017). Evaluation de l'impact des feuillus conservés dans les reboisements de Pin maritime dans les Landes de Gascogne. Master Biodiversité, Ecologie et Evolution. Université de Bordeaux. 35p

d'Agier de Rufosse, Chloé (2018). Évaluation de l'impact de la conservation de feuillus isolés dans les reboisements de pins maritimes dans le massif des Landes de Gascogne – Mémoire de fin d'Etude. Bordeaux Sciences Agro.

### Risque incendie et contraintes particulières des secteurs incendiés

Alexandrian, D., & Rigolot, E. (1992). Sensibilité du pin d'Alep à l'incendie. *Forêt méditerranéenne*, 13(3), 185-198.

Barbero, R., Curt, T., Ganteaume, A., Maillé, E., Jappiot, M., & Bellet, A. (2019). Simulating the effects of weather and climate on large wildfires in France. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(2), 441-454.

Curt, T., Schaffhauser, A., Borgniet, L., Estève, R., Ganteaume, A., Jappiot, M., & N'Diaye, A. (2010, November). Litter flammability of French Mediterranean vegetation types: a cross-substratum analysis. In VI international conference on forest fire research (pp. 10-p).

Dereix, C., Duhén, L. M., & Rigolot, E. (2019). Changer notre regard sur les incendies de forêt... et agir sans délais. *Forêt méditerranéenne*, 13.

Défense des Forêts Contre l'Incendie Aquitaine – DFCI Aquitaine (2016). Guide de bonnes pratiques sylvicoles face au risque feu de forêt : Une prise en compte indispensable dans la gestion forestière et la protection de l'environnement. 6 p.

Ganteaume, A., Marielle, J., Corinne, L. M., Thomas, C., & Laurent, B. (2011). Effects of vegetation type and fire regime on flammability of undisturbed litter in Southeastern France. *Forest Ecology and Management*, 261(12), 2223-2231.

Ganteaume, A. (2009). De la connaissance des causes de départ de feu à la préservation. *Forêt Entreprise* n°185. pp. 15.

Ganteaume, A., & Jappiot, M. (2013). What causes large fires in Southern France. *Forest Ecology and Management*, 294, 76-85.

Ganteaume, A., Camia, A., Jappiot, M., San-Miguel-Ayanz, J., Long-Fournel, M., & Lampin, C. (2013). A review of the main driving factors of forest fire ignition over Europe. *Environmental management*, 51(3), 651-662.

Jappiot, M., Curt, T., Pimont, F & Dupuy, J.L. (2009). Les facteurs naturels du comportement des feux de forêt. *Forêt Entreprise* n°185. pp. 16-18.

Mercier, C. (1974). Le massif landais. *Revue Forestière Française, Agroparitech*, 26 (S), 21-25.

Rigolot, E., & Fernandes, P. (2005). Ecologie du pin maritime en relation avec le feu et gestion des peuplements pour leur protection contre l'incendie. *Forêt méditerranéenne*, 26(1), 97-110.

Rigolot, E & Roche, P. (2009). Les incendies en région méditerranéenne. *Forêt entreprise* n°185. Pp. 13-14

Valette, J. C. (1990). Inflammabilités des espèces forestières méditerranéennes. Conséquences sur la combustibilité des formations forestières. *Revue forestière française*, 42(S), 76-92.

Prichard, S. J., Hessburg, P. F., Hagmann, R. K., Povak, N. A., Dobrowski, S. Z., Hurteau, M. D., Kane, V. R., Keane, R. E., Kobziar, L. N., Kolden, C. A., North, M., Parks, S. A., Safford, H. D., Stevens, J. T., Yocom, L. L., Churchill, D. J., Gray, R. W., Huffman, D. W., Lake, F. K., & Khatri-Chhetri, P. (2021). Adapting western North American forests to climate change and wildfires : 10 common questions. *Ecological Applications*, 31(8), 29. <https://doi.org/10.1002/eap.2433>

Bacci J., Loisier A.-C., Martin P., Rietmann O. (2021-2022). Feux de forêt et de végétation : prévenir l'embrasement, rapport du sénat. Rapport d'information du Sénat n°856.

SDIS 33. (2021) Ordre d'Opérations Départemental Feu de Forêt de Gironde. 157.

### Pistes d'adaptation de la gestion forestière à l'échelle de la propriété

Barbaro, Luc, et Inge Van Halder. 2009. « Linking Bird, Carabid Beetle and Butterfly Life-History Traits to Habitat Fragmentation in Mosaic Landscapes ». *Ecography* 32(2):321-33. doi: 10/dw9f3w.

Barbaro, Luc, Laurent Pontcharraud, Fabrice Vetillard, Dominique Guyon, et Hervé Jactel. 2005. « Comparative responses of bird, carabid, and spider assemblages to stand and landscape diversity in maritime pine plantation forests ». *ECOSCIENCE* 12(1):110-21. doi: 10.2980/i1195-6860-12-1-110.1.

Barbaro, Luc, Jean-Pierre Rossi, Fabrice Vetillard, Julien Nezan, et Hervé Jactel. 2007. « The Spatial Distribution of Birds and Carabid Beetles in Pine Plantation Forests: The Role of Landscape Composition and Structure ». *Journal of Biogeography* 34(4):652-64. doi: 10/fkqn7m.

CRPF Aquitaine 2005. Schéma Régional de Gestion Sylvicole d'Aquitaine. 68 p. + annexes.

Charbonnier, Yohan, Luc Barbaro, Amandine Theillout, et Hervé Jactel. 2014. « Numerical and Functional Responses of Forest Bats to a Major Insect Pest in Pine Plantations » édité par M. Renou. *PLoS ONE* 9(10):e109488. doi: 10.1371/journal.pone.0109488.

Charbonnier, Yohan, Pierre Gaüzère, Inge van Halder, Julien Nezan, Jean-Yves Barnagaud, Hervé Jactel, et Luc Barbaro. 2016. « Deciduous Trees Increase Bat Diversity at Stand and Landscape Scales in Mosaic Pine Plantations ». *Landscape Ecology* 31(2):291-300. doi: 10.1007/s10980-015-0242-0.

Damien, Maxime, Hervé Jactel, Céline Meredieu, Margot Régolini, Inge van Halder, et Bastien Castagneyrol. 2016. « Pest Damage in Mixed Forests: Disentangling the Effects of Neighbor Identity, Host Density and Host Apparency at Different Spatial Scales ». *Forest Ecology and Management* 378:103-10. doi: 10/f85vj5.

Dulaurent, Anne-Maïmiti, Annabel J. Porté, Inge van Halder, Fabrice Vétillard, Pierre Menassieu, et Hervé Jactel. 2012. « Hide and Seek in Forests: Colonization by the Pine Processionary Moth Is Impeded by the Presence of Nonhost Trees ». *Agricultural and Forest Entomology* 14(1):19-27. doi: 10.1111/j.1461-9563.2011.00549.x.

Field, Elsa, Bastien Castagneyrol, Melanie Gibbs, Hervé Jactel, Nadia Barsoum, Karsten Schönrogge, et Andrew Hector. 2020. « Associational Resistance to Both Insect and Pathogen Damage in Mixed Forests Is Modulated by Tree Neighbour Identity and Drought ». *Journal of Ecology* 108(4):1511-22. doi: 10/ggrjpd.

Giffard, B., E. Corcket, L. Barbaro, et H. Jactel. 2012. « Bird Predation Enhances Tree Seedling Resistance to Insect Herbivores in Contrasting Forest Habitats. » *Oecologia* 168(2):415-24. doi: 10/d2wk6t.

Gonzalez-Garcia, S., Bonnesoeur, V., Pizzi, A., Feijoo, G. & Moreira, M. T. The influence of forest management systems on the environmental impacts for Douglas-fir production in France. *Sci. Total Environ.* 461, 681–692 (2013).

van Halder, Inge. 2017. « Conservation of butterfly communities in mosaic forest landscapes: effects of habitat quality, diversity and fragmentation ». Doctoral thesis, Université Bordeaux 1, Bordeaux.

Jouveau, Séverin, Maude Toïgo, Brice Giffard, Bastien Castagneyrol, Inge van Halder, Fabrice Vétillard, et Hervé Jactel. 2020. « Carabid Activity-Density Increases with Forest Vegetation Diversity at Different Spatial Scales ». *Insect Conservation and Diversity* 13(1):36-46. doi: 10/ggwrcx.

Prichard, S. J., Hessburg, P. F., Hagmann, R. K., Povak, N. A., Dobrowski, S. Z., Hurteau, M. D., Kane, V. R., Keane, R. E., Kobziar, L. N., Kolden, C. A., North, M., Parks, S. A., Safford, H. D., Stevens, J. T., Yocom, L. L., Churchill, D. J., Gray, R. W., Huffman, D. W., Lake, F. K., & Khatri-Chhetri, P. (2021). Adapting western North American forests to climate change and wildfires : 10 common questions. *Ecological Applications*, 31(8). 29 p. <https://doi.org/10.1002/eap.2433>

Rigolot E., Amandier L., Duché Y., Prévosto B., Ripert B. & Savazzi, R. (2013). *Sylviculture préventive. Le pin d'Alep en France : 17 fiches pour connaître et gérer.* Editions Quae, 160 p.

Récolini, Margot, Bastien Castagneyrol, Anne-Maïmiti Dulaurent, Dominique Piou, Jean-Charles Samalens, et Hervé Jactel. 2014. « Effect of Host Tree Density and Apparency on the Probability of Attack by the Pine Processionary Moth ». *Forest Ecology and Management* 334:185-92. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2014.08.038>.

Jactel, Hervé, et Luc Barbaro. « Projet ISLANDES. Les îlots de feuillus en forêt des Landes de Gascogne: Evaluation de la méthode des îlots de feuillus en mélange pour restaurer la biodiversité de l'écosystème simplifié de pin maritime des Landes de Gascogne et améliorer sa résistance aux insectes ravageurs et champignons pathogènes. » Rapport final. INRA - UMR Biogeco - entomologie forestière et biodiversité, avril 2004

Barbaro, Luc, Xavier Bonnet, Charles-André Bost, Didier Bouchon, Elodie Brahic, Caitriona Carter, Bastien Castagneyrol, et al. « Biodiversité en territoires forestiers ». Rapport de synthèse. Bordeaux, France, 2020.

William Caudron, Thomas Hardy, Jérôme Fouert-Pouret, Marine Leblanc. "La biodiversité du massif des Landes de Gascogne". Forêt de Gascogne "hors série" Recueil de fiches pédagogiques. 2022.

Widerberg, M. K., Ranius, T., Drobyshev, I., & Lindbladh, M. (2018). Oaks retained in production spruce forests help maintain saproxylic beetle diversity in southern Scandinavian landscapes. *Forest Ecology and Management*, 417, 257-264. <https://doi.org/10/gdh4cg>

Vélez Ricardo. La sylviculture préventive des incendies en Espagne. *Revue forestière française*, AgroParisTech, 1990, 42 (S), pp.320-331. Doi : 10.4267/2042/26157

DFCI Aquitaine (2016). Guide des bonnes pratiques face au risque feu de forêt. 6 p.

Préfecture de Région Nouvelle-Aquitaine (2019). Plan Interdépartemental de Protection des Forêts Contre les Incendies (24-33-40-47). 134 p.

Rigolot, E. (2009). L'aménagement et la compartimentation des massifs : principe, conception et entretien des coupures de combustibles. Forêt Entreprise n°185. pp. 32-34

United Nations Environment Programme (2022). Spreading like wildfire – The raising threat of extraordinary landscape fires. A UNEP Rapid Response Assessment. Nairobi. 124 p.

## Annexe 1 : la sylvoecorégion Landes de Gascogne (IFN) – SER F21

Une sylvoécoringion (SER) correspond à une zone géographique suffisamment vaste à l'intérieur de laquelle la combinaison des valeurs prises par les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers est originale. Il existe 86 SER en France métropolitaine, plus 5 SER d'alluvions récentes.

## Annexe 2 : Données précises sur l'autécologie des essences forestières présentes dans la SER Landes de Gascogne

Données IFN (2016-2020) – Source : Flore Forestière Française tomes 1 et 3

ABU : arbuste.

TR : Très rare ; R : rare ; PF : peu fréquent ; F : fréquent ; TF : très fréquent.

EXO : espèce exotique.

LH : lande humide ; LHA : lande humide assainie ; LM : lande mésophile ; LS : lande sèche.

Garenne : formations feuillues, principalement de chêne pédonculé, souvent anciennes, présentes autour des bourgs et sur des terrains plus fertiles.

Anciens prés : zones d'accrus ou de plantation gagnés par la forêt suite à l'abandon du pâturage et de la fauche. Souvent dans les vallées et autour des bourg où l'on trouve aussi d'anciennes zones de culture.

Marges : territoires situées sur les bordures nord-est, est et sud-est du massif où la couche des sables fortement amincie permet l'installation d'espèces acidiphile, neutroclines voire neutrocalcicoles

Espèces arborées	Nb de placettes IFN	Indication d'autécologie données par la Flore Forestière Française t1 et t3.	Type de milieux
Pin maritime	4754	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aire naturelle : Landes de Gascogne, Corse, Maures, Esterel, Corbières.</li> <li>Sensible aux fortes gelées (notamment les provenances portugaises).</li> <li>Exige la pleine lumière et une légère humidité de l'air mais supporte la sécheresse estivale.</li> <li>Forte intolérance au calcaire mais très bonne adaptation aux sols acides et pauvres (podzols, sables dunaires), voire à l'hydromorphie pour les provenances aquitaines.</li> </ul>	TF
Chêne pédonculé	610	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eurasiatique subocéanique</li> <li>Espèce héliophile.</li> <li>Humus variés : mull carbonaté à hydromor ; sols plus ou moins riches en bases ; pH acide à très acide.</li> <li>Argiles, limons, sables, tourbe.</li> <li>Espèce mésophile à mésohygrophile, parfois mésoxérophile (comportement pionnier), craignant les fortes sécheresses estivales.</li> <li>Caractère indicateur : neutrocline à large amplitude.</li> </ul>	TF
Robinier faux acacia	118	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aire naturelle : Amérique du Nord, introduite au début du XVIIIème siècle.</li> <li>Espèce héliophile.</li> <li>Très rustique : humus très divers ; sols riches ou pauvres ; pH très variables.</li> <li>Argiles, limons, sables, graviers...</li> <li>Espèce à optimum mésophile (de mesoxérophile à mésohygrophile)</li> </ul>	F EXO (marges, garennes, vallées, LM)
Chêne tauzin	93	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ibéroatlantique.</li> <li>Espèce thermophile et héliophile.</li> <li>Humus : mull mésotrophe à mor (optimum : moder).</li> <li>Sables, limons, espèce pionnière fugace sur limons peu désaturés.</li> <li>Espèce xérophile à mésophile, absente des sols hydromorphes.</li> <li>Caractère indicateur : xéroacidiphile.</li> </ul>	F (LH, LM, Vallées)

Aulne glutineux	90	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espèce héliophile (pionnière), disparaissant lorsque s'installent des espèces à haut pouvoir de concurrence.</li> <li>Humus variable : hydromull, hydromoder, anmoor, mull divers. Sols plus ou moins riches : pH très variable (basique à acide).</li> <li>Sols argileux ou sableux, alluviaux, limono-argileux.</li> <li>Sols constamment alimentés en eau ; peut s'installer sur des sols plus secs en comportement pionnier</li> </ul>	F (bords de cours d'eau, marais)
Châtaignier	88	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espèce à affinités supraméditerranéennes</li> <li>Espèce relativement thermophile, héliophile ou de demi-ombre.</li> <li>Humus : mull acide à moder ; sols assez pauvres en bases et pauvres en calcaire ; pH assez acide.</li> <li>Sables, limons.</li> <li>Sols assez secs à frais.</li> <li>Caractère indicateur : acidiphile à large amplitude.</li> </ul>	F (LM, vallées)
Saule cendré	51	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eurasiatique</li> <li>Espèce héliophile, pionnière en milieux marécageux.</li> <li>Humus : hydromull à hydromoder, anmoor ; sols plus ou moins riches en bases, pH très variable.</li> <li>Tufs calcaires, tourbes, vases.</li> <li>Sols inondés ou tourbeux : espèce hygrophile.</li> <li>Caractère indicateur : hygrophile à large amplitude.</li> </ul>	F (LH, Vallées, marais)
Bouleau verruqueux	35	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espèce héliophile, ne supportant pas la concurrence des espèces sociales.</li> <li>Humus variés : mull carbonaté à mor ; sols pauvres en base : espèces frugales ; pH très variables.</li> <li>Sables, limons, sols caillouteux.</li> <li>Sols secs à tourbeux : grande tolérance mais limitée aux stations fraîches dans le sud de la France.</li> <li>Caractère indicateur : pionnière, frugale, s'adaptant à tous les substrats.</li> </ul>	F (LH, marais)
Peuplier cultivé	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>Différents cultivars.</li> <li>Espèce héliophile.</li> <li>Humus : mull eutrophe à mésotrophe ; sols riches en bases ; pH neutre à légèrement acide.</li> <li>Sols alluviaux profonds, bien alimentés en eau.</li> <li>Espèce mésohygrophile.</li> </ul>	PF (vallées)
Bouleau pubescent	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espèce héliophile.</li> <li>Humus : hydromoder à hydromor ; sols oligotrophes ; pH acide.</li> <li>Sables, tourbe.</li> <li>Sols humides à gorgés d'eau, mésophile en climat humide.</li> <li>Caractère indicateur : acidiphile, mésohygrophile à hygrophile, héliophile.</li> </ul>	F (LH, marais)
Charme	26	<ul style="list-style-type: none"> <li>Européo-caucasienne, méditerranéenne</li> <li>Espèce de demi-ombre ou ombre.</li> <li>Humus : légèrement carbonaté à mull-moder ; sols à richesse variable ; pH basique à moyennement acide.</li> <li>Alluvions, argiles de décarbonatation, argiles, limons.</li> <li>Sols secs à frais.</li> <li>Caractère indicateur : neutrocline à large amplitude</li> </ul>	PF (marges, anciens prés, vallées)

Frêne commun	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Européenne à tendance subatlantique.</li> <li>• Affectionne les conditions hygrosclaphiles des versants ombragés, craint les gelées printanières ; héliophile ou demi-ombre.</li> <li>• Humus : mull carbonaté à mull mésotrophe ; sols riches en bases ; pH basique à neutre.</li> <li>• Alluvions ou colluvions, argiles, limons, loess.</li> <li>• Espèce mésophile à mésohygrophile pouvant supporter les sols secs en forêt ouverte avec une taille réduite.</li> <li>• Caractère indicateur : neutrocline.</li> </ul>	PF (marges, vallées)
Houx	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subméditerranéo-subatlantique.</li> <li>• Recherche souvent des conditions hygrométriques favorables (climat océanique).</li> <li>• Espèce de demi-ombre voire sciaphile.</li> <li>• Humus : mull carbonaté à dysmoder ; sols plus ou moins riches en bases ; pH très variable mais surtout acide.</li> <li>• Limons, sables, argiles de décarbonatation. Assez secs à frais.</li> <li>• Caractère indicateur : espèce à très large amplitude.</li> </ul>	ABU PF (anciens prés, garennes, vallées)
Cerisier tardif	17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire naturelle : Amérique du nord</li> <li>• Espèce de demi-ombre.</li> <li>• Humus : mull acide à moder ; sol plus ou moins pauvre en bases ; pH acide.</li> <li>• Sols surtout sableux.</li> <li>• Espèce mésophile à mésohygrophile.</li> </ul>	EXO PF
Aubépine monogyne	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espèce héliophile ou de demi-ombre.</li> <li>• Humus : mull carbonaté à moder ; sols assez riches en bases ; pH basique à acide.</li> <li>• Argiles de décarbonatation, limons sables.</li> <li>• Sols assez secs à frais.</li> <li>• Caractère indicateur : espèce à large amplitude.</li> </ul>	R (vallées, marges, anciens prés, garennes)
Noisetier coudrier	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eurasiatique (à tendance subatlantique-subméditerranéenne)</li> <li>• Humus : mull carbonaté à mull acide (voire moder) ; sols plus ou moins riches en bases ; pH basique à légèrement basique.</li> <li>• Limons, argiles de décarbonatation.</li> <li>• Conditions hydriques optimales : mésophile.</li> <li>• Caractère indicateur : neutrocline à large amplitude.</li> </ul>	ABU PF (Marges, anciens prés, vallées, garennes)
Pin à l'encens et hybrides	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire naturelle : Amérique du Nord (côte est)</li> </ul>	PF EXO (LM, LHA)
Platane d'Occident	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espèce héliophile ou de demi-ombre.</li> <li>• Humus : mull eutrophe ; sols riches en bases ; pH basique à neutre.</li> <li>• Sols variés, surtout alluviaux.</li> <li>• Espèce mésophile à mésohygrophile.</li> <li>• Caractère indicateur : neutrocline hygrocline.</li> </ul>	PF EXO (marges, vallées)
Chêne pubescent	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sud-européenne, subméditerranéenne.</li> <li>• Espèce thermophile, mais résistante au froid ; héliophile.</li> <li>• Humus variés : mull carbonaté à mull calcique en dehors des régions méditerranéennes et supra-méditerranéennes.</li> </ul>	R (marges)

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Argiles de décarbonatation ou matériaux carbonaté en dehors des régions méditerranéenne et supra-. Tolérant les sols caillouteux.</li> <li>Caractère indicateur : xérophile à mésoxérophile.</li> </ul>	
Chêne-liège	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méditerranéo-atlantique</li> <li>Espèce thermophile et héliophile.</li> <li>Humus : mull acide à moder ; sols plus ou moins pauvres en bases ; pH acide.</li> <li>Sables, limons ; sols pas trop superficiels.</li> <li>Espèce xérophile à mésoxérophile (parfois en situation mésophile).</li> <li>Caractère indicateur : mésoxérophile à large amplitude, thermophile.</li> </ul>	<b>PF</b> <b>(Dune,</b> <b>LH, LM,</b> <b>sud et</b> <b>est LDG</b>

## Annexe 3 : La filière forêt bois en Nouvelle-Aquitaine

<https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/foret-bois-r247.html>

### La récolte de bois en Nouvelle-Aquitaine

#### Prélèvements effectués sur la forêt en 2019, par département de récolte

	Charente	Charente-Maritime	Corrèze	Creuse	Dordogne	Gironde	Landes	Lot-et-Garonne	Pyrénées-Atlantiques	Deux-Sèvres	Vienne	Haute-Vienne	Nouvelle-Aquitaine	NA / France (%)
Ensemble des bois d'œuvre	86,7	135,6	715,0	408,5	324,9	1 085,7	1 297,8	289,9	82,7	83,7	112,6	211,8	4 844,9	24,8
Evolution 2019/2018 en %	7,5	8,8	14,1	5,0	18,7	-6,7	-6,4	-5,6	-2,9	8,6	-6,4	-6,9	-6,7	
Feuillus	76,5	57,7	74,0	38,0	110,7	67,3	54,5	88,4	55,7	68,5	75,0	51,0	817,3	15,4
dont chêne	16,2	5	55,8	28,0	58,3	9,6	15,3	5	35,2	4,3	25,7	39,1	294,9	12,6
dont châtaignier	6,9	5	5,6	3,6	10,6	0,0	5	0,6	0,1	3,4	1,6	7,2	39,9	37,7
dont peuplier	52,1	56,0	3,5	0,3	39,9	57,3	38,3	81,3	7,7	59,7	47,3	1,8	445,0	30,7
Conifères	10,2	77,9	641,0	370,4	214,2	1 028,4	1 243,3	201,5	26,9	15,2	37,6	160,8	4 027,5	28,3
dont pin maritime	7,7	74,5	5	0,0	174,4	1 027,1	1 243,3	200,8	16,4	7,8	23,7	5	2 788,0	87,1
dont épicéa	0,1	0,0	175,2	96,6	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5	301,6	8,8
dont douglas	2,1	0,0	252,6	186,2	11,4	5	0,0	0,0	1,2	5	0,6	96,0	554,4	18,7
Bois certifiés dans le bois d'œuvre (%)	65,8	69,3	49,6	51,0	53,3	83,7	79,2	85,6	52,3	59,5	55,2	48,3	68,9	
Ensemble bois de trituration	64,5	68,1	420,7	179,2	298,5	1 204,1	1 180,7	159,0	64,5	16,7	53,2	209,9	3 919,0	39,8
Evolution 2019/2018 en %	23,6	4,8	3,3	-2,1	1,5	8,5	71,8	21,2	15,0	3,8	14,7	0,2	8,7	
Feuillus	47,4	14,7	236,7	109,3	184,0	26,3	41,4	37,8	50,7	14,8	29,1	171,6	963,8	23,8
Conifères	17,0	53,4	184,0	69,9	114,5	1 177,8	1 139,4	121,2	13,8	1,9	24,2	38,2	2 955,3	50,9
dont pin maritime	14,2	52,5	5	5	85,6	1 173,7	1 101,5	114,1	10,3	5	13,1	0,0	2 566,9	90,6
Bois certifiés dans le bois de trituration (%)	67,5	70,4	51,2	51,9	76,5	82,6	67,7	82,1	47,1	76,9	68,2	59,1	70,4	
Autres bois d'industrie	17,8	0,9	24,9	4,4	41,6	41,2	5	5	5	7,7	7,5	60,6	224,3	33,1
Evolution 2019/2018 en %	-16,2	5	-2,9	-74,0	26,5	7,2	5	5	5	-34,7	-5,6	-6,2	-7,3	
Bois certifiés dans le bois industrie (%)	57,7	5	35,2	40,4	54,8	5	5	5	5	74,3	62,3	35,9	54,3	
Bois énergie	58,9	25,7	82,1	105,7	145,5	209,6	5	5	5	52,9	104,3	77,6	1 145,3	14,2
Evolution 2019/2018 en %	-13,7	12,2	-16,9	37,6	-1,7	1,4	-1,0	17,2	5,7	-5,4	29,2	-4,3	2,6	
Bois certifiés dans le bois énergie (%)	30,5	70,2	35,8	44,1	46,3	53,5	71,3	49,1	48,3	30,8	43,2	32,0	48,8	
Total des prélèvements	227,9	230,3	1 242,6	697,8	810,6	2 550,6	2 685,3	491,4	199,6	161,0	277,6	559,9	10 133,5	26,6
Evolution 2019/2018 en %	2,5	8,1	7,3	4,8	8,3	-4,5	-4,8	3,4	4,7	0,0	2,9	-3,9	-0,4	

f : secret statistique

Source : Agreste - Enquête annuelle de branche Exploitation forestière

agreste NOUVELLE-AQUITAINE | MEMENTO FORÊT-BOIS 2021

## Les sciages de bois en Nouvelle-Aquitaine

Unités : millier de m<sup>3</sup> sciages, %

Les sciages de bois en Nouvelle-Aquitaine en 2019, par département de localisation des établissements producteurs

	Charente Maritime	Charente- Maritime	Corrèze	Creuse	Dordogne	Gironde	Landes	Lot-et- Garonne	Pyrénées- Atlantiques	Deux- Sèvres	Vienne	Haute- Vienne	Nouvelle- Aquitaine	NA / France (%)
Ensemble des sciages de feuillus	25,4	4,5	14,4	16,6	41,8	3,4	8,1	9,2	147,5	11,6				
Évolution 2019/2018 en %	0,9	15,4	-28,8	16,6	-3,3	3,4	-3,0	0,1	-5,7					
dont chêne	8,3	5	12,0	2,0	23,2	5	1,9	4,3	67,8					11,7
dont châtaigner	2,4	5	0,1	5	6,9	0,0	5	0,1	14,6					59,0
dont peuplier	14,5	1,9	0,4	0,0	11,7	5	5	0,3	52,4					22,9
Bois certifié / Sciages de feuillus (%)	39,7	5	53,4	5	63,4	5	35,1	5	49,5					
Ensemble des sciages de conifères	28,0	53,3	277,5	97,2	82,2	388,1	425,3	30,5	9,8	117,0	2,6	98,3	1 608,0	24,9
Évolution 2019/2018 en %	4,5	-4,2	0,1	-1,9	-5,8	-4,4	-13,8	-9,8	4,9	-2,5	-14,4	1,3	-5,8	
dont pin maritime	5	52,0	0,0	0,0	44,9	370,8	425,2	24,6	5	71,4	5	0,0	1 004,1	90,3
dont sapin, épicéa	5	5	152,8	44,8	5	5	5	0,0	8,0	19,9	5	49,7	316,1	8,9
dont douglas	2,1	0,8	99,6	39,9	4,2	5	0,0	0,0	1,1	8,0	2,3	39,1	197,8	15,5
Bois certifié / Sciages de conifères (%)	59,3	5	25,1	5	58,9	72,8	57,1	79,8	59,0	52,2	40,1	5	48,8	
Métrains, bois sous ralli, bois tropicaux	6,4	1,1	7,1	5	15,4	5	5	0,0	12,0	5	5	14,0	68,0	30,5
Évolution 2019/2018 en %	-21,1	5	6,9	5	81,1	-8,7	0,0	0,0	23,5	5	5	1,3	7,8	
Total des sciages	59,8	59,0	299,0	100,3	139,4	388,9	425,3	34,0	29,9	147,9	8,6	121,6	1 823,4	23,1
Évolution 2019/2018 en %	-0,5	-2,9	-1,7	-3,0	0,3	-4,8	-13,8	-7,0	9,1	-3,7	-2,1	-9,6	-6,0*	

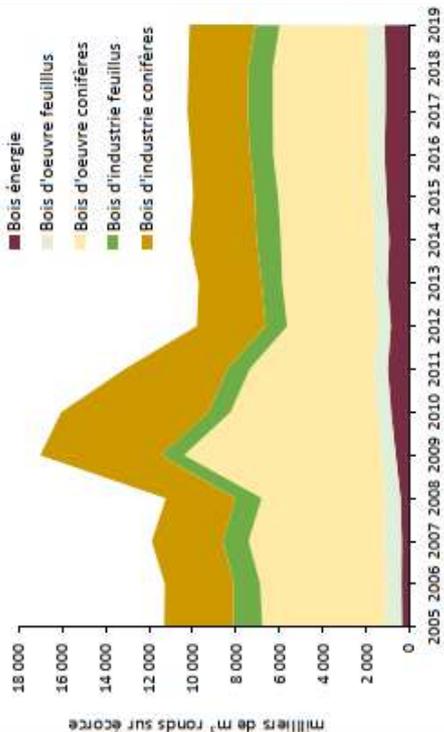
s : secret statistique

\*valeur 2018 : 1 940 340 m<sup>3</sup> de sciages

Source : Agreste - Enquête annuelle de branche Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois

## La récolte de bois en Nouvelle-Aquitaine

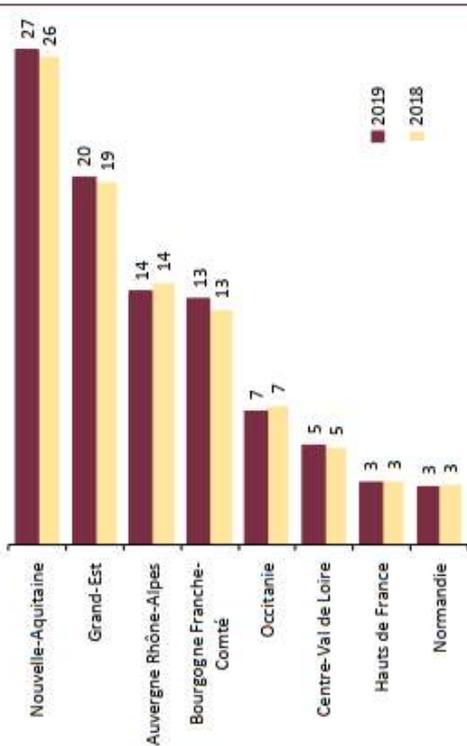
Évolution de la récolte régionale de bois de 2005 à 2019



Source : Agreste - Enquête annuelle de branche Exploitation forestière

agreste NOUVELLE-AQUITAINE | MÉMENTO FORÊT-BOIS 2021

Part des volumes régionaux récoltés en 2018 et 2019 (en %)

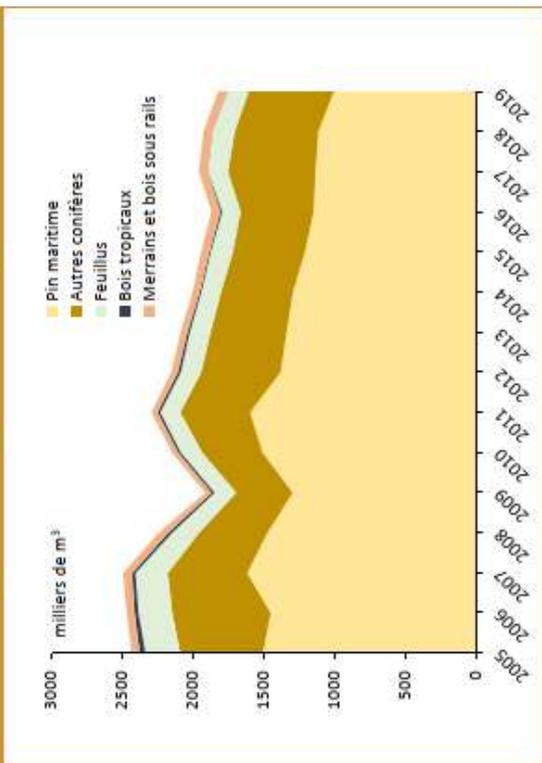


Source : Agreste - Enquête annuelle de branche Exploitation forestière

8

## Les sciages de bois en Nouvelle-Aquitaine

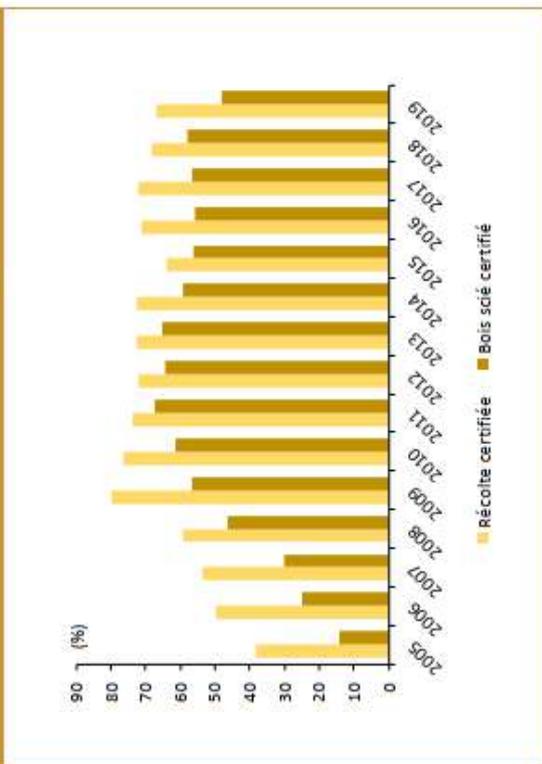
Évolution de la production régionale de sciages de 2005 à 2019.



Source : Agreste - Enquête annuelle de branche Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois

agreste NOUVELLE-AQUITAINE | **MÉMENTO FORÊT-BOIS 2021**

L'écocertification dans la récolte et le sciage de 2005 à 2019



Source : Agreste - Enquêtes annuelles de branche Exploitation forestière et Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois

10

## Les entreprises en Nouvelle-Aquitaine selon l'activité

### Les entreprises selon les volumes traités en 2019

Entreprises d'exploitation forestière			
	Nombre d'entreprises	Volume récolté (m <sup>3</sup> )	Part des volumes récoltés (%)
moins de 1 000 m <sup>3</sup>	111	39 302	0,3
de 1 000 à 5 000 m <sup>3</sup>	76	207 121	1,8
de 5 000 à 25 000 m <sup>3</sup>	84	914 936	7,9
de 25 000 à 50 000 m <sup>3</sup>	30	1 054 291	9,1
plus de 50 000 m <sup>3</sup>	36	9 433 605	81,0
<b>Total</b>	<b>337</b>	<b>11 649 255</b>	<b>100</b>
Entreprises de sciage			
	Nombre d'entreprises	Volume scié (m <sup>3</sup> )	Part des volumes sciés (%)
moins de 1 000 m <sup>3</sup>	106	41 670	2,3
de 1 000 à 5 000 m <sup>3</sup>	63	141 680	7,8
de 5 000 à 25 000 m <sup>3</sup>	53	577 161	31,6
de 25 000 à 50 000 m <sup>3</sup>	6	217 513	11,9
plus de 50 000 m <sup>3</sup>	9	847 950	46,4
<b>Total</b>	<b>237</b>	<b>1 825 974</b>	<b>100</b>

Source : Agreste - Enquêtes annuelles de branche Exploitation forestière et Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois

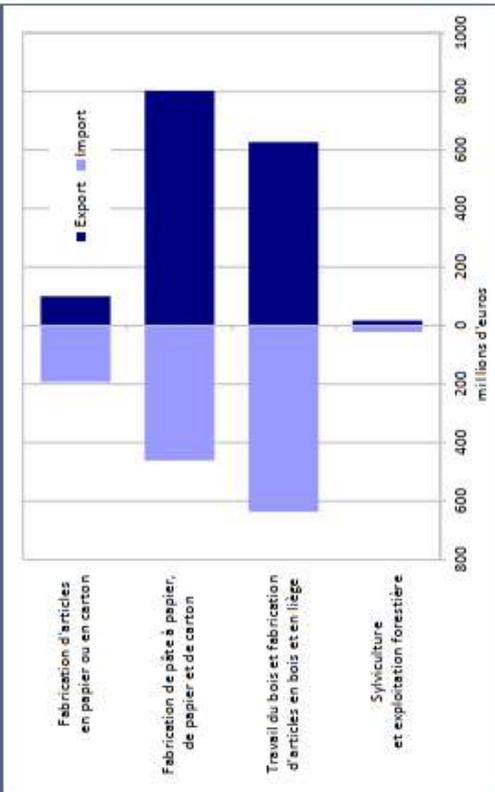
### Évolution du nombre des entreprises selon l'activité de 2010 à 2019



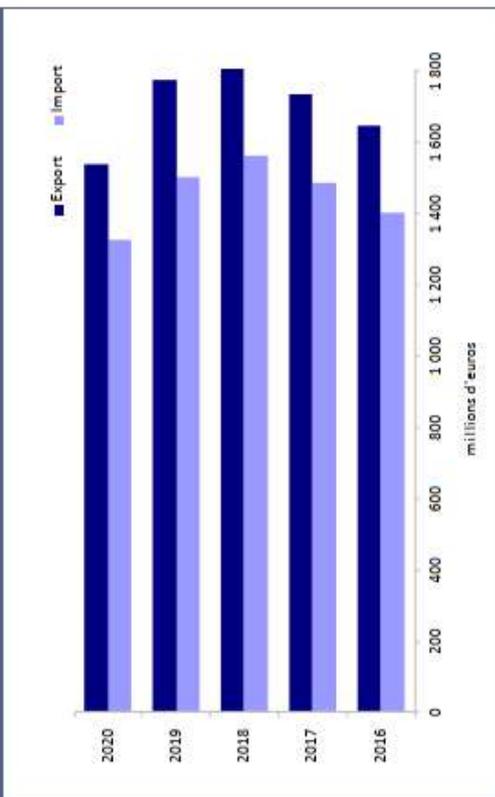
Source : Agreste - Enquêtes annuelles de branche Exploitation forestière et Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois

## Le commerce extérieur des principaux produits de la filière en Nouvelle-Aquitaine

Les échanges commerciaux des principaux produits de la filière forêt-bois en 2020



Évolution des importations et exportations de la filière de 2016 à 2020



## Le commerce extérieur des principaux produits de la filière en Nouvelle-Aquitaine

### Importations et exportations des principaux produits de la filière forêt-bois en 2020

Valeurs par département

Unités : million d'euros, %

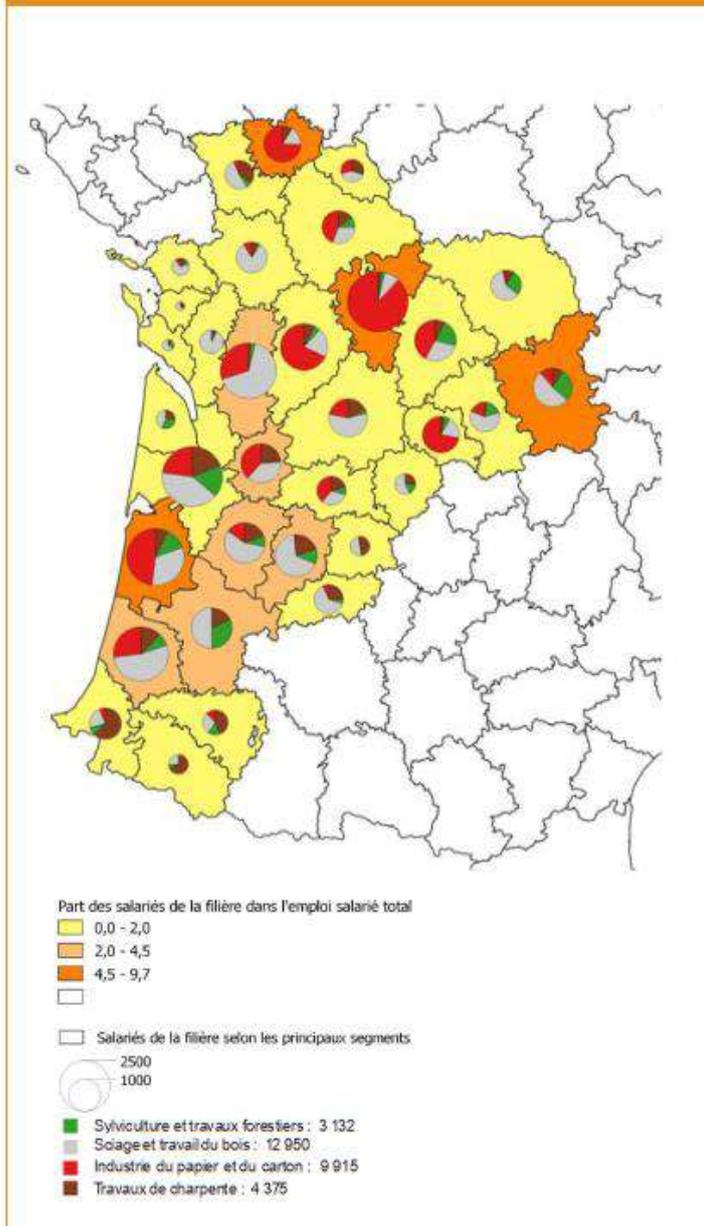
	Charente	Charente-Maritime	Corrèze	Creuse	Dordogne	Gironde	Landes	Lot-et-Garonne	Pyrénées-Atlantiques	Deux-Sèvres	Vienne	Haute-Vienne	Nouvelle-Aquitaine	NA / France %
Produits sylvicoles														
Export	0,0	0,3	1,8	2,3	0,1	3,4	5,5	0,3	0,9	0,1	0,3	0,9	16,0	3,8
Import	0,4	10,0	0,2	0,8	0,7	3,2	4,0	0,4	1,9	0,7	0,2	0,5	22,9	11,4
Bois et articles en bois														
Export	121,8	62,8	46,9	0,4	9,0	120,5	161,4	47,5	4,0	42,6	0,3	8,5	625,4	29,4
Import	46,0	140,7	24,5	4,1	11,7	191,1	113,2	33,1	26,4	35,3	8,7	5,6	640,4	15,8
Pâte à papier, carton														
Export	54,0	22,4	0,4	1,2	166,0	183,9	226,0	0,0	24,1	4,4	2,7	115,8	800,8	22,9
Import	86,6	32,6	4,9	1,2	98,7	60,8	40,3	4,1	29,4	33,3	20,5	52,4	465,0	10,2
Articles en papier ou carton														
Export	14,9	0,6	0,9	0,0	27,0	6,0	8,0	1,4	2,7	20,8	6,3	8,2	96,9	4,4
Import	22,2	4,3	3,8	1,3	5,5	60,0	27,4	13,2	13,6	11,6	15,3	18,6	196,8	4,8
<b>Total</b>	<b>190,6</b>	<b>86,1</b>	<b>50,0</b>	<b>3,9</b>	<b>202,0</b>	<b>313,7</b>	<b>400,9</b>	<b>49,1</b>	<b>31,8</b>	<b>68,0</b>	<b>9,6</b>	<b>133,4</b>	<b>1 539,1</b>	<b>18,7</b>
	<b>155,3</b>	<b>187,6</b>	<b>33,4</b>	<b>7,5</b>	<b>116,6</b>	<b>315,1</b>	<b>184,9</b>	<b>50,8</b>	<b>71,3</b>	<b>80,8</b>	<b>44,6</b>	<b>77,0</b>	<b>1 325,0</b>	<b>10,3</b>

Note : les données sont brutes de collectes, CAF à l'import FAB à l'export.

Source : Douanes

## Emploi dans la filière

Les emplois salariés dans la filière forêt-bois en 2017



Source : Insee - Flores 2017 - Zones d'emploi 2020, traitement SRISSET

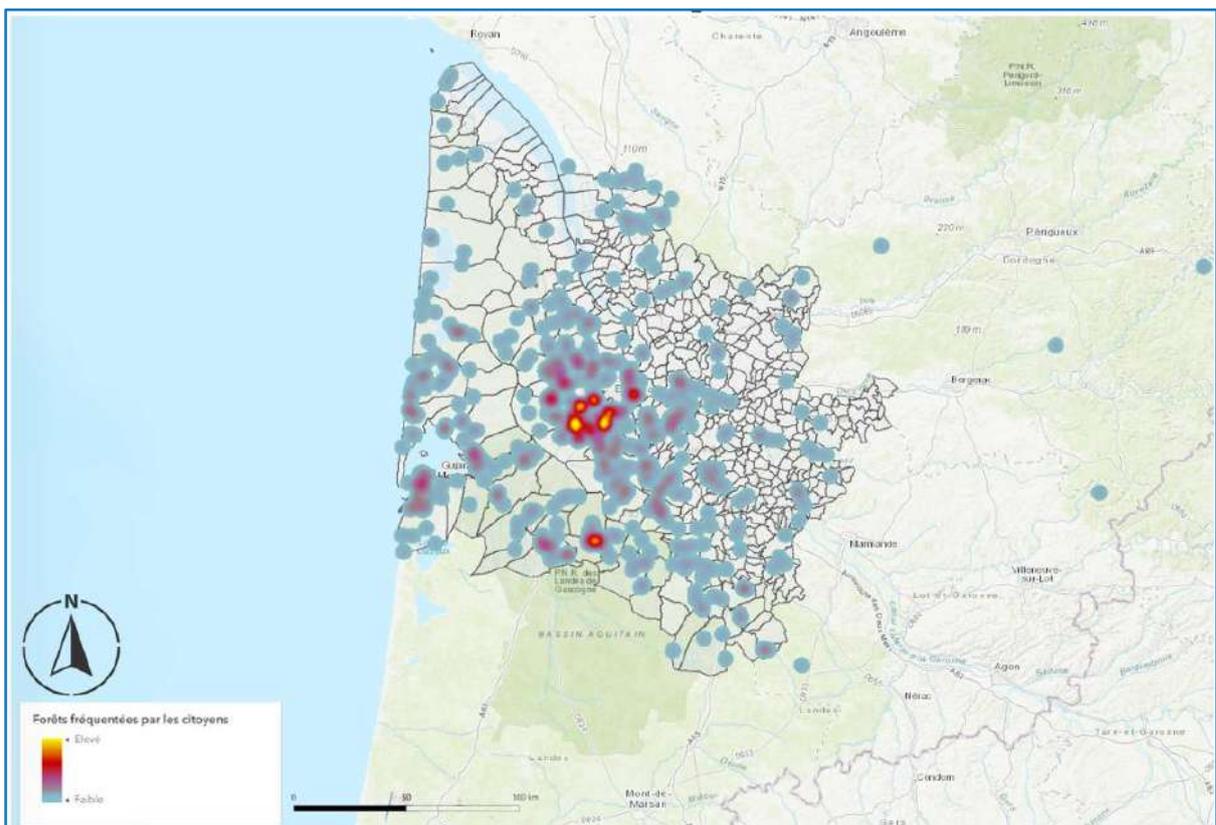
## Annexe 4 : Tourisme et fréquentation du public

L'organisation de la fréquentation estivale des forêts du littoral aquitain est basée sur les "Plans plage". Ces aménagements éprouvés permettent d'assurer l'accueil du public très nombreux qui se rend à la plage en traversant un milieu naturel fragile, en conciliant la sécurité (baignade, incendie) et la protection de l'environnement.

Ces réalisations sont le fruit d'un partenariat de plusieurs décennies entre l'ONF gestionnaire de la forêt, l'Etat, l'Europe et les collectivités locales.

Focus : La Dune du Pilat, géré par le Syndicat mixte de la Grande Dune du Pilat, est le site le plus visité de la Nouvelle-Aquitaine avec 2 millions de visiteurs par an, dont 1/3 sur les seuls mois de juillet et août. La fréquentation journalière peut alors atteindre 17 000 personnes.

Si la forêt littorale et la forêt domaniale en général ont aussi cette vocation d'accueil du public, ce n'est pas le cas de la forêt privée, au sein de laquelle la fréquentation du public est simplement tolérée par les propriétaires. Or, dans le cadre d'une enquête réalisée dans le cadre du projet SYLVALOR (2022) auprès de 400 citoyens girondins on constate que la fréquentation s'étend à l'ensemble des boisements du département.



**Forêts fréquentées par les Girondins en 2022. Source : Mayleen Blackwell (2022), EIFFER, Karlsruhe.**

Les principales raisons évoquées pour justifier cette fréquentation sont la beauté paysagère, la promenade, l'observation de la faune et de la flore, la tranquillité et l'activité sportive.