

Les forêts et les incendies dans les Landes de Gascogne : Cahier scientifique et technique à destination des décideurs, gestionnaires et citoyens

Céline Meredieu, Laurent Augusto, Laurent Bouffier, Christine Bouisset, Philippe Deuffic, Sylvain Delzon, Nicolas Fanin, Jean Baptiste Filippi, Frédéric Frappart, Santiago C. González-Martínez, et al.

▶ **To cite this version:**

Céline Meredieu, Laurent Augusto, Laurent Bouffier, Christine Bouisset, Philippe Deuffic, et al.. Les forêts et les incendies dans les Landes de Gascogne : Cahier scientifique et technique à destination des décideurs, gestionnaires et citoyens. 2026, 82 p. ⟨10.17180/cq2q-zs71⟩. ⟨hal-05770327⟩

HAL Id: hal-05770327

https://hal.inrae.fr/hal-05770327v1

Submitted on 30 Sep 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ETALAB - Open licence

Les forêts et les incendies dans les Landes de Gascogne : Cahier scientifique et technique à destination des décideurs, gestionnaires et citoyens

28/09/2026

Céline Meredieu*[1], Laurent Augusto[2], Laurent Bouffier[1], Christine Bouisset[3], Philippe Deuffic[4], Sylvain Delzon[1], Nicolas Fanin[2], Jean-Baptiste Filippi[5], Frédéric Frappart[2], Santiago C. González-Martínez[1], Baptiste Hautdidier[4], Hervé Jactel[1], Denis Loustau[2], Jérôme Ogée[2], Christophe Orazio[6], François Pimont[7], Alexandre Pryet[8], Annie Raffin[9], Eric Rigolot[7], Méline Saubin[1], Heidy Schimann[1], Arnaud Sergent[4], Soizig Le Stradic[1], Anne Varet[10], Laure Villate[1], Christophe Plomion*[1]

1 : UMR BIOGECO, INRAE, Univ. Bordeaux
2 : UMR ISPA, INRAE, Bordeaux Sciences Agro
3 : UMR TREE, Univ. Pau, CNRS
4 : UR ETTIS, INRAE
5: UMR SPE, CNRS, Univ. Corse
6 : IEFC
7 : UR URFM, INRAE
8 : ENSEGID, INP
9 : UE UEFP, INRAE
10 : DG INRAE

*coordination et contact : celine.meredieu@inrae.fr ; christophe.plomion@inrae.fr

HAL : https://hal.inrae.fr/hal-05770327v1
DOI : https://doi.org/10.17180/cq2q-zs71

Les forêts et les incendies dans les Landes de Gascogne : Cahier scientifique et technique à destination des décideurs, gestionnaires et citoyens

license ETALAB 2.0 https://doi.org/10.17180/cq2q-zs71

Table des matières

Préambule **3**

Propos liminaire **5**

Partie 1 Comprendre l'évolution du risque incendie **7**

Q1 Pourquoi les incendies de forêt sont-ils aujourd'hui plus fréquents et plus intenses dans le massif des Landes de Gascogne ? 8
Q2 La caractérisation de l'aléa a-t-elle évolué depuis les grands feux de 2022 et intègre-t-elle les effets du changement climatique ? 11
Q3 Quelles sont les projections des effets du dérèglement climatique sur l'activité des feux de forêts au XXIe siècle dans le massif des Landes de Gascogne ? 13

Partie 2 Comprendre la vulnérabilité de la pinède landaise **15**

Q4 D'où vient le pin maritime ? Est-il adapté à son environnement ? 16
Q5 Quelles caractéristiques permettent au pin maritime de faire face au feu ? 20
Q6 Quels sont les facteurs de vulnérabilité de la pinède des Landes de Gascogne vis-à-vis de l'aléa incendie ? 22
Q7 Comment les peuplements de pin maritime sont-ils renouvelés et conduits, et avec quelles conséquences sur le risque d'incendie ? 29
Q8 Pourquoi le territoire des Landes de Gascogne est-il particulièrement vulnérable aux incendies ? 31

Partie 3 Comprendre le rôle de l'eau **39**

Q9 Comment les échanges hydriques influencent-ils le fonctionnement des forêts du massif des Landes de Gascogne ? 40
Q10 Comment les pratiques sylvicoles et l'aménagement du territoire peuvent-ils modifier le fonctionnement hydrique du massif landais ? 44

Partie 4 Adapter forêt et territoire **46**

Q11 Comment renouveler et adapter les forêts des Landes de Gascogne face aux risques futurs ? 47
Q12 Comment aménager le territoire des Landes de Gascogne pour réduire sa vulnérabilité aux incendies ? 59
Q13 Quelle nouvelle politique forestière à l'ère du dérèglement climatique et des feux extrêmes ? 66

Partie 5 Après le feu **68**

Q14 Quelles sont les conséquences à court et moyen termes des incendies et comment limiter les dommages écologiques et socio-économiques après le feu ? 69

Conclusions **81**

Remerciements **82**

Préambule

Ce préambule a été écrit le 26 septembre 2026, à la suite du tournage d'un reportage sur le domaine expérimental de Castillonville de la commune de Cestas, réalisé par Jean-Sébastien Durocher, vidéaste et producteur chez Oxfam (Grande-Bretagne - organisations caritatives qui luttent contre la pauvreté et les inégalités). Le dimanche 26 juillet, malgré une lutte acharnée des sapeurs-pompiers, près de 80 hectares de dispositifs expérimentaux forestiers d'INRAE y sont partis en fumée en quelques heures.
Au cours du tournage, une question, simple en apparence, nous a été posée :
« Qu'avez-vous fait, en tant que chercheurs, pendant et après cet incendie qui a détruit une partie de vos dispositifs de recherche ? »
Au plus fort de la crise, cette question s'est imposée à nous de manière presque brutale dans les premières heures de l'incendie et de façon très claire le dimanche 26 juillet quand la langue du monstre était aux portes de notre station de recherche après avoir dévoré des dispositifs forestiers, des collections et des observatoires construits parfois sur plusieurs décennies et menaçaient encore nos bâtiments et nos laboratoires.

Autour de nous, les sapeurs-pompiers combattaient le feu, les agents de la DFCI ouvraient et sécurisaient les accès, les agriculteurs apportaient leurs matériels, des élus, des habitants et des volontaires de tous horizons se mobilisaient, des agents de l'Unité Expérimentale Forêt Pierroton d'INRAE étaient sur le front avec des rondes incessantes … Et nous alors ? Juste regarder se dérouler le film sous nos yeux sans apporter notre pierre ? Pas possible…

Ce sentiment qu'il fallait se mobiliser « à notre façon » et « à notre place » était d'autant plus fort que la catastrophe touchait, paradoxalement, ce qui constitue précisément l'objet de nos recherches : les forêts, leur fonctionnement, leur biodiversité, leur capacité à résister aux perturbations, à se régénérer et à s'adapter aux changements environnementaux.

Nous travaillons depuis longtemps sur la vulnérabilité et la résilience des forêts au sein de l'unité mixte de recherche BIOGECO, et soudain, ces questions n'étaient plus seulement des objets scientifiques : elles se déroulaient sous nos yeux, à une échelle et avec une violence qui nous dépassaient. Alors que faire ?

Nous ne pouvions évidemment ni combattre les flammes ni nous substituer à celles et ceux dont c'est le métier. Mais nous pouvions faire ce que nous savons faire : chercher à comprendre, rassembler les connaissances, les confronter et les partager. C'est ainsi, comme un exercice cathartique (c'est ainsi que le qualifiait Philippe Mauguin, PDG d'INRAE, lors de sa visite auprès du personnel du site de Cestas-Pierroton le 2 septembre), nous nous sommes plongés dans l'écriture de ce cahier scientifique et technique. D'abord en duo puis très vite rejoints par une trentaine de chercheurs.

Il ne s'agissait pas, dans l'urgence, de produire une science nouvelle ni de prétendre expliquer à chaud ce qui venait de se passer. Il s'agissait simplement et humblement de rassembler une connaissance qui existait déjà mais qui restait dispersée dans des rapports, des expertises scientifiques collectives, des prospectives et bien entendu dans une littérature scientifique abondante, spécialisée et souvent difficilement accessible, puis de la restituer sous une forme qui puisse être comprise et mobilisée par tous.

Notre ambition était de mettre ces connaissances à la disposition de tous : citoyens, propriétaires et gestionnaires forestiers, associations environnementales, acteurs économiques, élus et décideurs publics, afin que chacun puisse disposer d'éléments scientifiques pour comprendre ce qui s'est passé, pourquoi de tels incendies peuvent prendre une telle ampleur, ce qu'ils révèlent de la vulnérabilité de nos forêts et de nos territoires dans les Landes de Gascogne, et quelles questions ils posent désormais pour leur avenir.

Mais cette démarche répondait également à une autre nécessité : remettre de la nuance dans le débat. Une catastrophe de cette ampleur suscite légitimement un besoin immédiat d'identifier les causes, les responsabilités et de mettre en œuvre des solutions toutes prêtes. Elle favorise aussi les explications simples. Or les socio-écosystèmes forestiers sont complexes. Hervé Le Bouler (écrivain) en donne une métaphore particulièrement juste : celle d'une broderie, tissée sur une trame de nature avec des fils d'humain. Climat, sylviculture, structure et composition des paysages, usages du territoire, prévention, biodiversité, eau, économie forestière et attentes de la société y sont intimement liés. Du côté des causes, il est donc rarement possible d'attribuer une catastrophe à un facteur unique ; du côté des conséquences, une solution unique c'est comme tirer brutalement sur un fil de cette broderie qui affectera inévitablement les autres, avec des effets écologiques, économiques et sociaux qui se propagent bien au-delà des surfaces parcourues par le feu.

Pourtant, pendant et après les incendies girondins, nous avons vu réapparaître dans la presse et sur les réseaux des récits parfois très binaires. Est-ce réellement de la forêt qui brûle dans les Landes de Gascogne ? Faut-il ou non du pin maritime ? Certaines essences brûlent-elles moins que d'autres ? Faut-il diversifier ? Faut-il planter ou laisser faire la régénération naturelle ? Existe-t-il une sylviculture qui permettrait d'éviter les incendies ? La science apporte rarement à ces questions des réponses par oui ou par non. Elle peut en revanche aider à distinguer ce que nous savons de ce que nous ignorons encore, ce qui relève de mécanismes solidement établis de ce qui reste débattu, et ce qui relève finalement de choix collectifs et d'arbitrages de société.

C'est peut-être là que se trouve notre manière à nous d'agir. Face aux flammes, nous étions démunis. Face aux questions qu'elles soulèvent, nous avions une responsabilité : celle de rendre les connaissances accessibles, de résister aux simplifications, de dire aussi ce que nous ne savons pas encore et de contribuer à éclairer les décisions qui devront être prises. Car après l'urgence du feu vient l'urgence de reconstruire. Notre rôle de chercheurs est peut-être aussi de rappeler qu'entre les deux existe une autre urgence : comprendre avant d'agir, non pour retarder l'action, mais pour éviter que l'urgence ne nous conduise simplement à refaire comme avant.

C'est donc dans cet esprit qu'a été construit ce Cahier scientifique et technique. Il s'agit d'éclairer le débat à partir des connaissances scientifiques disponibles, en précisant ce que nous savons, ce que nous ne savons pas et les questions qui restent à explorer. Le propos liminaire qui suit en précise le cadre et les principes de lecture.

Christophe Plomion et Céline Meredieu

Propos liminaire

Les situations de crise conduisent souvent à rechercher un responsable unique qui varie souvent en fonction de l'interlocuteur : les conditions climatiques, le pin maritime, les modes de sylviculture, les riverains des forêts, les comportements à risque, la défaillance des pouvoirs publics, ou encore les acteurs de la filière forestière. En pratique, le déclenchement, la propagation et l'ampleur des incendies résultent de nombreux facteurs, qui interagissent à différentes échelles spatio-temporelles. Cette complexité ne doit toutefois pas conduire à occulter le facteur de fond qui modifie profondément les conditions dans lesquelles ces feux surviennent et se propagent : le dérèglement climatique.

L'analyse des grands incendies montre en effet que leur déclenchement et surtout leur propagation résultent de la combinaison de multiples facteurs. La très grande majorité des départs de feu sont d'origine humaine (90%), qu'ils soient accidentels, liés à des imprudences, voire volontaires. Toutefois, la foudre constitue la principale cause naturelle de départ de feu (moins de 10 % des cas en France avec une proportion plus élevée dans le massif des Landes de Gascogne). Une fois le feu déclenché, sa propagation et son comportement dépendent de l'interaction entre : (i) les conditions météorologiques (sécheresse, chaleur, vent), (ii) les caractéristiques de la végétation qu'il s'agisse de sa teneur en eau mais aussi de la quantité de combustible (biomasse végétale), (iii) les types de formations forestières, leur structure et les essences, (iv) les pratiques sylvicoles dont la densité des arbres et la gestion des sous-bois, (v) l'agencement des peuplements forestiers à l'échelle du paysage (vi), les dispositifs de prévention (DFCI), de détection et de lutte, ainsi que le niveau de préparation des territoires. Dans le massif des Landes de Gascogne, ces facteurs sont aussi influencés par l'homogénéisation des classes d'âge consécutive aux reconstitutions post-tempêtes et les décisions d'aménagement du territoire prises au cours des dernières décennies dans un contexte d'urbanisation rapide. Il n'y a donc pas de responsable unique et une analyse approfondie des causes contribuera à mieux prévenir ces événements catastrophiques.

La recherche montre, au contraire, que la réduction du risque repose sur une approche systémique, mobilisant l'ensemble des acteurs et des leviers d'action, depuis l'atténuation du changement climatique jusqu'à l'adaptation des forêts et des territoires, en passant par la prévention, l'aménagement et la sensibilisation. Une approche systémique ne signifie cependant pas que toutes les causes se valent : elle consiste au contraire à identifier, pour chaque événement et chaque territoire, le poids relatif des différents facteurs et les leviers d'action qui permettent effectivement de réduire le risque.

Ce cahier scientifique et technique collectif propose ainsi de replacer le débat sur les incendies et l'avenir du massif des Landes de Gascogne dans une approche fondée sur les connaissances scientifiques.

À travers 14 questions qui ont émaillé le débat sociétal depuis la fin juillet 2026, cette synthèse suit une progression allant de la compréhension du risque incendie aux leviers d'action. Elle revient d'abord sur l'évolution actuelle et future de l'activité des feux dans les Landes de Gascogne, sur les facteurs qui l'expliquent et sur la manière dont l'aléa est aujourd'hui caractérisé dans un contexte de dérèglement climatique. Elle examine ensuite les facteurs de vulnérabilité de la pinède landaise, depuis les caractéristiques et les capacités d'adaptation du pin maritime jusqu'à la structure et au renouvellement des peuplements, avant d'élargir

l’analyse à l’organisation du territoire. Une troisième partie est alors consacrée au rôle de l’eau dans le fonctionnement du massif et aux interactions entre cycle de l’eau, sylviculture et aménagement du territoire, notamment à travers la disponibilité en eau des sols, le rôle de la nappe phréatique et le drainage. La synthèse aborde ensuite les leviers d’adaptation, depuis le renouvellement et la gestion des peuplements jusqu’à l’aménagement du territoire et aux politiques forestières susceptibles d’accompagner ces transformations. Elle s’intéresse enfin à l’après-feu, aux conséquences écologiques et socio-économiques des incendies et aux actions permettant d’en limiter les effets à court et moyen termes. L’objectif n’est pas de rechercher une solution unique ou « magique », mais de comprendre comment le climat, la végétation, la sylviculture, l’eau et l’organisation du territoire interagissent pour façonner le risque et ses conséquences, et d’identifier les différents leviers d’action dont disposent les acteurs, de l’échelle du peuplement à celle du territoire et des politiques publiques.

Il s’agit ainsi de distinguer ce que les connaissances scientifiques permettent aujourd’hui d’établir, ce qui demeure incertain, débattu ou fait l’objet de recherches, et ce qui relève de choix de collectifs et politiques, afin d’éclairer (sans s’y substituer) les décisions à prendre pour l’avenir du massif des Landes de Gascogne et de ses territoires.

Notre choix éditorial s’est porté sur les questions les plus fréquemment posées par les médias. Ce cahier ne prétend donc pas établir une cartographie exhaustive de la science des incendies et n’aborde pas, notamment, la science de la lutte contre les feux, les conséquences atmosphériques des grands incendies, comme la formation de pyrocumulonimbus, les conséquences écotoxicologiques sur la qualité des eaux, l’exposition aux fumées et particules des populations humaines, ni les dimensions économiques, foncières, assurantielles et juridiques du risque incendie.

Partie 1
Comprendre l’évolution du risque incendie

Q1 Pourquoi les incendies de forêt sont-ils aujourd'hui plus fréquents et plus intenses dans le massif des Landes de Gascogne ?

Indéniablement, le dérèglement climatique constitue la principale cause de l'amplification de la sévérité des aléas (les incendies de forêt dans le cas présent) et du renforcement des vulnérabilités des territoires. Le feu n'est pas un phénomène nouveau dans les Landes de Gascogne. Avant les boisements du XIX siècle, c'est l'écobuage qui accompagne le pastoralisme pour favoriser le développement des herbacées (1). Les incendies de végétation et de forêts et leurs dégâts marquent la fin du XVIIIe et du XIXe siècle. Si l'on s'en tient au XXe siècle, le massif est marqué par des périodes d'incendies majeurs, avec 390 000 hectares parcourus par le feu entre 1941 et 1947. Dans des conditions météorologiques jugées "extraordinaires", l'année 1949 fut désastreuse avec environ 500 incendies et quelque 140 000 ha brûlés. Le grand incendie d'août 1949, qui ravage à lui seul environ 52 000 ha, fait 82 victimes (2).

Ces événements ont profondément marqué l'organisation du territoire et contribué à la mise en place d'un système particulièrement structuré de prévention, d'aménagement et de lutte contre les incendies. L'action collective des sylviculteurs et des associations syndicales autorisées de DFCI, associée aux politiques de prévention, à l'aménagement du massif, à la détection précoce et aux moyens de lutte, a permis durant plusieurs décennies de contenir la très grande majorité des départs de feu et de limiter fortement les surfaces incendiées, masquant probablement les effets de l'évolution des conditions climatiques sur le risque incendie.

Un point de basculement semble désormais avoir été franchi, comme en témoigne l'apparition de feux extrêmes capables de générer leur propre dynamique atmosphérique, avec la formation de pyrocumulonimbus (orages de feu), phénomène jusqu'alors exceptionnel sous nos latitudes. Ce point de basculement peut aussi être illustré par les statistiques disponibles. Sur la période 1980-2017, les départements de la Gironde, des Landes, du Lot-et-Garonne et de la Dordogne enregistraient en moyenne 1 530 départs de feu par an, mais seulement 1 665 hectares brûlés annuellement. Autrement dit, les départs de feu étaient fréquents, favorisés notamment par les caractéristiques biophysiques et hydrologiques du territoire, mais les dispositifs de prévention, de détection précoce et de lutte permettaient d'éviter qu'ils ne se transforment en grands incendies. Depuis une dizaine d'années, et plus particulièrement depuis les 5 incendies de 2022 en Gironde (Landiras 1 et 2, La Teste de Buch, Saumos, Mano), ce territoire semble être entré dans un nouveau régime d'incendies, où certains feux peuvent désormais évoluer vers des incendies extrêmes de plusieurs milliers d'hectares chacun. Cette évolution résulte de la combinaison de plusieurs facteurs : des conditions météorologiques favorables à une propagation rapide des feux (règle empirique des « 3 × 30 » soit une combinaison de trois critères météorologiques : une température supérieure à 30 °C, un taux d'humidité de l'air inférieur à 30 % et un vent soufflant à plus de 30 km/h. Ces conditions météorologiques sont synthétisées par l'Indice Forêt-Météo (IFM), calculé à partir de la température, de l'humidité de l'air, de la vitesse du vent et des précipitations. Ses différentes composantes permettent de caractériser l'état de sécheresse des combustibles, leur disponibilité pour la combustion, ainsi que le potentiel de propagation et d'intensité d'un feu. À ces conditions météorologiques peuvent s'ajouter d'autres facteurs comme la nature, la quantité et la continuité des combustibles, ainsi que la survenue de départs de feu multiples. Lorsque ces facteurs se cumulent, en particulier après de longues périodes de sécheresse, ils peuvent favoriser des incendies à propagation rapide et de forte intensité, réduisant l'efficacité d'une stratégie d'intervention centrée sur l'attaque des feux

naissants et pouvant, dans les situations les plus extrêmes, dépasser les capacités habituelles de maîtrise.

L'aggravation de ces conditions propices aux incendies est directement liée au réchauffement climatique en cours**.** En effet, les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) dont ¾ sont liées à l'utilisation de combustible fossile, ont déjà conduit à un réchauffement moyen planétaire de 1.4°C par rapport à l'époque préindustrielle. En France, le réchauffement moyen est amplifié et atteint +2.2°C entre 1900 et la dernière décennie. Il atteint 2.7°C pour les températures d'été. Localement, les températures mesurées à Bordeaux-Mérignac ont dépassé 40°C six fois en juin et juillet 2026, soit davantage de fois qu'au cours des 75 années précédentes réunies, selon les données de Météo-France. Mécaniquement, l'augmentation de la température de l'air accroît la capacité de l'atmosphère à contenir de la vapeur d'eau et par conséquent sa demande évaporative, ce qui assèche les sols et la végétation. Elle rend ainsi plus fréquentes et plus intenses les conditions chaudes et sèches (3) propices aux incendies, particulièrement lorsque chaleur et déficit de précipitations se combinent. Une étude d'attribution récente (4) montre que les conditions météorologiques associées aux trois plus grands événements de 2022 dans le massif des Landes de Gascogne correspondent à des événements dont les temps de retours sont estimés entre 34 et 101 ans. L'étude montre également que le changement climatique anthropique a rendu ces conditions climatiques deux à dix fois plus probables. L'évolution de ces conditions météorologiques est amplifiée par les autres facteurs clé de l'occurrence et de la taille des feux de forêt, à savoir la sensibilité au feu des formations forestières qui composent le massif et l'étendue de la surface forestière, particulièrement propice au développement d'incendies de plus de 1000 ha. Cette combinaison de facteurs explique l'évolution particulièrement alarmante du régime de feux dans le massif des Landes de Gascogne (5).

En 2026, après un hiver particulièrement pluvieux et un printemps chaud et sec en Gironde, la biomasse végétale de sous-bois fut soumise à une évapotranspiration intense après quatre évènements caniculaires, réduisant fortement la disponibilité en eau du sol et par conséquent sa propre teneur en eau. Cette végétation desséchée devient alors un combustible particulièrement inflammable, favorisant des incendies plus rapides, plus intenses et plus difficiles à maîtriser (6). Ainsi, le caractère irréversible du dérèglement climatique appelle deux enseignements majeurs vis-à-vis des incendies de forêt :

- il faut avant tout persévérer dans les efforts d'atténuation en faveur du climat, même si la forêt est de moins en moins un levier de cet effort d'atténuation. La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), incarnée en France par la Stratégie nationale bas-carbone (7), demeure le principal levier pour limiter l'intensification des sécheresses, des vagues de chaleur et, par conséquent, du risque d'incendies de forêt. Si une partie du réchauffement est désormais inévitable, chaque dixième de degré évité pourrait réduire la fréquence et l'intensité des événements extrêmes, dont les incendies constituent l'une des manifestations les plus spectaculaires et les plus destructrices.
- mais cette indispensable politique d'atténuation doit désormais s'accompagner d'une politique tout aussi ambitieuse d'adaptation. Une partie du réchauffement futur est déjà déterminée du fait de l'inertie du système climatique et, à l'échelle mondiale, les réductions d'émissions de GES restent insuffisantes pour limiter le réchauffement aux niveaux visés par l'accord de Paris. Il faut donc agir simultanément sur les causes du dérèglement climatique et préparer les territoires, les forêts et les sociétés à ses conséquences désormais en partie inévitables. Cela implique de repenser l'aménagement des territoires afin de renforcer leur résilience face à des événements

extrêmes appelés à devenir plus fréquents et plus intenses. Cette adaptation doit être pensée à l'échelle du territoire et dans toutes ses composantes : le fonctionnement du cycle de l'eau, l'organisation et l'articulation des espaces forestiers et non forestiers dans le paysage, les interfaces entre forêt, agriculture, habitat et infrastructures de transport (voies ferrées, routes) ou d'énergie (parcs photovoltaïques), les infrastructures de prévention, de défense et de lutte contre les incendies, ainsi que les pratiques de gestion et de renouvellement forestiers. Il ne s'agit donc pas d'identifier une mesure unique, mais de combiner des leviers complémentaires, adaptés aux caractéristiques et aux vulnérabilités de ce territoire.

Références

1. 10.3406/rgpso.1947.1232
2. hal-03395636
3. https://www.ipsl.fr/article/eclairage-la-vague-de-chaleur-de-juin-2026/
4. 10.5194/nhess-26-2637-2026
5. 10.17180/gpdj-xb05
6. https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-increases-likelihood-of-compounding-drivers-of-severe-wildfire-conditions-in-france-and-spain/
7. https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone/feuille-route-climatique-francaise

Pour en savoir plus

Fact-checking de l'AFP "Plus que les pyromanes, c'est le réchauffement climatique qui explique l'ampleur des incendies" https://factuel.afp.com/doc.afp.com.C4FN6ZQ

Q2 La caractérisation de l'aléa a-t-elle évolué depuis les grands feux de 2022 et intègre-t-elle les effets du changement climatique ?

Les feux de 2022 ont constitué un électrochoc pour toute la population, et plus particulièrement au sein de la classe politique, dans les ministères concernés (ceux en charge de la sécurité civile, des risques naturels et de la forêt), dans les services de l'État, les collectivités ou parmi les gestionnaires forestiers. Outre les feux de Gironde (cf. Q1), c'est en effet une large partie du territoire national qui a été touchée en 2022, tout comme en 2026. Cette prise de conscience a notamment abouti à la loi sur les feux du 10 juillet 2023 et au 3e Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC-3), adopté en mars 2025, dont la mesure n°7 concerne spécifiquement les feux de forêt et de végétation. Entre autres mesures, la loi et le plan prévoient la mise en œuvre d'une carte nationale de sensibilité au danger prévisible de feux de forêt et de végétation. En effet, l'évaluation de l'aléa était jusqu'ici peu harmonisée, limitée à certains territoires et n'intégrait pas les effets du changement climatique, ce qui faisait obstacle à la cohérence des politiques publiques et à la mise en œuvre de l'adaptation des territoires.

Pour répondre à ces nouveaux besoins, les ministères en charge de la prévention des risques et de la forêt ont lancé un ambitieux programme de cartographie de l'aléa d'incendie de forêt et de végétation (« Cartofeu »), piloté depuis 2025 par INRAE et l'ONF avec des contributions majeures de Météo-France et l'IGN. Ces travaux visent à doter l'ensemble du territoire d'une connaissance homogène et robuste, qui intègre la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) définie par le Ministère de la Transition Écologique. Ces travaux visent notamment à produire des cartes d'occurrence des feux de forêt à résolution kilométrique, mais aussi des feux de culture, ainsi que des projections de ces cartes, afin d'identifier de manière harmonisée les zones les plus concernées et d'anticiper l'évolution prévisible de l'activité. Un second volet du travail concerne la cartographie de la puissance « du feu de référence » pour évaluer le niveau local d'intensité prévisible du phénomène en cas de survenue, à une résolution compatible avec les problématiques d'aménagement (< 50 m). Ce projet bénéficie de l'apport de données innovantes : météorologie, projections climatiques, caractéristiques du combustible (laser aéroporté « LIDAR » de l'IGN, images satellitaires, etc.), mais aussi des méthodes les plus à jour et de l'expertise des quatre opérateurs impliqués. L'avancement du projet et ses productions sont suivis dans le cadre d'une gouvernance exigeante impliquant notamment les services de l'État, les opérateurs et les administrations centrales. Trois zones pilotes du projet, qui en compte une trentaine, sont situées dans le massif des Landes de Gascogne. La production définitive des différents outils à l'échelle nationale est prévue pour 2027. Les principaux résultats de ces travaux (données, cartes) seront mis à disposition des différents services de l'État, des collectivités, des SDIS, etc.

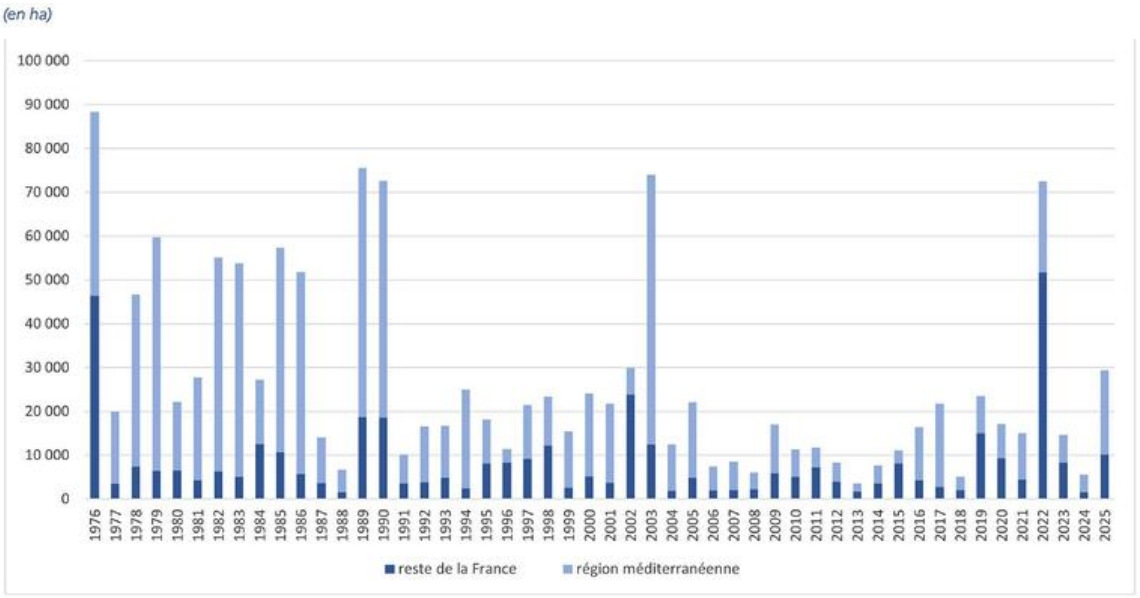
Ces outils contribueront à la future carte nationale de sensibilité. Ils aideront les acteurs (collectivités, gestionnaires) à mieux prendre en compte le risque incendie sur leur territoire, à mieux maîtriser l'urbanisation ou à faciliter le classement des massifs à risque d'incendie notamment pour l'application des obligations légales de débroussaillement. Ils permettront également d'améliorer la prévision quotidienne du danger et l'évaluation du niveau de limitation de certaines activités à risque, grâce à une mise en œuvre opérationnelle des outils du projet par Météo-France, au bénéfice des services de secours de la sécurité civile et ceux de chargés de la surveillance préventive. On peut donc considérer que la manière de

caractériser l’aléa “incendie de forêt et de végétation” est actuellement en pleine évolution, afin de permettre une adaptation cohérente des différents territoires à la trajectoire climatique dans laquelle nos sociétés sont engagées (cf. Q3).

Q3 Quelles sont les projections des effets du dérèglement climatique sur l'activité des feux de forêts au XXIe siècle dans le massif des Landes de Gascogne ?

Jusqu'à une période récente, la France hexagonale avait réussi à réduire fortement le nombre et l'ampleur des incendies grâce aux progrès de la prévention et de la lutte, notamment par la stratégie d'attaque des feux naissants. Les surfaces brûlées ont ainsi diminué pendant plusieurs décennies, malgré quelques années exceptionnelles, comme en 2003. Cette tendance s'est toutefois inversée à partir de 2017, avec une recrudescence des grands incendies en France et, plus largement, dans l'ensemble de la zone euro-méditerranéenne (cf. Encart n°1).

Encart n°1 : Evolution des surfaces annuelles incendiées en France de 1976 à 2024 et situation fin à fin août 2025. D'après https://www.onf.fr/vivre-la-foret/enjeux-foret/feux-foret/%2B/1bc8::dfci-les-missions-de-lonf-pour-le-compte-de-letat.html).



Les travaux scientifiques attribuent cette évolution principalement au dérèglement climatique, qui accroît le danger météorologique des incendies. Depuis les années 1990, l'Indice Feu Météo (IFM), qui intègre les effets de la température, du vent, de l'humidité de l'air et des précipitations, a augmenté d'environ 20 % en France. Les épisodes météorologiques favorables aux incendies extrêmes deviennent ainsi beaucoup plus fréquents, sous l'effet combiné du réchauffement climatique chronique et de conditions météorologiques exceptionnelles.

Les projections du danger d'incendie convergent vers trois évolutions majeures :

- La première est une intensification des incendies dans les régions déjà exposées, avec une augmentation du nombre de grands feux.

- La seconde est une expansion géographique de l'activité des feux vers de nouveaux territoires, notamment le Centre-Val de Loire, le nord des Landes de Gascogne, la Dordogne, les contreforts du Massif central et les zones de montagne.
- Enfin, la troisième est un allongement de la saison des incendies, qui débutera plus tôt au printemps et se prolongera davantage en automne.

Selon les travaux réalisés par INRAE, le nombre de grands incendies pourrait ainsi plus que doubler dans le massif des Landes de Gascogne d'ici la fin du siècle, tandis que les surfaces brûlées pourraient déjà augmenter d'environ 25% dès 2030 par rapport à la période 2001-2020. Les départements de la Gironde, des Landes et de la Dordogne figurent parmi les territoires les plus concernés. L'étude montre que ce sont les grands feux de plus de 1000 ha dont l'occurrence devrait augmenter le plus. Cette spécificité des Landes de Gascogne, par rapport à d'autres territoires comme le Sud-Est de la France, s'explique notamment par la continuité des massifs, particulièrement propice au développement des plus grands évènements. L'allongement de la saison des feux dans le massif landais devrait se traduire par une activité des feux continue entre la période d'activité de sortie de l'hiver et la période estivale. L'étude projette un allongement de saison de près de 2 mois d'ici la fin du siècle, ce qui pourrait prolonger la mobilisation des personnels et entraîner une usure accrue des équipes. Une autre spécificité du massif landais concerne son potentiel à subir des saisons de feux extrêmes particulièrement marquées par rapport à la moyenne. Ainsi, d'ici la fin du siècle, le nombre de grands feux et les surfaces brûlées lors de ces saisons extrêmes pourraient atteindre respectivement 5.8 et 13 fois les valeurs moyennes observées sur la période de référence 2001-2020.

Ces résultats montrent que les incendies de forêt ne constituent plus seulement un enjeu de lutte, mais un défi majeur d'adaptation des territoires au dérèglement climatique, impliquant une évolution de l'aménagement, de la gestion forestière et des politiques publiques. L'évaluation de l'aléa concerne maintenant l'ensemble du territoire national et intègre les effets du changement climatique, afin de s'adapter à cette nouvelle réalité et faciliter l'adaptation.

Pour en savoir plus

1. https://www.inrae.fr/actualites/dereglement-climatique-attise-risques-feux-forets
2. Rapport final d'INRAE : Projections des effets du changement climatique sur l'activité des feux de forêts au XXI^{e} siècle : 10.17180/gpdj-xb05
3. https://reseau-aforce.fr/sites/reseau-aforce/files/2025-07/Rapport-Vulnefeu04-compressed.pdf
4. Rapport d'inspection interministériel
5. 10.1071/WF22103

Partie 2
Comprendre la vulnérabilité de la pinède landaise

Q4 D’où vient le pin maritime ? Est-il adapté à son environnement ?

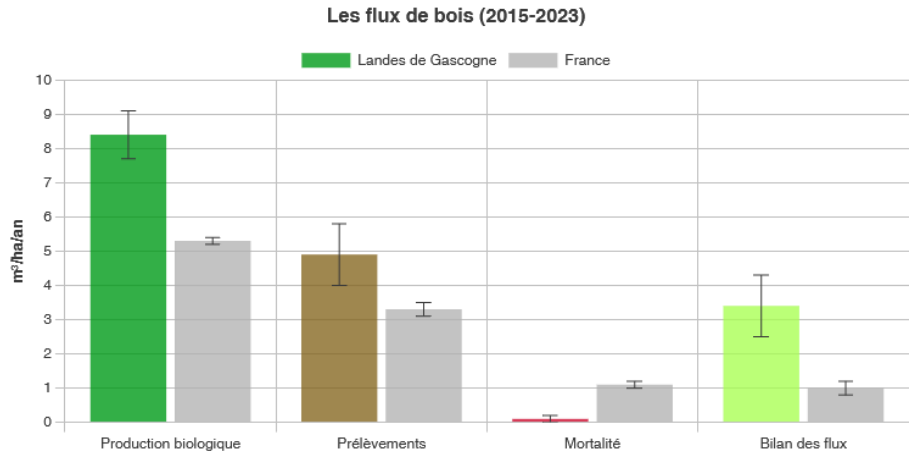
Les analyses menées par les chercheurs palynologues (qui étudient les pollens fossiles) et généticiens (qui étudient la diversité génétique qui réside au sein des espèces) montrent que le pin maritime était présent naturellement dans le sud-ouest de la France, bien avant les grands travaux d’aménagement hydraulique du XIX^{e} siècle qui ont permis son extension sur une surface de près d’un million d'hectares entre 1860 et 1900 (1). Le pin maritime formait alors des peuplements ouverts dans les endroits les mieux drainés, dunes et proches des rivières, mêlés à des landes humides, des forêts de feuillus et des zones marécageuses. A cette époque il y avait eu des tentatives d'implanter des cultures agronomiques classiques (blé, riz) : ce fut un échec. Le sol landais est en effet particulièrement contraignant. Il s'agit d'un podzol sableux très pauvre en éléments nutritifs, acide, engorgé d'eau en hiver et soumis à une forte sécheresse superficielle en été, avec une flore herbacée et arbustive (callune, fougère, ajonc, molinie) très compétitive. Grâce au drainage systématique des parcelles, le pin maritime a pu être installé à grande échelle**.** Le succès de ses produits (gemme, bois, écorce) et sa productivité relativement stable ont ensuite conduit à sa généralisation, au-delà des seules stations les plus favorables.

L’aire de distribution naturelle du pin maritime couvre une partie du bassin méditerranéen et le sud de la façade atlantique. Particulièrement adapté à la sécheresse estivale mais également à l'engorgement hivernal, il est aussi capable de pousser sur des sols acides extrêmement pauvres et dont la profondeur peut être limitée par un horizon induré (alios) ou une nappe phréatique superficielle. Il est plutôt sensible au froid mais les provenances méditerranéennes de moyenne montagne ou continentales d'Espagne et la provenance landaise peuvent cependant supporter des minima à -15°C voire -20°C, respectivement. C’est pourquoi il constitue l’espèce majeure du massif des Landes de Gascogne dont l’objectif premier est la production de bois (cf. Encart n°2), bien qu’il assure également d’autres services écosystémiques (stockage de carbone, biodiversité, loisirs, forêt de protection contre l’avancée des dunes…).

La très grande diversité génétique du pin maritime constitue un atout majeur face aux défis écologiques et économiques qui l’attendent. Elle permet en effet de sélectionner des génotypes présentant les caractéristiques favorables pour répondre aux enjeux environnementaux (notamment la résistance à la sécheresse) tout en maintenant de bonnes performances de croissance et de qualité du bois. Le programme d'amélioration génétique du pin maritime (cf. Encart n°3) fédéré dans le cadre d’un Groupement d’Intérêt Scientifique (GIS) depuis plus de 30 ans (3) repose principalement sur la valorisation de la diversité génétique de la provenance locale (Landes de Gascogne), la plus septentrionale de l'aire de répartition de l'espèce. Les populations situées plus au sud, notamment au Maroc et en Espagne, présentent des adaptations spécifiques aux sécheresses estivales et aux incendies. Il s’agit aujourd’hui d’aller plus loin dans le cadre d’un programme d'hybridation, en croisant des parents sélectionnés dans chaque provenance afin de combiner leur tolérance au stress hydrique et d’autres caractères intéressants avec les performances de croissance, la résistance au gel et les qualités de stabilité mécanique face aux tempêtes des populations aquitaines.

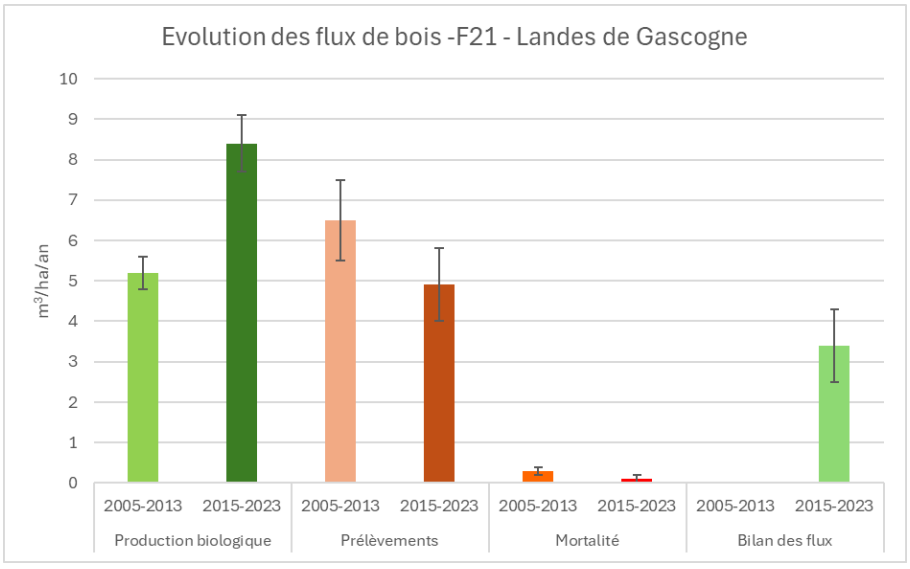
Encart n°2: Bilan des flux de bois de la forêt des landes de Gascogne (données IGN)
https://docs.google.com/presentation/d/1UOPLuzJWdNZ4i9XjN884Ny4ekV94H-sD/edit?usp=sharing&ouid=104130171775817519613&rtpof=true&sd=true

A/ Bilan du flux de bois = flux entrant (production biologique) - flux sortant (prélèvements et mortalité) durant une période donnée.



Entre 2015 et 2023 (9 ans) la forêt des Landes de Gascogne a stocké du C dans sa biomasse aérienne (mesure du volume de bois sur pied). La mortalité y est extrêmement faible en dépit des sécheresses successives qui impactent les forêts du reste de la France

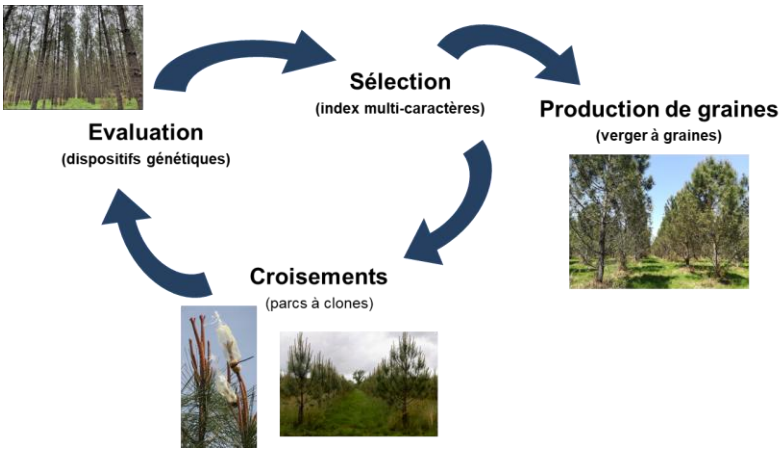
.B/ Evolution du bilan des flux de bois entre deux périodes pour les Landes de Gascogne.



Ces résultats font référence à la période 2005-2013 et 2015-2023. Le bilan n'est pas significativement différent de zéro pour la première période en raison des dégâts de la tempête de 2009, puis le bilan est positif : la forêt stocke du C en dépit des grands incendies de 2022 car la productivité générale a été augmentée fortement sur la période et les prélèvements annuels ont été un peu moins importants.

Encart n°3 : Le programme d'amélioration génétique du pin maritime

Le pin maritime présente, à l'échelle de son aire naturelle de distribution, une diversité génétique importante et fortement structurée qui s'explique par l'histoire évolutive de l'espèce et son adaptation locale. C'est cette diversité génétique qui est mobilisée dans le cadre du programme d'amélioration. Elle offre en effet un premier niveau de sélection : identifier la ou les provenances dont les caractéristiques répondent le mieux aux conditions environnementales actuelles et futures ainsi qu'aux critères de valorisation attendus du bois. Un second niveau de variabilité s'exprime au sein même des provenances : la variabilité intra-provenance permet de sélectionner les individus les plus performants pour les caractères ciblés, puis de les croiser afin de recombiner les caractères favorables. La sélection récurrente met en œuvre cette logique.



Sélection récurrente chez le pin maritime

La population de base du programme d'amélioration du pin maritime a été constituée dans les années soixante par la sélection d'arbres remarquables dans les peuplements landais selon des critères de croissance et de qualité du bois (2). À partir de cette population, chaque cycle de sélection comporte trois étapes : i/ le brassage génétique des caractères par croisements contrôlés, ii/ l'évaluation de la valeur génétique des arbres grâce à des dispositifs expérimentaux dédiés (tests de descendances), et iii/ la sélection des meilleurs individus, à partir d'un index génétique multicritères, pour initier le cycle suivant. La répétition de ces cycles permet une accumulation progressive du gain génétique, tout en maintenant un niveau de diversité suffisant pour garantir la poursuite du progrès génétique à long terme et préserver la capacité d'adaptation de la population d'amélioration. En parallèle, les meilleurs individus de la population d'amélioration sont sélectionnés pour installer régulièrement des vergers à graines dans lesquels seront récoltées les graines (variétés améliorées) destinées aux futures plantations.

Le programme d'amélioration du pin maritime est géré depuis 1995 par le Groupe Pin Maritime du Futur (3) qui rassemble les différents acteurs, de la recherche (INRAE), du développement (FCBA, CNPF et CPFA) et de la gestion des forêts publiques (ONF). Il est financé par la Région Nouvelle-Aquitaine et le Ministère de l'Agriculture à travers des projets quadriennaux (actuellement Mariteam, 2022-2026).

Les critères de sélection ne sont pas figés : ils évoluent notamment en fonction des nouvelles contraintes environnementales. La sélection a d'abord porté principalement sur la croissance des arbres et la rectitude du tronc. Aujourd'hui, les enjeux liés au changement climatique et à la pression sanitaire conduisent à intégrer des critères additionnels (tolérance à la sécheresse, résistance au nématode). Si l'effort de sélection s'est jusqu'à présent concentré très majoritairement sur la provenance landaise, la mieux adaptée aux conditions du massif des Landes de Gascogne, les autres provenances de l'aire de distribution ont néanmoins fait l'objet d'un travail de caractérisation approfondi, à travers un réseau de tests de provenances. Elles représentent à ce titre un réservoir de diversité actuellement mobilisé en les croisant avec la population landaise pour répondre aux nouveaux critères de sélection.

En France, outre sa forte présence sur la façade atlantique du sud-ouest, le pin maritime est également présent plus au nord le long du littoral atlantique jusqu'au Finistère et en Normandie, ainsi que ponctuellement dans le Centre de la France et le Sud-Est. Il est également très répandu en Corse. Il est aujourd'hui planté dans des régions plus septentrionales dans le cadre de stratégies de diversification des essences forestières, dans une optique de sylviculture de production (4). En effet, le réchauffement climatique rapproche progressivement les conditions climatiques de certaines régions du nord de celles qui caractérisaient historiquement le sud-ouest, tandis que la fréquence et l'intensité des hivers rigoureux diminuent. En outre, la forte plasticité des arbres alliée à l'importante variabilité génétique de l'espèce, offre la possibilité de sélectionner des génotypes et de composer des mélanges d'essences mieux adaptés aux conditions climatiques futures. L'extension du pin maritime au-delà de son aire de répartition historique constitue ainsi une option d'adaptation au changement climatique qui mérite d'être expérimentée et évaluée. Sa réussite à long terme dépendra non seulement de l'évolution du climat, mais également des conditions pédologiques locales, du matériel génétique utilisé et des interactions avec les écosystèmes dans lesquels il est introduit.

Références

1. Les boisements et drainages ont été initiés dès la fin du XVIIIe mais on peut considérer la loi du 19 juin 1857 relative à l'assainissement et à la mise en culture des Landes de Gascogne comme un jalon majeur de la transformation du territoire. Elle a favorisé le drainage des zones humides, la privatisation des terres communales et l'essor de vastes plantations de pin maritime, façonnant le paysage des landes de Gascogne tel que nous le connaissons aujourd'hui.
2. Bouffier L., Pastuszka P. (2014) Choix du matériel végétal : exemple du massif landais. Innovations Agronomiques 41 :31-41. hal-02630129v1
3. https://www.gisgpmf.fr/
4. Fiche MFR "Matériel Forestier de reproduction" du pin maritime : https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/151218_ppa_fiche.pdf

Q5 Quelles caractéristiques permettent au pin maritime de faire face au feu ?

Le pin maritime possède des caractéristiques qui lui permettent de résister après des incendies d'intensité faible à modérée (1) :

- une écorce relativement épaisse qui se développe assez tôt. Fissurée et stratifiée elle protège les tissus vivants des effets de la chaleur lors des feux de faible intensité.
- un élagage naturel au stade adulte qui limite la présence de branches basses et réduit le risque de propagation du feu du sol vers les houppiers; encore plus lorsque le sous-bois est maîtrisé.
- une capacité à survivre élevée malgré un roussissement important du houppier (mais inférieur à 80% en général) grâce aux écailles qui protègent les bourgeons du feu, et qui place le pin maritime dans une position équivalente au pin pignon.

A celles-ci s'ajoutent des traits adaptatifs qui jouent un rôle important dans le cadre de la régénération naturelle, essentiellement pratiquée sur le cordon dunaire géré par l'ONF :

- une capacité de fructification précoce. Le pin maritime produit des cônes à un âge relativement jeune (entre 7 et 10 ans selon les stations des Landes de Gascogne, et parfois dès 4 ans dans les populations soumises à une forte fréquence des incendies, comme dans la région du Teleno, dans le nord-ouest de l'Espagne). Cette précocité permet à une partie des peuplements de produire des graines avant qu'un incendie ne survienne, augmentant ainsi les chances de régénération naturelle après le passage du feu. Elle présente également un intérêt pour les vergers à graines, en permettant une entrée en production plus rapide des arbres sélectionnés.
- une variabilité de la sérotinie façonnée par le processus de sélection naturelle vis-à-vis du feu : certains individus ne libèrent leurs graines qu'après l'ouverture des cônes sous l'effet de fortes températures associées aux incendies, ce qui favorise la régénération après des épisodes de perturbation majeurs. De plus, la rétention des cônes sérotineux permet de conserver une banque de graines dans le houppier dont certaines peuvent rester viables plusieurs décennies (30 ans dans certaines conditions). Néanmoins, dans un test de provenance de pin maritimes de 35 populations de l'ensemble de l'aire naturelle, les chercheurs ont observé que cette stratégie est peu fréquente dans la population aquitaine (2 à 3 % de cônes sérotineux), alors qu'elle peut atteindre 20 à 30 % dans certaines populations espagnoles ou marocaines. En plus de varier entre les populations, ce caractère est héritable et peut donc être soumis à la sélection naturelle ou artificielle. La régénération naturelle peut ainsi favoriser l'adaptation au feu en réponse à la fréquence et à l'intensité des incendies ;
- une bonne capacité de régénération naturelle après incendie. C'est le cas lorsque des arbres semenciers survivent au passage du feu et que les graines peuvent germer profitant d'un sol enrichi par les cendres et sans autre végétation concurrente.

Pour en savoir plus

1. hal-03564658v1
2. 10.1016/j.foreco.2007.01.010
3. 10.1016/j.foreco.2008.04.032
4. 10.1111/mec.13421
5. 10.1023/B:VEGE.0000029383.72609.f0
6. 10.1186/s42408-024-00341-4
7. 10.1007/s13595-011-0031-0

Q6 Quels sont les facteurs de vulnérabilité de la pinède des Landes de Gascogne vis-à-vis de l'aléa incendie ?

Cette question permet de faire la synthèse sur sept points majeurs de vulnérabilité.

1. Une accumulation importante de combustibles dans le sous-bois et au sol. Les aiguilles de pin maritime se décomposent lentement et peuvent s'accumuler pendant plusieurs années sous forme de litière. Les sécheresses de plus en plus précoces et intenses accentuent ce phénomène en provoquant un dessèchement et une chute anticipée des aiguilles au moment de la période estivale des incendies. La morphologie des aiguilles du pin maritime (longues et flexibles) favorise le foisonnement de celle-ci au sol. Leur conformation favorise également leur accrochage à la végétation arbustive lors de leur chute conduisant à la formation de litière suspendue. Par ailleurs, à conditions climatiques égales, les litières de pins sont plus sèches que celles des feuillus, particulièrement lorsque la canopée est ouverte. Cette accumulation de combustibles secs en surface augmente fortement l'inflammabilité et favorise le démarrage ainsi que la propagation des incendies. La teneur en composés terpéniques des aiguilles contribue à leur inflammabilité et constitue un facteur aggravant de l'ignition et la propagation d'un feu de surface (1). Par ailleurs, le développement de végétation de sous-bois (graminées, fougères, bruyères, arbustes et jeunes arbres) est abondant, favorisée par le houppier relativement ouvert du pin maritime qui laisse pénétrer la lumière jusqu'au sol. Sa composition floristique dépend notamment du niveau d'humidité des sols. La maîtrise de la végétation du sous-bois est donc particulièrement importante à proximité des infrastructures et des habitations, tout en veillant à préserver les fonctions écologiques du sous-bois (favorable à la biodiversité et au stockage de carbone dans le sol, cf. Q8) lorsqu'elles sont compatibles avec les objectifs de prévention.

2. Une forte continuité verticale des combustibles entre le sous-bois et les houppiers des pins dans les premiers stades de développement. Dans les premiers stades d'un renouvellement forestier (cf. Encart n°4), il existe une continuité entre la litière, le sous-bois et les houppiers surtout lorsque la végétation de sous-bois n'est pas maîtrisée. Cette « continuité verticale des combustibles » favorise un développement rapide du front de flamme dans les différentes strates de végétation qui conduit à des feux de forte intensité, plus difficiles à maîtriser. Par ailleurs, les jeunes peuplements denses de pin maritime, qu'ils soient issus de régénération naturelle ou de plantation, conservent des branches basses mortes chargées d'aiguilles. Cette faible capacité d'auto-élagage au stade jeune, associée à une litière épaisse et un sous-bois particulièrement dynamique en raison d'un feuillage relativement clairsemé du pin entretient une forte continuité horizontale et verticale des combustibles pendant cette période critique pour l'incendie, avec beaucoup de feux de cimes. Le débroussaillement (le plus souvent mécanique pendant les premiers stades du renouvellement forestier) permet de créer des discontinuités verticales de combustible et constitue la principale approche pour réduire la vulnérabilité du peuplement à ce stade.

Encart n°4 : Une forêt jeune et vulnérable héritée des crises passées

Dans le cas des incendies de 2022 et 2026, la forte représentation des jeunes peuplements mérite d'être mise en regard de l'histoire récente du massif. En 2026, les parcelles parcourues par les trois feux de Saumos, Biscarrosse et Luglon sont ainsi composées à 65% d'arbres de moins de 25 ans, soit 25 200 hectares sur les 43 700 hectares incendiés liés à la reconstitution après la tempête Martin de 1999. Une part importante des peuplements touchés par l'incendie de Landiras en 2022 avait par ailleurs été renouvelée à la suite de la tempête Klaus en 2009. Ces incendies ont donc parcouru des territoires comprenant une proportion importante de peuplements relativement jeunes, issus de phases de reconstitution massive et relativement synchrones. Cet héritage des perturbations passées illustre l'importance de considérer la répartition des classes d'âges à l'échelle du paysage et d'en gérer les conséquences en termes de travaux forestiers face au risque incendie.

Par contre, à un stade plus mature du peuplement, grâce à l'élagage naturel (chute totale ou partielle) des branches les plus âgées, une séparation de plusieurs mètres entre le sous-bois (y compris les arbustes et arbres du sous-étage) et les houppiers des pins réduit la continuité verticale des combustibles, ce qui limite fortement le passage du feu en cime dans les peuplements matures. Ce phénomène est particulièrement marqué chez le pin maritime. Ainsi, les feux du massif landais présentent une forte proportion de feux de surface, sans consommation des cimes. Ces feux de surface sont néanmoins intenses lorsque le sous-bois n'a pas été débroussaillé, en raison de l'accumulation de biomasse et du vent qui s'engouffre sous la canopée dont l'écoulement est facilité par l'élagage des houppiers.

Levier de gestion : L'intérêt du débroussaillement concerne donc également les stades plus matures. Bien que globalement encore peu exposés aux feux de cimes, l'assèchement général du combustible pourra dans le futur induire aussi des feux de cimes dans des peuplements matures. Lorsque le feu a atteint les cimes, la continuité horizontale des couronnes au-dessus d'un espace où seuls les troncs d'arbres sont présents peut permettre une propagation du feu. Cependant, une propagation exclusivement par les cimes ne se maintient généralement que sur quelques dizaines de mètres : en l'absence de continuité verticale du combustible entre la végétation de surface et la canopée, le feu tend à retomber au sol.

3. Un système racinaire traçant superficiel. Les racines traçantes sont un des éléments majeurs de l'ancrage avec le pivot et les pivots secondaires qu'elles portent. Elles représentent la moitié de la biomasse racinaire du pin maritime. Elles se développent généralement à 5-10 cm de profondeur, mais peuvent aussi affleurer juste sous la litière. Lors d'un incendie, la combustion de la litière et de la matière organique du sol peut mettre à nu ces racines dont l'écorce est plus fine que celle du tronc. Elles peuvent alors être endommagées voire brûlées.

4. Une diminution du nombre de graines viables (2)**.** Les peuplements adultes de pin maritime constituent une banque de graines à la fois dans le houppier, et dans le sol. Toutefois, cette ressource est naturellement très variable d'une année à l'autre. Depuis

plusieurs années, une forte diminution de la production de graines est observée, tant dans les vergers à graines que dans les peuplements destinés à la régénération naturelle. Les stocks de graines présents dans les cônes semblent particulièrement affectés, tandis que la banque de graines du sol demeure très limitée. Cette diminution pourrait être liée, au moins en partie, aux attaques de la punaise américaine des cônes (*Leptoglossus occidentalis*), qui réduit la production de graines viables, en interaction avec les effets des sécheresses répétées.

5. Une régénération naturelle souvent très dense (3)**.** Dans des conditions optimales, les jeunes peuplements issus de régénération naturelle peuvent atteindre des densités très élevées. Cette forte densité s'accompagne d'une accumulation importante de biomasse des jeunes arbres et du sous-bois et d'une compétition accrue pour l'eau, augmentant la vulnérabilité des peuplements aux sécheresses. Elle favorise la continuité horizontale des combustibles augmentant ainsi le risque de propagation des incendies, et la croissance individuelle est très faible (auto-éclaircie) si elle n'est pas progressivement maîtrisée par des interventions sylvicoles de cloisonnement et de dépressage. Ce mode de renouvellement est aujourd'hui principalement mis en œuvre sur le cordon dunaire géré par l'ONF, où il répond à des objectifs spécifiques de conservation des sols et de fonctionnement des écosystèmes.

6. Une essence productrice de brandons favorisant les sauts de feu (4)**.** Les fragments d'écorce, les fines branches ou encore les écailles des cônes de pin peuvent, lorsqu'ils sont enflammés ou incandescents, être emportés par les mouvements d'air. Ces brandons peuvent être transportés au-delà du front de flammes et, en retombant sur une végétation suffisamment sèche, déclencher de nouveaux foyers. Ce phénomène, appelé saut de feu, contribue à la propagation de l'incendie et peut lui permettre de franchir des discontinuités de combustible telles que des routes, des coupures de combustibles ou des zones peu végétalisées.

7. La présence de composés organiques volatils (COV). Le pin maritime est une essence particulièrement inflammable. Les travaux qui comparent l'inflammabilité de nombreuses essences méditerranéennes (5), classent le pin maritime parmi les espèces les plus inflammables (cf. Tableau 2 de cette publication). Cette forte inflammabilité s'explique notamment par la présence de terpènes dans la résine, et d'autres COV, caractéristiques de nombreuses espèces de conifères. Toutefois, si ces composés contribuent effectivement à l'inflammabilité des peuplements, leur rôle demeure généralement secondaire par rapport à des facteurs tels que la quantité de combustible disponible, sa continuité et sa teneur en eau.

À noter enfin que, selon la classification de l'ONF fondée sur la sensibilité brute au feu qui est un indicateur du comportement au feu, le Pin maritime dans les Landes de Gascogne est classé dans la catégorie "forte", tandis que les essences feuillues de la même zone sont classées dans la catégorie "modérée".

Riche de ces enseignements, il serait cependant réducteur d'opposer systématiquement résineux et feuillus vis-à-vis de la vulnérabilité au feu (5), les différences les plus marquées s'observant à l'échelle des espèces plutôt qu'à celle de ces deux grands groupes fonctionnels. Le rapport VULNEFEU de 2025 (6) présente la vulnérabilité de 28 essences forestières au feu (dont celle du Pin maritime - combustibilité du peuplement et test d'inflammabilité - Encart n°5) selon la combinaison de trois critères distincts et complémentaires : la combustibilité, la résistance, et la résilience des arbres, à partir d'une analyse bibliographique et aux

contributions d’experts. Cette décomposition analytique détaillée permet une approche fine et nuancée de la vulnérabilité des forêts face aux incendies. En effet, elle met en lumière l'intérêt d'évaluer ces critères à différentes échelles : celle de l'individu pour la résistance et la résilience, et celle du peuplement pour la combustibilité et la résilience globale.

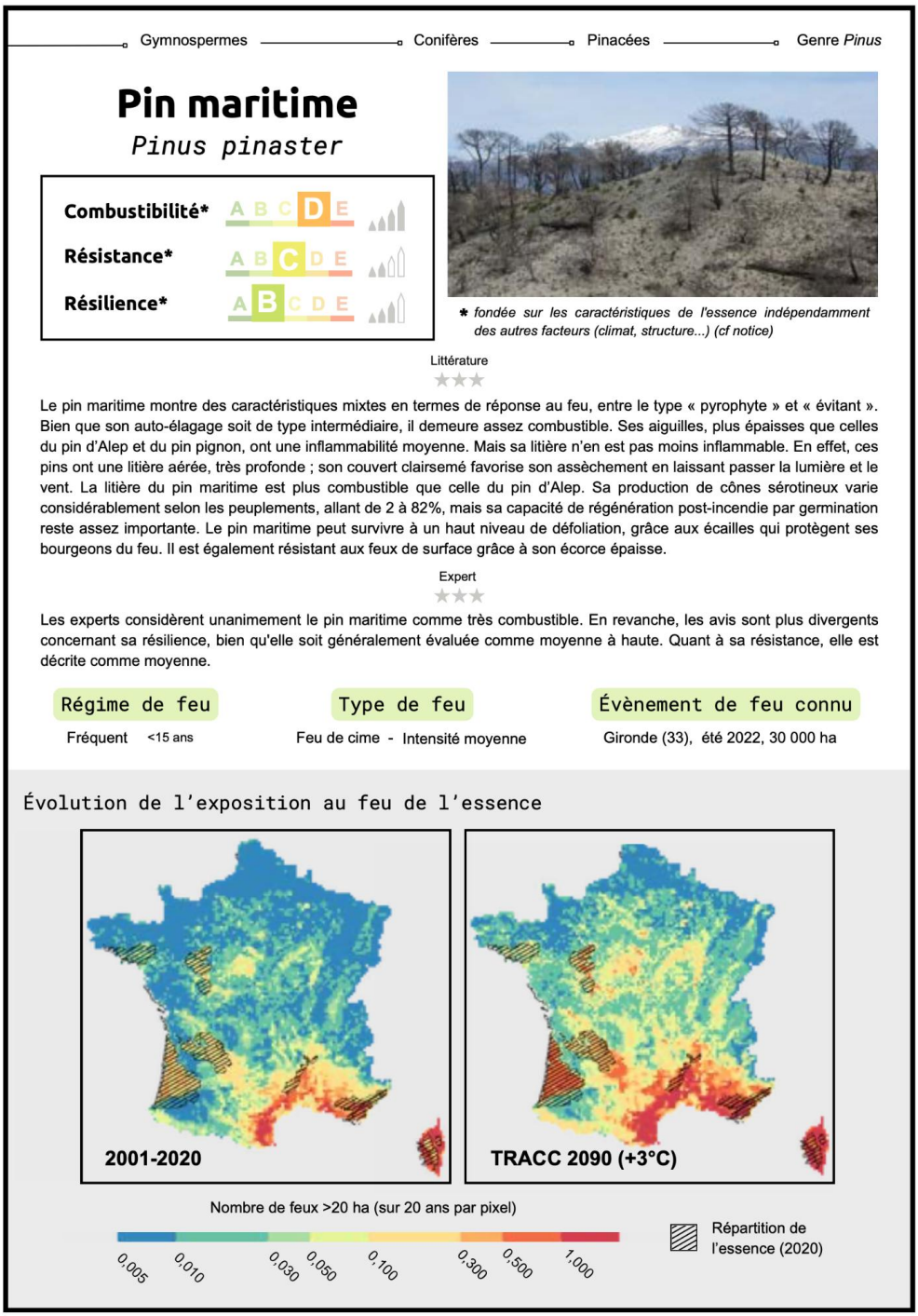
Des travaux récents (7, 8) montrent par ailleurs que, à conditions comparables, les peuplements de conifères présentent généralement une combustibilité plus élevée et peuvent subir des dommages plus importants que les peuplements de feuillus. Cet effet de la composition forestière interagit cependant fortement avec les conditions météorologiques : lorsque celles-ci deviennent extrêmes (cf. Encart n°6), elles peuvent devenir le déterminant prépondérant du comportement du feu (8, 9), sans nécessairement effacer l'effet de la nature et de la structure des combustibles (10). Dans certaines conditions, les peuplements de conifères peuvent ainsi connaître des incendies de plus forte sévérité, notamment lorsque la quantité et la continuité verticale et horizontale des combustibles favorisent leur consommation et le passage du feu vers les strates supérieures.

Des travaux en cours (11) vise justement à objectiver les effets des types de formation et des essences dans leur propension à brûler (sélectivité au feu) et la sévérité des feux qui leur sont associés en France hexagonale, au travers d’une large analyse de l’ensemble des feux passés. Les premiers résultats montrent que la sélectivité au feu du pin maritime (c’est-à-dire sa propension à favoriser les feux de plus de 20 ha à conditions climatiques égales) est largement inférieure à celles des landes et garrigues, mais globalement de l’ordre de trois fois supérieure à celles des feuillus. Elle est également parmi les plus élevées des conifères. L’étude permet d’estimer que les variabilités spatiales de l’activité des feux de la zone Atlantique à pin maritime (c'est-à-dire pourquoi certains secteurs connaissent davantage de feux que d'autres) sont expliquées, dans des proportions relativement proches, par le type d’essence (17%) et par la variabilité du climat (13 %). Toutefois la surface forestière constitue le principal facteur, puisqu’elle en contrôle plus de 50%. La sévérité des feux est également plus élevée dans les peuplements de conifères que de feuillus à structure comparable, mais elle dépend beaucoup du stade de développement.

Références

1. 10.1016/j.foreco.2008.09.019
2. 10.1016/j.foreco.2020.118466
3. 10.3390/f13030386
4. 10.1007/s13595-011-0056-4
5. Valette J-C (1997) In flammabilities of Mediterranean species. In –Forest fire risk and management. EUR 16719 EN. (Ed. P Balabanis, F Eftichidis, R Fantechi) pp. 51-64. European Commission, Environment and Quality of Life: Brussels
6. Rapport Vulnefeu 2025 - https://www.reseau-aforce.fr/vulnefeu
7. 10.1016/j.foreco.2024.122279
8. 10.1016/j.agrformet.2024.110185
9. 10.1016/j.landurbplan.2012.10.014
10. 10.3390/f5102490
11. Revertegat et al. 2026 in prep. Forest cover types and fire weather as drivers of wildfire selectivity across forest formations and tree species in metropolitan France

Encart n°5 : Fiches Pin maritime du rapport VULNEFEU (projet coordonné par INRAE, le RMT Aforce et l'ONF qui synthétisent la vulnérabilité des essences forestières face aux incendies). La section « fiches essences » (Partie 6 du rapport https://www.reseau-aforce.fr/document/projet-vulnefeu-exposition-et-vulnerabilite-des-peuplements-forestiers-au-feu-dans-le) analyse 28 espèces majeures de France métropolitaine selon trois grands axes : leur combustibilité, leur résistance et leur résilience**.**



Caractéristiques du Pin maritime

En lien avec sa vulnérabilité au feu

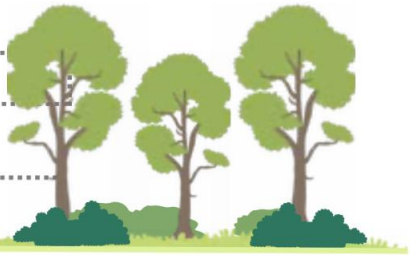
En faveur de sa survie — En défaveur de sa survie

Combustibilité du peuplement

Couvert clairsemé

Continuité verticale moyenne

Sous-étage constitué de fougères, particulièrement sensibles quand elles sèchent (hiver et été).



Test d'inflammabilité

Houppier
Inflammabilité moyenne

Litière
Inflammabilité forte



Bourgeons épais et écailleux

Aiguilles fines, longues et courbées

Cônes partiellement sérotineux

Taux d'élagage naturel moyen

Écorce épaisse

Aucune capacité de rejet

Litière épaisse, aérée

Fort taux de germination

Encart n°6 : Des incendies majeurs dans des écosystèmes très différents

Les incendies majeurs survenus en Europe au cours de l'été 2026 rappellent que les feux extrêmes ne sont pas propres à un type de forêt, à une essence ou à un mode de gestion particulier (cf. la pinède landaise caractérisée par sa continuité horizontale). Ils ont touché des territoires présentant des compositions forestières, des structures de végétation et des paysages très différents.

Ex. 1. À l'ouest de Madrid, l'incendie de la Sierra Oeste de fin juillet 2026 a parcouru plus de 27 000 hectares. Le feu a traversé une mosaïque de pinèdes, de chênaies et de maquis méditerranéen, mais aussi des espaces agricoles, des pâturages et des ripisylves. Les peuplements comprenaient notamment du pin pignon, du pin maritime et localement du pin d'Alep, ainsi que du chêne vert et du chêne tauzin. Le sous-bois était lui-même constitué d'une grande diversité d'arbustes méditerranéens : cistes, bruyères, genévriers, romarin et thym.

Ex. 2. Dans le sud-est de la France, l'incendie du Gros Bessillon qui s'est déclaré le 21 juillet dans le Var, a quant à lui parcouru un massif calcaire dominé par les chênaies vertes et les pinèdes de pin d'Alep, avec une végétation méditerranéenne composée notamment de thym, de romarin et de genévriers. Le feu a finalement concerné environ 4 500 hectares.

Ces deux exemples illustrent un point essentiel : la survenue et surtout l'ampleur d'un incendie ne peuvent être expliquées par la seule présence d'une essence ou par la nature d'un peuplement. Des forêts très différentes peuvent connaître des incendies de grande ampleur lorsque se combinent des conditions météorologiques extrêmes, une végétation fortement inflammable et sèche, une continuité suffisante du combustible et des conditions territoriales favorables à la propagation du feu.
Le débat sur le risque incendie ne peut donc pas se réduire à une opposition entre conifères (pin maritime en l'occurrence) versus feuillus, ni à la recherche de l'essence qui serait, à elle seule, capable de rendre une forêt résistante au feu.

Q7 Comment les peuplements de pin maritime sont-ils renouvelés et conduits, et avec quelles conséquences sur le risque d'incendie ?

Les travaux des historiens indiquent que les plantations de pins ont commencé bien avant la loi de 1857. On en trouve la trace dans les cadastres dits "napoléoniens" (vers 1820-1830) avec de nombreux "pinadas" (1). À la fin du XX^{e} siècle, le renouvellement des peuplements de pin maritime reposait de manière relativement équilibrée sur deux modalités : d'une part, la régénération par graines (environ 50 %), qu'elle soit naturelle ou réalisée par semis direct sur les parcelles, et, d'autre part, la plantation de plants élevés en pépinière (environ 50 %).

Les tempêtes successives de 1999 et 2009, imposant une reconstitution rapide de vastes surfaces sinistrées, ont modifié ce ratio, en particulier dans les secteurs « hors dune » où la régénération naturelle reste historiquement dominante. Deux évolutions majeures peuvent être soulignées :
(i) le recours désormais privilégié à la plantation de jeunes plants issus de pépinière, au détriment du semis (y compris mécanisé), favorisant ainsi l'utilisation de variétés issues du programme d'amélioration génétique du GIS *Groupe Pin maritime du Futur* (2). La diffusion des variétés permet d'installer une ressource génétique bien caractérisée et présentant un niveau de diversité génétique choisie contrairement à la régénération naturelle où le niveau de diversité est imposé par la contribution des semenciers.
(ii) la généralisation du recours aux abatteuses mécanisées pour les coupes d'éclaircie et la coupe de récolte finale (coupe rase).
Les autres techniques sylvicoles accompagnant le renouvellement des peuplements, telles que le recours aux herbicides (aujourd'hui largement abandonné), la préparation mécanisée des sols ou encore la fertilisation phosphatée, ont été introduites plus tôt au cours du XX^{e} siècle.

Le risque incendie dépend d'un certain nombre de facteurs (cf. Q6). Le mode de renouvellement – régénération naturelle ou plantation – n'est pas en soi un facteur direct. Une régénération naturelle très dense non maîtrisée peut favoriser la propagation du feu, tout comme une plantation insuffisamment entretenue. D'une manière générale, les premières phases de développement des jeunes peuplements se traduisent par une importante quantité de combustible bas (litière, arbustes, jeunes pins), ce qui en fait des stades particulièrement vulnérables, quel que soit le mode de régénération.

Au fur et à mesure que le peuplement forestier se développe et que sa structure se mette en place, ce sont davantage ses caractéristiques qui déterminent sa vulnérabilité. Dans le cas d'un régime forestier en futaie régulière, ce sont avant tout ses caractéristiques (densité, âge, continuité verticale éventuelle des combustibles) et les pratiques sylvicoles mises en œuvre (maîtrise de la densité, dépressages, éclaircies, élagage, débroussaillage du sous-bois, gestion des rémanents), ainsi que la présence ou pas de coupures de combustible à l'échelle du territoire, qui conditionnent sa vulnérabilité.

Le traitement en futaie régulière constitue le mode de gestion dominant des peuplements de Pin maritime dans les Landes de Gascogne, qu'ils soient issus de régénération naturelle ou de plantation. Après une perturbation, telle qu'un incendie, une tempête ou une coupe de renouvellement, l'installation d'une seule cohorte de semis conduit généralement à des peuplements équiennes, caractérisés par une seule classe d'âge. A l'inverse, des

peuplements inéquiennes de pin maritime (c'est-à-dire composés d'arbres de différents âges) sont également décrits au Portugal et dans les régions méditerranéennes d'Espagne (4). Ils résultent le plus souvent d'une régénération naturelle étalée dans le temps, associée à une faible intensité de gestion sylvicole. Dans ces peuplements au Portugal, l'écart d'âge entre les arbres peut dépasser cinq, voire représenter plus de 10% de l'âge de révolution, avec une variation moyenne d'environ 17 ans. En zones méditerranéennes espagnoles, le renouvellement des peuplements peut s'étaler sur 20-25 ans, alors que les âges d'exploitation atteignent généralement 80-100 ans, voire 120 ans dans certaines stations. Toutefois, cette hétérogénéité d'âge ne s'accompagne pas toujours d'une forte variabilité des diamètres ni de la hauteur des arbres et il est ainsi peu probable qu'elle modifie, à elle seule, la vulnérabilité aux incendies, les différences d'âge ne s'accompagnant généralement pas d'une forte hétérogénéité de la hauteur des houppiers, limitant ainsi la continuité verticale des combustibles. En revanche, lorsque le pin maritime est associé à des essences feuillues tolérantes à l'ombre, des peuplements mélangés et à structure inéquienne peuvent se développer. Ces peuplements présentent une architecture verticale plus complexe, avec plusieurs strates de végétation. L'effet d'une structure multistrate sur le comportement des incendies dépend de la nature et de la continuité des combustibles. Lorsque le sous-étage constitue un combustible de liaison continu entre la végétation basse et les houppiers, il peut favoriser la transition vers les feux de cime. À l'inverse, lorsque le sous-étage est peu inflammable ou suffisamment discontinu, il peut contribuer à réduire l'intensité et la propagation des incendies.

Références

1. https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/le-cours-de-l-histoire/aux-racines-des-landes-un-pin-c-est-tout-4471954
2. https://www.gisgpmf.fr/
3. 10.1007/s13595-012-0262-8
4. Rodríguez, R., Serrada, R., Lucas, J.A, Alejano, R., del Río, M., Torres, E., Cantero, A. (2008). Selvicultura de Pinus pinaster Ait. subsp. mesogeensis Fieschi & Gaussen. En: Serrada, R., Montero. G. Reque, J.A. (Eds), Compendio de selvicultura aplicada en España. INIA. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid (pp. 399-430).

Q8 Pourquoi le territoire des Landes de Gascogne est-il particulièrement vulnérable aux incendies ?

1. Un territoire aménagé pour évacuer l'eau, confronté à un climat qui en manque.

Le premier facteur de vulnérabilité, le dérèglement climatique (cf. Q1), rend le sud-ouest de la France de plus en plus propice aux grands incendies. Les étés sont plus chauds et plus secs, les sécheresses et les vagues de chaleur s'intensifient, et les conditions météorologiques favorables à une propagation rapide des feux – température supérieure à 30 °C, humidité relative inférieure à 30 % et vent supérieur à 30 km/h (la « règle des 3 × 30 ») – sont désormais réunies plus fréquemment et pendant des périodes plus longues. Cette évolution assèche durablement la végétation et allonge la saison à risque pour les incendies de forêt.

Cette évolution climatique met en évidence une autre vulnérabilité d'importance majeure : un système hydraulique historiquement conçu pour évacuer rapidement l'eau. Depuis le XIX^{e} siècle, le drainage généralisé des Landes de Gascogne a favorisé l'écoulement des eaux hivernales vers les cours d'eau, limitant leur stockage dans les sols et les zones humides. Dans un contexte de dérèglement climatique, cette organisation accentue les déficits hydriques estivaux et contribue à accroître la vulnérabilité des forêts aux sécheresses et aux incendies.

→Leviers d'aménagement : Renforcer la résilience du massif suppose de restaurer le fonctionnement du cycle de l'eau. Il s'agit de mieux préserver à la fois l'eau verte, stockée dans les sols et la végétation, indispensable au fonctionnement des écosystèmes, et l'eau bleue, qui circule dans les cours d'eau, les zones humides et les nappes. Concrètement, cela implique d'augmenter la capacité des sols à retenir l'eau en restaurant les zones humides – dont une grande partie a disparu (1) – et en redonnant un fonctionnement plus naturel aux réseaux de drainage. Lorsque les conditions s'y prêtent, le ralentissement des écoulements par le reméandrage des fossés (2), la réduction de leur profondeur ou l'installation de petits ouvrages hydrauliques peut favoriser l'infiltration et le stockage de l'eau dans les sols, tout en réduisant la vulnérabilité des forêts face aux sécheresses et aux incendies. Il est toutefois essentiel de maintenir un bon drainage en période hivernale car une saturation prolongée du profil de sol peut nuire aux arbres, en particulier aux essences moins adaptées que le pin maritime à ces conditions d'engorgement. En effet, les tempêtes hivernales majeures s'accompagnent de précipitations abondantes qui peuvent conduire à une saturation des sols. Or, les sols sableux présentent un comportement mécanique non linéaire : à l'approche de la saturation, leur résistance diminue fortement et ils peuvent perdre une grande partie de leur capacité portante, dans un phénomène proche de la liquéfaction (3). Des sols saturés jusqu'à la surface favorisent le déracinement des arbres et augmentent le risque de chablis. Par ailleurs, en zone urbanisée et à proximité des infrastructures, les remontées de nappe, identifiées dans les plans locaux d'urbanisme (PLU) comme un risque d'« inondation par remontée de nappe », peuvent provoquer des dommages, notamment en perturbant le fonctionnement des réseaux d'assainissement et l'évacuation des eaux.

Références

1. État des lieux de la conservation des lagunes en 2023 : https://obv-na.fr/ofsa/ressources/8_docs/CBNSA_2024-Inventaire_lagunes_de_Gascogne_v1.0.pdf et programme ECOLAG https://obv-na.fr/actualite/12025
2. Question centrale du living lab du Living lab “Forêts de demain” du Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne https://www.parc-landes-de-gascogne.fr/pour-aller-plus-loin/le-programme-foret-de-demain
3. 10.1016/j.foreco.2020.118614

2. Des coupures de combustible inadaptées aux conditions de déclenchement et de propagation des feux.

Le massif des Landes de Gascogne est caractérisé par une matrice forestière de peuplements de pin maritime d’âges et de densités variés interrompu par quelques discontinuités naturelles et agricoles. Cette forte continuité du couvert forestier favorise la propagation des incendies sur de grandes surfaces. La propagation du feu de Landiras en 2022 sur une grande surface s’explique notamment par la continuité du couvert de pin maritime, issue du reboisement à grande échelle et sur une période relativement courte d’une zone fortement touchée par la tempête Klaus en 2009.

Au lendemain des grands incendies du siècle dernier, une organisation de coupures de combustible avait été actée reposant sur un cloisonnement du massif en unités d’environ 4 000 ha articulé avec le maillage des exploitations agricoles. A partir des années 1950, ce cloisonnement de la forêt s'est accompagné de la structuration progressive d'un système de prévention reposant notamment sur la création et l’entretien d'un réseau dense de pistes, fossés, ponts et points d'eau permettant la surveillance du massif, l'accès rapide aux départs de feu et l'intervention des moyens de lutte (https://www.dfci-aquitaine.fr/). Lors des incendies extrêmes survenus en Gironde en 2022 et en 2026, la lutte s'est aussi appuyée sur la création de zone d’appui au moyen de “coupes tactiques”, réalisées en urgence à l'aide d'abatteuses, débroussailleurs, débardeurs, grumiers et bulldozers (en 2022, 131 km ; en 2026, 150 km).

En règle générale, 3 à 5% de la surface forestière devraient être réservées à ces infrastructures pérennes d’une largeur moyenne de 300 mètres. Il s’agit d’un aménagement du territoire et non d'une pratique relevant de la sylviculture à l'échelle d’une parcelle. Une large coupure de combustible devrait être un dispositif préventif pérenne contre les incendies. Son objectif est de modifier le comportement du feu afin de limiter son intensité en le maintenant, autant que possible, sous la forme d'un feu de surface. Elle facilite donc l’intervention des services de lutte dans des conditions optimales de sécurité et d’efficacité en devenant potentiellement une ligne d’appui. Néanmoins, lors de feux extrêmes, des brandons peuvent générer des sautes de feu à plusieurs centaines de mètres, voire au-delà, et franchir des coupures de combustible très larges. Ces infrastructures ne constituent donc pas des barrières infranchissables : leur efficacité repose notamment sur leur articulation avec les moyens de lutte, auxquels elles doivent offrir des zones d'appui et d'intervention dans des conditions de sécurité adaptées. La conception et le dimensionnement de ces coupures, ainsi que le recours à d’autres zones d’appui au moyen de “coupes tactiques” pendant l’incendie, constituent un sujet de recherche et de retour d'expérience qu’il conviendrait d’adresser rapidement.

Même si la science de la lutte contre les incendies de forêt n'est pas abordée dans ce cahier, elle constitue néanmoins un autre champ de recherche essentiel. Comprendre et anticiper le comportement d'un feu, détecter précocement les départs, prévoir sa propagation et les sautes de feu, optimiser le positionnement et l'engagement des moyens terrestres et aériens, concevoir des coupures tactiques adaptées, déclencher des feux tactiques ou encore activer des outils d'aide à la décision en temps réel sont autant de domaines dans lesquels la recherche peut contribuer à l'efficacité et à la sécurité de la lutte. Les incendies de cet été 2026 nous invitent à renforcer les interactions entre scientifiques, DFCI et services d'incendie et de secours autour de ces questions de recherche-action.

→**Leviers d'aménagement :** Le développement d'un réseau de larges coupures de combustible destiné à renforcer la protection interne du massif forestier, nécessitera une gouvernance multi-acteurs afin d'en définir collectivement la localisation, la nature de leur occupation, les modalités d'entretien et de gestion pour leur pérennité, ainsi que leurs adaptations aux évolutions des enjeux du territoire.

La mise à jour des cartes de combustible (1), associée au développement de modèles de propagation du feu intégrant notamment les interactions sol-atmosphère, permettrait de disposer d'un outil d'aide à la décision (OAD) pour simuler différents scénarios, concevoir, tester et optimiser ce réseau, dans le prolongement des travaux de Moreews et al. 2025 (2). En intégrant les principaux aléas climatiques, un tel OAD permettrait d'évaluer les compromis entre l'amélioration de la protection contre les incendies, les effets potentiels de l'ouverture du paysage sur la stabilité au vent des peuplements adjacents, ainsi que les conséquences sur les bilans hydriques intra-annuelles et la sensibilité à la sécheresse. Ce réseau de coupure de combustible de grande envergure compléterait un réseau de pistes DFCI ainsi que le respect du maintien de bandes non boisées en bordure des routes, fossés et pistes, afin de renforcer le compartimentage du massif.

Cependant les contraintes réglementaires pour la mise en œuvre pratique d'un tel réseau de larges coupures de combustible sont nombreuses (3, 4). Un travail participatif, conduit selon la méthodologie des *policy clinics* et développé dans le cadre du projet de laboratoire vivant FIRE-RES (https://fire-res.eu/), a abouti à une série de recommandations visant à construire un cloisonnement pérenne du massif et à améliorer les interfaces urbaines, en mobilisant l'ensemble des espaces à faible charge en combustibles présents sur le territoire, quels que soient leurs usages (5). Nous reprenons ci-dessous les recommandations issues de ces travaux.

Recommandation	Actions associées
Recommandation 1. Mobiliser les outils d'urbanisme pour concrétiser les ruptures de combustible	**Action 1.1.** Créer des zonages spécifiques : ● A l'échelle communale, dans le PLU/PLUi, et une inscription dans le SCoT ● A l'échelle du massif, créer un outil de planification avec zonage de grandes ruptures de combustible (segmentation secondaire) opposable aux PLU et SCoT **Action 1.2.** Se saisir des outils existants pour la mise en place de projets relevant du bien commun : Projets d'Intérêt Général (PIG), recours aux servitudes d'utilité publique (SUP) **Action 1.3.** Restaurer la culture du feu et former les acteurs clés de la planification territoriale : équipe municipale, bureaux d'études, citoyens...
Recommandation 2. Hiérarchiser les enjeux territoriaux de manière stratégique	**Action 2.1.** Évaluer les enjeux de biodiversité à l'échelle locale (cartographie des enjeux, simulation des risques sur chaque commune) et prioriser les règlements **Action 2.2.** Créer du dialogue entre institutions et associations de protection de l'environnement et acteurs de la lutte pour harmoniser l'état des connaissances des parties prenantes et s'assurer de la justesse des arbitrages **Action 2.3.** Favoriser les projets qui permettent de concilier enjeux de biodiversité et réduction du combustible (ex : agropastoralisme)
Recommandation 3. Renforcer la formation et la collaboration entre acteurs du territoire	**Action 3.1.** Renforcer la pédagogie et l'accompagnement de proximité entre acteurs locaux et services de l'État **Action 3.2.** Organisation la coordination et la collaboration entre communes du massif des Landes de Gascogne vis-à-vis du risque incendie, afin d'avoir une vision régionale sur son cloisonnement secondaire **Action 3.3.** Redonner du pouvoir de décision aux maires, pour une gestion localisée des enjeux, au « cas par cas » en particulier sur les interfaces forêt/ville
Recommandation 4. Impliquer les propriétaires forestiers et mettre en place des incitations financières attractives	**Actions 4.1.** Favoriser une plus grande implication des propriétaires et gestionnaires forestiers dans les discussions et débats relatifs au cloisonnement du massif **Action 4.2.** Mettre en place des mesures incitatives aux changements d'usage favorables à la DFCI pour les propriétaires forestiers, en identifiant les parcelles éligibles à des aides à l'aide d'un outil de type PIDAF **Action 4.3.** Financer la gestion sylvicole à bas niveau de combustible pour compenser les pertes du propriétaire appliquant une sylviculture d'intérêt général

Références

1. 10.5281/zenodo.17771895
2. Types et cartes de combustibles des Landes de Gascogne : https://www.plantedforests.org/planted-forests-reports/planted-forests-report-no-5-types-et-cartes-de-combustibles-des-landes-de-gascogne/
3. 10.20870/Revue-SET.2026.50.10289
4. 10.20870/Revue-SET.2026.50.10290
5. 10.20870/Revue-SET.2026.50.10291

3. L'urbanisation, un facteur aggravant

Il est communément admis que les Landes de Gascogne constituent un espace à faible densité de population et un espace principalement dédié aux activités forestières. Pourtant, sur ces 40 dernières années, la population y a augmenté de près de 60 %. Portée par le desserrement des aires métropolitaines de Bordeaux et Bayonne, l'attractivité résidentielle des littoraux et, celle plus récente, des espaces ruraux éloignés, cette spectaculaire croissance démographique révèle une progressive différenciation de la trajectoire des territoires qui composent les Landes de Gascogne (1). L'urbanisation a constitué une opportunité de revitalisation économique pour les communes concernées et permis l'installation d'une population dont l'activité économique bénéficie aux territoires. Elle est aussi une source de risque potentielle, surtout lorsque l'aménagement des interfaces est insuffisamment maîtrisé.

L'écrasante majorité des feux est en France métropolitaine d'origine anthropique. Les départs d'incendies sont couramment localisés aux abords des infrastructures (en l'occurrence une route pour l'incendie de Biscarrosse et une emprise de ligne à haute tension à Saumos fin juillet 2026) mais aussi à proximité des habitations. La doctrine française de lutte contre les incendies, formalisée à partir de 1993 sous le nom de doctrine "Vulcain", vise autant que possible à l'extinction des feux naissants (incendie détecté très peu de temps après son départ, alors qu'il est encore de faible intensité et de faible superficie). Elle priorise ensuite les moyens sur la protection des vies humaines puis des biens, ce qui inclut donc la défense des zones habitées. Le critère important pour les services départementaux d'incendie et de secours (SDIS) est alors celui de la *défendabilité*, définie par la conjonction de trois facteurs : les accès, les coupures de combustibles, les points d'eau (hydrants).
Les quartiers incendiés étaient-ils "indéfendables" ? Pas forcément : à Biscarrosse, où le tissu urbain est relativement compact et s'est peu étendu au cours des deux dernières décennies, près de 200 bâtiments ont néanmoins brûlé en juillet 2026. Cela doit nous rappeler que la défendabilité d'un territoire ne dépend pas uniquement de sa forme urbaine. Cette notion théorique doit en effet être confrontée à la situation réelle des temps d'accès et des conditions de trafic routier, de l'entretien des équipements et de la disponibilité effective des moyens de secours. Elle doit aussi être rapportée à l'intensité de l'incendie, aux conditions météorologiques et à la capacité des moyens de lutte à contenir simultanément plusieurs fronts. À ce titre, augmenter les interfaces entre zones urbanisées et forêt conduit mécaniquement à multiplier les secteurs à protéger. Les moyens d'intervention doivent alors être répartis sur un linéaire plus important, avec le risque de fragiliser le dispositif de défense lorsque les conditions deviennent extrêmes.

Dans le contexte néo-aquitain, le modèle d'urbanisation pavillonnaire (maison / garage / piscine), consommateur d'espace et favorisant l'étalement urbain, trouve ses limites dans ce

contexte et souligne l'enjeu du maintien de l'objectif de Zéro Artificialisation Nette en 2050 inscrit dans la Loi Climat et Résilience. On peut rappeler qu'il contribue aussi à l'attractivité foncière du territoire et à l'accessibilité à la propriété pour des catégories sociales variées : les prix médians des ventes de logement constatées dans la base DVF atteignent à Lège des niveaux parisiens mais ils ont été dans certaines communes du cœur de la Haute Lande contenus sous les 1500€/m² sur la période 2021-2026. Un tel modèle accroît quoi qu'il en soit la longueur des interfaces habitat-forêt et, par conséquent, la complexité de leur protection face aux incendies.

L'incendie girondin de juillet 2026 a parcouru des territoires communaux avec des formes urbaines très disparates, allant des bourgs denses du Nord du bassin d'Arcachon (a priori "défendables") à des grappes d'habitats ruraux dispersés (a priori "moins défendables"). Ces vulnérabilités résultent d'une forme de renversement. Le bassin d'Arcachon s'est construit sous les pins, dans un cadre paysager qui a grandement contribué à l'image du territoire. Mais cette "forêt habitée" s'est constituée avec plusieurs impensés : le renouvellement du couvert arboré d'une part, mais aussi et surtout l'appréhension du risque incendie. Les interfaces forêt-habitat du Cap Ferret relèvent ainsi d'une intense interpénétration du bâti et de la végétation. Qualifiée d'*intermix* (2) dans la littérature scientifique, cette configuration est particulièrement difficile à défendre contre les incendies. Dans les communes du plateau landais, les implantations du bâti ont pu historiquement avoir une autre relation avec les passages du feu. L'airial, clairière continue avec un habitat dispersé, était ainsi une forme d'habitat traditionnel isolé rendue moins vulnérable au feu par la présence constante d'un fort pastoralisme ovin aux alentours immédiats des habitations. Cette configuration emblématique a largement disparu avec l'abandon du sylvopastoralisme, avec une transformation des espaces avoisinants en plantations forestières et un "développement" de ces quartiers par des constructions et aménagements de bordures de parcelles dont les formes et les implantations ont été longtemps peu encadrées.

Ces questions de défendabilité n'ont pas été oubliées par l'action publique, avec une vague de Plans de Préventions des Risques d'Incendies de Forêts (PPRIF) prescrites dans les années 2000 sur une bonne partie des communes du littoral médocain. Dans un contexte de restriction des moyens de l'ingénierie publique, peu d'entre eux ont néanmoins été menés à bout. Les grandes disparités de population et de moyens humains entre communes ne sont pas un facteur facilitant pour une approche intégrée et partagée des risques dans les documents d'urbanisme : Saumos, avec ses 550 habitants, n'a approuvé son PLU qu'en 2026. On constate dans tous les cas de forts effets d'héritage, qui incitent à tempérer d'éventuels constats de laxisme urbanistique. Des quartiers identifiés comme difficiles à défendre sont aussi parfois des quartiers anciens. C'est ainsi le cas du sud de la commune du Porge, avec des structures en village-rue qui sont rares dans la région mais en partie héritées du XIXe siècle. Ces situations illustrent surtout le caractère multiscalaire de la vulnérabilité face au risque incendie : elle se construit à la fois à l'échelle du quartier, de l'habitation et du territoire. À l'échelle de l'habitation, elle dépend notamment des matériaux de construction, de leur entretien, de la présence d'arbres au-dessus des toitures ou encore de la végétation à proximité immédiate des bâtiments. À l'échelle du territoire, elle dépend également du nombre, de la localisation et de l'agencement des zones à défendre, ainsi que des possibilités d'accès et d'intervention. Le porter-à-connaissance émis par la préfecture de Gironde en octobre 2025 (3) va dans le bon sens pour l'élaboration des futurs PLU en subordonnant

notamment les projets d'urbanisation à la réduction des linéaires d'interface, mais il ne suffit pas pour améliorer toutes les situations d'interfaces.

Il existe une disposition pour assurer l'entretien de coupures de combustibles dans les interfaces habitat/forêt, les obligations légales de débroussaillement ("OLD") : voir les fiches par départements proposées par la DFCI Nouvelle-Aquitaine (4). Des OLD de 50 mètres, à charge des propriétaires des bâtiments exposés, ne stoppent pas les incendies de forêt mais sont efficaces pour assurer la défendabilité des biens (5). Après les feux de 2022 une Mission d'Intérêt Général (MIG) de défense des forêts contre les incendies (DFCI) à l'ONF a été généralisée à l'ensemble du territoire national (6), renforçant les moyens consacrés à la prévention et à la lutte contre les incendies. Néanmoins, les OLD restent encore très peu appliquées autour des habitations, dont le contrôle relève de la compétence des maires. Une estimation pour le Sénat évoque des surfaces traitées à moins d'un tiers de leur potentiel. Parmi les raisons : manque d'information des propriétaires, confusions sur ce que recouvrent les opérations de débroussaillement, complexité juridique du dispositif qui permet une intervention dans les propriétés voisines et dilue les responsabilités entre résidents et propriétaires forestiers, difficulté de coordination à l'échelle locale ce qui amoindrit leur efficacité, voire les rendent inopérantes. Le décalage entre besoins et réalisation est considérable et ancien, faisant de l'application des OLD un défi récurrent.

→**Leviers d'aménagement :** une première piste pourrait être la systématisation et la modernisation de l'information aux propriétaires, sous une forme cartographique indiquant clairement les localisations et parcellaires. Ce service existe mais n'est fourni actuellement que par une startup bordelaise (https://www.oudebroussailler.fr/) sans garantie aucune de l'exactitude des consignes (qui varient selon les départements). Plus généralement, l'intérêt de coordonner et réaliser ces OLD de manière plus collective a été identifié de longue date (7). Elles pourraient être réalisées sous égide d'acteurs publics tels que les maires ou des ASA (Association Syndicale Autorisée) de DFCI par exemple, ou dans le cadre d'associations syndicales libres (ASL) ad hoc. (Voir aussi Q2)

Références

1. 10.4000/vertigo.14631
2. Bouisset, Christine (coord.) CNRS, 2026 - Synthèse de l'expertise : *Expertise scientifique collective - Ville et Incendies : la résilience des interfaces urbaines face aux incendies de végétation dans le contexte du changement climatique*. https://www.cnrs.fr/sites/default/files/page/2026-05/ESCo_Incendies-Synthese.pdf
3. Préfecture de Gironde (2025) Porter-à-connaissance Maîtrise de l'urbanisation dans les zones concernées par le risque incendie de forêt https://www.gironde.gouv.fr/contenu/telechargement/85732/644143/file/PAC_Incendie%20de%20feu%20de%20forêt%20du%2021%20octobre%202025.pdf
4. Gironde / Landes / Lot et Garonne / Dordogne
   https://www.dfci-aquitaine.fr/wp-content/uploads/2017/12/33-Gironde-debroussaillement-2026-site-web.pdf
   https://www.dfci-aquitaine.fr/wp-content/uploads/2017/12/40-Landes-debroussaillement-2026-site-web.pdf
   https://www.dfci-aquitaine.fr/wp-content/uploads/2017/12/47-Lot-et-Garonne-debroussaillement-2026-site-web.pdf

https://www.dfci-aquitaine.fr/wp-content/uploads/2017/12/24-Dordogne-debroussaillement-2026-site-web-1.pdf
5. hal-02879020
6. La MIG DFCI confiée à l'ONF : https://www.onf.fr/vivre-la-foret/enjeux-foret/feux-foret/%2B/1bc8::dfci-les-missions-de-lonf-pour-le-compte-de-letat.html
7. Plan interdépartemental de Protection des Forêts Contre les Incendies 24-33-40-(2018) https://www.dfci-aquitaine.fr/wp-content/uploads/2021/01/PidPFCI_24-33-40-47_valide_cle44f665.pdf

Pour en savoir plus

https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2026/07/31/les-regions-les-plus-sensibles-au-risque-d-incendie-sont-aussi-celles-ou-l-artificialisation-des-sols-a-le-plus-progresse_6737095_4355770.html

Partie 3
Comprendre le rôle de l’eau

Q9 Comment les échanges hydriques influencent-ils le fonctionnement des forêts du massif des Landes de Gascogne ?

Le massif landais est constitué en surface de sables du Quaternaire qui reposent sur des formations tertiaires composées de marnes, calcaires et argiles (1). L'ensemble forme un empilement d'aquifères libres ou captifs séparés par autant de couches imperméables (épontes) (5). Pendant les périodes de "hautes-eaux", l'aquifère libre, qui se développe dans les sables perméables et forme la nappe phréatique, est naturellement sub-affleurant. Pour éviter l'engorgement des sols, l'aquifère est drainé par un dense réseau de fossés artificiels (de profondeur comprise entre 1 et 1.5 m), dont les collecteurs sont localement appelés crastes, jales ou barrades. Ce réseau, initié au XIXe siècle a été étendu et modernisé au XXe. L'eau recueillie par cette infrastructure hydraulique de 40 000 km se déverse dans plusieurs cours d'eau pour aboutir finalement à l'Adour au sud du massif, à la Garonne et la Gironde au nord, et à tout un ensemble de rivières (Leyre), lagunes et lacs côtiers et finalement à l'océan Atlantique à l'ouest (16). La partie "Landes du Médoc" se déverse quant à elle principalement vers les lacs de Carcans-Hourtin et Lacanau, qui rejoignent le Bassin d'Arcachon via le Canal des Étangs.

La profondeur de l'aquifère le plus superficiel, détermine les grands types écologiques des forêts de pins : Lande humide, Lande mésophile ou Lande sèche (25), et leur niveau de productivité (10, 27). Les forêts de pin connaissent un déficit important en eau durant leur saison de croissance en raison de la dissymétrie entre le régime de demande évaporative, maximale en été, d'une part et les précipitations, dont le pic intervient en automne et hiver, d'autre part. La nappe phréatique joue un rôle clé pour le fonctionnement hydrique, l'alimentation en eau des arbres et la production forestière du massif. Sa profondeur moyenne sous la surface du sol détermine en grande partie les niveaux de productivité observés dans le massif.

L'évapotranspiration annuelle d'un peuplement de pins adultes varie entre 500 et 700 mm, dont 30 à 40% provient du sous étage (4,19), 20% de la pluie interceptée par la canopée et 40 à 50% de la transpiration même des arbres (6,20,21). La part de la transpiration prélevée dans la nappe phréatique par les racines des arbres est variable : elle atteint plus de 50 % en Lande humide et elle est nulle en Lande sèche (10). A la suite d'une coupe rase ou d'un chablis total, l'évapotranspiration est réduite de moitié (15, 22, 23), ce qui élève le niveau moyen de la nappe phréatique, accroît d'un facteur deux la quantité d'eau drainée (15) comme cela fut observé après les grands chablis de 1999 et 2009 (18). Suite à l'incendie de Saumos (2022), le niveau piézométrique de hautes eaux a atteint 30 à 50 cm de plus qu'attendu dans les conditions avant l'incendie (2).

Le régime hydrique d'un peuplement de pins est donc étroitement lié à la nappe phréatique lorsque celle-ci est accessible aux racines, qui peuvent y puiser de l'eau au printemps et en été. Le rôle de la nappe est mineur ou nul lorsqu'elle reste en permanence sous la zone racinaire. Les arbres ne peuvent alors utiliser que l'eau stockée dans le sol ce qui représente qu'une quinzaine de jours de réserve avant l'apparition d'un stress hydrique (25). Cette durée dépend fortement du type de sol, de la profondeur d'enracinement, de la demande climatique et de la végétation. Lorsque la demande en eau liée à la transpiration excède la capacité du sol à fournir et transférer cette eau vers les racines, les arbres et la végétation entrent en stress hydrique (25). En l'absence de précipitations, le stress hydrique s'aggrave continuellement. La teneur en eau des aiguilles, branches et tronc des arbres et de la

végétation ainsi que celle des débris végétaux au sol diminue et accroît leur inflammabilité. La température du feuillage des forêts de pin s'élève modérément, de 2 à 3°C au maximum, durant les épisodes de stress hydrique, l'énergie radiative absorbée étant dissipée sous forme de chaleur (26). A l'échelle régionale et compte tenu de la superficie du massif landais, ce flux de chaleur est à même de contribuer à l'élévation de la température de l'air et à la baisse d'humidité de l'air (16 et cf. Q13).

Lors d'exercices de simulation à l'horizon 2100 effectués sur le massif des Landes de Gascogne, les performances de quatre itinéraires de gestion communément appliqués sur le massif ont été comparés (cf. Encart n°7). Les résultats varient selon le gradient de précipitations observé dans la région (Figure 4 dans la référence n°29), soulignant le rôle déterminant des échanges hydriques dans le bon fonctionnement des peuplements et plus largement dans leur capacité à assurer leurs services écosystémiques.

INRAE étudie et mesure ces processus dans les Landes de Gascogne depuis près de 50 ans à travers plusieurs projets européens, nationaux ou régionaux. Plusieurs sites d'observation intensifs les mesurent en temps réel in situ et à haute fréquence dans le cadre du projet régional IMPACTS et de l'infrastructure européenne ICOS notamment, y compris dans la zone incendiée autour de Salaunes (17, 28). Les observations aéroportées ou satellitaires ont aussi permis de bien caractériser le bilan d'énergie, la température de surface et la physionomie des peuplements à fine échelle.

Références

1. Karnay, G., Corbier, P., & Jaouen, T. (2008). Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE Module 7 – Année 1. BRGM/RP-56475-FR (No. BRGM/RP-56475-FR). BRGM.
2. Borne, A., Bronnec-Castanet Desages, E. Impact de l'incendie des Landes du Sud Médoc sur la nappe plio-quaternaire. Projet de fin d'études Bordeaux INP - ENSEGID, Dir. Alexandre Pryet, 2025.
3. 10.1186/s13595-025-01300-y.
4. 10.1051/forest:19910204.
5. 10.1002/jqs.1220
6. 10.1016/j.agrformet.2005.01.002.13
7. web site. https://forets21.inra.fr/pelican3.1/
8. 10.1016/0168-1923(94)90100-7
9. 10.1016/0168-1923(90)90115-M
10. 10.70675/bdc7c6fdz0890z4cfbz9af0z54afa3ff4f95
11. 10.1016/j.agrformet.2008.05.001
12. Labarre, Clémence, D. Loustau, J.-C. Domec, T. Knoke, M. Kindu 2026. Integrating Wildfire Risk into Robust Forest Management Optimization. Soumis à Forest Ecology and Management, Dépôt HAL INRAE. Sept 2026.
13. 10.1186/s13595-026-01355-5, https://rdcu.be/fBHAY
14. 10.1007/s10980-025-0223
15. Landmann, G., Delay, M., et al. (Experts). 2023. Expertise collective CRREF « Coupes rases et Renouvellement des peuplements forestiers en contexte de changement climatique », Synthèse de l'expertise, Paris : GIP ECOFOR, RMT AFORCE, 128 pages.

16. 10.1007/s10584-024-03825-z
17. 10.1016/j.agrformet.2026.111229
18. 10.17180/zy26-5r74
19. 10.1051/forest:19910103.
20. 10.1007/BF00582232.
21. 10.1016/0022-1694(92)90131-E.
22. 10.1093/treephys/tpr048
23. 10.1080/17550874.2012.668228
24. 10.5194/gmd-13-5973-2020.
25. Saint-Didier J., 1976.- Nature et évolution de la végétation de la Grande Lande à Pissos (40). Mémoire de fin d'études, ENITA de Dijon, 98 p + annexes.
26. 10.1016/j.agrformet.2022.108997.
27. 10.1051/forest:2008060.
28. Wigneron, J.-P., S. Dayau, A Kruszewski, et al. 2018. The aqui network: soil moisture sites in the "les Landes" forest and "Graves" vineyards (Bordeaux Aquitaine region, France). IGARSS 2018 - 2018 IEEE INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing IGARSS, 3739-42.
29. 10.1007/s10980-025-02233-7

Encart n°7 : Identifier les opportunités d'aménagement forestier en situation d'incertitude

A partir des mesures décrites précédemment, des approches de modélisation de la biophysique et de la biogéochimie de l'écosystème forestier landais ont été développées. Les modèles construits permettent de projeter le fonctionnement des forêts jusqu'en 2100 sous différents scénarios climatiques, sylvicoles ou d'aménagement (10).

Dans le cadre de projets soutenus par l'ADEME (programme Graine) et par la Région Nouvelle Aquitaine (projet GRIFON), les possibilités d'organisation territoriale de différents itinéraires techniques sylvicoles (ITS) basés sur le Pin maritime ou les Chênes à l'échelle du massif des Landes et jusqu'en 2100 ont été explorées. Ces ITS, au nombre de 4, couvrent une gamme d'intensification de récolte. Après avoir considéré uniquement la production (10), plusieurs services rendus par la forêt, à savoir la productivité en bois récolté, le stockage de carbone en place et dans les produits récoltés et transformés et la production d'eau drainée ont été analysés.

Avec des approches inspirées de la théorie de la viabilité et basées sur l'optimisation robuste en situation d'incertitude, il a été montré que :

1. L'aménagement optimal des itinéraires techniques dans ce massif évoluent spatialement et dans le temps ce qui nécessite des stratégies d'aménagement adaptées au contexte local et qui soient agiles (10, 12).

2. Il sera de plus en plus difficile de maintenir les niveaux actuels de production à l'échelle régionale, notamment en raison de la diminution du nombre d'itinéraires techniques sylvicoles performants disponibles pour les acteurs locaux (12).

3. La prise en compte des incendies renforce l'intérêt de diversifier les systèmes forestiers. Elle conduit notamment à considérer l'introduction d'essences feuillues, telles que les Chênes (11). Cette diversification réduit certaines vulnérabilités, sans toutefois permettre de sécuriser simultanément tous les services : le carbone stocké en forêt demeure fortement exposé au risque d'incendies quel que soit l'essence (11).

Ces conclusions restent essentiellement théoriques. Elles permettent d'explorer, par des approches mathématiques, les opportunités offertes par la diversification des modes de conduite et des essences dans un contexte d'incertitude.

Q10 Comment les pratiques sylvicoles et l'aménagement du territoire peuvent-ils modifier le fonctionnement hydrique du massif landais ?

Sylviculture et aménagement impactent le bilan hydrique des forêts à travers ses différentes composantes : la demande évaporative atmosphérique, l'eau du sol, les profondeurs des racines et de la nappe phréatique, la physionomie du couvert végétal, et les éléments de paysage qui l'accompagnent.

Les variables météorologiques fixant la demande évaporative sont la température et la sécheresse de l'air, le rayonnement incident et la vitesse de vent. Ici, l'aménagement du territoire et le mode de sylviculture jouent un rôle non négligeable dans le cas d'un massif aussi étendu que les Landes de Gascogne (8). Le couvert végétal constitué par une forêt adulte émet des flux de vapeur et de chaleur importants, qui contribuent à humidifier la partie inférieure de la couche limite atmosphérique. Un couvert forestier comme celui du massif des Landes a donc un effet sur l'ennuagement régional (7, 8). Inversement, un territoire forestier composé de peuplements jeunes en croissance et de coupes rases, d'extension verticale limitée et d'indice foliaire réduit, n'a pas le même impact qu'une canopée forestière mature bien développée.

Indispensable pour évacuer l'excès d'eau hivernal des parcelles forestières ou l'excès d'eau des parcelles de maïs irrigué, le drainage des sols peut favoriser un assèchement plus rapide des sols et ainsi accentuer le déficit hydrique des sols au printemps et en été. Un réseau de drainage plus dense et moins profond pourrait permettre une évacuation plus efficace du surplus d'eau vers les collecteurs principaux et de raccourcir la période de stress hydrique (1). Au-delà d'une profondeur de 1,10 m, les drains accentuent sensiblement le stress hydrique des arbres pendant l'été, sans réduction substantielle de l'excès de hauteur d'eau pendant l'hiver (2). Les projections climatiques actuellement disponibles à l'horizon 2100 font état d'une augmentation notable du stress hydrique subi par les arbres (+20%), mais d'une persistance du risque lié aux excès d'eau (2) (cf. Encart n°7).

Ces éléments plaident moins pour l'abandon du drainage que pour l'exploration d'un «drainage raisonné», adapté aux conditions locales et aux saisons. Il reste notamment à déterminer comment la densité du réseau, la profondeur des fossés et leur gestion peuvent permettre de limiter les excès d'eau hivernaux tout en évitant une évacuation trop rapide de la ressource susceptible d'accentuer les déficits hydriques estivaux. Ces compromis doivent être évalués conjointement au regard de la production forestière, de la sécheresse, du risque incendie, mais également de la stabilité des peuplements face aux tempêtes.

Plus largement, les activités humaines modifient le fonctionnement hydrologique du territoire : les prélèvements d'eau pour l'irrigation agricole ou l'eau potable peuvent réduire les ressources disponibles tandis que l'urbanisation et les grandes infrastructures modifient l'écoulement naturel des eaux de surface en accroissant la proportion de surfaces imperméabilisées et en modifiant le réseau hydrographique.

L'évapotranspiration d'un peuplement est déterminée par la physionomie du peuplement d'arbres : sa hauteur, la densité de son feuillage, la présence de végétation en sous-étage (6). La sylviculture contrôle la densité des arbres et la masse de feuillage des arbres et du sous étage à l'hectare. Pour le bilan hydrique des forêts, l'effet d'une coupe rase est un peu

similaire à celui d'un incendie ou d'un chablis. L'incendie de Saumos 2026 par son extension importante va réduire fortement l'évapotranspiration régionale (30 à 50% pour les zones incendiées) et augmenter le drainage vers les exutoires (lagune d'Arcachon et lacs côtiers) avec une qualité d'eau dégradée par les particules transportées dues à l'érosion provoquée par la disparition du couvert végétal, les cendres et les travaux de débardage. À grande échelle (> 10 000 ha), l'absence de formation forestière est connue pour avoir une forte incidence sur le cycle de l'eau et le climat à l'échelle régionale (4) du fait d'une modification de l'albédo de surface, de la température, de l'évapotranspiration et de la rugosité de surface. Ainsi, des déforestations à ces échelles spatiales, constatées en Amazonie, ont des répercussions sur l'humidité de l'atmosphère (3) et sur les régimes de précipitations, avec une réduction des pluies qui peut atteindre -30 % sur certaines régions selon les modèles atmosphériques utilisés (5).

Références

1. Koller, M.-M., Pryet, A., de Grissac, B., & Dupuy, A., 2026. Étude de l'influence du drainage sur le bilan d'une nappe phréatique. Bordeaux INP - SMEGREG.
2. Pryet, A., Bartoli, M., Jardot, E., 2025. Adaptation du drainage forestier en contexte de changement climatique : apport d'une approche de modélisation sur un site expérimental. UMR EPOC CNRS, Université de Bordeaux et Bordeaux INP
3. 10.1111/gcb.12951
4. 10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002
5. 10.1038/nclimate2430
6. 10.1016/j.agrformet.2007.01.006
7. 10.1029/2023JD038477
8. 10.1002/2015GL066063
9. 10.1038/ncomms14065
10. 10.1186/s13595-025-01300-y.
11. Labarre, C., D. Loustau, J.-C. Domec, T. Knoke, M. Kindu 2026. Integrating Wildfire Risk into Robust Forest Management Optimization. Soumis à Forest Ecology and Management, Dépôt HAL INRAE. Sept 2026.
12. 10.1186/s13595-026-01355-5

Partie 4
Adapter forêt et territoire

Q11 Comment renouveler et adapter les forêts des Landes de Gascogne face aux risques futurs ?

Dans cette partie, nous abordons trois dimensions complémentaires du renouvellement et de l'adaptation de la forêt des Landes de Gascogne : le débat, souvent réducteur, entre pin maritime et feuillus ; les modalités de renouvellement des peuplements à base de pin maritime sans oublier la gestion du sous-bois; et les possibilités de gestion adaptative face au dérèglement climatique, en particulier à travers le pilotage de la densité au sein des peuplements, qui constitue un levier majeur de gestion de la disponibilité en eau. Enfin, nous examinons comment les pratiques forestières ont évolué à la suite des grandes crises (1, 2) et proposons de nouvelles pratiques pour la forêt des Landes de Gascogne tout en identifiant les freins éventuels à leur mise en œuvre.

1. Quelle place pour la pinède et les feuillus dans ce territoire ?

A la suite de chaque grande crise, incendies comme tempête, le débat sur la **diversification** du massif landais en termes d'essences oppose deux visions simplificatrices. La première consiste à considérer qu'il suffirait de remplacer le pin maritime par des feuillus pour résoudre l'ensemble des problèmes du massif. La seconde affirme que la filière forêt-bois ne pourrait s'adapter à aucune évolution de la composition (pin maritime) ou de la structure des peuplements (futaie équienne).

En réalité, ces deux positions représentent les extrêmes d'un continuum de solutions. Entre le maintien de peuplements presque exclusivement composés de pin maritime et leur remplacement intégral par d'autres essences, il existe une large gamme d'options de diversification. Celles-ci peuvent (i) s'appuyer sur des peuplements purs, mélangés ou organisés en mosaïque à différentes échelles du paysage, (ii) varier selon les stations, les objectifs de gestion ou les risques auxquels les peuplements sont exposés, et (iii) prendre en compte les besoins de la filière. Ici l'enjeu n'est pas de promouvoir exclusivement l'un ou l'autre de ces deux modèles car il n'existe pas de "modèle sylvicole" permettant de répondre à l'ensemble des services écosystémiques demandés à la forêt dans un contexte de dérèglement climatique. Mais il s'agit, à partir des connaissances scientifiques et des retours d'expérience des gestionnaires, d'identifier les options à envisager pour "une forêt" qui réponde aux conditions écologiques, aux attentes socio-économiques et à l'évolution du climat.

Un élément complémentaire à intégrer à l'analyse concerne le fait que les formations de landes ou de forêt immature présentent à la fois une susceptibilité au feu et une combustibilité qui sont parmi les plus élevées. Toute évolution d'un peuplement passe, à des degrés et pour des durées variables, par ces stades de forte vulnérabilité. Cet enjeu est particulièrement important après un aléa majeur (incendie, tempête, dépérissement massif), lorsque se pose la question de la reconstitution des peuplements détruits : le choix entre laisser évoluer spontanément la végétation, renouveler par régénération naturelle ou par plantation en privilégiant des essences à croissance lente peut conduire à des durées très différentes de ces phases de vulnérabilité. Il convient donc de minimiser leur vulnérabilité intrinsèque par des mesures d'accompagnement appropriées, mais aussi, lorsque cela est pertinent, de limiter leur durée qui dépend fortement du "modèle sylvicole" retenu.

Quelles essences de feuillus ?

Le choix des essences dépend de leurs exigences écologiques, de leur adaptation aux conditions locales, de leurs interactions avec les autres organismes vivants et de leur aptitude à résister aux aléas, tout en veillant à ce que leur productivité reste compatible avec les objectifs sylvicoles et économiques poursuivis. Dans un contexte de dérèglement climatique, ces questions deviennent plus déterminantes que jamais. Depuis plus de 15 ans, une nouvelle génération d'*arboretums* scientifiques dédiés à l'étude de l'adaptation des espèces forestières au changement climatique a été installée en France dans le cadre de programmes européens et régionaux. Après plus de 10 ans de suivi, les résultats (1) permettent d'identifier les espèces et provenances au sein de ces espèces, les plus prometteuses mais aussi celles qui se révèlent inadaptées aux conditions forestières. En raison de ses caractéristiques climatiques et édaphiques singulières, le massif des Landes de Gascogne a fait l'objet d'investigations particulièrement approfondies. Sans surprise, ces travaux montrent qu'il n'existe pas d'espèce « miracle » réunissant à elle seule toutes les qualités recherchées : résistante à l'ensemble des aléas, productive, non invasive et permettant de fournir des bois répondant aux attentes de la filière. Toute stratégie de diversification repose donc sur des compromis entre ces différentes caractéristiques. De plus, aucune essence ne doit être considérée comme une solution généralisable sur la seule base de sa croissance ou sa résistance constatée aux aléas actuels et encore moins sur une réputation de résistance au feu. L'introduction ou l'extension d'une essence dans un nouveau contexte doit également prendre en compte ses effets potentiels sur le fonctionnement des écosystèmes, notamment sur la nature et la dynamique des litières, les cycles biogéochimiques et l'activité biologique des sols.

Dans les argumentaires "feuillus contre conifères" face au stress hydrique, il est nécessaire de rappeler que les feuillus ne conservent systématiquement pas plus d'eau dans leurs tissus que les conifères, même si cela dépend fortement de l'espèce. Par exemple, dans notre région, les chênes caducifoliés présentent des teneurs en eau plus faibles et se déshydratent plus rapidement que le pin pendant une sécheresse. L'introduction d'espèces nouvelles doit donc reposer sur une comparaison rigoureuse de leurs traits fonctionnels avec ceux des espèces déjà présentes. Dans le cas de la pinède landaise, largement dominée par le pin maritime, le remplacement ou l'ajout d'autres essences ne conduira quasiment jamais à une augmentation de la résistance au stress hydrique. À l'exception de certains chênes méditerranéens (chêne vert ou chêne liège), dont les traits de tolérance à la sécheresse sont comparables à ceux du pin maritime, d'autres essences feuillues, indigènes ou non testées dans les arboretums, présentent une vulnérabilité plus forte aux contraintes hydriques, notamment en raison d'une plus grande sensibilité à l'embolie et d'une transpiration résiduelle plus importante (capacité moindre à réduire les pertes en eau par fermeture stomatique et à travers la cuticule). Leur introduction peut donc, dans certaines conditions, ne pas renforcer — voire diminuer — la résistance globale de l'écosystème face aux sécheresses sévères et aux incendies.

Pour renforcer la résistance à la sécheresse, l'utilisation de provenances de pin maritime plus méridionales pourrait présenter un intérêt, voire d'autres espèces résistantes à la sécheresse comme le pin parasol. Toutefois, une diversification fondée uniquement sur d'autres espèces du genre *Pinus* apporterait, certes, une diversification, mais qui resterait limitée face aux aléas biotiques du fait de vulnérabilités potentiellement partagées.

Comme mentionné précédemment, la teneur en eau des litières des feuillus est significativement plus élevée que celle des conifères à conditions météorologiques égales. La thèse INRAE-ADEME en cours montre que les feuillus sont globalement moins susceptibles que les conifères et qu'ils induisent des feux moins sévères. Au-delà de ces éléments en faveur des feuillus du point de vue du feu, les feuillus présentent un intérêt majeur dans une perspective d'une plus grande diversification des espèces du massif landais, notamment pour les nombreux services écosystémiques qu'ils peuvent contribuer à renforcer : conservation de la biodiversité, diversification des habitats, amélioration de la diversité fonctionnelle, modification de la nature et du fonctionnement des litières, avec des effets potentiels sur les cycles biogéochimiques et l'activité biologique des sols, régulation des flux d'eau et des températures, ou encore amélioration de la résistance aux insectes ravageurs endémiques ou invasifs (2).

Toutefois, leur développement doit être envisagé dans une perspective de moyen ou long terme de transformation de la trame paysagère. À l'exception de quelques espèces à croissance rapide, principalement parmi les Eucalyptus, les vitesses de croissance des feuillus restent généralement lentes à modérées dans les conditions du massif landais, qu'ils soient issus de plantation ou de régénération naturelle. Certaines espèces (bouleau, saule, chêne vert…) disposent d'une bonne capacité de régénération naturelle dans certaines conditions. Cette dynamique spontanée peut ainsi contribuer progressivement à la diversification, moyennant une protection et un suivi adapté. La plantation permet, quant à elle, de favoriser et d'accélérer l'installation de certaines essences ou de les introduire dans des secteurs où leur régénération naturelle est limitée ou insuffisante selon les objectifs. Elle nécessite cependant des interventions spécifiques, notamment pour l'installation et la protection des plants et l'accompagnement de leur développement. Dans les deux cas, la réussite des installations reste variable selon les espèces et les conditions locales (3). Les coûts d'installation, de protection et de dégagement peuvent être élevés, tandis que les bénéfices économiques sont susceptibles de rester limités et différés dans le temps, notamment du fait de l'évolution de l'offre de produits destinée à la filière. Enfin, leur rôle en cas de crise majeure, notamment face aux incendies ou aux tempêtes, reste encore insuffisamment documenté et doit être évalué avec prudence.

En conclusion, les feuillus constituent une voie prometteuse dans une stratégie de diversification en espèces d'un massif forestier où le pin maritime est conduit en monoculture, mais elle nécessite une approche adaptée aux conditions stationnelles et intégrant les contraintes techniques, économiques et les objectifs de résilience recherchés.

Où préserver, favoriser ou installer des feuillus ?

La diversification du massif ne suppose pas de convertir de grandes parcelles de monoculture de pin en peuplements de feuillus. Une stratégie sûrement plus réaliste consisterait à constituer progressivement une trame de feuillus en s'appuyant sur les milieux où ils trouvent déjà des conditions favorables : ripisylves, haies en périphérie des peuplements de pin maritime, corridors associés aux réseaux de fossés et îlots de feuillus existants et secteurs associés aux usages agricoles passés. Des travaux de recherche (4) ont montré l'intérêt de conserver et de planter des haies plurispécifiques comme leviers pragmatiques de diversification écologique, en augmentant l'hétérogénéité des paysages de pin maritime par l'introduction d'éléments feuillus linéaires, à l'image d'un bocage. D'autres travaux indiquent

que les ripisylves (linéaires boisés majoritairement composés de feuillus), outre leur intérêt écologique et microclimatique, peuvent, lorsqu'elles sont suffisamment larges, matures et associées à des milieux humides, contribuer à freiner localement la propagation des incendies (cf. Q9).
Ces différentes structures de la trame feuillue peuvent s'appuyer sur les trajectoires de régénération spontanée, qui constituent des opportunités de diversification à accompagner, en particulier après des évènements extrêmes tout en ayant recours à la plantation pour créer de nouveaux boisements linéaires. Ces dynamiques, bien que porteuses d'opportunités, ne doivent pas conduire à sous-estimer les difficultés associées à la gestion de ces formations : maîtrise de leur composition, maîtrise des pressions exercées par les grands herbivores, maintien de leurs fonctionnalités écologiques, renouvellement et articulation avec les objectifs de production ou de protection. La diversification par les feuillus repose ainsi moins sur une substitution du pin maritime que sur la constitution progressive d'une mosaïque d'éléments feuillus intégrés au paysage forestier.

Diversifier la pinède par les mélanges d'essences

Une seconde voie, complémentaire, consiste à diversifier directement les peuplements en associant le pin maritime à une ou plusieurs essences feuillues. Expérimentée dans de nombreuses régions du monde qui possèdent des forêts cultivées, cette approche a fait l'objet de nombreuses expérimentations de longue durée, notamment dans le réseau TreeDivNet (https://treedivnet.ugent.be/), qui montrent que les plantations mélangées de deux ou trois espèces sont en moyenne plus productives que les monocultures, tout en étant plus stables, plus résistantes aux aléas biotiques et plus résilientes après ce type de perturbation. Ces avantages résultent notamment d'une utilisation complémentaire des ressources, d'une plus grande hétérogénéité structurale et d'une réduction de la compétition entre individus d'une même espèce. Les travaux conduits sur le dispositif expérimental Orphée (https://sites.google.com/view/orpheeexperiment/home) d'INRAE (hélas partiellement détruit par l'incendie de 2026) montrent que l'introduction de feuillus peut améliorer plusieurs fonctions écologiques des peuplements, notamment en favorisant la biodiversité et en modifiant le fonctionnement des sols et des litières selon les essences associées. Ces mélanges, y compris lorsqu'ils résultent de l'introduction de feuillus sans réduction de la densité de pin maritime, peuvent également favoriser une utilisation complémentaire des ressources et renforcer la résilience des peuplements face à certains aléas. Dans le prolongement d'Orphée, le réseau ForMix (https://formix.plantedforests.org/) a été développé avec les acteurs de la gestion afin d'expérimenter différentes organisations de plantations et proportions de mélanges, dans une perspective de transfert vers la gestion forestière. L'un des principaux enjeux est en effet le maintien de la composition du mélange au cours du temps. Les différences de croissance entre espèces, en particulier en hauteur, constituent un critère déterminant pour planifier les interventions sylvicoles, notamment les éclaircies, de manière à préserver l'équilibre du peuplement. Les bénéfices de ces peuplements mélangés sont dépendants des conditions stationnelles, du choix des essences, de leurs proportions respectives et des objectifs de gestion.
Plus récemment, les recherches ont montré que la diversité génétique au sein d'une même espèce, notamment entre provenances mélangées au sein d'un même peuplement, peut procurer des bénéfices comparables à ceux des mélanges d'espèces en améliorant le fonctionnement et la résilience des peuplements (5). Dans ce cadre, un nouveau réseau européen OptFORESTS (https://www.optforests.eu/) a été mis en place pour tester les performances et la résilience de mélanges combinant 12 espèces et 8 provenances par

espèce dans différents environnements, avec notamment une large représentation de la diversité présente dans l'aire de répartition du pin maritime.

Pour conclure sur l'introduction de feuillus, une expertise scientifique collective sur la diversification des forêts dans toutes ses composantes est actuellement pilotée par INRAE et permettra de nourrir cette réflexion sur la base de connaissances scientifiques (6).

Références

1. https://uefp.isc.inrae.fr/actualites/reseau-d-arboretums-reinfforce-et-climaq
2. 10.3389/ffgc.2023.1226514
3. https://hal.science/hal-02635931v1
4. 10.1007/s10531-026-03273-4
5. 10.1016/j.foreco.2021.119498
6. ESCO "Diversification" rapport à venir nov. 2026

Pour en savoir plus

https://hal.science/hal-04866496v1/file/RDVT80_p12-14.pdf
https://www.grainedeforet.fr/post/fibois-landes-de-gascogne

2. Comment accompagner le renouvellement du pin maritime post-incendie : pratiques, trajectoires et options ?

Les crises de grande ampleur peuvent conduire à des décisions de reconstitution prises dans l'urgence et appliquées de façon uniforme sur de vastes surfaces. Le risque est alors de réduire la diversité des trajectoires sylvicoles, des structures forestières et des compositions en essences, alors même que cette diversité constitue un levier essentiel d'adaptation.

Qu'elle repose sur la régénération naturelle, artificielle (par semis ou plantation) ou une combinaison des deux, la reconstruction d'une forêt détruite par un incendie ou une tempête s'inscrit dans le temps long. Cette opération de renouvellement doit être pensée à deux échelles spatiales complémentaires : celle de la parcelle, où se définissent les modalités de reconstitution du peuplement, et celle du massif, où leur agencement dans l'espace et dans le temps contribue à façonner la structure et la vulnérabilité de la future forêt.

<u>Le renouvellement forestier basé sur le pin maritime</u>

-**A l'échelle d'une parcelle,** avant le renouvellement, se pose la décision de couper ou non les arbres en place et de récupérer ou non le bois. Cette décision dépend notamment de l'état sanitaire et mécanique des arbres, de leur valeur économique, des risques pour la sécurité, des contraintes d'exploitation, des enjeux écologiques (biodiversité, bois mort, fertilité des sols) et des objectifs assignés à la future gestion de la parcelle. Dans le cas où le peuplement a été totalement détruit et exploité, le propriétaire a l'obligation de reconstituer un peuplement forestier dans les cinq ans (cf. Encart n°8).

Encart n°8 : Obligation de reboiser - Défrichement.
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000025245853

→L'obligation de reboisement Code forestier (nouveau) - Article L124-6 concerne la plantation et la régénération naturelle.

Ordonnance n°2012-92 du 26 janvier 2012 - art. (V)

Dans un massif forestier d'une étendue supérieure à un seuil arrêté par le représentant de l'État dans le département, après avis du Centre national de la propriété forestière et de l'Office national des forêts, après toute coupe rase d'une surface supérieure à un seuil arrêté par la même autorité dans les mêmes conditions, la personne pour le compte de qui la coupe a été réalisée ou, à défaut, le propriétaire du sol est tenu, en l'absence d'une régénération ou reconstitution naturelle satisfaisante, de prendre, dans un délai de cinq ans à compter de la date de début de la coupe définitive, les mesures nécessaires au renouvellement de peuplements forestiers.

→ Notion de défrichement

Article L341-1 :
Est un défrichement toute opération volontaire ayant pour effet de détruire l'état boisé d'un terrain et de mettre fin à sa destination forestière.
Est également un défrichement toute opération volontaire entraînant indirectement et à terme les mêmes conséquences, sauf si elle est entreprise en application d'une servitude d'utilité publique.
La destruction accidentelle ou volontaire du boisement ne fait pas disparaître la destination forestière du terrain, qui reste soumise aux dispositions du présent titre.

→N'est pas un défrichement

Article L341-2
4° Un déboisement ayant pour but de créer à l'intérieur des bois et forêts les équipements indispensables à leur mise en valeur et à leur protection ou de préserver ou restaurer des milieux naturels, sous réserve que ces équipements ou ces actions de préservation ou de restauration ne modifient pas fondamentalement la destination forestière de l'immeuble bénéficiaire et n'en constituent que les annexes indispensables.
6° Les opérations destinées à créer une coupure agricole ayant pour effet de renforcer la défense des forêts contre les incendies, dans le cadre d'un contrat de mise en valeur agricole ou pastorale conclu avec l'autorité compétente de l'État et dans un périmètre défini par le plan mentionné au premier alinéa du I de l'article L. 133-2 du présent code. La nature du contrat, les modalités de contrôle de sa mise en œuvre et les sanctions associées en cas de non-respect sont déterminées par décret en Conseil d'État ;
7° Les feux et les coupes tactiques mentionnés à l'article L. 131-3. Ces opérations ne peuvent mettre fin à la destination forestière de la parcelle concernée.

Le choix entre régénération naturelle, ou artificielle (par semis ou plantation) ou combinaison de ces deux modalités dépend des capacités de régénération du peuplement détruit par l'incendie et des conditions de son exploitation, des conditions stationnelles, des objectifs de gestion et des moyens disponibles pour assurer la conduite ultérieure du jeune peuplement. Il n'existe donc pas de modalité de renouvellement à privilégier systématiquement : le choix doit être raisonné en fonction du contexte. Une période de jachère de deux ans, par ailleurs recommandée pour limiter les dégâts causés par les hylobes (*Hylobius abietis*), insectes ravageurs des jeunes plantations de conifères, peut constituer une opportunité pour établir ce diagnostic. Elle permet notamment de documenter les micro-variations topographiques et hydrologiques (altitude relative, fonctionnement du drainage, profondeur de nappe, humidité des sols) qui conditionnent la réussite du renouvellement, mais aussi d'observer les dynamiques spontanées de la végétation. Ces informations peuvent contribuer à déterminer s'il convient de conserver la régénération naturelle des futurs arbres si elle est présente, de la renforcer ou, lorsqu'elle est insuffisante, de recourir à une régénération artificielle, en complément ou en remplacement.

La régénération naturelle constitue une option lorsque la disponibilité en graines viables dans les houppiers des arbres brûlés et les conditions d'installation le permettent. Elle est principalement constituée de pin maritime, compte tenu de sa forte présence dans le paysage avant la perturbation. Cependant, la diminution de la fructification observée depuis plusieurs années peut fortement limiter la disponibilité en graines viables de pin dans certains peuplements. La régénération post-incendie peut également associer, selon les conditions stationnelles, des espèces héliophiles telles que le bouleau ou les chênes tauzin, vert et liège. Lorsque la régénération naturelle est insuffisante, elle peut éventuellement être complétée par semis ou plantation, même si ces modalités d'enrichissement demandent une certaine technicité et restent encore insuffisamment éprouvées en dehors de la dune. Par ailleurs, en cas d'échec ou de blocage de la régénération, une intervention sur la végétation et/ou le sol peut être nécessaire pour permettre l'installation de semis ou de plants.

La plantation constitue l'autre grande voie de renouvellement. Elle permet notamment de maîtriser le choix du matériel végétal (composition en espèces) et ainsi mobiliser les acquis de plus de soixante années d'amélioration génétique du pin maritime, à travers l'utilisation de matériels forestiers de reproduction sélectionnés, dont les caractéristiques et la diversité génétique sont maîtrisées, mais également, la densité initiale et la répartition des plants. Elle constitue alors un levier important pour accompagner l'adaptation des peuplements aux conditions environnementales futures. Sa réussite dépend toutefois là aussi du choix du matériel végétal, des conditions stationnelles, du travail du sol et de la maîtrise de la végétation concurrente (cf. Encart n°9).

Quel que soit le mode de renouvellement retenu, les premières années constituent une phase de vulnérabilité particulière au feu. La reprise de la végétation herbacée et arbustive, associée à la présence de souches, de rémanents et de litière, peut créer une quantité et une continuité importantes de combustible. La densité et la structure du jeune peuplement ainsi que la gestion du sous-bois deviennent alors déterminantes. Une régénération naturelle nécessite d'être maîtrisée par des opérations particulières de cloisonnement et de dépressage, dont le coût, la disponibilité de la main-d'œuvre et les possibilités de mécanisation peuvent constituer des contraintes importantes. La question n'est donc pas d'opposer régénération naturelle et plantation, mais de déterminer, selon les situations, quelle modalité (ou quelle combinaison

de modalités) permet d'engager la trajectoire de renouvellement la plus adaptée et d'en assurer ensuite la conduite.

-**A l'échelle du massif,** un équilibre entre les classes d'âge doit être envisagé à la fois pour assurer la continuité de la production et des revenus du propriétaire et établir des ruptures dans la propagation des feux. Le calendrier, la localisation et l'ampleur des opérations de renouvellement constituent donc des leviers pour agir sur cette nécessaire hétérogénéité du massif, et par conséquent, sur sa vulnérabilité. La recherche d'une répartition plus diversifiée des âges et des structures forestières doit ainsi devenir un élément à part entière des décisions de renouvellement.

Encart n°9 : Un programme de recherche régional en partie consacré au renouvellement forestier.

Dans le cadre du programme de recherche "GRIFON" (https://grifon.plantedforests.org/**)** soutenu par la Région Nouvelle-Aquitaine (2024-2028), les équipes d'INRAE étudient le renouvellement forestier après perturbations et notamment les incendies de 2022. Des dispositifs mis en place à La Teste-de-Buch et dans la zone de Landiras, évaluent plusieurs stratégies de reconstitution : la régénération naturelle sans aucune nouvelle perturbation du milieu après la récolte des bois brûlés ou la plantation associée à différents types de travaux mécanisés du sol plus ou moins impactant. En effet, les sols, et la biodiversité qu'ils abritent, assurent des fonctions essentielles à la réussite du renouvellement de la forêt. Comme les arbres, les organismes du sol – bactéries, champignons, faune du sol – sont affectés par le passage du feu. La sévérité de l'incendie et l'intensité des travaux forestiers peuvent profondément modifier les communautés biologiques, en favorisant certaines espèces adaptées aux conditions post-incendie, tout en réduisant l'abondance de nombreux organismes, notamment les champignons mycorhiziens qui contribuent à la nutrition et à la croissance des jeunes arbres. Le rétablissement de cette biodiversité et des fonctions écologiques qu'elle assure peut nécessiter plusieurs années. Elles sont pourtant nécessaires pour assurer la réussite du renouvellement et le maintien à plus long terme des arbres, qu'ils soient issus d'une régénération naturelle ou d'une plantation.

<u>La question de la gestion du sous-bois</u>

Si les interventions sylvicoles ciblent principalement les arbres, la maîtrise du sous-bois constitue un levier majeur de prévention des incendies. Elle influence la disponibilité en eau des peuplements par la compétition entre la végétation et les arbres, tout en réduisant la quantité et la continuité des combustibles, ce qui limite le passage des feux de surface vers les houppiers. Son efficacité dépend toutefois de la composition de la végétation, certaines formations étant plus propices que d'autres à la propagation du feu. Ces interventions de débroussaillage présentent néanmoins des compromis. Les éricacées, notamment les bruyères, jouent un rôle très important dans l'accumulation de matière organique et le stockage du carbone des sols sableux des Landes de Gascogne, tout en contribuant à la biodiversité. L'arbousier dans les formations dunaires en particulier présente l'intérêt de contribuer au maintien de la couverture et au fonctionnement des sols, tout en se régénérant naturellement et en étant très résilient après le passage du feu. La présence d'arbousiers

constitue une composante importante des trajectoires spontanées de la forêt dunaire, mais ne peut être considérée comme systématiquement favorable à la régénération du pin maritime : son effet sur les jeunes semis varie selon les conditions hydriques, entre facilitation par l'amélioration du microclimat et compétition pour l'eau.

Une gestion trop fréquente ou trop intensive du sous-bois peut ainsi diminuer durablement ces fonctions écologiques. L'enjeu est donc d'adapter les pratiques aux caractéristiques des peuplements et aux niveaux de risque, afin de concilier prévention des incendies, préservation de la biodiversité et maintien du stockage de carbone. L'objectif n'est pas de supprimer systématiquement le sous-bois, mais d'en gérer la composition, la structure et la répartition spatiale en fonction des enjeux locaux. La définition de pratiques optimales reste toutefois un enjeu de recherche, notamment pour mieux quantifier les compromis entre réduction du risque incendie, biodiversité et stockage de carbone, et ainsi fonder les préconisations sur des résultats robustes.

Une gestion différenciée, concentrée sur les secteurs stratégiques pour la prévention et la lutte contre les incendies (par exemple en bordure de parcelle, le long des routes - stratégie des obligations légales de débroussaillement - OLD), permettrait de réduire le risque tout en conservant les fonctions écologiques assurées par cette végétation.

Pour en savoir plus

10.1038/s41396-022-01232-9
10.1080/00275514.2021.2024422
10.1111/nph.17248
10.1038/s41564-022-01203-y

3. Quelles nouvelles conduites des peuplements de pin maritime ?

<u>La priorité : Établir puis diffuser de nouveaux référentiels sylvicoles pour mieux gérer la disponibilité en eau des peuplements</u>

L’évolution actuelle du climat conduit à accorder une attention croissante à la gestion de la disponibilité en eau dans les itinéraires sylvicoles. Cette question est étudiée depuis plusieurs décennies dans les dispositifs expérimentaux d’INRAE et de ses partenaires dans le cadre du GIS Coop de données (https://giscoop.hub.inrae.fr/). Ces travaux permettent d’explorer les relations entre densité des peuplements, disponibilité en eau, croissance et stabilité, et constituent aujourd’hui un socle important pour accompagner l’adaptation des pratiques sylvicoles au changement climatique.

Les stratégies de coupes partielles (éclaircie) au cours de la vie du peuplement devront ainsi être réinterrogées afin de rechercher un équilibre entre limitation de la compétition pour l’eau, maintien d’une croissance individuelle suffisante et stabilité mécanique des peuplements. La relation entre densité des arbres et vulnérabilité à la sécheresse ne peut toutefois pas être considérée indépendamment des autres effets des éclaircies. Une diminution de la densité peut réduire la compétition entre les arbres pour l’eau, mais elle augmente aussi la lumière disponible au sol ce qui peut favoriser le développement de la végétation du sous-bois et, par conséquent, accroître la quantité de combustible. Le choix de la densité des peuplements au

cours du temps doit donc être raisonné conjointement avec le calendrier des interventions sur le sous-bois et la durée de révolution.

Plus largement, ces choix de coupes partielles doivent être évalués dans une perspective multirisque. Une intervention visant à réduire la vulnérabilité à un aléa peut modifier simultanément les conditions de croissance du peuplement et sa vulnérabilité à d'autres aléas. Ainsi, une réduction de la densité peut affecter leur stabilité face aux tempêtes, les conditions de développement de la végétation du sous-bois et, par conséquent, les risques d'incendie et certains risques sanitaires. L'enjeu ne sera donc pas nécessairement d'appliquer une diminution uniforme de la densité des peuplements, mais d'ajuster l'intensité et la temporalité des interventions aux conditions stationnelles, aux trajectoires climatiques attendues et aux objectifs de production et de résilience. Les effets des différentes combinaisons de densité initiale, d'éclaircies, de gestion du sous-bois et de durée de révolution sur la sécheresse, le feu, les tempêtes, les risques sanitaires et la production restent ainsi à évaluer conjointement. L'incendie de Saumos en 2026 a fortement endommagé des dispositifs de recherche clés pour répondre à cette question complexe, mais une analyse rétrospective à partir des cernes de bois sera menée par INRAE pour affiner les résultats et aboutir à des recommandations (cahier des charges) à une telle gestion adaptative.

Enfin, des études récentes montrent que de telles stratégies de gestion adaptatives devaient aussi intégrer les processus évolutifs (1). En effet, un itinéraire sylvicole visant à réduire le stress hydrique d'un peuplement pourrait avoir des conséquences à long terme sur les processus adaptatifs, en diminuant (par perte de diversité génétique due aux coupes partielles) l'intensité de la sélection naturelle qui s'exerce sur la sensibilité à la sécheresse. Ces effets doivent donc être considérés aux côtés des effets immédiats de la sylviculture sur la croissance et la vulnérabilité aux différents aléas.

Jusqu'où réduire la continuité verticale du combustible dans les zones à risque ?

Dans une approche de conception de la forêt à l'échelle territoriale, la question d'une sylviculture spécifiquement orientée vers la défense des forêts contre les incendies (DFCI) peut être posée pour certains peuplements en place de pin maritime. Les retours d'expérience issus des pinèdes méditerranéennes, ainsi que les caractéristiques propres au pin maritime et à son cortège végétal associé, suggèrent qu'une telle stratégie reposerait probablement sur des révolutions plus longues, accompagnées d'interventions sylvicoles régulières visant notamment à limiter la continuité verticale du combustible par l'élagage des branches basses et la maîtrise de la végétation du sous-bois. Elle impliquerait également de repenser la fréquence et l'intensité des éclaircies, afin d'intégrer explicitement l'objectif de réduction du risque incendie.

Cette approche pourrait contribuer à réduire la vulnérabilité de certains peuplements stratégiques face aux incendies, mais elle soulève plusieurs enjeux opérationnels, notamment lors des phases de renouvellement où la coexistence de jeunes peuplements et de végétation concurrente peut temporairement accroître le risque. Des pratiques proches sont déjà mises en œuvre dans certains secteurs à enjeux élevés, tels que les campings, les zones de stationnement ou les espaces forestiers périurbains. Leur déploiement à une échelle plus large nécessiterait toutefois de définir des modalités de financement adaptées, ces

interventions produisant principalement des bénéfices collectifs à moyen et long terme plutôt que des revenus directs pour les propriétaires forestiers.

La question de la conservation d'îlot de semenciers

À l'échelle de la trame forestière, une autre piste pourrait consister à organiser à organiser la conservation d'îlots de semenciers matures au sein des zones destinées au renouvellement par régénération naturelle. L'objectif serait de maintenir, dans le paysage, un réseau suffisamment dense d'arbres adultes capables de produire et de disperser des graines, notamment après des perturbations de grande ampleur telles que les incendies ou les tempêtes.

Ces îlots pourraient remplir plusieurs fonctions. Ils constitueraient tout d'abord des sources de graines susceptibles de contribuer à la recolonisation des surfaces perturbées. Leur répartition dans l'espace est à cet égard importante, la probabilité d'installation des semis diminuant généralement avec la distance aux semenciers. Leur maintien pourrait ainsi contribuer à éviter que de très grandes surfaces perturbées se retrouvent éloignées de toute source de graines et dépendent exclusivement de plantations pour leur reconstitution.

Ils pourraient également contribuer au maintien de la diversité génétique des peuplements en renouvellement. Une régénération issue d'un nombre important et génétiquement diversifié de semenciers produit une diversité de descendants sur laquelle peuvent agir les processus de sélection naturelle au cours de l'installation et du développement du peuplement. Dans un environnement rapidement changeant, préserver cette diversité constitue un élément important du potentiel d'adaptation future. Cet intérêt suppose toutefois que les îlots soient suffisamment nombreux et diversifiés et qu'ils ne conduisent pas, au contraire, à une régénération issue d'un nombre trop restreint de parents.

Au-delà de leur fonction de reproduction, ces îlots peuvent également jouer un rôle de continuité écologique dans des paysages profondément transformés par les perturbations et les opérations de renouvellement. Le maintien d'arbres matures, voire d'arbres-habitats et de bois mort lorsque les conditions de sécurité le permettent, peut préserver temporairement des habitats, des ressources et des relais pour différentes espèces forestières.

4. Quelles modifications (ou pas) des pratiques forestières après des crises

Au niveau des acteurs de la reconstitution, les travaux d'INRAE (2) montrent que la multiplication des aléas dans le massif landais constitue indéniablement des catastrophes pour les acteurs de la filière et notamment les propriétaires forestiers. Pourtant, comme souvent constatés par les spécialistes des *disaster studies*, l'enchaînement récents de crises dans le massif des Landes de Gascogne (tempêtes de 1999, 2009, incendies de 2022) n'entraîne pas forcément de révolution copernicienne mais plutôt des adaptations incrémentales du système. Nos travaux montrent ainsi une attente forte de l'aval de la filière pour reconstituer rapidement la ressource afin de retrouver et pérenniser des capacités de production équivalente ou supérieure à celle précédant les événements. Du côté des propriétaires forestiers, on remarque une première phase de sidération post crise notamment chez ceux qui ont subi plusieurs crises par le passé et auxquelles s'ajoutent des menaces plus récentes comme le nématode du pin (3). Malgré des pertes parfois importantes tant sur le plan économique (valeur d'avenir du peuplement) que patrimonial (cadre de vie, services

écosystémiques), la plupart des propriétaires forestiers reconstituent leurs peuplements dans les 2 à 5 ans années qui suivent ces catastrophes. La combinaison des obligations légales de reboisement, des aides publiques à la reconstitution, et les conseils des experts en sylviculture permettent à la fois de cadrer l'événement, de trouver des explications aux causes de l'événement et de proposer des solutions éprouvées ou expérimentales prêtes à l'emploi. Les propriétaires forestiers opèrent alors souvent des changements incrémentaux, voire mineurs, sélectifs et basés sur des critères de pertinence mêlant à la fois intérêt économique, prises de risque limitées et prise en compte partielle de variables telles que le changement climatique (4).
La succession des aléas déclenche, voire accélère, des transitions déjà en germe avant l'événement et conduit les propriétaires forestiers à opérer une forme de «bifurcation assistée » de leurs itinéraires sylvicoles, souvent par défaut, rarement choisie, et fortement guidée et cadrée par les structures économiques (coopératives forestières) et de conseils locales (CRPF), ainsi que les instruments de politique publique mis à leur disposition (Plan chablis, France Nation verte, Label Bas Carbone, etc.)

Mais, comme nous le précisons en Q10, la reconstitution des forêts ne peut pas uniquement être pensée à la seule échelle de la parcelle et du renouvellement des peuplements de chaque propriétaire après une catastrophe. Elle doit s'inscrire dans une véritable stratégie d'adaptation des territoires forestiers aux changements globaux, intégrant les risques multiples auxquels ils sont désormais confrontés. Un tel changement suppose de dépasser certains réflexes sylvicoles hérités du passé pour penser conjointement le devenir des peuplements, l'organisation des paysages, la prévention des risques, le cycle de l'eau, la biodiversité, les activités économiques et les usages du territoire. Autrement dit, en 2026, dans les Landes de Gascogne comme ailleurs en France, la question n'est plus seulement de savoir comment reboiser les hectares brûlés, mais quelles forêts et quels territoires nous voulons construire pour mieux faire face aux crises de demain.

Références

1. 10.1111/eva.70051
2. 10.1051/nss/2021008
3. FAQ Nématode du pin https://www.inrae.fr/dossiers/nematode-du-pin-point-10-questions-reponses
4. 10.1016/j.forpol.2022.102843

Q12 Comment aménager le territoire des Landes de Gascogne pour réduire sa vulnérabilité aux incendies ?

1. Construire des coupures de combustibles au sein du massif forestier adaptées aux incendies extrêmes

→cette question a été traité en Q8.2

2. Les ripisylves, des corridors naturels à préserver et gérer collectivement

Parmi les discontinuités associées à la présence d'eau de ce massif figurent les ripisylves bordant les cours d'eau, les crastes (fossés artificiels : principaux collecteurs des réseaux de drainage cf. Q12) et les lagunes. Les deux premiers, des corridors souvent constitués de boisement spontanés, ont des compositions variées à dominante feuillue, qu'il faudra examiner d'un point de vue de leur vulnérabilité. Après l'incendie de Landiras en 2022, l'imagerie satellitaire a montré que les linéaires de feuillus, principalement présents le long des cours d'eau, avaient en moyenne 30 % moins brûlé que les couverts de pins ou les peuplements mélangés, aussi bien en bordure des cours d'eau que sur les plateaux. L'effet était d'autant plus fort que les linéaires de feuillus étaient matures (> 8m de haut) et larges (> 60m en comptant les deux berges) (1). Certaines ripisylves de feuillus de ce feu semblent même avoir joué localement un rôle de barrière à la propagation. Toutefois, la discontinuité du linéaire et les changements de direction de vent ont permis au feu de les contourner, comme en témoigne l'emplacement des marques de brûlures sur plusieurs troncs relevés post-incendie (2).

Cette résistance au feu des ripisylves de feuillus pourrait s'expliquer par leur capacité à générer plus d'ombrage et transpirer plus que les pins, ce qui favorise des microclimats plus frais (jusqu'à -4°C) et humides (jusqu'à +15%) dans le sous-bois et limite l'assèchement de la végétation basse et des sols (3,4). Le maintien d'un niveau d'humidité élevé le long de ces corridors dépend aussi en partie de la présence d'eau, permanente ou suffisamment durable au cours de l'été, dans les cours d'eau et les crastes. Le maintien d'un linéaire de ripisylve continu et suffisamment large (> 60 m) de feuillus adultes (> 8 m) devrait donc permettre à la fois de limiter la propagation du feu et d'offrir un corridor d'échappement voire un refuge (en retrait des fumées car légèrement en contrebas) pour la faune sauvage. La préservation et la restauration de ces continuités feuillues constituent néanmoins un défi (4). Ces formations linéaires relèvent souvent de statuts fonciers et de modes de gestion différents, ce qui rend leur entretien et leur restauration difficiles à coordonner. Leur maintien nécessite donc une gouvernance associant l'ensemble des acteurs concernés et leur intégration dans la stratégie de Défense des forêts contre les incendies (DFCI), afin qu'elles soient reconnues comme des infrastructures naturelles contribuant au compartimentage du massif et au ralentissement de la propagation des incendies (2).

La préservation et la gestion des ripisylves font déjà l'objet d'actions de sensibilisation et de transfert auprès des acteurs du territoire. Des travaux conduits conjointement par FIBOIS Landes de Gascogne et la SEPANSO ont notamment donné lieu à la réalisation d'une fiche pédagogique (5) destinée aux sylviculteurs et gestionnaires, à des sessions de formation associant opérateurs, techniciens de rivière et agents des Parcs naturels régionaux, ainsi qu'à

des actions d'information auprès des élus locaux. Ces initiatives constituent des bases utiles pour accompagner plus largement la gestion collective de ces corridors.

Références

1. Étude faisant l'objet d'un stage de fin d'étude d'ingénieur. Article en préparation. Contacter Jérôme Ogée (INRAE) ou Frédéric Frappart (INRAE).
2. Modélisation de l'aléa incendie et élaboration d'un plan d'action visant à renforcer la résilience du territoire du SMABVC, bureau d'étude MTDA, 2026 (commandé par le SMABVC et en cours de finalisation). Contacter Isabelle Serra (SMABVC).
3. 10.1007/s00484-024-02702-9
4. Rapport sur l'état des lieux pour la préfiguration d'un arrêté préfectoral de protection de biotope et d'habitats naturels (APPBHN) de la hêtraie du Ciron, Sepanso, 2026 (commandé par le SMABVC et en cours de finalisation). Contacter Sébastien Irola (SMABVC).
5. La gestion des ripisylves – Fiche technique FIBOIS Landes de Gascogne / SEPANSO https://www.maisondelaforet-sudouest.com/la-gestion-des-ripisylves-fiche-technique-fibois-landes-de-gascogne-sepanso/

3. Restaurer les lagunes pour redonner de l'eau au territoire

Le cas des lagunes des Landes de Gascogne est une autre illustration d'enjeux de conservation et de restauration de discontinuités naturelles du massif nécessitant une gouvernance multi-acteurs. Bien que de superficie généralement modeste, ces zones humides jouent un rôle important dans le fonctionnement hydrologique du territoire. Elles contribuent au stockage de l'eau, au maintien d'une humidité plus élevée des sols et de la végétation environnante, et créent localement des conditions microclimatiques moins favorables à la propagation des incendies (1, 2). Selon leur état de conservation et leur extension, elles peuvent également constituer des discontinuités de combustible venant compléter les dispositifs de prévention.

Au-delà de leur intérêt pour la prévention des incendies, les lagunes abritent une biodiversité remarquable et rendent de nombreux services écosystémiques (3). Leur restauration constitue donc une mesure d'adaptation fondée sur la nature, bénéfique à la fois pour la gestion de l'eau, la conservation de la biodiversité et le renforcement de la résilience des paysages forestiers face au changement climatique.

Un projet coordonné par le Conservatoire botanique national Sud-Atlantique (CBNSA) vise ainsi à améliorer les connaissances, la protection et la restauration des lagunes du plateau landais (4). Les premiers résultats des inventaires réalisés en 2023 montrent toutefois un état de conservation préoccupant : depuis 1950, 1 845 lagunes ont disparu, soit près d'une sur quatre (23 %), illustrant l'ampleur de l'altération de ces milieux (5).

Depuis 2023, ces espaces fragiles font l'objet d'une démarche de protection et de restauration partagée entre le parc naturel des Landes de Gascogne, les associations environnementales et la filière forêt-bois (6).

Références

1. 10.1080/21513732.2015.1006250
2. Gardner, Royal C. and Finlayson, C., Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and Their Services to People (October 5, 2018). Ramsar Convention Secretariat, 2018, Stetson University College of Law Research Paper No. 2020-5, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3261606
3. https://obv-na.fr/ofsa/ressources/7_habitats/CBNSA_2023_-_Etat_de_conservation_lagunes_2011-2023_v1.1.pdf
4. Programme ECOLAG : https://obv-na.fr/actualite/12025
5. https://obv-na.fr/ofsa/ressources/8_docs/CBNSA_2024-Inventaire_lagunes_de_Gascogne_v1.0.pdf
6. https://www.natura-sciences.com/s-adapter/massif-forestier-des-landes-de-gascogne-futur-foret.html
   https://www.parc-landes-de-gascogne.fr/espace-ressources/ressources-par-theme/foret-documentation

Pour en savoir plus

https://www.lacsmedocains.fr/media/15542.pdf

https://www.landes.fr/sites/default/files/content/publications/2018/lagunes-plaquette-2012.pdf

4. Réduire la vulnérabilité des interfaces habitat - forêt

La question des interfaces habitat - forêt vient de faire l'objet d'une expertise scientifique collective du CNRS (1). Les paragraphes qui suivent en présentent quelques enseignements clés utiles pour le massif landais, issus des chapitres consacrés à la prévention, à l'urbanisme et à la gouvernance. On se référera à la synthèse de l'expertise et surtout au rapport à paraître en octobre 2026 pour une bibliographie complète.

Les incendies extrêmes marquent un changement de régime des feux dans lequel la logique d'extinction atteint ses limites, ce qui suppose d'agir davantage de façon préventive, à divers pas de temps avec des mesures de court terme (débroussailler par exemple), mais aussi de long terme (favoriser un urbanisme qui réduit le linéaire d'interfaces). Aucune solution prise isolément ne peut garantir la sécurité des interfaces : l'efficacité des mesures préventives passe par leur combinaison. Par conséquent, réduire la vulnérabilité des populations et des interfaces forêt - habitat suppose une approche multidimensionnelle combinant des mesures techniques (gestion des combustibles, durcissement du bâti), des outils réglementaires et économiques (plans de prévention, incitations financières) et des actions sociales et éducatives (sensibilisation, préparation des populations) au plus près du terrain.

<u>Les mesures techniques de réduction de la vulnérabilité des zones bâties</u>

Les deux leviers principaux sont la gestion du combustible et le durcissement des habitations. Il y a un consensus scientifique sur le fait que la gestion des combustibles végétaux constitue un levier essentiel pour réduire l'intensité et la propagation des incendies dans les interfaces (2) : des travaux états-uniens montrent qu'une réduction de 10 % du couvert végétal entraîne une diminution de 5 à 10 % du risque de destruction des habitations (3). Les habitations dotées

de matériaux résistants au feu et d'un espace défendable bien entretenu présentent également un taux de survie 3 à 4 fois supérieur aux autres (4).
La gestion du combustible autour des habitations repose sur la création de zones défendables où s'appliquent des contraintes de réduction de la biomasse décroissantes au fur et à mesure qu'on s'éloigne du bâtiment (zone immédiate - intermédiaire - éloignée) grâce au débroussaillement (OLD) mais aussi grâce à l'aménagement paysager et au choix de végétaux à faible inflammabilité dans les jardins et les espaces publics (ex. feuillus, plantes succulentes).
Le durcissement du bâti vise à limiter l'allumage des constructions et à réduire les dommages. Les mesures passives permettent de réduire les possibilités de transmission du feu sur la toiture (utilisation de matériaux incombustibles et entretien régulier), les façades et ouvertures, l'environnement proche. L'usage de matériaux inflammables apparents (bois, PVC) dans l'enveloppe du bâtiment (gouttières, bardage, débords de toiture, etc.) et les éléments adossés à la maison (terrasse en bois, pergola) sont à éviter autant que possible (à l'exception des volets pleins en bois, davantage protecteurs que les vitrages apparents. Voir (1) pour le détail et la hiérarchie des mesures).
Dans les zones à risque particulièrement fort (par exemple sur habitat isolé en forêt, ville sous forêt, lisière de lotissement) des mesures actives peuvent être envisagées : systèmes d'aspersion, couvertures ignifuges, application de retardateurs de flamme.
L'efficacité de ces mesures dépend de leur cohérence d'ensemble et de l'entretien régulier du combustible végétal. Face aux incendies extrêmes, une des préconisations de la littérature scientifique internationale est de développer les mesures structurelles de réduction de la vulnérabilité du bâti et de ne pas uniquement miser sur les mesures de court terme que sont les OLD (quand bien même elles seraient correctement mises en œuvre). En effet, travailler sur le bâti (en ajustant la sévérité des préconisations au contexte et au niveau de risque) et sur le design des jardins (qui peut limiter l'effort d'entretien et avoir d'autres avantages comme réduire la consommation d'eau), permet de garantir une réduction de la vulnérabilité à long terme.

<u>Mieux prendre en compte le risque incendie dans la planification urbaine</u>
En adaptant les normes de construction et les implantations, l'urbanisme et l'aménagement sont reconnus comme des outils utiles 1) à la réduction des impacts aux bâtiments et 2) à l'optimisation des secours grâce à des normes constructives (échelle bâtiment, évoquées précédemment) et des règles de planification (localisation et disposition des bâtiments et des équipements). Par exemple, à l'échelle du quartier, il est démontré que le regroupement des habitations limite mieux la propagation du feu que leur dispersion, si bien qu'un urbanisme compact, limitant la végétation interstitielle est moins vulnérable qu'un tissu urbain lâche. Les mesures à l'échelle individuelle sont donc à compléter à l'échelle du quartier. A cette échelle, l'efficacité des coupures de combustible en périphérie des zones urbanisées est démontrée (5, 6). La création de zones tampon plurifonctionnelles, faiblement combustibles et auto-entretenues, peut être recherchée (zone agricole, potagers, équipements de sports et de loisirs, etc.).
Les outils existants que sont les Plans de Prévention des Risques Incendie de Forêt (PPRIF) peuvent théoriquement jouer sur les deux leviers. Ils se heurtent toutefois à des obstacles majeurs liés à la fois à certaines limites intrinsèques de ces documents et aux choix effectués dans leur élaboration (7, 8) : coûts d'élaboration élevés, lenteurs des processus administratifs, rigidité face à l'évolution des territoires et forte opposition de certains élus et populations. Seuls 13 (tous en Gironde) existent dans le massif landais. En outre, les rares plans existants

ont pour certains une portée limitée car ils sont faiblement contraignants, notamment pour les constructions existantes, y compris les plus vulnérables, isolées en forêt (7). En effet, contrairement à ce que leur nom pourrait laisser penser, ces plans s'attachent surtout à l'urbanisme (le plus souvent futur) et ne portent pas en eux une stratégie globale de prévention à l'échelle locale (ils peuvent préconiser des aménagements et des équipements mais n'interviennent pas sur les volets sensibilisation et préparation par exemple).
En dehors des communes dotées de PPRIF, sont plutôt utilisés dans le massif landais le porter à connaissance et des recommandations d'urbanisme qui exigent ou conseillent des mesures de sécurité pour la délivrance de nouvelles autorisations de construire (7). Si la défendabilité des interfaces (accès des secours, coupure combustible et hydrants) est de plus en plus prise en compte dans ces autorisations pour des opérations groupées, dans le massif landais plusieurs limites existent et seraient à travailler d'un point de vue urbanistique (7), notamment les normes constructives, les infrastructures, l'identification et le réaménagement des zones d'interface existantes les plus vulnérables (équipements, voirie, etc.), l'anticipation de l'évacuation et les refuges dans le cas où celle-ci est impossible.
En outre, les outils de planification urbaine actuels restent très focalisés sur la défendabilité et les critères relatifs à l'implantation des bâtiments (7). Ils ne prennent pas suffisamment en considération la vulnérabilité spécifique de chacun d'entre eux d'un côté et le contexte territorial de l'autre (qui peut faire qu'en cas de rupture capacitaire, tout ce qui est défendable théoriquement ne peut pas toujours l'être en réalité). C'est le cas en particulier des dynamiques d'urbanisation à l'échelle communale et intercommunale : par exemple, calibrer la voirie de chaque lotissement isolément ne suffit pas si, au fil du temps, plusieurs sont construits les uns derrière les autres, tous desservis par une unique voie, jamais redimensionnée pour absorber l'augmentation de la population à évacuer.

<u>Renforcer l'adhésion et la capacité d'action des citoyens</u>
Le renforcement de l'adhésion des citoyens et des décideurs locaux ainsi que leur participation à la réduction de la vulnérabilité des interfaces passent par une action à deux niveaux principaux :

- ***Renforcer l'adhésion aux mesures et le sentiment d'auto-efficacité*** (« ce que mon action peut permettre de faire »)
La protection des interfaces suppose la mise en œuvre par les résidents de mesures contraignantes imposées ou recommandées par les autorités. Les relais de proximité (professionnels et bénévoles) côtoyés au quotidien apparaissent comme des acteurs clés pour diffuser les messages et encourager l'action (8) et dans la mesure où tous les acteurs concernés veillent à être exemplaires. La littérature scientifique invite à privilégier une éducation participative permettant de renforcer la perception d'auto-efficacité, autant personnalisée que possible et orientée vers l'action (visites de terrain, maison et jardin témoins, ateliers, jeux sérieux, diagnostic gratuit sur la vulnérabilité de sa maison, etc.) plutôt que descendante (brochures et messages génériques) (9). Il s'agit de donner aux citoyens les clés de compréhension de l'écosystème et de son fonctionnement, du comportement du feu en fonction du contexte local, de l'efficacité des différentes mesures et de renforcer les savoir-faire.

- ***Développer les aides matérielles et financières, les dispositifs collectifs***

Les freins individuels à l'adoption de mesures de prévention tiennent surtout au coût de la réponse (temps, effort et ressources) et à la perception de son utilité. En l'absence de contrôles effectifs (très variables sur le terrain), les contraintes réglementaires sont insuffisantes pour garantir la mise en œuvre de mesures telles que les OLD. En outre, sans accompagnement économique et social, elles peuvent contribuer à aggraver la situation de publics vulnérables (familles monoparentales, personnes âgées, etc.) qui n'ont ni les moyens de faire eux-mêmes, ni de financer les travaux. Les retours d'expérience montrent l'efficacité :

- des aides matérielles (débroussaillement gratuit, prêt de matériel, évacuation des déchets verts),
- des dispositifs de mutualisation des OLD (contrat groupé pour partager les coûts, gestion publique en échange de cotisation),
- des aides et des incitations financières conditionnées à l'adoption de mesures de protection au niveau individuel ou collectif (groupement de propriétaires, commune, intercommunalité) : subventions pour travaux, crédit d'impôt, labellisation, réduction des primes d'assurance.

<u>Des enjeux de gouvernance pour une prise en charge globale du risque</u>

Au fond, les solutions techniques nécessaires à la sécurisation des interfaces sont globalement connues, ce qui signifie que l'obstacle principal relève de la gouvernance, des moyens financiers et des instruments d'action publique pour les mettre en œuvre. Mieux mobiliser les outils d'aménagement et d'urbanisme nécessite de former les décideurs, les professionnels de la construction et de l'urbanisme et de la forêt, autour d'une responsabilité partagée (au sens juridique et politique) avec la population, mais différenciée, pour vivre avec le risque incendie.

L'efficacité des mesures techniques de protection dépend de leur articulation dans une stratégie globale de prévention à l'échelle locale (communale ou intercommunale). Face aux incendies extrêmes, les mesures individuelles sont nécessaires mais ne suffisent pas à elles seules à protéger les interfaces et ne doivent pas être considérés comme des solutions autonomes : leur intégration dans une planification territoriale cohérente est essentielle pour prendre en compte les interdépendances biophysiques et sociales à une échelle élargie (10, 11). Autrement dit, l'efficacité de la défense des interfaces habitat - forêt est aussi conditionnée par une coordination à l'échelle du paysage, sur plusieurs kilomètres.

Les connaissances scientifiques plaident donc pour une gestion systémique, intégrée, multi-échelle et multi-acteurs de la protection des interfaces à divers pas de temps (la prévention, la préparation, la gestion de crise, la reconstruction) et modulée selon les caractéristiques locales (en termes de végétation et d'aléa, de morphologie du bâti mais aussi de caractéristiques sociales) (12) : la sécurisation de l'habitat isolé ne peut se faire de la même manière que celle d'un lotissement hébergeant des centaines de personnes, les solutions à privilégier dans un bourg rural ne seront pas forcément toutes les mêmes que dans une ville balnéaire hébergeant une majorité de résidences secondaires.

La protection des interfaces suppose également un alignement (mise en cohérence) des divers objectifs et outils sectoriels de gestion du territoire (gestion forestière, DFCI, documents d'urbanisme, gestion des ressources, stratégie d'adaptation au changement climatique, protection de la biodiversité, etc.). Là où les PPRIF et les Plans Départementaux et Interdépartementaux de Protection des Forêts contre les Incendies demeurent très sectoriels

et faiblement mobilisateurs pour les élus locaux et la population, la littérature scientifique penche pour le développement de plans de prévention locaux couvrant toutes les facettes de la gestion du risque (évaluation, sensibilisation, urbanisme, travaux de défense, anticipation de la crise, etc.). Des initiatives comme les “Plans de prévention communautaires” (Community Wildfire Protection Plan - CWPP) états-uniens et les « communautés adaptées au feu » (13) qui sont à la fois des outils intégrés de gestion du risque, des leviers de financement, de mobilisation des acteurs locaux, de mise en réseau et d’expérimentations, prouvent que cette voie est possible quand elle bénéficie d’un portage politique. Des initiatives plus dispersées existent en France et dans le massif landais mais il manque de recul pour évaluer scientifiquement leur efficacité et les conditions de leur généralisation.
Enfin, si l’habitat attire principalement l’attention, les incendies de juillet 2026 ont également mis en évidence la question des zones d’activités et des infrastructures critiques. Celles-ci, de même que d’autres formes d’occupation du sol vulnérables (campings, habitat informel) sont beaucoup moins étudiés scientifiquement.

Références

1. Bouisset, Christine (coord.), Filippi, Jean-Baptiste (coord.), Christopher Carcaillet, Régis Darques, Sophie Didier, Laurent Li, Eric Maillé, Béatrice Parguel, Mélanie Rochoux, Sandrine Spaeter-Loehrer, Virginie Tihay-Felicelli, Céline Vacchiani-Marcuzzo, Karine Weiss, Solène Croci, Guillaume Dezecache, Anne Rozan, Albert Simeoni. *Expertise scientifique collective - Ville et Incendies : la résilience des interfaces urbaines face aux incendies de végétation dans le contexte du changement climatique*. CNRS, 2026. Synthèse de l’expertise : https://www.cnrs.fr/sites/default/files/page/2026-05/ESCo_Incendies-Synthese.pdf
   Le rapport détaillé de l’expertise sera disponible en octobre 2026. Cette sous-partie est rédigée par C. Bouisset, copilote de l’expertise. Contact : christine.bouisset@univ-pau.fr
2. 10.1007/s10980-020-01162-x.
3. 10.1371/journal.pone.0029212.
4. 10.1093/jof/98.3.15.
5. 10.1071/wf15146.
6. 10.3390/fire6090343.
7. 10.4000/vertigo.19152.
8. 10.4000/cybergeo.24658.
9. 10.1080/17524032.2017.1346519.
10. 10.1073/pnas.1315088111.
11. 10.1111/risa.12373.
12. 10.3390/su17104505.
13. Voir le Portail du Plan communautaire de protection contre les incendies de forêt. Base de données destinée aux professionnels et aux chercheurs (en anglais) : https://fireadapted.org/cwpp-database/. Voir également le réseau FAC net (Fire Adapted Communities learning network) qui met à disposition des responsables locaux des portefeuilles de solutions adaptées aux caractéristiques de leur territoire : https://fireadaptednetwork.org/

Q13 Quelle nouvelle politique forestière à l'ère du dérèglement climatique et des feux extrêmes ?

L'émergence d'incendies de très grande ampleur invite à s'interroger sur l'adéquation des cadres actuels de la politique forestière et de l'aménagement du territoire. Les stratégies mises en œuvre depuis plusieurs décennies ont permis de réduire considérablement les surfaces brûlées (1) et de limiter les dommages causés aux biens et aux infrastructures. Toutefois, l'évolution du climat et l'apparition d'incendies extrêmes conduisent à poser de nouvelles questions.

Une première réflexion concerne l'aménagement du territoire et plus particulièrement le principe d'interdiction du défrichement, qui constitue pourtant un pilier historique de la politique forestière française. Dans un contexte où le renforcement de la résilience des territoires pourrait conduire à créer des coupures de combustible afin de compartimenter les espaces forestiers et de protéger les espaces à enjeux, il convient de s'interroger sur l'adéquation des dispositifs actuels de dérogation avec les nouveaux enjeux de sécurité civile et plus généralement de recomposition de la place de la forêt dans les territoires. La question est de savoir si le cadre actuel de dérogation permet d'atteindre efficacement les objectifs de prévention des incendies et de protection des populations, ou s'il nécessite des adaptations ponctuelles, strictement encadrées. Pour le moment les défrichements sont des dérogations à la règle, mais la perspective de mettre en œuvre une planification à grande échelle du défrichement implique peut-être d'ajuster l'encadrement juridique et administratif de ces opérations en cohérence avec les dispositifs d'aménagement du territoire.

Une deuxième réflexion porte sur l'échelle de planification de la gestion forestière. Les documents de gestion (Plans Simples de Gestion en forêt privée ou documents d'aménagements en forêts publiques par exemple) sont aujourd'hui principalement conçus à l'échelle de chaque propriété, sans nécessairement prendre en compte les enjeux de continuité ou de complémentarité avec les espaces voisins. Or, les enjeux liés aux incendies, aux tempêtes, à la biodiversité, à la ressource en eau ou aux continuités écologiques dépassent largement cette échelle. Une meilleure articulation entre les documents de gestion forestière et les outils de planification territoriale (SCOT, PLU, stratégies DFCI, etc.) pourrait être explorée. Les expériences conduites à l'étranger, notamment autour des modèles de « Triade forestière » en Amérique du Nord, offrent à cet égard des enseignements utiles, tant sur leurs réussites que sur leurs limites.

Plus largement, les changements globaux invitent à réinterroger le fondement de la gestion forestière basé sur les notions de gestion durable et de multifonctionnalité correspondant à une logique d'optimisation des bénéfices (économiques, sociaux et environnementaux) associés à la gestion des forêts. Dans un contexte marqué par l'augmentation des risques et des événements extrêmes, et l'extension des phénomènes de dépérissement forestier en France, ces notions doivent impérativement être complétées par une réflexion sur la résilience des territoires, la réduction des vulnérabilités et les arbitrages qu'impliquent certaines stratégies d'adaptation. Ces arbitrages soulèvent des questions complexes de monitoring, de gouvernance, de répartition des coûts et des bénéfices, de droits et de devoir des propriétaires et d'intérêt général. Par exemple, si la création de coupures de combustible ou d'autres infrastructures de défense devait conduire à retirer durablement certaines surfaces de la production forestière, qui assumerait cette perte d'usage ? Qui assurerait le financement et la

gestion de ces espaces dans la durée ? Comment compenser les revenus non perçus par le propriétaire initial ? Ces questions dépassent le seul cadre de la hiérarchisation des fonctionnalités forestières et d'orientation des pratiques sylvicoles. Elles relèvent de choix collectifs et de politiques publiques, et appellent probablement de nouvelles formes de concertation, de planification territoriale et de gouvernance, capables d'organiser ces arbitrages de manière transparente, équitable et démocratique (2).

Référence

1. 10.1088/1748-9326/ab541e
2. 10.64628/AAK.h3rup5etc

Partie 5
Après le feu

Q14 Quelles sont les conséquences à court et moyen termes des incendies et comment limiter les dommages écologiques et socio-économiques après le feu ?

1. Conséquences scientifiques

Elles sont rarement évoquées, mais elles nous touchent au premier chef. Commençons donc par les conséquences scientifiques.

L'incendie a parcouru la quasi-totalité des 80 hectares de dispositifs expérimentaux forestiers d'INRAE implantés sur le domaine de Castillonville, un Espace Naturel Sensible de 100 hectares appartenant au Département de la Gironde. Il a également détruit de nombreux dispositifs de recherche situés sur l'emprise de l'incendie de Saumos.

Nous perdons un patrimoine scientifique construit parfois depuis plusieurs décennies. Des dispositifs expérimentaux et des observatoires de long terme ont été détruits, interrompant des séries de données irremplaçables, dont certaines étaient intégrées à des réseaux de recherche européens ou internationaux. Ces données étaient essentielles pour comprendre les effets du dérèglement climatique, des sécheresses, des bioagresseurs et des pratiques de gestion sur les écosystèmes forestiers. L'incendie a également entraîné la destruction quasi totale du conservatoire de ressources génétiques du pin maritime, qui rassemblait une diversité génétique précieuse pour les programmes d'amélioration variétale et les recherches sur l'adaptation des forêts aux changements globaux. Même si INRAE avait dupliqué une grande partie de ces ressources sur un autre site, certaines, constituées au fil de plusieurs décennies, ne pourront être reconstituées qu'à très long terme.

Cette catastrophe fait déjà émerger de nouvelles questions qui mobiliseront la communauté scientifique dans les mois à venir dans le cadre d'une réflexion interdisciplinaire (écologie, SHS, hydrogéologie, …). Notre ambition est de construire un programme de recherche à la hauteur des enjeux, capable de produire les connaissances indispensables pour accompagner la transformation des pratiques forestières et éclairer les politiques publiques d'aménagement et d'adaptation de ce territoire (cf. Encart n°10).

Encart n°10 : Pourquoi inscrire nos recherches sur le temps long ?
Parce que le temps n'est pas une contrainte expérimentale : c'est une dimension inhérente aux écosystèmes forestiers. Ainsi, les effets différés et cumulatifs, les trajectoires de croissance, de mortalité et de régénération, ou encore les conséquences d'événements rares et extrêmes ne peuvent être compris qu'à travers des observations inscrites dans la durée ou par la modélisation.
→ Parce que nous ne connaissons pas aujourd'hui les solutions qui seront pertinentes demain. Face à la rapidité du changement climatique et aux incertitudes qui entourent les trajectoires futures, les infrastructures de recherche doivent être conçues dans une logique d'apprentissage continu et d'adaptation progressive. Il nous faut explorer, observer, apprendre, puis réajuster les hypothèses et les options à mesure que les conditions environnementales et les connaissances évoluent.
→ Parce que le temps long ne signifie pas attendre trente ans pour apprendre. Il ne s'agit pas de raisonner sur un dispositif unique installé aujourd'hui dont nous attendrions les

résultats plusieurs décennies plus tard. En connectant des expérimentations d'âges différents, installées à différentes périodes et dans des contextes environnementaux contrastés, nous disposons simultanément de plusieurs fenêtres d'observation sur les réponses des forêts aux changements passés. C'est tout l'intérêt d'une infrastructure distribuée comme IN-SYLVA France (https://in-sylva-france.hub.inrae.fr/), et qui rassemble l'héritage expérimental constitué par les dispositifs anciens. Les événements passés ne se reproduiront pas à l'identique et les conditions climatiques dans lesquelles évoluent aujourd'hui les forêts sont déjà différentes de celles dans lesquelles ces dispositifs ont été installés. C'est précisément ce qui fait leur valeur : ils permettent de suivre les réponses des écosystèmes à des conditions qui changent, de détecter des ruptures de fonctionnement et d'éprouver dans le temps la robustesse de nos connaissances et de nos modèles.

Pour résumer, ces questions de recherches sont motivées par un changement de paradigme reposant sur quatre principes dont la mise en œuvre nécessitera un renforcement des capacités de recherche :

(i) Ne pas simplement reconstruire à l'identique après la crise. Le futur plan ne devrait pas se limiter au soutien financier à la reconstitution des parcelles sinistrées. Face au dérèglement climatique et à la multiplication des risques, l'enjeu est de passer d'une logique de réparation à une véritable stratégie d'adaptation.

(ii) Renoncer à un mode de gestion unique et universel. Il ne s'agit plus seulement d'optimiser une trajectoire, mais de maintenir des capacités d'adaptation par la construction d'un portefeuille d'options face à une diversité d'aléas. Le débat ne peut donc se réduire à l'opposition entre modes de conduite, essences ou itinéraires sylvicoles. Sécheresses, canicules, incendies, tempêtes et crises sanitaires remettent en cause une logique de maîtrise des trajectoires forestières et imposent diversification des options et approche multirisque.

(iii) Passer de la parcelle au paysage et au territoire. La résilience dépend autant de l'agencement spatial des choix de gestion que des choix réalisés dans chaque parcelle. La reconstitution doit donc s'inscrire dans une planification territoriale intégrant : diversification des peuplements et des itinéraires sylvicoles et organisation de leur agencement spatial pour réduire les vulnérabilités ; restauration des zones humides et réaménagement du réseau hydrographique pour ralentir de façon ciblée les écoulements et favoriser la rétention de l'eau des espaces boisés pendant la période estivale ; aménagement des interfaces entre forêt et espaces urbanisés pour limiter l'exposition des populations et des biens au risque incendie et renforcement des dispositifs de prévention et de défense contre les incendies, dont la création de discontinuités de combustible conçues dans une approche multirisque, notamment pour ne pas accroître la vulnérabilité des peuplements aux tempêtes et aux sécheresses (cf. Encart n°11).

Encart n°11 : Une solution au risque incendie ne peut pas être évaluée au seul regard du risque de feu.

Dans un contexte de changement global, les leviers d'adaptation ne peuvent pas être évalués au regard du seul risque incendie. Leurs effets doivent être examinés simultanément vis-à-vis des autres aléas auxquels le massif des Landes de Gascogne est exposé — sécheresses, tempêtes, ravageurs et pathogènes notamment — ainsi que de leurs interactions. Une option susceptible de réduire une vulnérabilité peut en effet en accroître une autre : l'allongement des révolutions modifie par exemple l'exposition au risque de tempête, tandis qu'une modification du fonctionnement hydrique favorable au maintien de l'eau en été doit aussi être évaluée au regard du risque d'engorgement des sols et de chablis en hiver. L'enjeu est donc d'identifier les synergies, antagonismes et compromis entre options d'adaptation dans une véritable approche multirisque.

(iv) Faire de la reconstruction un processus d'apprentissage et d'adaptation. Dans un avenir profondément incertain, il faut articuler action, expérimentation, prospective, suivi scientifique et retour d'expériences. Les territoires incendiés pourraient devenir des territoires d'expérimentation et d'apprentissage, en privilégiant d'abord des choix « sans regret » et en conservant des marges de manœuvre permettant ensuite de réorienter les trajectoires à mesure que le climat et les connaissances évoluent.
Ces quatre principes supposent de disposer de capacités de recherche et d'expérimentation de long terme, distribuées de la parcelle au territoire, permettant tout à la fois d'anticiper, d'expérimenter, d'observer et d'ajuster les trajectoires d'adaptation.

Pour en savoir plus

Communiqué de presse d'INRAE : https://www.inrae.fr/actualites/infrastructures-recherche-forestiere-dinrae-detruites-incendies-gironde

2. Conséquences forestières

Mortalité immédiate et différée des arbres

Au-delà des peuplements entièrement détruits par les flammes, de nombreux arbres survivants ont subi un stress thermique important (atteinte du cambium, dessèchement du houppier, perturbation du fonctionnement physiologique) et resteront durablement fragilisés. Une partie d'entre eux dépérira progressivement dans les mois ou les années suivant l'incendie, même en l'absence de nouvelles perturbations. La fragilisation du système racinaire, notamment lorsque des feux couvants persistent dans la litière ou le sol, peut entraîner la destruction des racines fines impliquées dans l'absorption de l'eau et des nutriments ainsi que l'altération des tissus conducteurs au niveau du collet et des racines traçantes. Ces dommages, souvent invisibles immédiatement après l'incendie, augmentent le risque de dépérissement, de chablis et de mortalité différée.
→ **Consigne de gestion**. Une évaluation de l'état sanitaire des peuplements est indispensable afin de diagnostiquer la capacité de survie des arbres présentant des dégâts. Cette évaluation doit permettre d'échelonner les exploitations puis les opérations de

reconstitution des peuplements si cette option est choisie. À cette fin, INRAE a développé deux diagnostics : un premier simple à mettre en œuvre permet d'évaluer la sévérité du feu à l'échelle du peuplement. Il est réalisé sur des placettes circulaires de 30 m de diamètre et vise à estimer les impacts du feu sur la végétation (état du houppier, hauteur de carbonisation sur les troncs) et le sol en termes de perte de biomasse. Un second, sur la base d'un prélèvement du cambium au niveau du collet permet (via une étude histologique du nombre de cellules vivantes) d'estimer la viabilité des arbres après incendie.

Risque de pullulation de scolytes

Le succès de reproduction des scolytes comme *Ips sexdentatus* (scolyte sténographe) dépend de deux facteurs : la qualité du substrat de développement et le niveau de résistance ou de vulnérabilité de l'arbre hôte. Le substrat de développement des larves est constitué de liber (ou phloème) « frais » situé sous l'écorce, c'est-à-dire encore suffisamment humide pour permettre leur développement. Ce substrat est présent dans les arbres vivants ou récemment dépérissants, ainsi que dans le bois vert fraîchement coupé. Dans ces derniers, l'écorce protège le liber de la dessiccation pendant plusieurs semaines, de l'ordre de deux mois selon les conditions.

La résistance des pins aux attaques de scolytes repose principalement sur un mécanisme de défense qui implique la résine constitutive qui s'écoule dès que l'insecte commence à forer une galerie et peut l'engluer. L'arbre peut également produire de la résine en réaction à l'attaque : cette résine néosynthétisée se concentre autour de la galerie creusée par l'insecte et peut être toxique pour les jeunes larves. Ces mécanismes de défense sont fortement réduits lorsque le fonctionnement physiologique de l'arbre a été altéré par le feu.

Selon ces principes, le risque lié aux scolytes dans les peuplements de pins incendiés peut être résumé selon trois catégories :

Les arbres complètement brûlés : leur liber est desséché et ne constitue plus un substrat favorable au développement d'une population viable de scolytes. Le risque de pullulation associé à ces arbres est donc très faible. Du point de vue du risque entomologique, leur récolte peut être différée, notamment si leur exploitation n'est pas justifiée par d'autres enjeux. En pratique, ce sont les arbres qu'on peut laisser en forêt ou à couper en dernier si on veut en récupérer le bois.

Les arbres complètement « verts », épargnés par les flammes : leurs mécanismes de défense restent pleinement fonctionnels et leur résistance aux attaques est maximale. Ils ne sont susceptibles d'être colonisés qu'en situation de forte pullulation. En pratique, ce sont les arbres qu'on doit laisser en forêt sans les couper.
Mais si ces arbres « verts » font l'objet d'une coupe (ex. constitution de coupures de combustible ou coupe au sein d'une parcelle partiellement brûlée), une attention particulière doit être portée aux grumes de ces arbres verts coupés et stockées en bord de route. Ces grumes constituent en effet un substrat particulièrement favorable lorsque leur durée de stockage dépasse celle d'une génération de scolytes. Des situations de ce type ont été observées après les coupes réalisées à la suite de l'incendie de La Teste-de-Buch en 2023. Il convient donc d'éviter de multiplier les coupes d'arbres encore vivants lorsque les bois ne

peuvent pas être évacués rapidement, en particulier pendant les périodes estivales favorables au développement des insectes.

Les arbres fortement stressés par le feu mais dont le houppier n'est pas complètement carbonisé (houppier partiellement vert ou complètement roussi avec une présence de liber "frais" - partie interne de l'écorce) : ils présentent simultanément un substrat favorable au développement des scolytes et des capacités de défense réduites. Ils constituent donc la catégorie la plus vulnérable et celle qui mérite une attention prioritaire dans le diagnostic de viabilité et, lorsque leur exploitation est retenue, dans la programmation des coupes. En pratique, ce sont les arbres qu'il faudra couper avant l'été 2027 pour éviter le démarrage d'une épidémie de scolytes.

INRAE a développé un modèle fondé sur les degrés-jours, permettant d'estimer, à partir des températures, la durée maximale de stockage compatible avec le risque de développement des scolytes. Compte tenu de leur intérêt opérationnel après incendie, l'enjeu est désormais de transférer ce modèle sous forme d'outil d'aide à la gestion vers les gestionnaires. Lorsque toutes les grumes ne peuvent être débardées et valorisées dans les délais appropriés, le recours à des aires de stockage sous aspersion d'eau permet de limiter leur colonisation.

Le risque de bleuissement du bois est étroitement associé à cette dynamique. Certains champignons responsables du bleuissement sont associés aux scolytes et peuvent être transportés par ceux-ci dans des structures spécialisées, les *mycangia*. Ces champignons peuvent participer aux interactions entre l'insecte et son hôte et contribuer à l'épuisement des défenses de l'arbre. Ils provoquent principalement une dépréciation esthétique et commerciale du bois, sans altérer directement ses propriétés mécaniques.

→**Consigne de gestion**. Le risque « scolytes » peut être limité par un diagnostic de viabilité des arbres, permettant de distinguer les arbres complètement brûlés, les arbres restés indemnes et les arbres encore vivants mais fortement stressés par le feu. Un tel diagnostic basé sur l'estimation de cellules vivantes du cambium a été développé par INRAE. La programmation des exploitations peut ensuite tenir compte de ce diagnostic, en donnant la priorité aux interventions répondant aux impératifs de sécurité dans les zones à enjeux, puis en organisant les coupes de manière à éviter une disponibilité massive et prolongée de bois verts favorables aux scolytes. Lorsque des arbres verts ou partiellement atteints doivent être exploités, leur évacuation rapide vers des sites de transformation ou des aires de stockage appropriées doit être privilégiée. Des solutions de stockage sous aspersion d'eau peuvent aussi être envisagées. L'objectif est ainsi moins de « nettoyer » rapidement les peuplements que de maîtriser, dans le temps et dans l'espace, la disponibilité des substrats favorables au développement des scolytes.

Risque d'épidémie du nématode du pin

A ces bioagresseurs s'ajoute le risque de propagation du nématode du pin (*Bursaphelenchus xylophilus*) dans les années à venir (1). Depuis novembre 2025, quatre détections sur arbres ont été réalisées dans le sud-ouest de la France (Seignosse, Angresse, Lescar, Orthevielle), ainsi que trois interceptions de *Monochamus* porteurs du nématode du pin (Saubion, forêt d'Orléans, Orthevielle), témoignant de la pression exercée par cet organisme réglementé (2). Bien que les zones actuellement incendiées ne semblent pas concernées à ce jour par cet

agent pathogène, les conséquences des feux pourraient néanmoins favoriser sa dispersion future. En effet, les femelles du principal insecte vecteur en France, *Monochamus galloprovincialis*, pondent préférentiellement leurs œufs dans le liber « encore frais » de pins affaiblis, dépérissants ou récemment morts. Ce liber constitue le substrat idéal de développement des larves de premiers stades (L1 et L2), tandis que les stades suivants (L3 et L4) nécessitent un bois plus sec : leur développement suppose donc que l'arbre poursuive son dépérissement et se dessèche. La niche écologique « naturelle » de *Monochamus* correspond donc à des pins dépérissants mais pas encore morts : des arbres dépérissants suite à une infection par le nématode du pin ou d'autres agents pathogènes, des arbres cassés ou renversés par les tempêtes (les chercheurs d'INRAE ont observé un pic de captures dans leurs pièges dans les années qui ont suivi la tempête Klaus par exemple - Jactel, Comm. pers.) ou des arbres partiellement incendiés. Des travaux menés en Espagne ont par ailleurs montré que *M. galloprovincialis* détecte certains composés volatils caractéristiques du bois brûlé, suggérant que les signaux olfactifs associés aux incendies pourraient intervenir dans la localisation des arbres favorables à sa reproduction (3). Dans un massif dominé par les monocultures de Pin maritime, ces pratiques sylvicoles créent une disponibilité récurrente et abondante de substrats favorables issus des éclaircies, des coupes rases et de leurs rémanents, contribuant ainsi à élargir la disponibilité des habitats favorables pour ce longicorne indigène.

Les immenses surfaces de bois brûlé et les nombreux arbres vivants mais fragilisés par les incendies constituent ainsi un habitat particulièrement favorable au développement de cet insecte, en lui offrant dès les prochains mois des conditions très favorables à sa reproduction. Les zones incendiées pourraient donc produire, dès l'année prochaine et pendant plusieurs années, d'importantes populations de vecteurs du nématode du pin. En présence de foyers encore non détectés ou d'introductions ultérieures du nématode du pin via les transports de bois, cette augmentation des populations de *Monochamus* est susceptible de favoriser la dispersion du nématode du pin à plus grande échelle.

L'incendie ne crée donc pas de risque sanitaire "nématode" immédiat, mais il crée les conditions d'un risque différé en augmentant le potentiel de propagation de l'agent pathogène via une augmentation des tailles de populations de *Monochamus*. Ce risque pourrait être amplifié par trois facteurs : i/ les difficultés opérationnelles consécutives aux incendies, liées au transport de volumes exceptionnels de bois dépérissant ou mort, ii/ une forte sollicitation des moyens humains et matériels nécessaires aux coupes sanitaires, et iii/ une possible prolifération des scolytes. Ces trois facteurs sont susceptibles de compliquer les opérations de surveillance et de détection précoce.

Il reste néanmoins peu probable que les *Monochamus* « positifs » (porteurs du nématode du pin) interceptés près du foyer du sud des Landes (Seignosse) volent jusqu'au Porge, Biscarrosse voire Luglon. En revanche, les mouvements de bois coupés sur l'ensemble du massif aquitain (sud des Landes pour la crise « nématode » et sud de la Gironde pour la crise « incendie ») pourraient induire un risque de transport passif des insectes vecteurs, accélérant la diffusion du nématode du pin.

→ **Consigne de gestion**. Cette situation renforce la nécessité de maintenir, et même d'intensifier, les actions de surveillance et de détection précoce du nématode du pin dans le massif forestier, aussi bien dans les zones sinistrées que dans les secteurs périphériques.

Elle plaide également pour une bonne gestion des rémanents d'exploitation des parcelles incendiées, afin de prévenir une explosion démographique des *Monochamus*. De plus, les préconisations de gestion d'exploitation des bois des parcelles incendiées visant à prévenir les pullulations de scolytes sont également applicables à *Monochamus*, qui peut lui aussi bénéficier de l'abondance de bois récemment dépérissant ou mort après incendie.

Références

1. https://www.inrae.fr/dossiers/nematode-du-pin-point-10-questions-reponses
2. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Souveraineté alimentaire. (2026, 17 juillet). *Santé des végétaux – Nématode du pin : renforcement des mesures suite à de nouvelles détections sur le territoire national* [Communiqué de presse]. https://agriculture.gouv.fr/sante-des-vegetaux-nematode-du-pin-renforcement-des-mesures-suite-a-de-nouvelles-detections-sur-le
3. 10.1016/j.jinsphys.2015.08.004

Dégradation des sols

Il convient de distinguer deux types d'impacts sur les sols : ceux directement liés au passage du feu et ceux qui résultent des opérations de gestion mises en œuvre après l'incendie. Les incendies peuvent notamment altérer durablement les propriétés physiques et chimiques des sols ainsi que leur fonctionnement biologique. Ils affectent notamment les communautés microbiennes, parmi lesquelles les champignons et les bactéries décomposeurs, les champignons mycorhiziens, ainsi que la faune du sol, dont les fonctions sont essentielles au recyclage des nutriments, au maintien de la fertilité des sols et à la régénération des peuplements (1). Les incendies peuvent également entraîner une perte de carbone organique du sol, notamment lorsque la combustion de la matière organique est importante. L'ensemble de ces perturbations peuvent à leur tour modifier la structure et les propriétés hydrologiques des sols, notamment leur capacité de rétention de l'eau, et accroître leur vulnérabilité à l'érosion. L'ampleur et la durée de ces effets dépendent toutefois fortement de la sévérité du feu. Un feu de surface, de faible intensité et de courte durée, aura généralement des conséquences plus limitées qu'un incendie intense et prolongé. Les feux affectant les tourbières constituent un cas particulièrement extrême : ces feux dits 'zombies' peuvent en effet se maintenir dans les couches organiques du sol pendant plusieurs mois après le passage du front de flammes, entraînant une combustion prolongée de la matière organique et des pertes importantes de carbone comme sur les pourtours du lac d'Hostens en 2022. À ces effets directs s'ajoutent ceux liés aux opérations d'exploitation et de gestion des bois sinistrés. Lorsque ces interventions sont réalisées dans des conditions défavorables, notamment sur des sols humides ou insuffisamment portants, le passage des engins peut provoquer une dégradation durable de leur structure, par tassement et création d'ornières notamment (2). Ces perturbations peuvent également modifier les propriétés physiques et hydrologiques des sols, perturber leur fonctionnement biologique et, dans certains cas, compromettre la régénération des peuplements.

→**Consigne de gestion.** La récolte des bois brûlés doit être planifiée de manière à limiter les impacts sur les sols. Il convient d'intervenir lorsque les conditions de portance des engins sont favorables et de limiter le nombre de passages, de privilégier les

cloisonnements d'exploitation et de conserver une partie des rémanents lorsque cela est compatible avec les objectifs sanitaires ou le niveau de risque résiduel d'incendie. Au cours des premières années suivant l'incendie, les dynamiques naturelles de recolonisation des communautés biologiques des sols et de la végétation devront être suivies afin d'évaluer la restauration des fonctions écologiques et d'adapter, si nécessaire, les pratiques de gestion.

Références

1. 10.1038/s41579-023-00876-4
2. https://hal.science/hal-04244666/file/CRREF_synthese-de-lexpertise_WEB2.pdf

Impacts sur la biodiversité

Les feux de grande intensité et de grande superficie peuvent entraîner la destruction d'une part importante de la flore, de la faune et de leurs habitats. Le passage du feu n'est toutefois pas homogène au sein des zones concernées : des îlots non brûlés ou moins sévèrement touchés peuvent subsister, y compris lors d'incendies de forte intensité et constituer des refuges pour la biodiversité. Par ailleurs, certaines espèces végétales sont adaptées à la destruction totale de leur biomasse épigée et peuvent recoloniser rapidement les zones incendiées lorsque les conditions édaphiques sont satisfaisantes. Le feu peut néanmoins profondément modifier la structure des peuplements forestiers, notamment feuillus, et provoquer une ouverture durable du paysage, donnant lieu à des habitats de type garrigues ou lande à strates basses dans les premières successions de végétation (quelques années à quelques dizaines d'années post-feu). Également, dans le cadre de dynamiques naturelles, certaines essences peuvent alors être remplacées durablement (pour plusieurs centaines à milliers d'années) lorsque des incendies sévères se combinent à des conditions climatiques et édaphiques contraignantes pour la végétation (sol plus pauvre, plus percolant, climat plus sec). Du strict point de vue de la diversité spécifique, le feu peut entraîner à court et moyen terme une augmentation de la biodiversité, particulièrement dans la strate herbacée, et imprimer plus durablement une plus grande diversité d'espèces dans les strates arbustives. Le passage du feu peut ainsi contribuer à créer une mosaïque paysagère, renforcée par des dynamiques de recolonisation différentes selon les conditions du milieu et les capacités de régénération des espèces. Cette hétérogénéité du paysage peut, en retour, contribuer à rompre la continuité des combustibles et ainsi limiter les conditions favorables à la propagation ultérieure d'un feu de même nature. La fragmentation des populations consécutive aux incendies constitue une autre perturbation durable des communautés animales, végétales et microbiennes.

→ **Consignes de gestion** : Favoriser une gestion forestière intégrant davantage les enjeux de biodiversité suppose d'identifier des modalités de reconnaissance adaptées des actions mises en œuvre par les propriétaires et les gestionnaires : maintien ou plantation d'essences feuillues, depuis le mélange à l'échelle de la parcelle jusqu'à la mosaïque paysagère ; maintien ou création d'éléments du paysage non directement productifs, tels que les haies de feuillus ; conservation d'éléments favorables à la biodiversité ; ou encore préservation et restauration d'habitats tels que les zones humides. Cette approche est particulièrement pertinente dans le massif des Landes de Gascogne, dont la vocation productive doit être préservée, tout en recherchant une meilleure articulation entre production de bois et autres

fonctions écologiques du territoire. Réduire fortement la production locale ne ferait en effet que déplacer une partie de notre empreinte environnementale vers les régions du monde dont nous importerions davantage de bois. La préservation, voire la restauration, de la diversité des habitats, notamment des zones humides, doit ainsi être pensée non pas en opposition à la fonction de production, mais comme l'une des composantes de la gestion durable et de la résilience du massif.

Pour en savoir plus : Concertation "Filière Société" portée par FIBOIS LANDES DE GASCOGNE et la SEPANSO https://www.grainedeforet.fr/post/fibois-landes-de-gascogne

3. Conséquences sociales et économiques

Conséquences sociales

Les conséquences sociales des incendies varient selon les catégories d'acteurs impactées. Pour les propriétaires forestiers, qui ont parfois perdu la totalité de leur patrimoine forestier, les conséquences sont majeures. Les trois incendies de 2026 (43 700 hectares détruits suite aux départs de feu sur les communes de Saumos, Biscarrosse et Luglon) s'inscrivent souvent dans une série d'aléas (feu du Porge de 1989, de Salaunes en 1990, tempête de 1999, feu de Lacanau en 2012) dont ils ont parfois réchappée ou qu'ils ont au contraire cumulé selon la localisation de leur parcelles et l'importance de leur patrimoine. Là où la tempête Klaus en 2009 aurait pu constituer un point de bascule, peu de cession significative de foncier ont été observée de la part des propriétaires forestiers. Ils ont par ailleurs toujours reboisé, moyennant quelques adaptations sylvicoles (1, 2) souvent peu transformatrices (recours à la plantation plutôt qu'à la régénération naturelle, raccourcissement des révolutions, arrachage des souches, maintien de quelques lisières feuillues et d'îlot de vieillissement).

La multiplication et le passage probable d'un état de crise ponctuelle à un état de catastrophes quasi continues (risques multiples) et de forte intensité peut conduire à considérer des stratégies très différentes : 1) une intensification des modes de production sur des laps de temps plus court (fort investissement à la plantation et accélération du cycle de production avec des révolutions à 25-35 ans (à ce titre INRAE avait mis en place en 2012 une plateforme de sylviculture -XYLOSYLVE- visant à tester des itinéraires intensifs. Elle a été fortement impactée par l'incendie de 2026 mais elle fournit déjà des pistes de réflexions), 2) une extensification des modèles productifs (avec une place accrue des feuillus en lisières et dans les ripisylves, voire en essences d'accompagnement au sein des peuplements, maintien d'un couvert continu ou semi-continu de pin maritime avec régénération naturelle, maintien d'une proportion variable de pin maritime avec des âges d'exploitabilité supérieure à 45-50 ans, etc., 3) des formes intermédiaires mêlant les deux types d'itinéraires précédents. Le choix de ces itinéraires relèvera à la fois de décision individuelle (objectif du propriétaire, niveau de connaissance, capacité d'investissement (autofinancement ou subventions), appartenance à des réseaux d'information technique,) et structurelle (orientation des politiques de reboisement, stratégie des organisations professionnelles, structuration et orientation du conseil par les opérateurs professionnels).

Pour les acteurs non forestiers et notamment les résidents permanents, l'impact des catastrophes a été peu étudié. Les premières réactions des élus des collectivités territoriales

et des collectifs d'habitants montrent néanmoins de fortes attentes sur la gestion de crise, sur la place de la forêt dans le territoire et sur la sécurisation à plus long terme des zones habitées et forestières au-delà des seules interfaces forêt/zones urbanisées. Nous manquons actuellement de travaux sur l'impact économique direct mais aussi indirect (pertes d'exploitation, chômage technique etc.).

Des travaux réalisés dans des contextes de dépérissement forestier sévère (3) montrent néanmoins une segmentation des perceptions, allant de résidents très alarmistes sur les changements induits par le réchauffement climatiques et d'autres qui le sont moins. Les résidents les plus inquiets des conséquences du réchauffement climatique craignent que l'augmentation de la fréquence de ces événements ne transforme durablement leur cadre de vie, la qualité des paysages et la biodiversité associée aux forêts. Pour d'autres, la forêt parviendra à s'adapter à ces nouvelles conditions moyennant des changements d'espèces par exemple ou de sylviculture. Au cours des enquêtes menées par INRAE dans le massif landais, il a aussi pu être observé un changement de paradigme dans les façons de considérer la forêt, notamment depuis la tempête de 2009, et plus encore depuis 2022. Celle-ci apparaît à la fois menacée (par des formes d'intensification de la production ou des changements d'usage comme l'installation de panneaux photovoltaïque ou la création d'infrastructure comme la LGV) mais aussi plus menaçante au vu de la multiplication des aléas susceptibles d'impacter les populations riveraines (incendies de 2022, risques d'inondation hivernale, dégâts sur les infrastructures électriques et de communication, etc.). L'écologisation des représentations associées à la forêt, l'impact des aléas naturels sur la qualité de vie et les interrogations liées aux orientations des politiques publiques forestières peuvent amener à terme à des changements de regards significatifs sur la place de la forêt dans le territoire, ses bénéfices en termes de cadre de vie mais aussi ses menaces pour les biens et les personnes. Cela peut se traduire notamment par des attentes et aspirations de certains collectifs d'habitants à une écoute plus attentive et une participation plus forte de leur part aux destinées forestières de ces territoires (notamment dans le cas de la révision de la charte des deux Parcs Naturels Régionaux du massif des Landes de Gascogne). Les aléas subis par la forêt pourraient en effet cristalliser certaines de ces interrogations, le crédit dont bénéficiait la filière n'étant plus forcément aussi net dans beaucoup d'autres régions françaises dont le massif landais (4).

Pour les acteurs du tourisme, l'impact des catastrophes est surtout visible et très fort à court terme (0-5 ans). Dans le cas des communes littorales impactées (Le Porge, Lège-Cap-Ferret, Lacanau) qui disposaient d'une forte capacité d'accueil via leur plan plage, l'activité touristique (niveau de fréquentation, location de résidence) peut d'être fortement impactée tant que les infrastructures d'accès aux plages océanes n'auront pas été rétablies. Il est toutefois très probable qu'une partie de la fréquentation se reporte pendant quelques années sur les sites touristiques voisins (Nord Médoc, bassin d'Arcachon). De manière plus générale, des travaux sur l'attractivité du littoral landais montrent que même en cas de danger avéré (érosion littorale par exemple), l'attractivité résidentielle et touristique de ces territoires demeure (5).

<u>Conséquences sur l'économie forêt-bois locale</u>

Sur la base d'un scénario de reconduction du modèle forestier traditionnel, l'économie forêt-bois assise sur la valorisation du pin maritime dans le massif des Landes de Gascogne ne semble globalement pas menacée à court terme par les crises qui impliquent le

renouvellement rapide d'une portion significative de la surface productive. En effet, l'expérience, depuis la tempête Klaus de 1999, montre que l'ensemble de la filière est en capacité logistique et technico-économique d'augmenter et de canaliser ses activités de mobilisation de bois, de transformation de bois et de plantation forestière au service de la reconstitution des zones sinistrées. Généralement, on ne constate pas de baisse d'activité suite à ces crises dans les domaines de la sylviculture et de la transformation du bois. Cette réactivité du tissu économique est une particularité du territoire des Landes de Gascogne, elle permet généralement dans un délai relativement court de valoriser les bois de crise et de reconstituer un couvert forestier. Dans l'éventualité où le modèle forestier serait remis en question et réorienté vers une autre configuration technico-économique, il est difficile d'anticiper les capacités d'adaptation des différents acteurs économiques et de la filière, en tant que système interdépendant, dans son ensemble.

Nous disposons de peu d'études scientifiques consacrées spécifiquement à la dynamique économique de la filière bois dans les Landes de Gascogne (6) et l'interprétation qui suit mériterait d'être approfondie. Elle s'appuie toutefois sur une série de faits documentés, et non de simples conjectures. Depuis 1999, les crises forestières se sont accompagnées de volumes exceptionnellement importants de biomasse mis sur le marché et d'interventions publiques répétées en soutien à la filière. Les plans d'aide au renouvellement forestier se sont succédé et ont assuré une part importante du financement des investissements de reconstitution. Des soutiens ont également été mobilisés pour la mécanisation, le transport ou encore le stockage des bois. À partir de ces faits, nous pouvons formuler l'hypothèse d'une économie forêt-bois des Landes de Gascogne en partie façonnée par la succession des crises forestières et par les réponses publiques qui leur ont été apportées.

Cette "économie de crise" n'a cependant pas les mêmes effets sur l'ensemble des acteurs de la filière forêt-bois. Elle a favorisé le développement d'opérateurs sylvicoles capables de répondre à des périodes de très forte activité, dont certains ont acquis une place structurante dans l'économie forêt-bois. Les industries de la trituration ont, quant à elles, bénéficié lors de ces épisodes d'une biomasse abondante et à bas prix, contribuant au maintien sur le territoire d'unités de transformation à forte intensité capitalistique. À l'inverse, cette configuration apparaît moins favorable aux industriels du sciage, confrontés notamment à des difficultés d'approvisionnement en bois d'œuvre de qualité dans les périodes de crise. La diminution de 60 % de la production de sciage de pin maritime depuis la fin des années 1990 constitue à cet égard un constat, même si elle ne saurait être attribuée aux seules crises forestières sans analyse spécifique. Enfin, les conséquences économiques pour les propriétaires forestiers mériteraient également d'être mieux documentées : si aucune défection massive n'a jusqu'ici été observée à l'échelle du massif et si le renouvellement bénéficie généralement de soutiens publics, les crises peuvent entraîner une dépréciation des bois et une perte de valeur du capital forestier investi.

En dehors des effets économiques directs sur l'économie forêt-bois, il est nécessaire aussi d'envisager les conditions dans lesquelles ces incendies viennent recomposer la place de la filière forêt-bois dans l'économie du territoire. Jusqu'à présent son importance majeure à l'échelle régionale et même nationale n'a jamais été remise en cause. Toutefois, on peut se demander dans quelle mesure l'impact très important de ces incendies à court terme sur l'économie locale, et à plus long terme sur l'attractivité du territoire et sur les coûts associés à sa sécurisation, ne vont pas faire évoluer la manière dont la société envisage ou non son caractère prioritaire. Pour avoir une vision globale de l'impact économique de cette crise il est

donc aussi nécessaire de réintégrer cette économie forêt-bois dans son contexte territorial, tout en n'omettant pas de s'interroger et d'évaluer l'opportunité des modèles économiques alternatifs qui pourraient être envisagés pour garantir la gestion, l'entretien et la mise en sécurité d'environ la moitié du territoire des Landes de Gascogne.

Références

1) Dehez J. (coord) ; Brahic E. ; Deuffic P. ; Puyo J.-Y. ; A. S. (2015) Bois énergie et développement territorial en Aquitaine. Rapport final projet CONSORE, volet 1. Irstea Bordeaux, Université de Pau et des pays de l'Adour (UPPA), Cestas, 221 p.
2) 10.1051/nss/2021008
3) 10.1007/s00267-022-01694-9
4) 10.4000/15cge
5) 10.1016/j.jenvman.2018.11.104
6) 10.1016/j.landusepol.2016.04.026

Conclusions

1. Cet événement n'est ni une anomalie ni un accident isolé. Il n'était ni imprévisible ni impensable. Il constitue la manifestation brutale d'une évolution du dérèglement climatique, anticipée et documentée de longue date par les scientifiques, qui modifie durablement les conditions de croissance, de survie et de renouvellement des forêts.
2. Dans ce nouveau contexte, il ne s'agit plus seulement de promouvoir une gestion durable des forêts dans un environnement qui, jusqu'à récemment, était caractérisé par une relative stabilité. Depuis l'an 2000, nous sommes entrés de plein fouet dans une dynamique incertaine, qui nécessite d'accompagner des transformations profondes des socio-écosystèmes forestiers, non seulement dans leur composition et leur structure, mais aussi dans leurs modes de gouvernance et dans les relations entre les différents acteurs qui les façonnent et les valorisent. Cette transformation doit par ailleurs s'opérer dans un contexte marqué par des situations de crise de plus en plus fréquentes et intenses.
3. Les incendies dans les Landes de Gascogne, par leur manifestation particulièrement brutale, constituent l'une des expressions les plus visibles d'une transformation des forêts qui, pour l'heure, s'impose largement à nous. Cette transformation touche l'ensemble de l'Europe et se manifeste également, de manière moins spectaculaire mais tout aussi préoccupante, par une forte augmentation des dépérissements, les difficultés de régénération et un ralentissement de la croissance des arbres. L'enjeu est désormais de ne pas subir cette transformation, mais de construire collectivement les conditions permettant d'orienter les trajectoires futures des forêts et des territoires.
4. L'adaptation des forêts au changement climatique conduit à réinterroger plus largement leur place dans les territoires : les objectifs qui leur sont assignés, les modalités de gestion et de renouvellement, l'organisation des acteurs de la filière forêt-bois, mais aussi les formes de coexistence entre les sociétés humaines et les espaces forestiers.
5. La recherche a aujourd'hui largement documenté les mécanismes écologiques et certains déterminants sociaux et territoriaux qui contribuent à cette situation de crise. Elle a également identifié un certain nombre de leviers d'adaptation. En revanche, la recherche n'a pas vocation à définir une trajectoire unique d'adaptation des forêts. Dans un contexte climatique en évolution rapide et face à la diversité des territoires, des objectifs et des contraintes, elle a pour rôle de produire les connaissances permettant d'explorer différentes trajectoires, d'en évaluer les effets et d'identifier leurs conditions de réussite et leurs limites afin d'éclairer les choix.
6. Cette incertitude ne doit pas conduire à l'inaction, mais invite au contraire à changer de méthode. Les scientifiques encouragent les acteurs publics et privés à adopter une démarche réflexive, anticipatrice et progressive dans leur stratégie de gestion de crise puis de transformation de ce socio-écosystème.
7. Il s'agit de combiner l'expérimentation, le suivi et l'évaluation des options de gestion avec des approches prospectives intégrant différents scénarios climatiques et les réponses possibles des essences et des écosystèmes forestiers. L'objectif n'est donc pas de « tester » à l'échelle du massif une trajectoire dont il suffirait ensuite d'observer les résultats, mais de privilégier des stratégies robustes face à plusieurs futurs possibles, évitant autant que possible les choix irréversibles et préservant des possibilités de bifurcation ou de redirection à mesure que les conditions

environnementales et les connaissances évoluent. À l'échelle de la parcelle comme du territoire, diversification, flexibilité et maintien de marges de manœuvre deviennent ainsi des principes essentiels des stratégies sylvicoles et d'aménagement, dès lors qu'elles permettent de concilier les différentes fonctions écologiques, sociales et productives attendues de la forêt.

8. Dans le contexte de la gestion post-incendie de 2026 en Gironde, cette démarche invite notamment à ne pas considérer la récolte des bois brûlés puis le reboisement comme une opération automatique de reconstruction à l'identique. Avant toute décision de renouvellement, il apparaît nécessaire de réexaminer les objectifs assignés aux espaces incendiés, les conditions écologiques et climatiques auxquelles ils seront soumis, ainsi que les différentes trajectoires possibles — et souhaitables — de restauration et d'évolution des écosystèmes forestiers et de l'aménagement des territoires concernés.
9. Les territoires incendiés peuvent ainsi devenir, malgré la gravité des pertes subies, des espaces privilégiés d'observation et d'expérimentation. La recherche se tient à la disposition des acteurs publics et privés pour accompagner cette démarche, observer et analyser les trajectoires qui seront engagées et contribuer à construire, avec les gestionnaires et les autres acteurs de ce territoire, les connaissances nécessaires à l'adaptation des forêts et des territoires.

Ces conclusions appellent à un véritable « choc d'expérimentation » mobilisant la Recherche et les parties prenantes dans leur diversité, pour explorer et évaluer différentes trajectoires d'adaptation des forêts dans les Landes de Gascogne, aussi bien in situ que in silico.

Comment citer ce document :
Céline Meredieu, Laurent Augusto, Laurent Bouffier, Christine Bouisset, Philippe Deuffic, Sylvain Delzon, Nicolas Fanin, Jean Baptiste Filippi, Frédéric Frappart, Santiago C. González-Martínez, Baptiste Hautdidier, Hervé Jactel, Denis Loustau, Jérôme Ogée, Christophe Orazio, François Pimont, Alexandre Pryet, Annie Raffin, Eric Rigolot, Méline Saubin, Heidy Schimann, Arnaud Sergent, Soizig Le Stradic, Anne Varet, Laure Villate & Christophe Plomion. Les forêts et les incendies dans les Landes de Gascogne : Cahier scientifique et technique à destination des décideurs, gestionnaires et citoyens. 2026, 82 p. ⟨10.17180/cq2q-zs71⟩. ⟨hal-05770327⟩

Remerciements

La rédaction de ce cahier scientifique et technique a été coordonnée par INRAE. Elle a été rendue possible grâce à la mobilisation d'une communauté scientifique essentiellement réunie autour du PSGAR GRIFON (https://grifon.plantedforests.org/) soutenu par la Région Nouvelle-Aquitaine et portant la référence "RECH01-01-2024-36215720", ainsi que du PEPR FORESTT (https://www.pepr-forestt.org/) qui a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030 portant les références ANR-24-PEFO-0001, ANR-24-PEFO-0006 et ANR-24-PEFO-0005. Les commentaires de l'ONF (Agnès Thongo), du CNPF (Amélie Castro) et d'Alliance Forêt-bois (Stéphane Vieban et Loïc Cotten) sur une version antérieure ont permis d'amender ce document. Le contenu de ce document relève de la responsabilité de ses auteurs.