

Synthèse des enjeux liés au changement climatique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

FORÊT

Les messages clés du GIEC

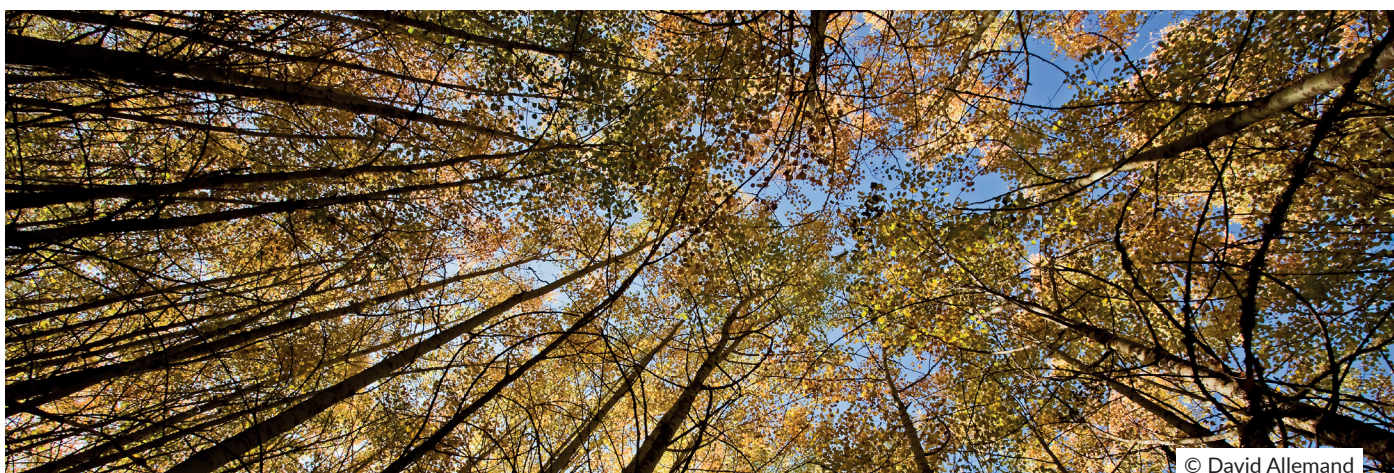
- Le changement climatique augmente le risque d'extinction irréversible de la biodiversité des écosystèmes forestiers.
- La sauvegarde de la biodiversité et des écosystèmes est fondamentale pour un développement résilient au changement climatique, compte tenu des menaces que le changement climatique fait peser sur eux et de leur rôle dans l'adaptation et l'atténuation (confiance très élevée).
- Les actions d'adaptations fondées sur la forêt regroupent la gestion forestière durable, la conservation et la restauration des forêts, le boisement et le reboisement. Dans les forêts gérées, les options d'adaptation comprennent la gestion durable des forêts, la diversification et l'ajustement de la composition des espèces d'arbres pour renforcer la résilience, et la gestion des risques accrus liés aux parasites et aux maladies ainsi qu'aux incendies de forêt. La restauration des forêts naturelles et des tourbières drainées, ainsi que l'amélioration de la durabilité des forêts gérées, renforcent généralement la résilience des stocks et des puits de carbone.
- La restauration des écosystèmes forestiers est un des paramètres qui offre le plus large potentiel d'atténuation économique, notamment la réduction de la déforestation dans les régions tropicales. La restauration, la reforestation et le boisement sont des pratiques qui peuvent être sujettes aux compromis, à cause de la forte pression sur certaines terres.
- L'adaptation fondée sur les approches de végétalisation urbaine, la restauration des milieux humides et des écosystèmes forestiers ont prouvé leur efficacité dans la réduction du risque d'inondation et d'îlot de chaleur urbain.
- Les pratiques de séquestration du carbone comme la reforestation, l'amélioration de la gestion forestière, la séquestration par les sols, la restauration des tourbières et la gestion du « coastal blue carbon » peuvent améliorer la biodiversité et les services écosystémiques, l'emploi et les moyens de subsistances locaux.

Contexte et enjeux régionaux

- Les écosystèmes forestiers fournissent de nombreux services dit écosystémiques : (1) production de bois (matériaux, papier, énergie...) et autres produits forestiers ; (2) refuges pour la biodiversité, avec des habitats pour la faune et la flore particulièrement importants au sein des vieilles forêts ; (3) lutte contre l'érosion des sols et régulation des crues lors des épisodes de précipitations intenses ; (4) protection de la ressource en eau en favorisant l'infiltration ; (5) régulation et épuration des eaux ; (6) séquestration du carbone nécessaire

pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ; (7) espaces récréatifs pour le tourisme reposant sur la qualité des milieux naturels.

- Les forêts privées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur représentent 1 million d'hectares soit 64 % de la surface forestière régionale.
- À l'instar de l'ensemble de la France métropolitaine, les superficies forestières régionales sont en augmentation constante du fait notamment de la déprise agricole et pastorale. Les pins d'Alep ont colonisé plus de 200 000 hectares en un siècle dans la région, avec une progression encore plus rapide ces dernières décennies.
- Avec la moitié du territoire régional (51 %) recouvert de forêts, soit 1 630 000 hectares, la région Provence-Alpes Côte d'Azur possède le 2^{ème} taux de boisement le plus élevé après la Corse.
- Les écosystèmes forestiers régionaux se composent d'environ 32 % de conifères, 32 % de feuillus et 17 % de peuplements mixtes. Les essences principales en surface sont le chêne pubescent, le pin sylvestre, le pin d'Alep, suivis du chêne vert et du mélèze.
- Riches de leur histoire climatique, bénéficiant d'une topographie contrastée et situées entre climat méditerranéen et montagnard, les forêts régionales sont caractérisées par une grande richesse biologique. 42 % des forêts domaniales et 28 % des forêts communales sont en sites Natura 2000.
- Le volume de bois sur pied est estimé à 122 millions de m³, soit 87 m³/ha, ce qui fait de Provence-Alpes-Côte d'Azur la région avec le plus faible volume à l'hectare, en lien avec les conditions contraignantes de sol, de climat et d'accessibilité. La récolte totale de bois s'élève, en 2019, à 857 453 m³, dont 30 % sont destinés au bois d'industrie, 53 % au bois énergie, 17 % au bois d'œuvre. La récolte de bois en provenance des massifs alpins régionaux est majoritaire et estimée aux trois quarts de la récolte régionale.
- L'écosystème forestier régional joue un rôle important dans la séquestration du carbone : chaque année, la croissance de nos forêts compense 10 % des émissions de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (4 Mt sur 36,6 Mt de CO₂ émises).
- La région regroupe plusieurs facteurs prédisposant à l'éclosion, puis à la propagation du feu : climat sec, chaud et venté, végétation abondante et souvent inflammable. 75 % des communes ont été touchées au moins une fois par des incendies au cours des 50 dernières années.
- En région méditerranéenne, les zones de contact entre l'urbanisation et les massifs forestiers (interfaces habitat-forêt) sont très fortement vulnérables aux incendies de forêt et concentrent la plupart des départs de feu. La forte pression anthropique génère 90 % des départs de feu.
- Le dispositif « guerre du feu », mis en place par la Région Sud repose sur une approche globale et intégrée qui prend en compte l'ensemble des composantes de la filière bois, de l'amont à l'aval. Cette politique comporte plusieurs objectifs : accompagner le développement de la filière bois, stimuler l'activité économique et l'emploi local, prévenir le risque incendie via des campagnes de sensibilisation et un soutien aux investissements en faveur de la Défense de la forêt contre les incendies (DFCI).



© David Allemand

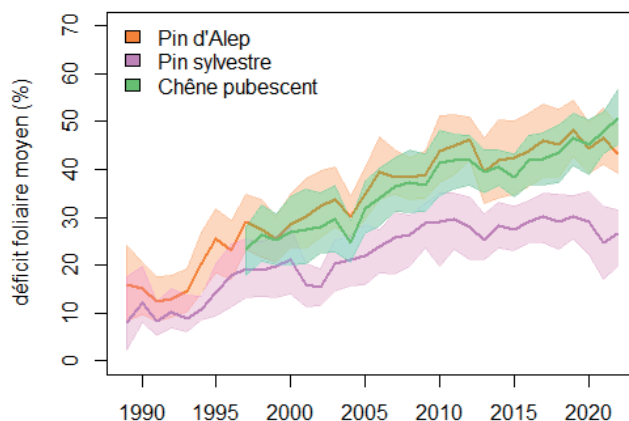
Impacts des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers régionaux

Hausse graduelle des températures toutes saisons confondues, augmentation en durée et en intensité de la période de sécheresse estivale, sécheresses extra saisonnières de plus en plus fréquentes et longues, multiplication des événements extrêmes (notamment des vagues de chaleur) sont autant d'événements qui, par leur récurrence et leur concomitance, affectent la santé des écosystèmes forestiers régionaux. Ils favorisent le dépérissement de certains peuplements et augmentent considérablement le risque incendie.



Des épisodes de dépérissements de plus en plus nombreux

- La hausse des températures, qui entraîne une augmentation de la période de végétation, couplée à une augmentation du CO₂ atmosphérique et de la fertilisation azotée, a eu pour conséquence, dans les années 1980-2000, une tendance à l'augmentation de la productivité des essences forestières, notamment alpines.
- Ces dernières années la tendance tend à s'inverser : les épisodes de sécheresse associés à l'augmentation des températures et la multiplication des vagues de chaleur limitent la croissance des arbres, allant jusqu'à provoquer des dépérissements avec mortalité selon les sites. Les sols asséchés entraînent un stress hydrique chez les arbres et des difficultés pour s'alimenter. Le débourrement des feuilles de plus en plus précoce rend, d'autre part, les arbres particulièrement sensibles aux épisodes de gel printaniers.
- La diminution du nombre et de la taille des aiguilles et des feuilles, l'augmentation du nombre de branches mortes, la diminution du nombre et de la taille des graines, la perte de croissance, la modification architecturale et la mortalité sont autant de facteurs qui illustrent ces phénomènes de dépérissement et réduisent la résilience des arbres aux aléas climatiques et diminuent les potentialités de reconquêtes post-incendies.
- Fragilisés, les arbres sont également plus sensibles aux pathogènes (champignons, insectes...), qui profitent de la hausse des températures pour se développer. Pour certains de ces pathogènes, qui ne sont parfois plus régulés par le froid en hiver, le nombre de générations par an augmente (développement de la chenille processionnaire, par exemple). Ces attaques agissent en synergie avec les aléas climatiques et contribuent à accroître les phénomènes de dépérissement.
- Parmi les espèces les plus touchées, on trouve le pin sylvestre et le chêne blanc, qui présentent un taux de mortalité jusqu'à 4 fois supérieur à la normale (6 à 8 %) durant les dernières années. Le chêne blanc montre une forte mortalité des branches et un ralentissement de la croissance. Le pin sylvestre, quant à lui, présente un taux moyen de défoliation proche de 50 %, un effondrement de la croissance moyenne sur les 15 dernières années et un bond de mortalité.
- Les peuplements de sapins présentent des signes très importants de dépérissement, avec de nombreux individus morts, sur les versants chauds et au-dessous de 1400 m d'altitude. Les peuplements des versants nord du Mont Ventoux (84) et du Lachens (06) sont particulièrement touchés. Sans limitation de la montée des températures globales, il est probable que le sapin pectiné ne puisse plus occuper que quelques vallons frais d'altitude à la fin du 21^{ème} siècle.



Evolution du déficit foliaire moyen pour les 3 essences majoritaires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Source : Maxime Cailleret, INRAE, 2023).

- Le chêne vert et le pin d'Alep, espèces méditerranéennes réputées pour leur meilleure résistance à la sécheresse, montrent également des déficits foliaires (respectivement 50 % et 40 %) et des taux de mortalité très élevés (7,5 et 7%) en Provence calcaire, ainsi que dans toute la

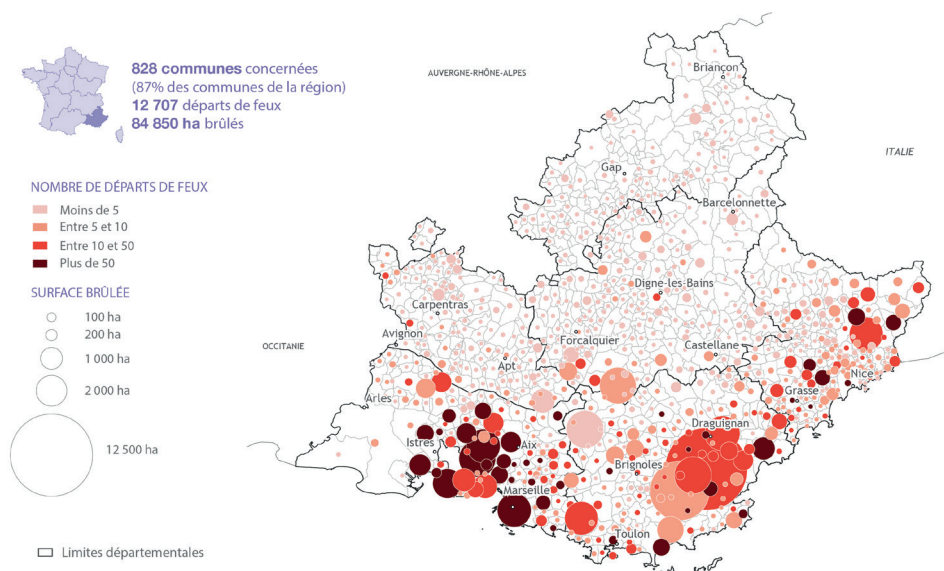
région méditerranéenne. En 2019, 65 % des peuplements inventoriés de chêne vert, pourtant très résistant au stress hydrique, ont montré un déficit foliaire moyen supérieur ou égal à 50 %, en réponse à la sécheresse extrême de 2016 et 2017.



Un risque incendie qui augmente

- Les incendies dépendent d'interactions complexes entre le climat, la météo, la quantité de combustible, l'aménagement du territoire et les populations. Ils font partie des principales perturbations des écosystèmes forestiers en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les peuplements forestiers méditerranéens sont particulièrement sensibles aux incendies car fortement inflammables et soumis à un climat chaud et particulièrement sec en été.
- La politique de lutte contre les incendies, mise en place dans le sud de la France au début des années 1990, a eu pour conséquence une forte diminution du nombre d'incendies et une réduction considérable de la taille des incendies et des zones brûlées après 1994. En 40 ans, les surfaces annuelles brûlées ont été divisées par 4 (de 40 000 à moins de 10 000 ha).
- Cependant les moyens de lutte montrent des limites lors des événements climatiques les plus sévères. Quand on décompose les feux selon le type de météorologie, on s'aperçoit que les feux liés à des températures élevées ont tendance à augmenter. Par exemple, les grands incendies de 2003, 2016 et 2017 sont liés à des canicules et/ou des sécheresses exceptionnelles. Ces conditions propices aux grands feux (>120 ha) rendent la lutte très difficile et génèrent de forts impacts sur les enjeux humains, économiques et écologiques.
- Si aujourd'hui les incendies dans le sud de la France sont principalement provoqués par le vent, ces grands incendies « convectifs » liés à la chaleur présenteront un risque considérable dans les années à venir. Ces feux induits par la chaleur sont caractérisés par des conditions chaudes et sèches combinées et se produisent en été pendant les vagues de chaleur, soit lors d'une sécheresse modérée (de type canicule soudaine) ou intense (de type sécheresse associée à des températures élevées).
- L'accumulation de biomasse sèche sur pied et dans les litières, liée entre autres au dépérissement des différents arbres et arbustes, renforce l'inflammabilité des écosystèmes forestiers.

Les peuplements forestiers méditerranéens sont particulièrement sensibles aux incendies car fortement inflammables et soumis à un climat chaud et sec en été

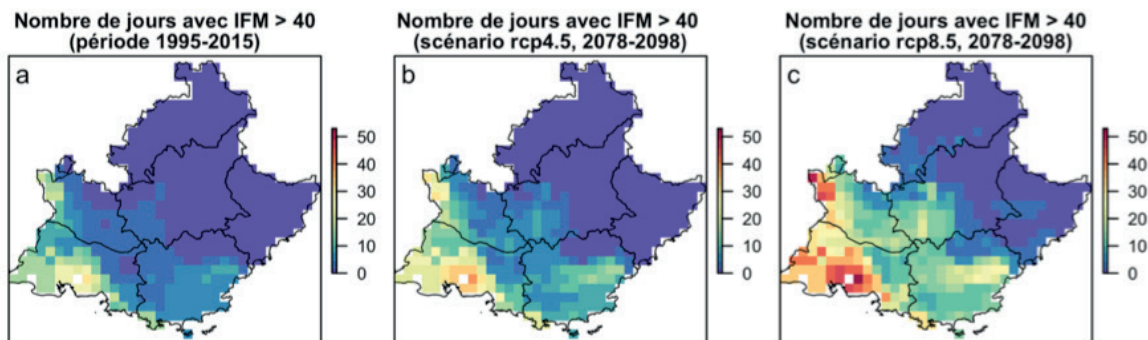


Cartographie des incendies régionaux pour la période 1999-2019 (Source : Observatoire régional de la forêt méditerranéenne).



- Une étude récente a montré que la fréquence de ces feux extrêmes provoqués par la chaleur augmenterait de 42 % d'ici la fin du siècle (2071-2100) selon le scénario RCP 4.5 et de 90 % selon le RCP 8.5 pour les départements des Bouches-du-Rhône, du Vaucluse, du Var et d'une partie des Alpes de Haute-Provence.

Dans l'arrière-pays provençal, le nombre de jours par an présentant des indices de danger élevés de feux extrêmes (Indice Forêt-Météo, IFM > 40), égal aujourd'hui à moins d'une dizaine, devrait doubler (dans le cas du scénario RCP 4.5), voire tripler (dans le cas du scénario RCP 8.5) d'ici la fin du XXI^e siècle (2078-2098).



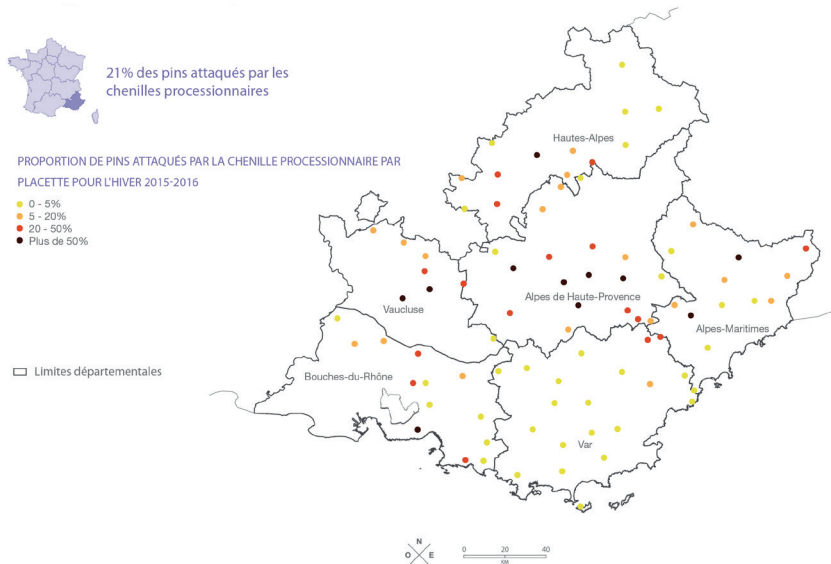
Nombre de jours par an présentant des indices de danger élevés (Indice Forêt-Météo, IFM > 40) sur (a) la période passée (1995-2015) et la fin du XXI^e siècle (2078-2098) si (b) des mesures drastiques sont prises pour limiter les émissions de gaz à effet de serre (RCP 4.5) ou si (c) la tendance actuelle se poursuit (RCP 8.5), © Fargeon, 2020.

- Les surfaces brûlées seraient également en forte hausse sur quasiment tout le territoire régional et les zones sensibles s'étendraient vers le nord et les Préalpes méditerranéennes.
- On observe une nette augmentation de l'indice forêt météo (IFM) partout dans les Alpes du Sud (IFM estime le niveau d'humidité de la végétation et d'intensité potentielle du feu). La saison propice aux incendies s'est allongée de 3 semaines durant les 60 dernières années. La zone géographique propice aux feux s'est étendue en altitude et vers le Nord.
- L'ensemble de ces évolutions est nettement plus marqué dans les Alpes du Sud à basse altitude (< 800 mètres). Le manque de culture du risque incendie et une accessibilité moindre des massifs renforcent la vulnérabilité des massifs forestiers alpins.



Autres conséquences du changement climatique sur les forêts

- Certains ravageurs thermophiles sont favorisés par le réchauffement des températures au détriment des essences déjà affaiblies par les nouvelles conditions climatiques. Le gui et la chenille processionnaire menacent désormais le pin sylvestre, mais aussi le pin noir. La pyrale du buis, papillon introduit accidentellement d'Asie, a engendré des mortalités massives à l'échelle régionale.



Le développement des chenilles processionnaires en région Provence-Alpes Côte d'Azur
(sources : BD Carto - IGN, PFAR PACA n°8410, DSF - DRAAF PACA 2016 - Communes forestières PACA - ofme.org).

- La faune et la microfaune sont indispensables à la qualité et à la fertilité des sols forestiers. Sensibles à la sécheresse, ils peuvent entraîner une modification très rapide de cette faune. Une sécheresse printanière et estivale accrue entraîne un ralentissement de la décomposition de la litière des forêts méditerranéennes et donc la remise à disposition du carbone, de l'azote et du phosphore au cours du temps. La chaleur réduit le temps d'activité et l'abondance des vers de terre, champignons, bactéries, limitant leur travail du sol et par conséquent, sa capacité de rétention d'eau. Étant à la base de la chaîne trophique, ce déclin impact l'équilibre entier des écosystèmes forestiers.
- Les espèces des sous-bois sont aussi impactées négativement par la sécheresse : la floraison peut être amoindrie. Le changement climatique entraîne une recomposition des écosystèmes forestiers, avec une augmentation des espèces thermophiles et le déclin d'espèces moins adaptées à la chaleur.
- Le changement climatique agit sur les émissions de pollens par les plantes et les arbres. La hausse des températures, mais aussi la concentration en CO₂ dans l'atmosphère, augmentent les quantités de pollen produites et les quantités d'allergènes qui y sont associées, ainsi que la durée de la période de pollinisation et d'exposition aux pollens allergisants. Selon les essences concernées, ce phénomène pourrait avoir des conséquences en termes de santé publique.
- Les composés organiques volatils (COV), dont les COV d'origine biogénique (COVb) produits par les végétaux, sont des acteurs majeurs de la formation d'ozone. Près des trois quarts des émissions de COV sont d'origine biogénique dans la région. L'augmentation des températures influençant significativement leur production chez certains végétaux, ceux-ci contribuent donc aux pics de pollution à l'ozone lors des fortes chaleurs, notamment dans les zones péri-urbaines. Ces pics d'ozone sont susceptibles d'impacter fortement certaines essences forestières.

Solutions d'adaptation et d'atténuation

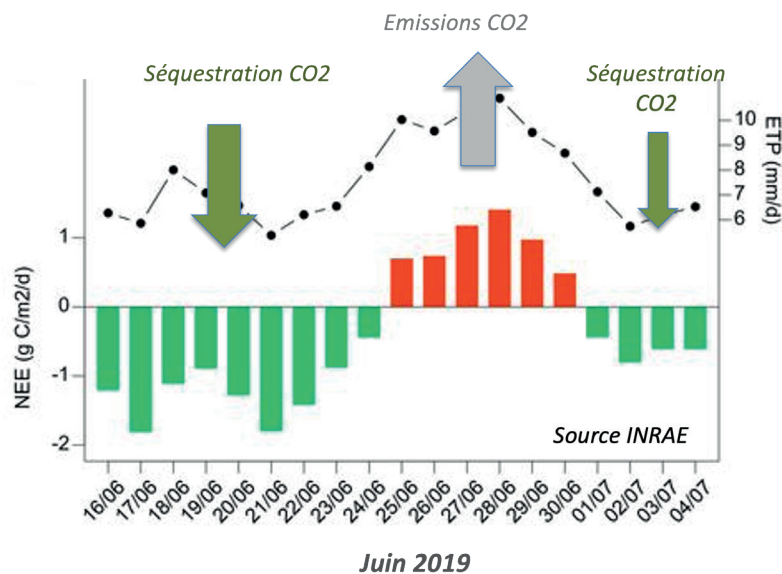


Atténuation : le rôle des forêts comme puits de carbone

- Il est urgent et possible de stocker plus de carbone dans les sols et la biomasse des forêts afin de diminuer le carbone atmosphérique et ainsi atténuer le changement climatique. Une solution pour renforcer les puits de carbone forestiers serait d'opter pour une sylviculture plus « dynamique ». Mais les incertitudes relatives à la séquestration et les stocks de carbone sont telles que privilégier une telle sylviculture mérite d'être considérée avec la plus grande prudence.
- Cette dernière ne doit pas se faire au détriment du carbone stocké dans les sols, des vieilles forêts et des autres services écosystémiques (notamment en termes de biodiversité). Pour rappel, une vieille forêt, même si son taux de séquestration annuelle de carbone n'est pas toujours aussi élevé que celui d'une jeune forêt en pleine expansion, continue malgré tout à piéger une très grande quantité de carbone et surtout représente un stock de carbone très important à préserver, en plus des services indéniables qu'elle rend à la biodiversité.
- L'augmentation des superficies forestières (de l'ordre de 12000 à 15000 ha/an) et l'augmentation de la productivité des forêts de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur se traduisent par un puit de carbone de l'ordre de 3 à 4 millions de tonnes eqCO₂ (sans tenir compte du sol). Ceci compense à hauteur de 10 % environ nos émissions de CO₂ régionales. Autrement dit, si l'on voulait compenser totalement les émissions grâce à la forêt, il faudrait en doubler la superficie sur 20 ans.
- Si la tentation pourrait être grande pour les gestionnaires et propriétaires forestiers de profiter des politiques de compensation carbone pour valoriser leur patrimoine forestier, il est important d'intégrer ces démarches dans un dispositif de concertation territorial et d'analyse de l'ensemble des enjeux.

- Le bois énergie est aussi l'une des énergies renouvelables susceptibles d'être encouragée et exploitée, mais à l'échelle locale : il permet de répondre à la fois à des besoins de chaleur et d'électricité (la production d'énergie thermique offre cependant un meilleur rendement). Des centrales de grande dimension risquent d'impliquer des coupes rases, nuisant à la biodiversité locale, et d'importer du bois sur des grandes distances, gonflant les émissions dues au transport.
- Le changement climatique affecte la santé des écosystèmes forestiers et l'ensemble des services qu'ils rendent notamment en termes de séquestration du carbone. Les épisodes de dépérissement, la diminution des taux de croissance et l'augmentation du risque incendie sont autant de facteurs qui interrogent sur la capacité de nos écosystèmes à capter et stocker du carbone dans le futur. Il serait donc prudent de ne pas miser unique-

ment sur la croissance naturelle des forêts et/ou la replantation d'arbres pour compenser les émissions régionales. Agir sur la réduction des émissions reste une priorité.



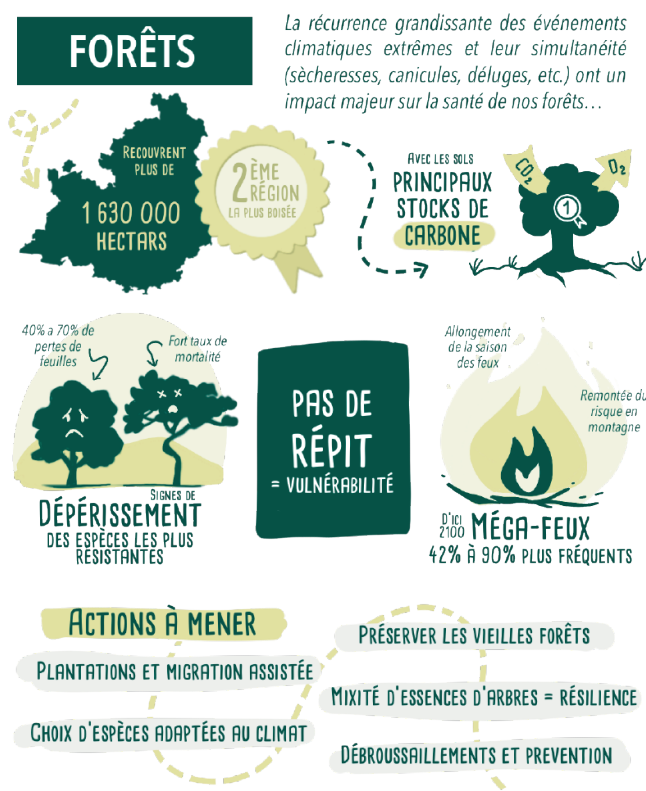
Pendant la vague de chaleur de juin 2019, la forêt Fontblanche est passée de puit de carbone à source de carbone.



Adaptation : gérer les forêts pour améliorer leur résilience face au changement climatique

- Un des premiers objectifs pour les forestiers est de mettre en place des stratégies d'adaptation au changement climatique afin de réduire la vulnérabilité des forêts, renforcer leur résilience et leur capacité de reprise en cas de perturbations.
- L'autre priorité est de concilier la stratégie de gestion avec l'ensemble des acteurs et des services rendus par les écosystèmes forestiers, notamment sur les questions de séquestration du carbone et de préservation de la biodiversité. Ces nouveaux enjeux nécessitent une évolution des outils et des pratiques de gestion et planification forestières qui étaient, jusqu'à récemment, trop centrés sur la seule production forestière.
- Les bonnes pratiques en matière de gestion forestière gagneraient également à intégrer l'héritage historique (forte pression pluriséculaire sur la forêt méditerranéenne puis progression récente des boisements dans le sud de la France).
- Les expériences locales, confirmées par des centaines d'autres dans le monde, montrent qu'une gestion active de ces forêts pourrait atténuer les effets du changement climatique : en éclaircissant les peuplements denses pour limiter la concurrence entre les arbres (et accéder à une eau de plus en plus rare et à la lumière) et en les diversifiant pour profiter de la complémentarité entre espèces (et éviter une mortalité massive sur des peuplements monospécifiques).
- Ces opérations peuvent être cohérentes avec le besoin d'une ressource renouvelable pour la construction et l'énergie, et pour limiter le risque incendie dans des peuplements trop denses et trop stressés, donc très inflammables et combustibles. Mais elles doivent être effectuées en respectant l'équilibre forestier (des coupes trop intenses peuvent entraîner un développement des espèces herbacées et arbustives très important, qui va inhiber la régénération des arbres) et en prenant en compte les autres services provisionnés par la forêt, par exemple en tant que réservoir de biodiversité.

- Par exemple, au sein des pinèdes à pins d'Alep, selon les enjeux écologiques, il est possible de mettre en place des itinéraires techniques qui vont favoriser, voire accélérer, le développement des feuillus sous le couvert des pins. Il s'agit alors de trouver un équilibre entre le débroussaillage anti-incendie/éclaircie et le maintien indispensable des feuillus en sous strate, permettant à la chênaie de s'installer (ou se réinstaller), car le mélange pin/chêne présente une résilience plus forte et une biodiversité plus importante, tout en ayant une pédogenèse plus active.
- Pour les vieilles forêts « mûres », il faut intervenir le moins possible en se limitant aux aspects sécuritaires quand c'est vraiment nécessaire (chute d'arbres sur promeneurs, risque incendie, etc).
- Si des substitutions d'espèces (migration assistée) peuvent être envisagées, les reboisements ou même des plantations d'essences exotiques sont à éviter (ou à réaliser avec une très grande prudence). Il est possible, dans la majorité des cas, de miser sur la résilience des écosystèmes forestiers indigènes et les capacités adaptatives de la biodiversité associée, pour favoriser et multiplier les individus les plus résistants (banques de graines).
- Développer une culture commune du risque incendie : sensibiliser les visiteurs et habitants aux risques, aux bonnes pratiques préventives, et aux bons comportements à tenir en cas d'exposition aux incendies.
- Compte tenu du risque incendie dans les forêts, la question de l'accueil du public est primordiale. En effet, les massifs forestiers peuvent connaître des flux touristiques importants, particulièrement en période estivale où ils servent de lieu de rafraîchissement. Il convient alors de mettre en place une gestion des flux efficace pour trouver un équilibre entre usages et risques.
- Appliquer les obligations légales de débroussaillage (OLD) : débroussailler, c'est réduire la masse de végétaux sur un terrain, en créant des discontinuités dans la végétation. Le débroussaillage diminue le risque incendie, mais en cas de départ de feu, il permet également de freiner sa propagation et son intensité.
- Le secteur agricole, particulièrement le pastoralisme, a également un rôle à jouer dans la gestion du risque incendie. Le sylvopastoralisme (pâturage du bétail dans la forêt), par exemple, favorise les coupures de combustible et limite donc la propagation des feux.



Pour aller plus loin : www.grec-sud.fr / contacts@air-climat.org