PAROLES D'EXPERTS

Forêts et changement climatique

en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur

SOMMAIRE

Éditoriaux	3/5
Adaptation (Hendrik DAVI)	8
Agroforesterie (Alberte BONDEAU)	10
Biodiversité (Frédéric MEDAIL)	12
Carbone (Guillaume SIMIONI)	14
Climat (Joël GUIOT)	16
Dépérissement (Michel VENNETIER)	20
Erosion (Nathalie MARÇOT)	22
Grand feu (Sébastien LAHAYE)	24
Incendie (Thomas CURT)	26
Insectes (Lilian MICAS)	28
Paysages (Thierry TATONI))	32
Sécheresse (Thierry GAUQUELIN)	34
Stress (Nicolas MARTIN-StPAUL)	36

Conception/réalisation : Institut pour la Forêt - Rédaction, suivi d'opération : Luc LANGERON et Antoine NICAULT (GREC -SUD) - Relecture : Catherine RETORE (Région Sud) - Retranscription interviews - Nawel OMARA - PAO : Patricia CARTIER (IPF) - Photos /Couv/Dos et p. 6 -17-18 -30 : Shutterstock.com - Photos/p. 10 : (vaches) Olivier ROUSSELLE (Forêt Modèle) - p. 11 : (Travaux) Source AGROOF - p. 24 - 25 : Pôle SAFE - p. 26 : Thierry PONS (SDIS34) - p. 28 - 29 : Lilian MICAS - p.33 : Thierry TATONI © IRD - Evelyn Tetaert, Philippe Houssin - p. 34 - 35 : Thierry GAUQUELIN - p.38 - 39 : Philippe RICHAUD - Autres Photos : L. LANGERON - Impression : Print-team

La région Sud est un écrin de biodiversité entre mer et montagne. Ses forêts - elles représentent près de la moitié de notre territoire - constituent un patrimoine sans pareil. Ce patrimoine, nous avons besoin de le préserver, de le faire fructifier. C'est tout le sens du Plan Climat que j'ai mis en place avec ma majorité.
Parmi les plus dynamiques du pays, les acteurs de la filière bois forment un corps économique essentiel et ses 2 900 entreprises représentent un formidable potentiel économique pour l'industrie du bois régional.

Par la création de la Charte "Filière bois et forêt durable en Région SUD-Provence-Alpes-Côte d'Azur", j'ai engagé une planification pour préserver et développer la filière bois. J'ai également créé le dispositif "Guerre du feu" afin de mettre en place une véritable force de frappe contre les incendies de forêt, en complément des actions déjà menées par l'ensemble des acteurs du territoire.

Nos magnifiques massifs forestiers offrent une grande diversité d'essences remarquables, mais aussi des espaces de vie d'exception qui contribuent à l'attractivité de la Région SUD. Je m'attache personnellement à œuvrer à la protection de cette ressource ainsi qu'aux métiers et activités économiques qui s'y rattachent.

Ensemble, travaillons pour faire de la Région Sud la référence européenne du bois énergie, de la lutte contre les incendies.

Renaud MUSELIER
Président de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur
Député européen

La forêt et le changement climatique

Il nous faut aujourd'hui lancer un signal grave sur la réduction de la biodiversité et l'évolution inquiétante des forêts.

L'histoire de la biosphère est jalonnée de crises qui ont fait disparaître des pans entiers de la flore et de la faune. Mais le changement climatique actuel, combiné aux changements globaux, surexploitation des ressources, pollution, destruction des habitats, espèces invasives sont autant de facteurs multiples qui aggravent le sort réservé à la vie végétale et animale.

Pour les forêts, les constats et les indicateurs sont dramatiquement les mêmes : dépérissement à grande échelle, réduction de l'abondance d'espèces et mortalité importante dans les peuplements forestiers, régénération difficile, sensibilité plus forte aux parasites et ravageurs... L'avenir incertain de nos forêts risque fort de nous laisser des espaces dégradés plus sensibles encore à l'incendie.

Rien ne dit que l'Homme ne sera pas une victime collatérale de ces évolutions. Sans de solides écosystèmes et des peuplements forestiers de belle vigueur, nos activités de tous les jours risquent d'être fortement perturbées.

La situation actuelle réclame une prise de conscience. Cette parole d'experts souhaite y contribuer. Que nous soyons chercheurs ou professionnels de la filière, nous mesurons tous l'ampleur des enjeux, et le nécessaire passage aux actes pour qu'ensemble nous puissions réduire notre empreinte écologique et adopter des comportements respectueux de la nature.

Jacky GÉRARD
Président de l'Institut pour la Forêt

La forêt méditerranéenne "victime" et "solution"

Le récent rapport du GIEC (SR1.5), qui étudie l'impact d'un réchauffement planétaire de +1.5°C, l'affirme : le réchauffement global observé de plus de 1°C, affecte déjà les activités socio-économiques et les écosystèmes. Au rythme actuel du réchauffement planétaire, le seuil de 1.5°C sera atteint autour de 2040. Les experts du GIEC pointent aussi qu'il y aurait un avantage indéniable à limiter le réchauffement à 1,5°C par rapport à 2°C ou plus. Limiter le réchauffement global à 1,5°C est encore possible mais demanderait des transitions sans précédent dans tous les aspects de la société : réduction des émissions mondiales nettes de dioxyde de carbone (CO_2) d'environ 45 % d'ici à 2030, et un "bilan nul" des émissions aux alentours de 2050. En parallèle, il faudra extraire du CO_2 de l'atmosphère tout au long du 21ème siècle. Les méthodes pour cela incluent, entre autre, la plantation d'arbres, la restauration et le maintien en bonne santé des écosystèmes (végétation et sols).*

Dans ce contexte, la forêt méditerranéenne est à la fois "victime" et "solution". Victime car elle est exposée à la fois à l'augmentation progressive des températures, des sécheresses estivales et à l'augmentation très probable en fréquence et en intensité des évènements extrêmes. Les risques pour la forêt sont multiples : baisse de productivité, détérioration de l'état sanitaire, grands incendies, dégradation de la biodiversité avec des conséquences écologiques et socio-économiques à ne pas sous-estimer. Solution par sa capacité à stocker du carbone. Cela implique des mesures de gestion qui devront permettre de concilier économie forestière et services écosystémiques afin d'augmenter son pouvoir résilient. Cela implique également d'utiliser le bois dans des produits durables à long terme, dans le cadre d'une économie circulaire.

Dans cette optique, l'association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR-climat), à travers son Groupe régional d'experts sur le climat en région sud (GREC-SUD) a été heureuse et fière de collaborer avec l'Institut pour la Forêt méditerranéenne à la réalisation de ce livret qui permet de diffuser au plus grand nombre les réflexions des scientifiques de notre région sur l'état actuel et le devenir de nos forêts.

***Joël GUIOT et Bernard SEGUIN** Co-présidents du GREC-SUD*
***Antoine NICAULT** Coordinateur*

CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'influence de l'Homme sur le système climatique de la terre est largement prouvée et documentée. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine humaine sont sans précédent.

Avec 7° de plus pour les moyennes annuelles modélisées à la fin du siècle dans notre région, le changement climatique va largement impacter nos modes de vie, nos organisations matérielles. Nous devons agir vite pour éviter les conséquences des plus dévastatrices.

Il est encore temps de faire et d'agir. L'État, les collectivités, les associations et les citoyens ont tous un rôle à jouer.

ADAPTATION

par Hendrik DAVI / INRA*

L'Institut National de Recherche Agronomique et ses chercheurs sont à la pointe de l'étude des effets du changement climatique sur la forêt.

Hendrik DAVI souhaite d'abord rappeler que les scénarios d'adaptation au changement climatique sont de 3 types. *"Le premier, la plasticité ou l'acclimatation : c'est-à-dire qu'un arbre va être capable de s'adapter à son nouvel environnement au cours de sa vie, en poussant moins par exemple. Le deuxième, à l'échelle du peuplement, certains arbres vont disparaître quand d'autres vont survivre, avec donc une évolution génétique qui pourra permettre de sélectionner les mieux adaptés ou des "migrations", qui conduiront au ré-arrangement des communautés. Par exemple des espèces qui viennent de plus basse altitude et qui vont petit à petit envahir des espèces de plus haute altitude"*. Le troisième scénario fait intervenir l'homme et sa capacité à faire évoluer la forêt par des actes de gestion.

Pour ses travaux dans le Ventoux Hendrik DAVI s'est d'abord intéressé à la dynamique naturelle, très forte notamment dans les forêts RTM** où le hêtre progresse dans les plantations de pins noirs.

Mais, avec le changement climatique, il observe déjà plus de 30% de dépérissement sur certaines surfaces : *"on sait que toutes les espèces qui sont à la limite de leur aire de répartition vont être les plus touchées par le changement climatique qui va entraîner une augmentation des températures et une baisse des précipitations. Toutes les essences seront touchées, le chêne pubescent et le pin sylvestre, le sapin quand il est à basse altitude"*.
Mais pour le chercheur, *"il nous faudra encore mieux comprendre les réponses naturelles au changement climatique et aux changements globaux en général, pour ensuite essayer de voir comment l'homme peut agir dans cet environnement pour faciliter l'adaptation"*.

*INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

**RTM : Restauration des Terrains en Montagne

Hendrik DAVI, chercheur à l'INRA, en Ecologie des forêts méditerranéennes.

Même s'il est difficile de se projeter en 2100, le pire des scénarios climatiques du GIEC nous conduirait à mettre en place des mesures d'adaptations radicales : il ferait à 1400 m le climat qu'il fait actuellement à 800 m !
Dans tous les cas, Hendrik DAVI insiste sur la réponse politique au changement *"soit on laisse augmenter au-delà du supportable la demande de bois énergie, soit on met en place des incitations très fortes pour laisser le bois ou tout au moins favoriser les essences qui le séquestrent et le stockent. Si l'on veut augmenter le stockage de carbone dans les forêts, il faut les laisser vieillir"*.

Stocker ou séquestrer

"Si on parle de stockage de carbone, c'est-à-dire que si l'on coupe un arbre, on enlève du carbone. Et donc la logique est différente si on parle de séquestration. Les forêts jeunes séquestrent plus, donc si on pense en terme de séquestration et de cycle de vie du bois, c'est de ne pas le laisser en forêt mais de le couper et d'en faire des maisons. Et la valeur additionnelle est là. En France nous sommes plutôt dans la philosophie de la séquestration. La logique stockage est plus en phase avec la logique de préservation de la biodiversité".

AGROFORESTERIE

par Alberte BONDEAU / CNRS*

Notre agriculture a besoin des arbres qui peuvent apporter de multiples bénéfices aux cultures.
"La forêt a un sol vivant et fertile, les ligneux jouant un grand rôle dans l'augmentation de la fertilité des sols. Les transferts de matières organiques vers le sol sont importants, et les racines des arbres permettent d'accéder à l'eau et aux nutriments sur une grande profondeur. Vous avez un sol riche dans lequel vous pouvez faire pousser presque tout !".

Loin d'opposer forêt et agriculture, l'agroforesterie instaure une logique de co-bénéfice. *"Dans la parcelle en agroforesterie, les arbres plus espacés poussent mieux et la culture qui se trouve entre les arbres bénéficie d'un meilleur recyclage des nutriments avec l'activité intense des mycorhizes associées aux arbres".*

Les vertus des systèmes agroforestiers devraient se confirmer face au changement climatique et les épisodes aggravés de sécheresse.
Comme le précise Alberte BONDEAU *"grâce aux arbres qui enrichissent le sol en matière organique, on a une meilleure capacité d'absorption de l'eau dans le sol et une augmentation des réserves en eau, donc une meilleure disponibilité de cette ressource pour résister à la sécheresse"*. Ils présentent également un moyen efficace pour lutter contre les crues et tempêtes liées aux épisodes méditerranéens.
Plus largement Alberte BONDEAU insiste sur les deux grands enjeux de la forêt et de l'agriculture en région méditerranéenne. *"Pour l'atténuation qui consiste à conserver le plus de carbone possible dans l'écosystème (et donc de réduire l'émission de gaz à effet de serre) les arbres offrent une solution irremplaçable puisqu'ils stockent du carbone dans leur tronc, leurs branches, leurs racines, ainsi que dans la litière. Une part importante de ce carbone est transféré au sol où il est séquestré longtemps, réduisant ainsi la teneur en carbone de l'atmosphère. Pour l'adaptation au changement climatique (en particulier le stress hydrique des cultures ou des prairies lors des sécheresses de plus en plus récurrentes), non seulement le meilleur accès à la ressource en eau permis par le système agroforestier, mais aussi l'ombre des arbres et leur action protectrice contre le vent sont évidemment bénéfiques pour les plantes comme pour les animaux".*

**CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique*

Chercheuse au CNRS à l'IMBE, Alberte Bondeau travaille sur les relations entre le climat, l'agriculture et la biodiversité.

10%

"Avec seulement 10% de surface arborée dans une parcelle agricole on peut considérer celle-ci comme répondant aux critères de l'agroforesterie sans oublier la valeur additionnelle du carbone qu'elle intègre...."

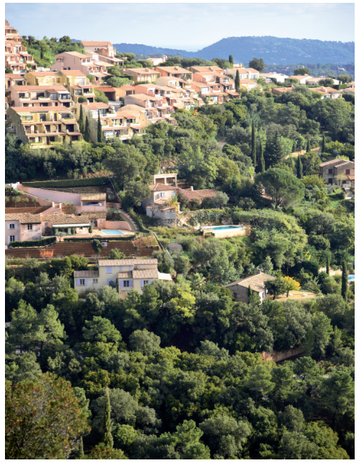
BIODIVERSITÉ

par Frédéric MÉDAIL / IMBE*

En tant que “point chaud” de biodiversité, notre territoire régional repose à la fois sur une richesse remarquable en espèces animales et végétales (dont certaines ne vivent nulle part ailleurs : endémisme) et une mosaïque de paysages façonnés en partie par des usages anthropiques traditionnels. Pour ce spécialiste de la biodiversité végétale méditerranéenne (et de la biogéographie de la conservation) *“cela signifie que les trois quarts du territoire ont été modifiés plus ou moins profondément par les actions de l’homme passées ou actuelles, et que les enjeux de conservation demeurent très forts”*. Avec la croissance des villes et l’artificialisation des terres, Frédéric MEDAIL veut insister sur ces changements d’usages des terres qui, avant le changement climatique, impactent la biodiversité et les paysages méditerranéens, en particulier sur le littoral, alors que l’intérieur des terres connaît la déprise agricole.

Mais la dynamique des écosystèmes reste complexe et l’étude de la biodiversité régionale doit encore progresser. Frédéric MEDAIL rappelle que *“la notion de biodiversité regroupe la diversité des espèces (nombre et composition) mais aussi les diversités évolutives et fonctionnelles, soit des dimensions multifacettes essentielles pour préserver un territoire”*.

Il reste prudent quant à la perte de biodiversité : *“pour le moment on manque d’indicateurs fiables pour réellement estimer la magnitude de cette érosion même si on sait que déjà 30 espèces de plantes se sont éteintes sur les 30 000 espèces du bassin méditerranéen”*. Comment, à l’inverse affirmer avec certitude l’effet du changement climatique sur une espèce. *“Le palmier nain par exemple est une espèce plutôt sud méditerranéenne, qui est en progression indéniable sur la frange littorale. Est-ce un effet des usages, des plantations accrues dans les parcs et jardins, ou du réchauffement du climat qui le favorise. Il est très difficile de faire la part des choses”*.



Finalement pour Frédéric MEDAIL, changement climatique et biodiversité sont une équation à plusieurs inconnues, avec des réponses complexes du monde vivant. Face au changement climatique, il évoque la notion de persistance locale des espèces. *“On a pas mal travaillé sur les zones refuges, notamment présentes dans des zones de montagne avec des habitats contrastés, sur des surfaces réduites, qui permettront sans doute à des espèces de se maintenir ou de migrer localement”*. Les mutations de la biodiversité sauront-elles supporter l’accélération ou la rapidité du changement climatique ?
Frédéric MEDAIL reste vigilant à propos d’une tentation : *“vouloir introduire de nouvelles espèces supposées mieux résister aux changements présente toujours un risque. En terme d’opérations forestières, de reboisement, il nous faudra compter sur les espèces et les populations locales et les favoriser”*.

Frédéric Médail est professeur d’écologie à l’université Aix-Marseille au sein de l’Institut Méditerranéen de Biodiversité et d’Écologie marine et continentale. L’IMBE créé en 2012 regroupe près de 250 chercheurs, ingénieurs, techniciens, étudiants et doctorants.

120 espèces invasives

Notre région compte près de 120 espèces exotiques envahissantes, qui modifient la structure et le fonctionnement de l’écosystème, comme le mimosa ou l’hakéa par exemple. Mais les invasions biologiques en forêt méditerranéenne restent encore heureusement assez marginales par rapport à d’autres régions.

**IMBE : Institut Méditerranéen de Biodiversité et d’Écologie marine et continentale*

CARBONE

par Guillaume SIMIONI / INRA

L'INRA, en association avec l'IRSTEA et le CNRS, sur le site de Font-Blanche, étudie depuis 2007 les cycles de l'eau et du carbone dans une forêt mélangée de chênes verts et de pins d'Alep des Bouches-du-Rhône. L'objectif de ce site fortement instrumenté est de mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent les effets du changement climatique sur la forêt et notamment ceux liés à la sécheresse sur la croissance et la séquestration du carbone.

Les résultats obtenus sont importants : *"par exemple c'est environ 4,5 T de carbone stockées, pour une année type et par hectare"*, précise Guillaume SIMIONI, responsable du site, qui rajoute : *"ces chiffres ont chuté lors des années 2015, 16 et 17 avec des niveaux records de stress hydrique de la végétation lors de ces épisodes de sécheresse extrême qui préfigurent peut-être ce qui pourrait se passer dans le futur avec des étés chauds et secs plus fréquents et plus intenses"*.

Dans cette perspective Guillaume SIMIONI rajoute que, *"si les forêts stockent moins de CO2, cela aggravera encore le changement climatique car elles ne pourront plus compenser en partie les émissions d'origine humaine"*.
Mais la séquestration du carbone dépendra aussi de la manière dont on gèrera à l'avenir les forêts. *"Des peuplements plus clairsemés permettent d'avoir un meilleur statut hydrique pour chacun des arbres et de réduire la demande en eau. Mais ce contrôle de la densité devra être maîtrisé en fonction des essences et des espèces en sous-bois"*.

Si les études menées à Font-Blanche permettent un recul sur des mesures de plus de 10 ans, il est essentiel d'y associer des prédictions à l'aide d'outils de simulations, notamment pour tenir compte des effets directs du CO2. *"Le changement climatique a aussi deux effets positifs sur les plantes : l'augmentation du CO2 leur permet, pour la même quantité d'eau, de produire plus, et l'augmentation des températures favorise l'allongement de la période de croissance. Ces deux facteurs peuvent contrecarrer au moins en partie, l'augmentation attendue du niveau de sécheresse"*.

Ainsi, à Font-Blanche, les prédictions suggèrent une augmentation de la productivité mais qui risque de n'être que temporaire.

Malgré tout, avec les scénarios les plus sévères du GIEC*, au bout d'un siècle, la productivité attendue sera bien en dessous de celle qu'on aurait avec le climat actuel.

**GIEC : Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*

Guillaume Simioni, est chercheur à l'INRA à l'unité écologie des forêts méditerranéennes à Avignon.

Inquiétudes

"Pour moi, la réduction des émissions est une question de société, qui dépasse le contexte forestier et même mon métier."
"Malgré toutes les mises en gardes, les émissions actuelles d'origine humaine suivent les scénarios les plus sévères de changement climatique".

CLIMAT

par Joël GUIOT / CNRS

Les accords de Paris imposent de rester en dessous de deux degrés de moyenne globale à l'échelle de la planète. Mais Joël GUIOT directeur de recherche au CNRS se montre inquiet, *"il faut savoir que deux degrés au niveau global correspondent à nettement plus au niveau de la Méditerranée et du sud de la France, avec des conséquences importantes pour la forêt méditerranéenne. À Marseille l'observatoire de Longchamp a déjà noté cette augmentation de deux degrés en moyenne alors que la planète est aujourd'hui à une valeur moyenne globale de 1°C au dessus de la moyenne pre-industrielle."*.

Le plus dramatique pour ce spécialiste sont les projections sur le manque d'eau pour la végétation qui selon lui se font à deux niveaux : *"il y a une diminution des précipitations dans la partie méditerranéenne de la France. Comme la moyenne des températures va augmenter, l'évaporation et la perte d'eau dans le sol vont augmenter également avec un stress hydrique plus important des plantes"*.

En 2100 notre climat sera très proche de celui de la région des Pouilles en Italie du sud : 500 mm pour les précipitations annuelles et 2 à 3 degrés pour la moyenne des températures avec 5 mois de sécheresse estivale. Pour Joël GUIOT, l'enjeu principal : *"quelles que soient les mesures que l'on pourrait prendre pour limiter les dégâts du changement climatique, elles n'auront d'effet qu'à partir de 2040-2050. Même si nous limitons fortement nos émissions de CO2 aujourd'hui, on ne verra pas de différence d'ici les 20-30 prochaines années. Les citoyens et les décideurs ne verront donc pas les effets de leurs efforts immédiatement il y a alors un risque de découragement"*.
Joël GUIOT se veut pragmatique. Limiter nos émissions de gaz à effet de serre peut avoir des bénéfices immédiats : *"par exemple plus de transports en commun, c'est moins de pollution et de problèmes de santé pour les populations"*.
L'urgence porte également sur la séquestration du carbone qui se trouve déjà dans l'atmosphère. En plantant des arbres dans les friches par exemple, et en utilisant ce bois de manière durable. Une autre piste consiste à améliorer le stockage de carbone dans les sols en développant l'agrécologie (limiter le labourage, fertiliser les sols par de la matière organique, préserver la biodiversité, limiter l'érosion des sols).

Joël GUIOT, directeur de recherche au CNRS, paléo-climatologue directeur du labex OT-Med.

4 pour 1000

C'est le nom d'un programme lancé par le ministère de l'agriculture lors de la COP21 qui consiste à améliorer la séquestration du carbone atmosphérique dans les sols à raison d'une augmentation de 4 pour 1000 par an.

**ECCOREV : ÉCosystèmes COntinentaux et Risques EnVironnementaux*

CARBONE COMPENSÉ

Les forêts et les sols ont une forte capacité à capter et stocker le carbone.
14,3 Mt par an ont été fixées par la forêt française (entre 1994 et 2004) et 136 Mt de carbone sont émises par les français chaque année.
Ainsi 10% de nos émissions sont compensées par l'augmentation de la superficie des forêts et l'augmentation de la productivité…
Pour que la forêt se comporte comme un puits de carbone, il faut augmenter la quantité de carbone fixée par les forêts. Ce résultat peut être obtenu par une augmentation de la productivité et une diminution des prélèvements conduisant à un augmentation du stock existant.
Cependant, s'appuyer sur un usage massif de la biomasse pour stocker le CO_2 pourrait induire des tensions sur la répartition des surfaces agricoles et sur la compétition pour les sols.

DÉPÉRISSEMENT

par Michel VENNETIER / IRSTEA*

Pour cet ingénieur/chercheur, "forêt et changement climatique" s'expriment avec les modifications en cours de la productivité forestière ; une forêt qui a tendance à produire moins de biomasse et à pousser moins vite. Cela se traduit par des dépérissements de forêts qui impactent les arbres, le sous-bois, les arbustes et des herbacés ainsi que des dégradations de grande ampleur déjà constatées.

Le meilleur exemple précise Michel VENNETIER *"c'est l'étude régionale que nous terminons sur l'impact du changement climatique sur le pin sylvestre, qui établit, que la moitié des peuplements peut être considérée comme dépérissante"*. À terme, les différents modèles développés montrent que le pin sylvestre - sur au moins la moitié de son aire en région - n'a que très peu d'avenir d'ici la fin du 21ème siècle.

Parmi toutes ces essences méditerranéennes en région sud, le chercheur cite le sapin pectiné en situation délicate. *"On observe également un fort dépérissement sur le chêne liège et le chêne blanc, 30 % des houppiers de chênes blancs sont morts, avec à la clé une très forte baisse de la productivité végétale et une forte augmentation de biomasse morte"*.

Aucune de nos essences méditerranéennes n'est favorisée par ce réchauffement. Pas même les deux espèces dominantes que sont le pin d'Alep et le chêne vert, qui seraient pourtant localement les plus adaptées à un climat plus chaud et plus sec, tous les deux souffrent d'une réduction de leur productivité et de mortalité supérieure à la normale. À ce titre, l'année 2017 fut très sévère.
L'inquiétude porte également sur la production importante de bois mort *"nous estimons que 15% de la flore s'est déjà modifiée et qu'une série d'espèces demandeuses en fraîcheur et humidité disparaît et produit de la biomasse morte"*.

Michel VENNETIER ne cache pas ses craintes quant aux sécheresses à venir à la fois plus intenses et plus durables avec leurs corollaires d'incendies plus violents, plus sévères, qui vont brûler plus profondément le sol et qui vont dégrader encore plus les écosystèmes.

"À cause de la grande sécheresse qui a duré de 2003 à 2007 en Provence, après les incendies de 2007, il n'y a quasiment pas eu régénération de la forêt. Les chênes lièges, par exemple n'ont pas rejeté de houppiers dans ces incendies, parce que l'écosystème était très affaibli. On a constaté que même les herbacées, et toutes les plantes qui habituellement cicatrisent l'écosystème, n'ont pas joué pleinement leur rôle".

**IRSTEA : Institut National de Recherche en Sciences et Techniques pour l'Environnement et l'Agriculture*

Michel VENNETIER, ingénieur/chercheur à l'Irstea d'Aix-en-Provence "forêt et changement climatique".

100%

"Les espèces régionales sans aucune exception montrent une perte de productivité, c'est-à-dire qu'à l'échelle de toute la région, la forêt est en train de perdre sa capacité à produire de la biomasse, du bois pour l'industrie, pour les services, pour fixer le carbone, etc.., et de s'appauvrir en terme de biodiversité.
Le meilleur moyen pour que la forêt ne dépérisse pas c'est de l'éclaircir, de limiter la concurrence entre les arbres et le sous-bois. Ce qui veut dire aussi qu'il nous faudra inventer de nouveaux modes de gestion pour rendre la forêt plus résistante et plus résiliente face au changement climatique".

EROSION

par Nathalie MARÇOT / BRGM*

Après les incendies, l'étude des conséquences sur les sols est une préoccupation récente.
Comme le rappelle Nathalie MARÇOT *"dans les Plans de Prévention des Risques d'Incendies de Forêts (les PPRIF), les risques d'érosion post-incendie ne sont pas pris en compte mais, par contre, à la suite d'un incendie, les acteurs se rendent bien compte qu'il y a des effets importants. Exemple, même quelques mois après, des coulées de boue se sont accumulées dans les talwegs"*.

Après un incendie, le BRGM est de plus en plus sollicité pour expertiser souvent à "chaud", les "points noirs" comme les charriages de matières ou les embâcles.
Lorsque des épisodes méditerranéens ou de fortes pluies se produisent après un incendie *"il va de toute façon y avoir remobilisation d'un plus ou moins grand volume de matière. Avec nos modèles, nous pouvons calculer les risques à courts et moyens termes avant le retour de la végétation en étudiant la topographie, la géologie et la lithologie"*.

La typologie phénomène post-incendie est connue. *"Tout simplement ce qu'on appelle l'érosion des sols, cette fine couche de sol qui part à la première pluie"*, rappelle Nathalie MARÇOT. *"Parce que l'on peut aussi rencontrer des formations qui sont très altérées en surface, avec des cohésions tellement faibles que ça peut partir très vite s'il n'y a pas la végétation qui les retient. Des blocs de falaises peuvent être déchaussés et l'absence de végétation peut entraîner la remobilisation de blocs déjà présents dans les pentes"*.
Dans des zones de glissement de terrain déjà actif ou dormant avant l'incendie, où des premiers arrachements ont été observés, *"cela peut aggraver le déclenchement du glissement de terrain ou sa réactivation"*.

*BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Si le phénomène déclencheur de ces désordres est l'eau et l'absence temporaire de végétation avec le relief sont les facteurs aggravants, Nathalie MARÇOT ne peut envisager à ce stade de conclure précisément à l'aggravation de ces phénomènes avec le changement climatique.
"Avec l'intensification des pluies extrêmes et des épisodes sévères quelques semaines après un incendie, on peut s'attendre à des conséquences d'autant plus fortes".
"A l'avenir, il faudra savoir agir vite après un feu : nettoyer les talwegs, réaliser des fascines, pour permettre la reconquête de la végétation et ainsi éviter d'aboutir à la dégradation des sols".

Nathalie MARÇOT, géologue et spécialisée dans les risques naturels au BRGM, dont les domaines d'expertise portent sur les risques géologiques : mouvements de terrains, séismes, érosion... en lien avec l'aménagement du territoire.

10/20 ans

Le BRGM entame pour le compte de la DREAL PACA une étude des périmètres incendiés depuis les 20 dernières années à l'échelle régionale. C'est un vaste inventaire des secteurs d'érosions, de glissements et de chutes de blocs connus avant l'incendie et d'observations post-incendie de manière à documenter ces évènements.

GRAND FEU

par Sébastien LAHAYE / SAFE Cluster

Pour ce spécialiste des incendies, l'Europe est désormais marquée par des incendies d'un nouveau genre que l'on peut rapprocher de ceux de l'Australie ou des Etats Unis : *"je pense par exemple à l'incendie de Rognac aux portes de Marseille en 2016, qui a parcouru dans l'axe du vent une distance importante, mais qui s'est élargi extrêmement vite en générant des sautes de feu sur les côtés"*.

Avec ces grands feux qui génèrent leur propre dynamique *"on peut avoir une petite idée de ce qui pourrait nous arriver dans les années à venir avec le changement climatique"* précise Sébastien LAHAYE et d'ajouter *"que les feux que l'on pouvait attaquer assez sereinement sur les flancs jusqu'à maintenant deviennent des feux qui ont des comportements imprévisibles et dangereux qui peuvent remettre en cause la doctrine d'attaque et de lutte des sapeurs-pompiers"*.

"Il y a notamment des cas extrêmes où les pompiers ne peuvent plus rien faire, avec des incendies qui créent leur propre nuage qui interagit avec l'atmosphère. Leurs panaches de gaz encore inflammables s'élèvent jusqu'à 20 km d'altitude et peuvent s'écouler à plusieurs kms à l'aval du front des flammes".

Ce phénomène, s'il n'est pas encore connu en France fut la triste réalité du Portugal en 2017. Sébastien LAHAYE pense *"qu'il nous faudra changer notre regard sur les feux et ne pas les considérer tous de la même façon, qu'il nous faudra mieux connaître les nouvelles conditions météorologiques toujours plus complexes et prendre en compte les changements globaux (embroussaillement, évolutions de l'usage des sols, les continuum de végétations…)"*. Il insiste également sur les questions de sécurité des populations et *"sur la nécessité de les préparer pour les situations d'urgence où les sapeurs-pompiers ne pourront pas intervenir. Des grands feux simultanés fractionnent les forces de lutte, et ce risque à l'avenir sera plus sévère. Les résidents des secteurs en interface forêt/habitat seront en première ligne. Ils devront être préparés et anticiper leur protection bien au-delà des simples obligations de débroussaillement"*.

Officier de sapeur-pompier dans le sud de la France pendant 20 ans, il possède un doctorat sur les grands feux et les répercussions pour les sapeurs-pompiers. Il travaille actuellement pour le Cluster SAFE à Aix-en-Provence.

1500 ha/h

"Ces dernières années on a pu enregistrer des feux qui se sont développés jusqu'à 1 500 ha par heure. A cette puissance de feu, ils peuvent facilement parcourir 10 000 ha. En France l'année 2003 a vu deux épisodes avec des incendies dépassant ces surfaces. Il est désormais possible que ces incendies catastrophes se reproduisent plus souvent".

NCENDIES

par Thomas CURT / IRSTEA

Pour Thomas CURT, directeur de recherche à l'IRS*TEA**, le constat est sans appel : *"les changements climatiques sont en cours et ils ont déjà un impact sur le danger météo des feux de forêts avec un élargissement des zones potentiellement à risque incendie vers les montagnes et vers le nord de la région PACA"*.

Il précise que *"dans les valeurs de la météo quotidienne, un plus grand nombre de jours sont favorables aux incendies et donc on observe un allongement de la saison météo à risque de début juin jusqu'à la fin septembre"*.

Si le régime des feux se modifie, la forêt évolue elle aussi sous l'effet du changement climatique : *"les forêts seront plus sensibles à l'incendie, plus inflammables avec des herbes sèches et une biomasse morte tombée au sol, bref une accumulation de matériaux combustibles qui aura une influence directe sur le comportement des incendies"*.

Chacun s'accorde à penser qu'à l'avenir les feux seront plus virulents. *"Des incendies plus intenses, plus rapides et de plus grande taille qui poseront de grandes difficultés aux acteurs de la lutte"* rappelle Thomas CURT.

"Nous avons tout à craindre de longues périodes de sécheresse continue. La végétation se dessèche alors très profondément - même la litière profonde - entraînant de fortes mortalités d'arbres, donc si le feu prend à ce moment-là, les gammes d'intensité de propagation de feu et de hauteur de flamme vont vraiment augmenter. Ce sont ces fameux grands incendies qui sont très difficiles à arrêter. Quand on calcule les combinaisons de fortes températures, de fort vent, forte sécheresse, on s'aperçoit qu'il y en a de plus en plus souvent. Il y a même des collègues catalans qui ont une situation très similaire à la nôtre et qui estiment que là on est passé dans une nouvelle génération d'incendies qu'on aura beaucoup de mal à contenir dans le futur".

Thomas CURT est directeur de recherche à l'institut national de recherche en sciences et techniques pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA/Tholonet). Il travaille sur la thématique du risque incendie.

Le big-one

Un incendie est qualifié de grand feu en France à partir de 100-120 ha ; ces grands feux ne constituent que 2-3 % du total mais ils génèrent 70% des surfaces brûlées et des dommages causés. En très peu de jours, il frappe l'économie, les résidents et leurs familles, les médias et les écosystèmes plus durablement encore.

Pour Thomas CURT, le cœur du problème maintenant c'est de trouver des solutions durables.
"La DFCI, les coupures de combustible et la gestion forestière sont de parfaites réponses. La première façon de diminuer le risque incendie est de faire de la sylviculture intelligente, raisonnée, choisir les bonnes espèces, gérer comme il le faut nos espaces forestiers. Il faut aussi traiter l'interface forêt/habitat et notamment la végétation ornementale. L'intérêt de cette démarche commune est qu'elle concerne les décideurs publics, les pompiers évidemment, les propriétaires, les particuliers, les communes etc..., tout le monde a une part à jouer".

NSECTES

par Lilian MICAS / ONF

Correspondant pour le réseau entomologie de l'Office National des Forêts en région SUD, Lilian MICAS rappelle *"l'importance des insectes forestiers dont la forêt ne peut se passer, mais attention de ne pas les regarder par notre prisme trop souvent anthropocentrique. Ravageurs, bienfaiteurs sont des visions raccourcies, la réalité est toujours plus complexe !"*.

Pour Lilian MICAS l'insecte peut être un bon indicateur du réchauffement climatique et des dérèglements dans les forêts. Avec leur courte vie, les insectes ont plusieurs générations dans la même année permettant d'observer en accéléré les évolutions éventuelles.

Depuis plusieurs années, l'ONF suit des insectes dit ravageurs, qui ont donc des cycles normaux de gradations et de rétrogradations. *"Nous avons pu constater qu'il y avait du changement lors des deux derniers cycles pour ces insectes phyllophages - les mangeurs de feuillage -"*.

Pour la processionnaire du pin, une espèce méditerranéenne qui a co-évolué avec les pins méditerranéens, *"cette espèce avait un optimum qu'on pouvait situer entre 600 et 1000 m. On observe vraiment et nettement depuis les deux dernières gradations que l'optimum a totalement changé, il est maintenant entre 900 et 1400 m. Les extrêmes, notamment en altitude, ont été pulvérisés avec des nids à plus de 2000 m"*.

"Chez nous dans les Alpes du Sud, la montée se fait en altitude ce qui est logique puisqu'elle était déjà présente partout en fond de vallée. Au niveau européen, la montée se fait en latitude, puisque maintenant elle couvre la Bretagne, elle est même à Paris et va jusqu'à Strasbourg. D'ici 10 à 15 ans elle sera au Nord de la Belgique. C'est significatif d'un changement climatique, parce qu'elle a stagné pendant très longtemps au bord de la Méditerranée".

Pour la tordeuse grise du mélèze l'évolution est de même calibre. Une défoliatrice très bien renseignée dont l'optimum se situe entre 1600 - 2000 m.
"Sauf que lors de l'avant dernier cycle qui a eu lieu il y a 8 - 9 ans, on avait déjà vu qu'elle montait plus haut" précise Lilian MICAS *"lors du dernier cycle nous avons vu deux aberrations avec des insectes qui descendaient plus bas ou qui attaquaient plus tôt en saison. Signe d'un dérèglement qui interroge les gestionnaires des forêts qui désormais ne connaissent pas les prochains sites de pullulation"*.
Pour Lilian MICAS, des effets cumulatifs sont à craindre. Une pullulation d'insectes est normale dans le cycle de la forêt, mais une attaque massive de défoliateurs sur un peuplement qui vient de subir une sécheresse aggravée pourra conduire à son dépérissement rapide.
En observateur attentif, Lilian MICAS souligne que l'érosion de la biodiversité est d'abord le fait d'un usage inconsidéré des produits phytosanitaires dans les zones agricoles qui impactent les insectes forestiers.

Lilian MICAS, correspondant pour le réseau entomologie de l'ONF en région sud.

Invasives

Le réseau entomologie de l'ONF, avec la protection des végétaux, est aussi mobilisé sur tous les ports, les aéroports, surtout sur la zone de Nice.
"On y a énormément d'entrées d'espèces invasives, plus seulement du Maghreb, mais carrément des espèces d'Inde, d'Australie et même de Chine". Les hivers plus doux sur la Côte d'Azur sont favorables à ces espèces dont certaines sont en passe d'être naturalisées. L'élévation des températures moyennes devraient permettre aux insectes de faire deux, voire trois générations annuelles.

*ONF : Office National des Forêts

RÉSILIENCE

Quelles sont les capacités de résistance et de résilience des forêts au changement climatique ?

La question interroge la capacité des forêts - et des espèces qui la composent - à conserver à l'avenir toutes leurs forces, leurs stratégies adaptatives et leurs diversités génétiques.

S'il est aujourd'hui difficile de citer des espèces forestières disparues, partout les effectifs de populations sont en forte diminution.
30 à 40% des espèces pourraient disparaître dans les 50 prochaines années.

PAYSAGES

par Thierry TATONI / IMBE

Professeur à l' Université d'Aix-Marseille Thierry TATONI travaille au sein de l'IMBE sur la dynamique de la végétation et de la biodiversité en région méditerranéenne.

Interpréter les signaux, pour le moment encore faibles, du changement climatique sur les paysages et la biodiversité, c'est avant tout comme le martèle Thierry TATONI rappeler *"qu'ils interviennent dans un contexte de dynamique importante et radicale en termes de changements d'utilisation des terres, d'urbanisation croissante et de dynamique des peuplements après la déprise agricole… le tout s'inscrivant déjà dans des paysages méditerranéens fortement anthropisés"*.

Thierry TATONI veut aussi revenir sur le passé et sur la relation humains/forêts. *"Avant le néolithique, l'impact des populations humaines sur l'environnement était très léger, en relevant d'une logique chasseur cueilleur. Après le Néolithique et la mise en place de l'agriculture, la pression agricole est croissante jusqu'au 19ème siècle. La révolution industrielle, liée aux progrès techniques, se traduit par un abandon massif des terres contrebalancé par une intensification agricole sur une partie du territoire"*. Au niveau de la forêt, la déprise agricole se traduit par une remontée spectaculaire des essences pionnières et des résineux comme le pin d'Alep, ou plus en altitude, le pin sylvestre. En région méditerranéenne française, on observe une progression des surfaces forestières sans équivalent, jusqu'à obtenir aujourd'hui un taux de boisement proche de l'époque romaine. Dans ce contexte, il y a désormais un paradoxe : *"la préoccupation des gestionnaires d'espaces naturels qui ne se focalisent plus vraiment dans le maintien de la forêt, mais plutôt sur la conservation des milieux ouverts favorables à des espèces inféodées et favorisant une certaine biodiversité"*.

Ces changements entraînent des bouleversements importants sur l'évolution des paysages, la structuration des populations humaines et forcément

sur la biodiversité et les systèmes écologiques. L'abandon des activités agricoles et pastorales, toujours en cours, se traduit par une extension des espaces semi-naturels ou à caractère de nature. Toutefois, il faut souligner, selon Thierry TA*TONI, "combien l'anthropisation des espaces, la densification des infrastructures de transports et le contact plus dense entre l'habitat humain et les zones de végétations "naturelles" sont des enjeux préoccupants pour la préservation de la biodiversité et l'intégrité des écosystèmes, notamment dans un contexte de changement climatique ayant pour effet d'accentuer la xéricité de la biomasse potentiellement combustible"*.

SÉCHERESSE

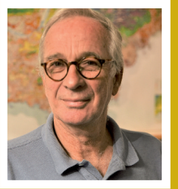
par Thierry GAUQUELIN / IMBE

Un des aspects du changement climatique moins souvent évoqué, concerne celui d'une augmentation significative de la sécheresse.

Comme le rappelle Thierry GAUQUELIN *"d'ici 2100, une période estivale sèche prolongée signifie une augmentation des jours sans pluie d'avril à octobre couplée à des températures plus élevées ; les plantes devraient immanquablement en souffrir"*.
Pour le chêne blanc, qu'il étudie de près sur la station de l'observatoire de Haute-Provence, (et dont l'essence couvre près de 600 000 ha en région méditerranéenne) *"sa résistance est spectaculaire et surprenante"*. Depuis 6 ans cette station dispose d'un système de toit qui supprime la quasi totalité des précipitations entre avril et septembre.

Au-delà de l'impact sur les arbres, c'est l'impact d'une augmentation de la sécheresse sur le fonctionnement de l'écosystème et notamment celui du sol et de la pédofaune qui est étudié.
Et les résultats sont significatifs *"moins d'eau dans le sol entraîne une décomposition de la litière beaucoup plus lente. Mieux, cette baisse de la décomposition est atténuée lorsque l'on mélange des feuilles de diverses espèces par rapport à celles d'une essence unique, preuve que la diversité apporte plus de résilience et qu'une forêt composée de différentes espèces est plus résistante au changement"* précise Thierry GAUQUELIN.

Pour la faune du sol, les études sur la zone d'exclusion centrées sur les acariens et les collemboles ont montré là aussi une baisse importante du nombre de ces acteurs de la décomposition et aussi des disparitions temporaires de certains groupes.



Professeur à l'université Aix-Marseille depuis une dizaine d'années, il est spécialiste de l'écosystème méditerranéen et de l'impact du changement climatique. Membre de l'IMBE, laboratoire qui travaille essentiellement sur la biodiversité et l'écologie en région méditerranéenne.*

"On perd en diversité, et le rapport entre les détritivores et les carnivores se modifie très rapidement en seulement 2 à 3 ans".

Pour ne parler que de la zone de travail de l'observatoire, Thierry GAUQUELIN se montre relativement optimiste quant à l'avenir des espèces d'arbres en place tout en soulignant que : *"nous allons vers des modifications fonctionnelles extrêmement importantes au niveau des écosystèmes. Mais elles seront plus radicales sur le littoral. Je suis quand même surpris de l'adaptation des écosystèmes mais le facteur hydrique sera essentiel dans l'avenir"*.

2 x moins

Dans la parcelle avec exclusion de 30% de pluie (une des estimations donnée par les modèles à l'horizon 2100 pour la région méditerranéenne), il y a eu au bout de deux années d'exclusion deux fois moins d'organismes du sol participant à la décomposition de la litière.

**IMBE : Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale*

STRESS

par Nicolas MARTIN-StPAUL / INRA

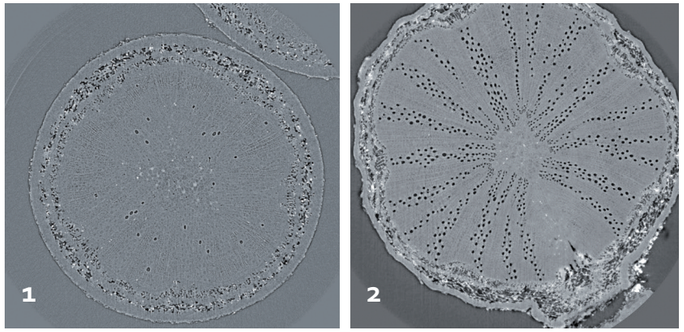
Pour notre région, les projections sur le climat prédisent toutes des sécheresses plus fréquentes et plus intenses. Des conditions qui ne manqueront pas d'impacter durablement les arbres et le fonctionnement des forêts. Nicolas MARTIN-StPAUL le rappelle *"quand il fait sec et que l'eau vient à manquer dans le sol, la tension dans cette colonne liquide de l'arbre (c.à.d la sève brute) devient de plus en plus importante jusqu'à un certain point où celle-ci peut se rompre. Ce phénomène est nommé la cavitation. Elle entraîne l'évaporation de l'eau et le dessèchement de l'arbre. La sève brute n'est plus transportée et les feuilles et les organes finissent par se dessécher"*.

Même si nos espèces sont adaptées au climat méditerranéen et que chacune a une marge de tolérance au stress hydrique, des sécheresses extrêmes produiront des défoliations importantes pouvant conduire à des dépérissements massifs.
Mais Nicolas MARTIN-StPAUL prévient, *"défoliation et dépérissement sont deux choses bien distinctes, puisque la défoliation correspond à une perte de feuillage qui ne conduit pas à la mortalité des individus en entier. Les causes peuvent-être multifactorielles : sécheresse, pathogènes, ravageurs... et les conséquences dramatiques puisque ces phénomènes favorisent les incendies"*.
Mais les sécheresses de 2016-2017 ont été particulièrement sévères. *"Et là on a pu observer une défoliation massive, voire le dépérissement sur le chêne vert notamment, une espèce plus à risque que le pin d'Alep. Le chêne blanc et le hêtre ont également souffert dans des zones plus méridionales"*.

En zone Méditerranéenne, le chêne vert va décliner avant le pin d'Alep. Nos mesures indiquent que le chêne vert cavite et se dessèche plus rapidement que le pin d'Alep. Ce dernier semble se maintenir hydraté malgré des conditions environnementales d'une extrême aridité.

Ces dernières années ont connu un cumul annuel de pluie de 300 mm, au lieu de 600 ou 900 selon l'endroit. Cela a donc été très faible et très long s'étalant du mois de mai jusqu'au mois d'octobre selon les zones. Ce manque de pluie a entraîné un déficit d'eau dans le sol qui a mené au phénomène de cavitation.
Pour le changement climatique, Nicolas MARTIN StPAUL précise que *"la grande majorité des scénarios d'évolution du climat prévoit une augmentation du déficit hydrique causée soit par la température, soit par une pluviosité qui diminue, soit par une combinaison des deux. Certaines espèces ont une probabilité de survie déjà datée"*.

Nicolas MARTIN St PAUL est chargé de recherche à l'INRA, sa spécialité est l'effet de la sécheresse sur le fonctionnement des arbres et en particulier sur les relations hydriques.



Rayons X

Voici une image prise grace à la tomographie rayon X comparant une tige de chêne vert saine (avant sécheresse 1) et une tige largement cavitée (après une sécheresse extrême 2).

Ce document est édité par l'Institut pour la Forêt méditerranéenne avec le soutien de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Créé en 1989, l'Institut pour la Forêt méditerranéenne, engagé pour la protection et la valorisation des espaces forestiers méditerranéens, réalise chaque année des ouvrages de vulgarisation sur les enjeux forestiers régionaux.

Il gère également l'Ecomusée de la Forêt installé sur le site de Gardanne, qui est à l'origine de nombreuses actions pédagogiques pour le jeune public et les scolaires.

Ce livret donne la parole aux chercheurs, experts de l'étude du changement climatique dans les forêts régionales. Tous issus de grands établissements de recherche en région, ils nous donnent leur éclairage sur les effets déjà constatés et sur les enjeux auxquels nous aurons à faire face. Au fil de ces pages, vous découvrirez comment nos forêts, nos paysages vont évoluer comme nos modes de vie et notre rapport à la forêt.

Document réalisé avec le soutien de GREC-SUD

GREC SUD
LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR