HAL open science

Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptations

S. Labonne, T. Cordonnier, Georges Kunstler, M. Fuhr

▶ **To cite this version:**

S. Labonne, T. Cordonnier, Georges Kunstler, M. Fuhr. Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptations. Sciences Eaux & Territoires, 2019, 28, pp.38-43. 10.14758/SET-REVUE.2019.2.09 . hal-02391519

HAL Id: hal-02391519

https://hal.science/hal-02391519v1

Submitted on 3 Dec 2019

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.

Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptations

Les impacts du changement climatique sur les forêts de montagne sont déjà perceptibles et les prévisions nous montrent, par leurs contradictions, la complexité des phénomènes en jeu. Cette étude bibliographique a comme objectif de caractériser les principaux effets du changement climatique, principalement dans les forêts alpines, puis de présenter différentes options d'adaptation devant permettre de conserver les services actuellement fournis par la forêt. Cette analyse porte notamment sur l'épicéa, le sapin et le hêtre, essences dominantes dans les Alpes françaises.

Impacts observés du changement climatique

Les essences vulnérables à basse altitude se déplacent vers le nord et en altitude

Le changement climatique impacte les processus démographiques des espèces (croissance, mortalité, reproduction), modifiant ainsi les facteurs d'évolution de la structure des peuplements et de leur diversité. La sécheresse constitue le facteur dominant qui altère les forêts en-dessous de 1 000 m d'altitude. Elle compromet la capacité de régénération et/ou provoque le dépérissement de certaines essences. Ainsi, des relevés réalisés en-dessous de 1 000 m entre 1983 et 2003, dans les vallées chaudes et sèches du Valais suisse montrent une très forte diminution de la régénération du pin sylvestre, d'origine sub-boréale, et son remplacement progressif par le chêne pubescent, d'origine subméditerranéenne. Les peuplements à fortes surfaces terrières[1] et de petits diamètres sont les plus concernés par cette augmentation de la mortalité, d'où l'importance de la gestion pour limiter les impacts du changement climatique.

Les sécheresses répétées provoquent également le dépérissement des épicéas à basse altitude (photo ❶). De nombreuses études révèlent en effet une forte corrélation entre la sensibilité au stress hydrique des arbres, qui diminue leurs capacités de défense, les attaques de scolytes (épicéas) et, plus généralement, les pathogènes.

Les changements de températures et de précipitations modifient les cycles de vie des espèces, entrainant le déplacement des aires bioclimatiques. La plupart des auteurs constatent ainsi une montée en altitude pour de nombreuses essences forestières. Sur l'ensemble des massifs français, en dessous de 1 000 m d'altitude, 11 espèces forestières sur 17 étudiées montrent une limite basse de recrutement des jeunes arbres plus élevée de 29 m que les adultes entre 1986 et 2006 (entre autres le sapin blanc, certains érables, le hêtre et le chêne rouvre). Dans les Pyrénées espagnoles, entre les années 1945 et 2000, une remontée du hêtre de 70 m est observée à des altitudes élevées (1 600/1 700 m). Cette montée en altitude des semis peut, pour partie, être attribuée à la moindre vulnérabilité de ce stade de développement au réchauffement climatique sans présager de la survie de l'arbre adulte. Des expérimentations menées en Belledonne et Vercors ont ainsi montré qu'une fois mis en terre, les semis de chênes poussent à 2 000 m d'altitude alors que les chênes au stade adulte ne s'y développent pas.

En outre, des modifications de pratiques peuvent également concourir au déplacement des essences. L'abandon du pâturage dans les vallées ou sur les alpages peut ainsi expliquer l'installation d'essences forestières avec ou sans changement climatique. De même, l'abandon progressif au début du XIXe siècle d'une sylviculture qui éliminait systématiquement le hêtre au profit des résineux mieux valorisés, conduit aujourd'hui à une remontée en altitude de cette espèce. Enfin, précisons que les limites physiologiques des espèces se révèlent souvent plus étendues que ne le laisse supposer leur distribution actuelle.

1. La surface terrière d'un arbre est la surface exprimée en m² de la section du tronc à 1,30 m de hauteur. Appliquée aux peuplements, cette notion désigne la somme des surfaces de la section des troncs sur un hectare.

Des désynchronisations entre espèces

Les différences de vulnérabilité au changement climatique associées aux différences de capacité de migration des espèces peuvent conduire à des changements importants de composition des écosystèmes, voire déboucher sur des mélanges inédits d'espèces. Au sein des écosystèmes forestiers, ces disparités peuvent conduire à des désynchronisations entre espèces au sein des réseaux trophiques. De fait, la disponibilité des ressources alimentaires peut se retrouver décalée par rapport aux besoins de la faune sauvage comme c'est le cas pour le chevreuil, dont les dates de mise bas n'ont pas changé alors que « la phénologie de la végétation a avancé de dix-huit jours ces trente dernières années, ce qui peut avoir des conséquences très négatives pour le succès reproducteur de cette espèce » (Legay, 2015).

Un autre impact important réside dans le développement du multivoltinisme (plusieurs générations par an) chez les insectes, dû à l'augmentation de la température, en particulier pendant l'hiver, qui a entrainé ces dernières années une augmentation des dommages par les scolytes dans les Alpes. En effet, le rôle du changement climatique dans la multiplication, l'expansion ou le déplacement de l'aire de distribution des insectes et pathogènes des forêts françaises est prouvé pour les espèces suivantes : typographe et processionnaire du pin (insectes), encre du châtaignier et du chêne, sphaeropsis des pins et maladie des bandes rouges sur le pin (à l'origine de maladies fongiques).

❶ Conifères dépérissants (massif du Vercors).

Impacts prévus à moyen et long terme sur les forêts de montagne

La plupart des prévisions prévoient une accélération des changements et une plus grande vulnérabilité des forêts à partir de 2050.

Impacts prévus sur la démographie et les aires de distribution des espèces

Même sans changement de précipitations, une température plus élevée augmentera la durée de la saison de végétation et le niveau de l'évapotranspiration potentielle (ETP), ce qui se traduira par un accroissement de la consommation d'eau et donc un risque accru de stress hydrique pour les arbres.

L'impact de la sécheresse du sol, surtout au printemps et en été, est très variable selon les essences. Ainsi, de nombreux auteurs font état d'un risque de dépérissement pour le sapin blanc à l'étage collinéen et de mortalité pour l'épicéa à l'étage montagnard (~ 1 500 m) vers le milieu du XXIe siècle. Les pessières seraient remplacées par des forêts dominées par des feuillus (hêtres) tandis que le pin sylvestre pourrait progresser à partir de 1 000 m d'altitude ; le chêne sessile pourrait se substituer au hêtre à basse altitude.

Parallèlement aux effets de la sécheresse, les attaques d'insectes devraient croître, notamment en raison du multivoltinisme. L'augmentation du nombre et de l'intensité des « coups de vent » est également prévue : ils pourront provoquer des chablis dans les peuplements dont les arbres sont hauts (dès 16/18 m) et modifier rapidement les classes d'âge et les paysages.

Concernant le déplacement des espèces, les distances de migration dépendent de l'aptitude des graines à se disperser, de leur capacité à germer et de la survie des plantules, facteurs eux-mêmes dépendants des caractéristiques du sol et des facteurs biotiques (ex. : herbivorie, pathogènes). Ainsi, la vitesse de déplacement des essences forestières se limite naturellement à environ 50 km/siècle alors que le déplacement vers le Nord des enveloppes bioclimatiques potentielles devrait avoisiner 500 km en un siècle.

Services écosystémiques : impacts importants à basse altitude et dans les régions déjà chaudes et sèches

La forêt produit de nombreux services, répartis en quatre catégories par le *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) : l'approvisionnement, la régulation, les services culturels et l'auto-entretien.

Les principaux services fournis sont :

- la production de bois : 7,5 millions de m^3/an dans les Alpes, dont plus de 60 % de résineux ;
- la protection de la forêt contre les risques naturels ;
- la contribution à la création de paysages et de milieux uniques ;
- la conservation de la biodiversité ;
- la réduction de l'effet de serre par la fixation et le stockage du carbone[2] ;
- l'amélioration de la qualité de l'eau.

Les impacts prévus à l'échéance du XXIe siècle touchent en priorité les altitudes les plus basses et les régions déjà chaudes et sèches (encadré ❶).

2. « Les forêts contiennent 81 % du carbone stocké dans la biomasse vivante de la biosphère » (Dupouey *et al.*, 2000).

Des gains de productivité sont encore attendus à court et moyen terme en Europe du Nord et en altitude, à condition que l'eau et les nutriments ne soient pas limités. En revanche, des pertes sont prévues en Europe centrale et dans le Sud à cause du déplacement des espèces les plus productives (ex. : épicéa.) vers le Nord et en altitude. La protection contre les avalanches devrait être renforcée grâce à la remontée des résineux tandis que la protection des forêts contre les chutes de blocs risque de se détériorer dans les secteurs où la forêt va dépérir. Enfin, en l'absence de couvert forestier, la protection contre les ruissellements et glissements superficiels pourrait également diminuer.

En ce qui concerne le stockage du carbone, la plupart des chercheurs estiment qu'il devrait être peu touché par le changement climatique.

Des incertitudes sur l'intensité du changement climatique et sur la réponse des espèces

Les incertitudes concernent d'une part les prévisions climatiques, notamment le volume des précipitations et leur répartition annuelle, l'importance des événements extrêmes et, d'autre part, la réponse des plantes à ces changements. Les interactions complexes entre les arbres, les autres êtres vivants et le milieu abiotique, sous l'influence du changement climatique, sont en effet encore mal connues. Des acclimatations sont cependant observées : au niveau individuel avec, par exemple, la baisse de la densité des stomates suite à l'augmentation du taux de CO_2 ; au niveau des populations et des espèces, l'évolution génétique peut contribuer à l'adaptation des espèces au changement climatique.

Adaptation au changement climatique

Réduire la vulnérabilité des essences et renforcer leur capacité de résilience

Les enjeux, pour la forêt, sont de préserver les biens et services qu'elle fournit. Il s'agit de réduire la vulnérabilité des essences au stress hydrique et de renforcer leur résilience et leur capacité de réponse aux événements climatiques extrêmes.

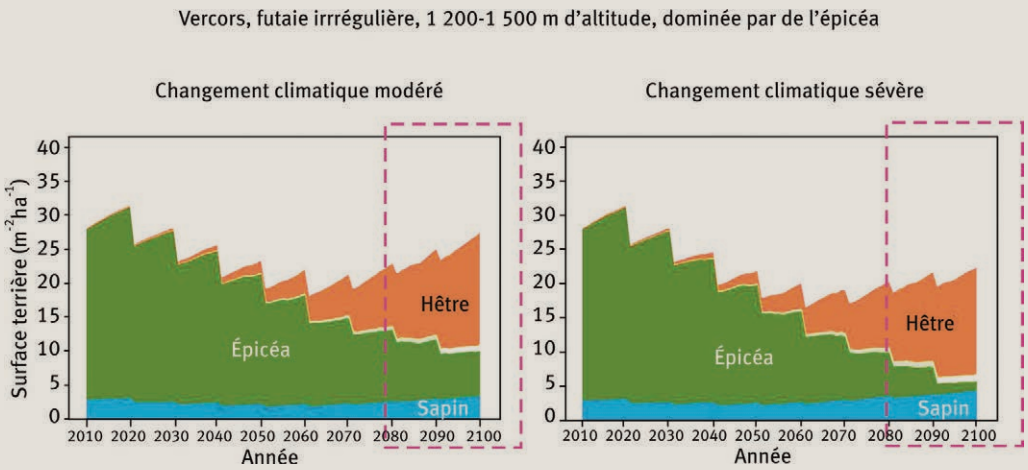
❶ PROJET ARANGE : IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Le projet européen Arange (*Advanced multifunctional forest management in European mountain ranges* – 2012-2015 : http://www.arange-project.eu/) s'est attelé à étudier l'effet du changement climatique et de la gestion forestière sur la fourniture de différents services écosystémiques : production de bois, stockage de carbone, conservation de la biodiversité, protection contre les aléas gravitaires (avalanches, chutes de blocs). Sept paysages forestiers issus de sept pays différents (France, Autriche, Slovénie, Slovaquie, Bulgarie, Espagne, Suède) ont été mobilisés pour les analyses. Chaque partenaire a pu ainsi définir des peuplements et des gestions types ainsi que des gestions alternatives. L'étude a reposé sur l'utilisation de modèles de dynamique forestière intégrant les effets de la gestion et du changement climatique.

En comparaison des gestions alternatives proposées, les résultats montrent que les pratiques actuelles de gestion sont plutôt efficaces pour assurer la fourniture des services écosystémiques étudiés. Ces services seront tout de même impactés négativement, notamment le service de production de bois. Pour le site français (Vercors Quatre Montagnes) et les scénarios les plus sévères de changement climatique, en 2100 l'épicéa se retrouve en situation difficile, le sapin se maintient et le hêtre voit son abondance fortement progresser (figure ❶).

Malgré l'importance des situations analysées, il n'a pas été possible de dégager des éléments généraux pour l'adaptation des forêts au changement climatique. Plutôt que de revoir en profondeur les modes de gestion, le projet souligne l'intérêt d'expérimenter de légères modifications dans les pratiques de gestion pour améliorer la fourniture d'un service donné (ex. : biodiversité) ou pour renforcer la résilience des peuplements et la flexibilité de la gestion. Par exemple, pour le Vercors, il est proposé de tester la mise en place de coupes par trouées de tailles variables accompagnées de pratiques de rétention de bois mort et de contrôle du hêtre. Dans tous les cas, l'adaptation doit se raisonner au niveau de chaque peuplement en intégrant les conditions écologiques particulières dans lequel il évolue.

❶ Exemple d'évolution de l'abondance des espèces dans un peuplement type de la forêt du Vercors Quatre Montagnes actuellement dominée par l'épicéa (tiré de Mina *et al.*, 2017).
Modèle : FORCLIM. En vert clair: autres espèces feuillues que le hêtre.



Les stratégies d'interventions proposées passent par des améliorations génétiques et de nouvelles pratiques de gestion, flexibles et, si possible, réversibles, pour tenir compte des incertitudes tout en ciblant et priorisant les interventions.

Mesures d'adaptation : des interventions plus ou moins importantes

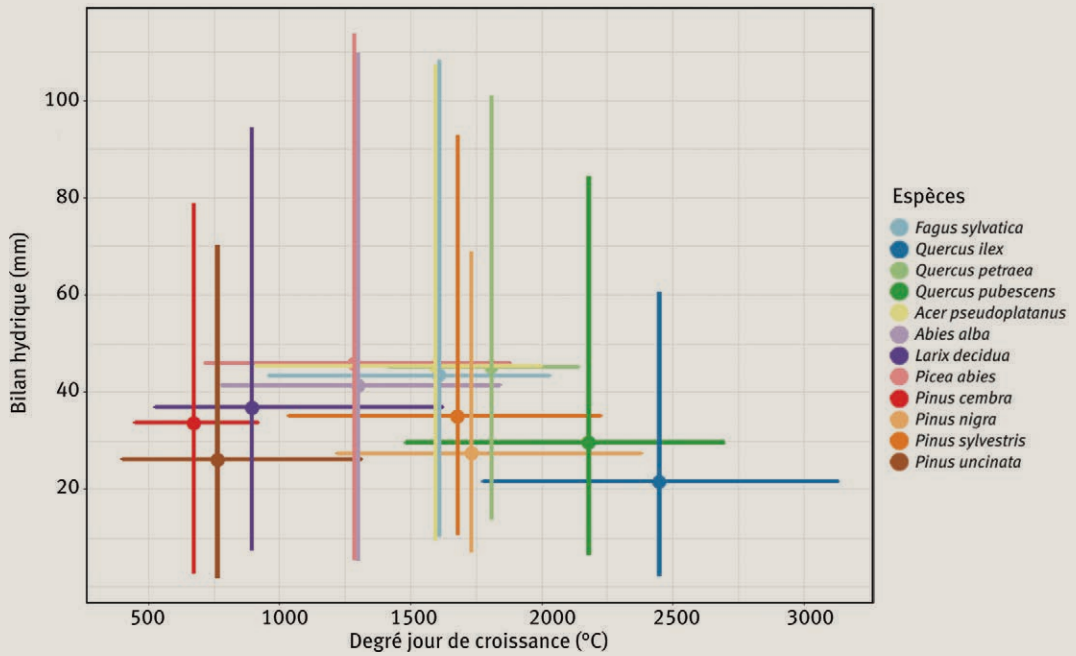
Les préconisations les plus fréquemment décrites accompagnent les dynamiques naturelles ou impliquent des interventions actives afin d'accélérer le processus d'adaptation :

- **favoriser la résilience des peuplements, en privilégiant la régénération naturelle,** qui permet à la variabilité intraspécifique de s'exprimer par une adaptation progressive aux nouvelles conditions, et en **promouvant l'hétérogénéité des peuplements**. Les espèces ayant des préférences climatiques différentes, un peuplement d'espèces variées peut permettre de s'adapter à des conditions climatiques futures incertaines (figure ❷) ;
- **diminuer la densité des peuplements**, pour réduire la consommation d'eau ;
- **limiter les espèces sensibles** au stress hydrique en-dessous de 1 000 m (épicéa et pin sylvestre, par exemple) et planter **d'autres espèces ou provenances plus méridionales ou exotiques en sous-étage**, ou à l'intérieur de trouées, là où la régénération actuelle s'avère peu adaptée. Le cèdre, par exemple, peut être un atout dans les secteurs vulnérables aux incendies (photo ❷) ;
- **intensifier l'exploitation**, c'est-à-dire réduire les durées de rotation et les diamètres d'exploitabilité afin de limiter l'exposition aux risques et de réagir plus vite en cas de dépérissement ;

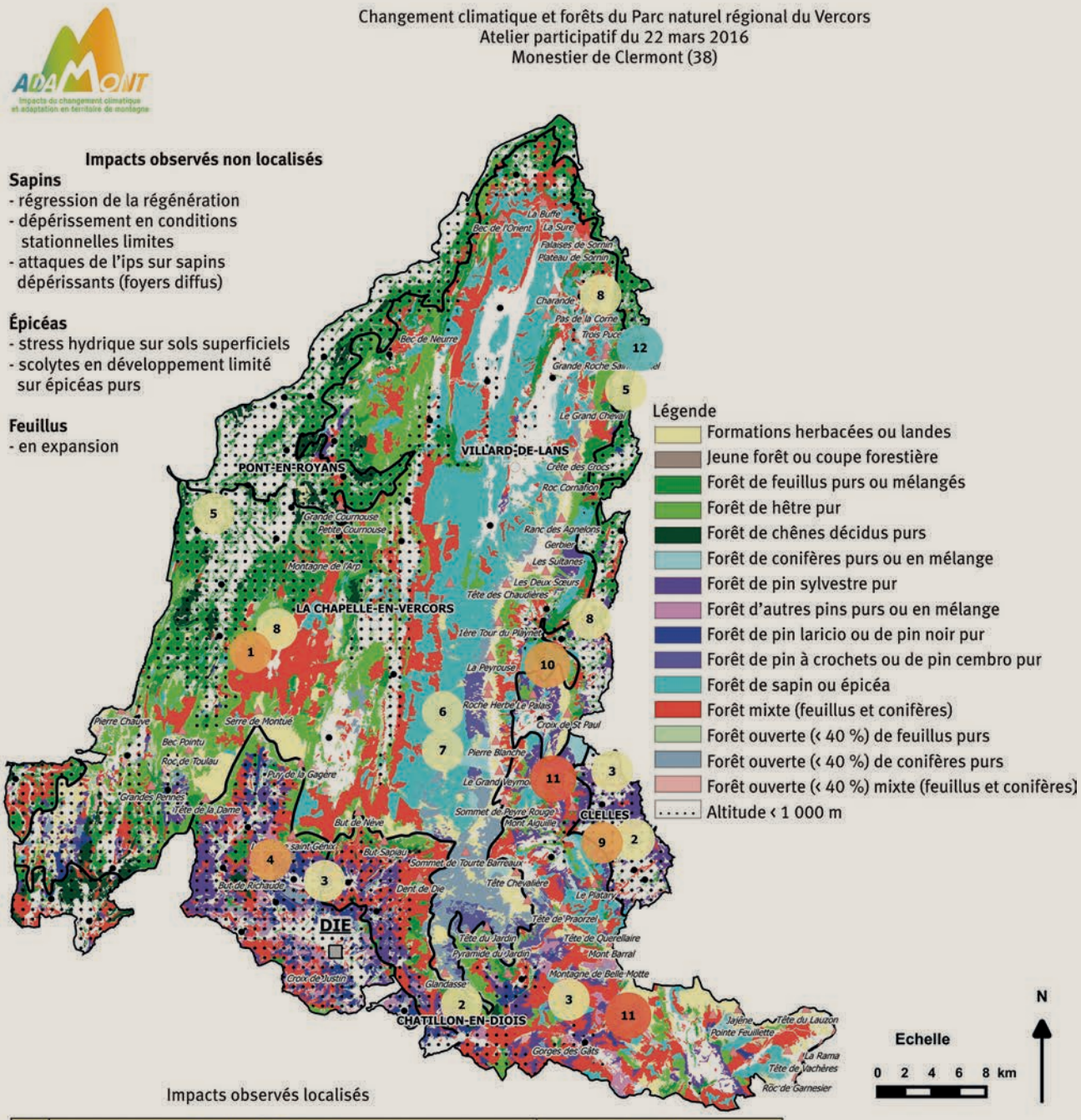
❷ Introduction de feuillus dans des pinèdes pour réduire les risques d'incendie.

- pratiquer **des améliorations génétiques par la sélection** : pour augmenter la résistance au stress hydrique, aux gelées tardives et aux nuisibles ; **tenir également compte de l'origine géographique des graines**, capitale pour l'adaptation des essences ;
- enfin, **le maintien de la connectivité** des forêts est essentiel pour permettre la migration des espèces.

❷ **Positions des principales espèces des Alpes dans l'espace climatique.**
Les degrés jours de croissance (au-delà de 5,56°C) et le bilan hydrique ont été calculés à partir des méthodes décrites dans Kunstler et al. (2011) et des données de Piédalu et al. (2008, 2011 et 2013).
La localisation des essences forestières de 2006 à 2013 provient de l'Inventaire Forestier de l'IGN (https://inventaire-forestier.ign.fr/).



❸ **Impacts du changement climatique sur le massif du Vercors observations des gestionnaires et propriétaires forestiers.**
Cette carte est issue d'un atelier de travail effectué avec des parties-prenantes du secteur forestier.



Impacts observés localisés

N°	Nature de l'impact	Secteur
2	Expansion du buis dans les hêtraies et sapinières	Trièves - Drôme
3	Dépérissement du pin sylvestre	Sud Vercors - Drôme
5	Expansion du robinier à l'étage collinéen	Vallée du Drac - Royans
6	Dynamique des pins à crochets, montent en altitude	Hauts-plateaux du Vercors
7	Augmentation de la croissance du sapin	Hauts-plateaux du Vercors
8	Augmentation du nombre et de l'intensité des coups de vent	St-Nizier du Mte-Lente-Trièves
1	Le hêtre se substitue aux conifères	Forêt de Lente et > 600/700 m
4	Progression des chenilles processionnaires vers le nord. Enfouissement plus précoce	Diois
9	Problème de régénération du sapin (buis/gibier)	Sud Trièves
10	Arrivée du hêtre et progression vers le sud	Gresse – Saint Andéol
11	Progression du gui sur les sapins vers le nord et en altitude	Sud Vercors - Trièves
12	Si incendies : diminution de la fonction de protection des forêts	Frange Est du Vercors

Types de forêts : d'après les sources IFN 2014

Impacts modérés
Impacts moyens
Impacts forts
Impacts craints

Réalisé par Sophie Labonne, Frédéric Bray et Thomas Cordonnier (Irstea Grenoble – mars 2016)

Conclusion

Dans les sites déjà chauds et secs, le changement climatique entraine la diminution des essences les moins tolérantes à la sécheresse et leur remplacement par des feuillus. On constate également une remontée en altitude du recrutement de certaines essences (photo ❸) et l'allongement de la durée de la saison de végétation. Aussi, pour conserver les services fournis actuellement par les forêts, de nouvelles pratiques de gestion sont recommandées afin de réduire la vulnérabilité des essences au stress hydrique et renforcer leur résilience. La diffusion de ces nouvelles pratiques et leur mise en œuvre constitue un enjeu absolument majeur pour réussir l'adaptation des forêts de montagne au changement climatique. Elle passe par l'augmentation du nombre d'essais et d'expérimentations et, surtout, le partage des résultats entre la recherche, les gestionnaires et les décideurs (exp. projet Adamont, figure ❸). ■

❸ Remontée en altitude d'essences forestières (massif du Mercantour, alt ~1 800 m).

Les auteurs

Sophie LABONNE, Thomas CORDONNIER, Georges KUNSTLER et Marc FUHR

Univ. Grenoble Alpes, Irstea, LESSEM, 38000 Grenoble, France.

sophie.labonne@irstea.fr
thomas.cordonnier@irstea.fr
georges.kunstler@irstea.fr
marc.fuhr@irstea.fr

Remerciements

Merci à nos collègues Sylvain Dupire et Fred Liébault d'Irstea ainsi que Simon Carladous de l'Office national des forêts pour leur contribution à cette étude.

En savoir plus...

COURBAUD, B, KUNSTLER, G., MORIN, X., CORDONNIER, T., 2010, Quel futur pour les services écosystémiques de la forêt alpine dans un contexte de changement climatique ? *Revue de géographie alpine,* 98-4, 11 p.

DUPOUEY, J.-L. , PIGNARD, G., BADEAU, V., THIMONIER, A., DHÔTE, J.-F., NEPVEU, G., BERGÈS, L., AUGUSTO, L., BELKACEM, S., NYS, C., 2000, Stocks et flux de carbone dans les forêts françaises, *Revue forestière française*, vol. LII, n° spécial « Conséquences des changements climatiques pour la forêt et la sylviculture », p. 139-154.

ELKIN, C., GUTIÉRREZ, A.G., LEUZINGER, S., MANUSCH, C., TEMPERLI, C., RASCHE, L., BUGMANN, H., 2013, A 2°C warmer world is not safe for ecosystem services in European Alps, *Global Change Biology*, n° 19, p. 1827-1840.

LABONNE, S., CORDONNIER, T., KUNSTLER, G., FUHR, M., 2017, *Forêts de montagne et changement climatique*, projet Adamont, Irstea, 18 p.

LEGAY, M., 2015, *Effets attendus du changement climatique sur l'arbre et la forêt. L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change*, Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au parlement, La Documentation française, p. 33-64.

Réseau mixte technologique AFORCE : http://www.gip-ecofor.org/?q=node/642

Retrouvez la **revue bibliographique complète** réalisée dans le cadre du projet Adamont à partir de 51 articles ou extraits d'ouvrages : http://www.set-revue.fr/sites/default/files/pages/files/labonne-bibliographie-article.pdf