



Les forêts couvrent une grande partie des territoires de montagne. Partie intégrante des paysages, elles assurent également un certain nombre de services (production de bois, protection contre les risques naturels, contribution à l'identité paysagère et culturelle, etc.) (Courbaud et al., 2010). Le climat joue un rôle essentiel dans la répartition des espèces forestières, dans leur croissance, leur dynamique. On s'attend donc à des effets marqués du changement climatique sur le devenir des forêts d'altitude (Asse et al., 2018 ; Bertrand, 2012 ; Legay, 2015).



## I. Les forêts gagnent du terrain

Quelles conséquences ?

### 1 Remontées altitudinales

De nombreuses études ont enregistré une **remontée en altitude moyenne de 30 m/décennie** pour de nombreuses essences forestières depuis le milieu des années 1980. Soit une **remontée totale de 65 m** (Lenoir & Gegout, 2010). Ces déplacements sont à la fois issus de l'évolution des conditions climatiques, de l'abandon du pastoralisme, des changements de gestion forestière, etc. (Bertrand, 2012 ; GREC-SUD, 2019 ; Labonne et al., 2019 ; Legay, 2015). Ils sont toutefois limités par les capacités de dispersion et de colonisation des espèces, la fragmentation des habitats ou encore les caractéristiques du sol qui permettent ou non leur installation à plus haute altitude (Lenoir & Gegout, 2010).



Colonisation des pelouses subalpines par le pin cembro



© GOTTI Christophe - Parc national de la Vanoise

L'ampleur de cette remontée diffère selon les espèces ; ainsi pour les ligneux (arbres, arbustes) ce déplacement est limité à 15 m/décennie, en raison de la durée plus longue de leur cycle de vie (Lenoir et Gegout, 2010).



### 2 Remontées latitudinales

Moins d'études ont répertorié des déplacements au niveau des latitudes, notamment en raison de difficultés logistiques et méthodologiques. Néanmoins un déplacement de **10 km vers les pôles** a été observé dans les forêts américaines (Bertrand, 2012).

Quelles conséquences ?

### Modifications des écosystèmes et de leur biodiversité

Ces réorganisations dans l'espace entraînent et entraîneront des changements marqués dans les écosystèmes, en modifiant la présence et l'abondance des essences forestières et des espèces animales et végétales inféodées aux forêts. Cela peut avoir des impacts sur les interactions entre les espèces et sur la diversité des écosystèmes (Bertrand, 2012).



## Des déplacements limités

Le changement climatique va s'intensifier et s'accélérer dans les prochaines décennies. Comme expliqué précédemment, les capacités de dispersion des essences forestières sont limitées. Elles ne pourront donc pas suivre les conditions optimales pour leur développement. Leur vitesse de déplacement est limitée à 50 km/siècle alors que les conditions climatiques devraient se déplacer de 500 km/ siècle vers le Nord lors des prochaines décennies (Labonne et al., 2019). On s'attend donc à **une diminution importante des aires de répartition de nombreuses espèces** (Legay, 2015).

C'est par exemple le cas du **sapin** et de l'**épicéa** dont les aires de répartition **devraient diminuer respectivement de 60% et 90%** à l'échelle de la France (Legay, 2015). Ce constat est amplifié dans les zones de montagnes où la dispersion est limitée par les caractéristiques du relief.

## II. Des changements dans le temps

### Des saisons chamboulées

Lors des dernières décennies, les stades phénologiques (débourrement\*, floraison, jaunissement et perte des feuilles, etc.) de nombreuses espèces se sont décalés. On note ainsi une **avancée des dates de débourrement au printemps** de 2 à 3 jours par décennie et un **retard de la sénescence en automne** d'environ 1 jour. Ces modifications impliquent un **rallongement de la saison de végétation** (Asse et al., 2018 ; GREC-SUD, 2018 ; Lebourgeois et al., 2011 ; Legay, 2015).

\*débourrement : sortie des bourgeons au printemps



De nombreuses espèces ont besoin de périodes de grands froids afin de lever la dormance des graines et de démarrer leur germination. **Le début de la croissance des semis est donc influencé par les températures présentes pendant l'hiver et au début du printemps.** Face à l'augmentation des températures en hiver, les essences dont la levée de dormance des graines nécessite de grands froids comme l'épicéa pourraient subir des pertes de régénération importantes (GREC-SUD, 2018).

### Phénoclim, quels résultats ?

- En 2020, les résultats du programme de sciences participatives PhénoClim ont démontré une avancée des dates de débourrement de **6 et 10 jours** en moyenne, à basse et haute altitude dans les Alpes françaises.
- En 2019, pour les événements d'automne, une **avancée de 1 jour** a été observée à basse altitude (en dessous de 1400m) tandis qu'un **retard de 4 jours** a été observé pour les plus hautes altitudes (au-dessus de 1400m).



Fleurs femelles de noisetier



Feuillage d'automne du peuplier tremble



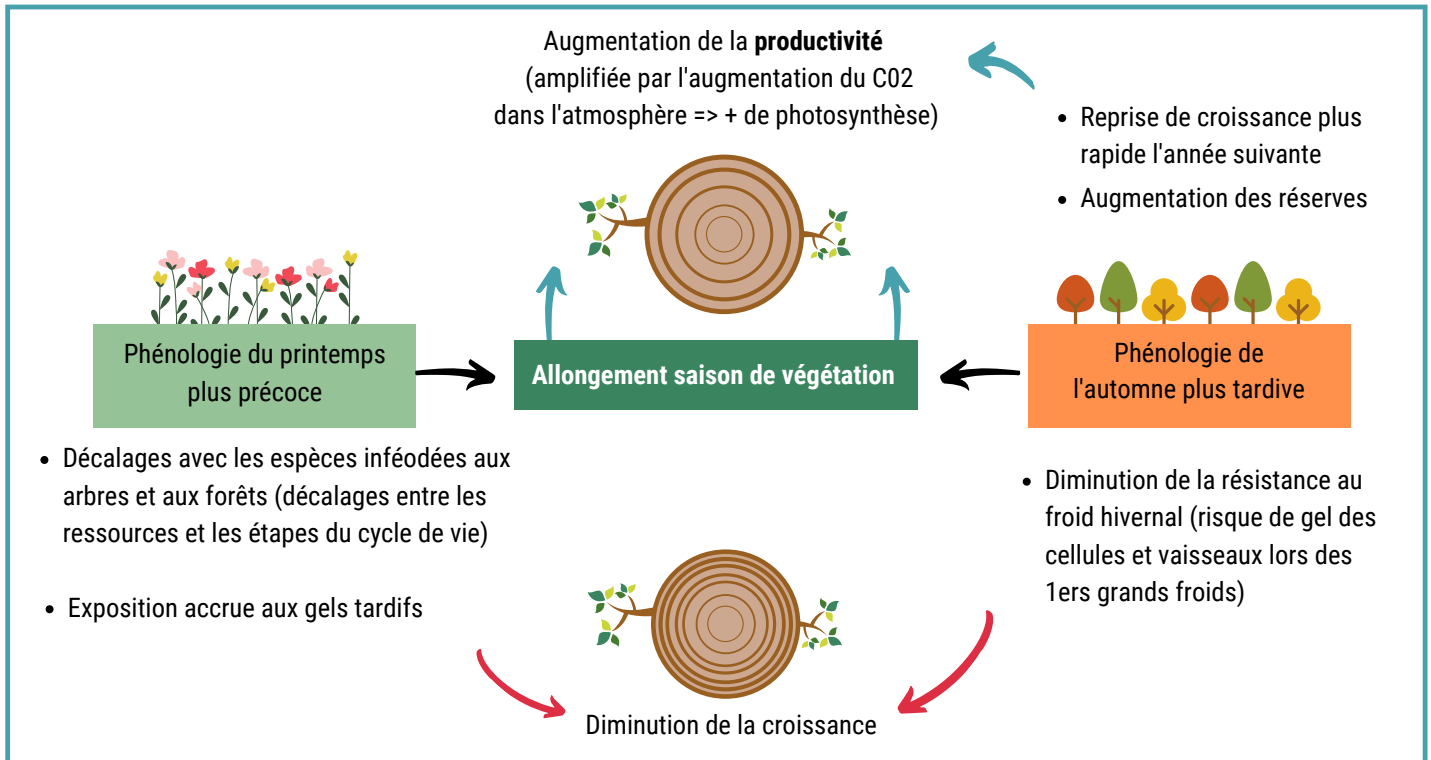
Jeunes pousses de mélèze au printemps



Saule en fleurs (chatons mâles)

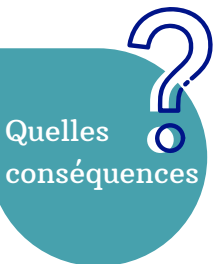


## Quelles conséquences ?



Impacts des modifications phénologiques (D'après Lebourgeois et al., 2011).

## III. Augmentation des contraintes

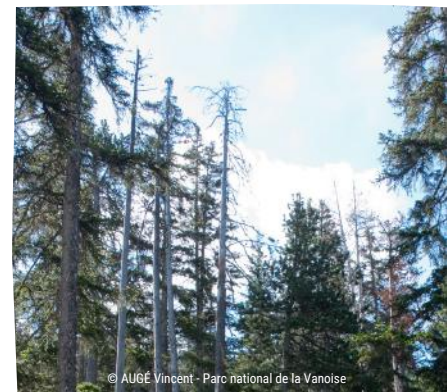


### 1 Stress hydrique

Des températures plus élevées ainsi qu'une période de végétation plus longue impliquent une évapotranspiration accrue et une consommation d'eau plus importante. Couplées à une diminution de l'eau dans les sols et à des épisodes de sécheresse plus intenses et plus fréquents, cela peut entraîner un stress hydrique important et une augmentation de la mortalité des essences forestières. C'est le cas en méditerranée pour le hêtre, le pin sylvestre et le sapin qui connaissent actuellement des baisses de croissance et des dépérissements importants (Legay, 2015).



© GOTTI Christophe - Parc national de la Vanoise



© AUGÉ Vincent - Parc national de la Vanoise

Des pins à crochets en dépérissement

Les espèces de conifères comme le sapin pectiné, l'épicéa commun ou le pin sylvestre sont particulièrement sensibles à ces phénomènes (Bertrand, 2012 ; Labonne et al., 2019). Ces essences pourraient être progressivement remplacées par des forêts dominées par des feuillus comme le hêtre, plus résistant à la sécheresse (Labonne et al., 2019).

Les forts épisodes de sécheresse entraînent également des pertes précoces du feuillage au cours de l'été, notamment chez les bouleaux, les charmes, les peupliers et les hêtres (Alcius, 2015 ; Landmann et al., 2003).





## 2 Augmentation des parasites et des pathogènes

Des températures plus clémentes vont également **favoriser le multivoltinisme** (capacité à produire plusieurs générations par an), **la croissance et l'expansion des pathogènes et parasites** des essences forestières (GREC-SUD, 2019 ; Labonne et al., 2019 ; Lebourgeois et al., 2011 ; Legay, 2015).

Ce constat est d'autant plus alarmant que les arbres seront progressivement fragilisés par le stress hydrique lié aux sécheresses récurrentes et intenses, ils seront ainsi moins résistants aux attaques.











Ces dernières années, on observe ainsi une progression des chenilles processionnaires du pin vers le Nord et en altitude (GREC-SUD, 2019 ; Labonne et al., 2019 ; Lebourgeois et al., 2011 ; Legay, 2015).

Le stress hydrique rend les épicéas particulièrement vulnérables aux attaques de scolytes, attaques qui sont à l'origine de nombreux dégâts ces dernières années dans les zones de moyenne et haute montagne (Labonne et al., 2019).

De même, le dépérissement du pin causé par le pathogène *Diplodia pineae* est également accentué par la sécheresse (Legay, 2015).

Traces de scolytes sur un tronc d'épicéa

### Liste (non exhaustive) des ravageurs et maladies possiblement favorisés par le changement climatique (Legay, 2015)

Parasites et pathologies	Essences particulièrement touchées
Scolytes dont typographes	Epicéas  © AUGÉ Vincent - Parc national de la Vanoise
Phalène brumeuse	Chênes, hêtres, érables, frênes  © BALAIS Christian - Parc national de la Vanoise  © MARTINEAU Benoit - Parc national de la Vanoise  © AUGÉ Vincent - Parc national de la Vanoise
Tordeuse grise du mélèze	Mélèzes  © LACOSSE Pierre - Parc national de la Vanoise
Processionnaire du pin	Pinus sp.  © MARTINEAU Benoit - Parc national de la Vanoise  © BALAIS Christian - Parc national de la Vanoise  © BALAIS Christian - Parc national de la Vanoise

## IV. La gestion forestière de demain

Face à ces différents impacts, les gestionnaires des forêts adaptent leurs pratiques. L'objectif est de proposer un panel de solutions, en espérant ainsi favoriser la résistance et la résilience des peuplements (Legay & Ladier, 2008).

### Quelques exemples

- Une de ces solutions consiste à favoriser le mélange d'espèces et l'introduction de nouvelles essences au sein des peuplements forestiers.  
L'introduction de nouvelles essences est mise en œuvre sur de petites surfaces, dans des dispositifs suivis par le département "Recherche Développement et Innovation" de l'ONF (**les îlots d'avenir**).
- Il est également possible de réaliser des migrations assistées, vers le Nord ou en altitude, d'essences autochtones de provenance plus méditerranéennes, qui ont pu développer une meilleure résistance à la sécheresse. C'est ce qui est fait par exemple avec différentes provenances méridionales de Sapin pectiné, plantées dans le Nord-Est ou dans les Alpes.



Sapin pectiné



### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Alcius, S. (2015). *Réponse de la photosynthèse du hêtre (Fagus sylvatica) à la sécheresse et à la défoliation*. Rapport de stage, Université de Lorraine, 28p.

Asse, D., Chuine, I., Vitasse, Y., Yoccoz, N.G., Delpierre, N., Badeau, V., et al. (2018). Warmer winters reduce the advance of tree spring phenology induced by warmer springs in the Alps. *Agricultural and Forest Meteorology*, 252, 220–230.

Bertrand, R. (2012). *Réponse spatio-temporelle de la végétation forestière au réchauffement climatique - Évaluation du remaniement de la végétation et caractérisation de l'effet des facteurs écologiques et géographiques le modulant à l'échelle de l'espèce et des communautés*. Thèse de doctorat, AgroParisTech, 316 p.

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 ? *Journal of Alpine Research / Revue de géographie alpine*, (98-4).

GREC-SUD. (2018). Cahier thématique du groupe de travail « montagne » : Impacts du changement climatique et transition(s) dans les Alpes du Sud. GREC-SUD, Marseille, 48 p.

Labonne, S., Cordonnier, T., Kunstler, G. & Fuhr, M. (2019). Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptations. *Sciences Eaux & Territoires*, 28, 38.

Landmann, G. Breda, N. Houllier, F. Dreyer, E., Flot, J., L. (2003). Sécheresse et canicule de l'été 2003 : quelles conséquences pour les forêts françaises ? *Revue Forestière Française*, 55(4), 299-308.



Lebourgeois, F., Rathgeber, C.B.K. & Ulrich, E. (2010). Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*). *Journal of Vegetation Science*, 21, 364–376.

Lebourgeois, François & Pierrat, J.C & Perez, V. & Cecchini, S. & Ulrich, E. (2011). Rallongement de la saison de végétation des hêtraies et des chênaies françaises dans les prochaines décennies. Conséquences possibles sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers. *Rendez-Vous-Techniques*. 33-34. 72.

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*, 33-64.

Lenoir, J. & Gégout, J., C. (2010). La remontée de la distribution altitudinale des espèces végétales forestières tempérées en lien avec le réchauffement climatique récent. *Revue forestière française*, 3-4 : 465-476.

