



## Contribution du Réseau Mixte Technologique *Adaptation des forêts au changement climatique* (RMT Aforce) au Plan de relance

Depuis quelques mois, de nombreux adjectifs pessimistes sont attribués à l'avenir de nos arbres et de nos forêts. En effet, une vague importante de mortalité d'épicéas associée au scolyte typographe a été observée en raison de la succession de 3 années avec des étés très chauds et secs et des hivers trop doux. Les dépérissements cantonnés jusqu'à présent à quelques espèces dans certaines régions s'observent maintenant sur celles réputées moins sensibles, comme le pin sylvestre, et sur l'ensemble du territoire.

Fin 2019, la mobilisation politique a pris une dimension nouvelle avec l'organisation d'un séminaire conjoint du Sénat et de l'Assemblée Nationale, la mission Cattelot, et la préparation d'une feuille de route à la demande du Ministre de l'Agriculture.

En septembre 2020, le plan de relance du gouvernement prévoit un volet forestier intitulé "Aider la forêt à s'adapter au changement climatique pour mieux l'atténuer" doté de 200 millions d'euros dont 150 millions d'euros sont consacrés au renouvellement des peuplements forestiers.

La question de la prise en compte des effets du climat d'aujourd'hui et de demain sur les forêts est donc posée.

Face à cette situation, quelles réponses pouvons-nous apporter aux praticiens :

- ingénieurs forestiers qui voient leurs aménagements rapidement inopérants, car perturbés par des crises sanitaires qui s'étalent sur plusieurs années, en obligeant à récolter les bois par anticipation ;
- techniciens forestiers, qui voient leur réflexion sylvicole à moyen et long terme remplacée par une gestion continue de l'urgence sanitaire, et réalisent de plus en plus de coupes sanitaires, sur des bois morts ou fortement dépérissants ;
- propriétaires forestiers qui voient partir, en quelques mois et pour quelques euros, le fruit de décennies de soins sylvicoles ? Que faire après, comment renouveler les peuplements dévastés ? Ou bien, dès aujourd'hui, quelles actions entreprendre pour réduire la vulnérabilité des peuplements les plus menacés demain ?

La forêt métropolitaine est composée de nombreuses régions sylvicoles avec une grande diversité d'espèces d'arbres forestiers et de traitements sylvicoles. Cette diversité qui existe entre espèces mais aussi à l'intérieur des espèces et qui est issue de situations pédoclimatiques (sols et climat) très variées, demande à être promue, entretenue et développée. C'est notre chance de disposer d'autant de stations diverses, d'essences forestières et de modes de gestion, une sorte d'assurance tous risques. Mais, il est important de prendre en considération que le climat évoluant, toutes les stations sont susceptibles de changer en quelques décennies.

Les solutions globales ou généralistes, prises dans la précipitation, ne fonctionneront pas durablement. Il faut tenir compte de la diversité des forêts, des 4 millions de propriétaires forestiers, des industriels de la filière bois qui valorisent la production forestière, des citoyens qui ont un avis sur le devenir de leur paysage, et de tous les usagers qui vivent mieux grâce à la forêt.

Les 16 membres du réseau Aforce<sup>1</sup> travaillent ensemble depuis 10 ans pour diffuser les connaissances des effets du changement climatique sur les forêts, afin d'aboutir à la construction d'outils d'aides à la réflexion en particulier sur le choix des espèces dans ce contexte de grandes incertitudes.

Scientifiques, développeurs, gestionnaires, enseignants, proposent aujourd'hui des outils utiles pour porter un diagnostic sur les espèces actuelles en prenant en compte leur devenir probable dans un futur climatique dont les tendances sont décrites par le GIEC.

Les travaux collaboratifs du RMT Aforce ont produit des résultats qui sont essentiels pour accompagner le renouvellement des peuplements forestiers prévu dans le plan de relance :

- **Le bilan hydrique des peuplements forestiers** : Ouvrage qui recense les Questions/réponses des scientifiques pour une meilleure alimentation en eau des peuplements forestiers. Version pdf disponible sur le site web du RMT Aforce<sup>2</sup>.
- **BILJOU** : Outil de calcul de bilan hydrique de peuplements forestiers tenant compte du sol, du climat et du couvert. Accès vers le site web via le site web du RMT Aforce<sup>3</sup>.
- **Guide de gestion des crises sanitaires en forêt (2<sup>ne</sup> édition)** : Ouvrage qui définit ce qu'est une crise sanitaire, en détaille les différentes phases, les rôles des acteurs, et décrit 12 crises passées ou en cours, avec leurs caractéristiques. Cette capitalisation d'expériences est destinée aux décideurs afin d'améliorer la gestion des crises. Disponible en version papier.
- **CLIMESSENCES** : Site web, composé d'une part d'une base de données sur l'autécologie de 140 espèces d'arbres forestiers décrite grâce à 37 critères et d'autre part, d'un modèle d'évolution de la répartition des espèces à l'échelle des sylvoécotones, pour deux horizons temporels 2050/2070, et selon deux scénarios climatiques RCP 4.5 et 8.6. Ce modèle prend en compte 3 critères liés au climat : manque d'eau, chaleur, froid hivernal. Ainsi, ce système permet de présenter pour chaque grande région forestière une liste d'espèces selon leur degré de tolérance ou d'exigence par rapport à ces trois facteurs climatiques. Déploiement et accompagnement grâce à des formations pour l'utilisation de ce site web (en accès libre) au cours de l'année 2021.
- **ESPERENSE** : Réseau national d'expérimentation des espèces et des matériels forestiers de reproduction adaptés au climat futur. Ce réseau expérimental qui se met en place fin 2020 a bénéficié de ces trois actions successives. Un colloque de restitution est prévu en mai 2021 :
  - Définition des zones à enjeux qui croisent la vulnérabilité vis-à-vis du climat des principales espèces forestières avec l'importance de la ressource sur la zone. Seules les espèces les plus représentées sont analysées. Ces zones sont utilisées pour définir des plantations utiles pour l'observation de leurs comportements et dessiner les chemins de migration assistée des espèces dans le futur.
  - Rédaction de protocoles pour la gestion de sites expérimentaux de tests de nouvelles espèces, afin d'anticiper et d'accompagner la migration des espèces, de tester de nouveaux matériels forestiers de reproduction, voire de nouvelles espèces. Le long terme forestier, demande à expérimenter aujourd'hui pour disposer de résultats dans les décennies à venir.
  - Mise en place d'une logistique d'approvisionnement en graines, afin de préparer l'alimentation des sites d'expérimentation.

En complément des outils mis au point dans le cadre des activités d'Aforce, les organismes membres ont mis au point d'autres outils complémentaires :

1 Membres du RMT Aforce : CNPF, AGPT, APCA, CA PDL, EPLEFPA des Vosges, EFF, LEGTPA de Meymac, FCBA, GCF, GIP Ecofor, IEFC, IGN, INRAE, METEO-France, ONF, SFCDC

2 <https://www.reseau-aforce.fr/n/publications-du-reseau/n:400>

3 <https://www.reseau-aforce.fr/n/biljou/n:3033>

- For-Eval (INRAE-ONF) : Application permettant de réaliser un diagnostic local du réservoir en eau utilisable des sols et de la sensibilité du sol d'une parcelle forestière à divers risques (tassement, érosion, sécheresse, perte de fertilité). Disponible gratuitement sur Google Play.
- BIOCLIMSOL (CNPFP) évalue la vulnérabilité au dépérissement dû au stress hydrique de quelques espèces pour une parcelle donnée suite à la description de la station forestière. L'application « FORECCAST by Bioclimsol » sera disponible mi 2021 sur tablette ou smartphone, et accessible après avoir suivi une formation.
- PRESTATION Nord-Ouest (CNPFP) permet de cartographier les facteurs stationnels face au changement climatique (pH, Carbone du sol, Réserve utile...). A partir de jeux de données issues des forêts du Centre et du Nord-Ouest de la France.
- Modèle de surmortalité forestière due au changement climatique (AgroParisTech, portail SILVAE<sup>4</sup>).
- Réseau REINFFORCE (Institut Européen de la Forêt Cultivée) permet de comparer le comportement de 38 essences sur un gradient climatique allant du nord de l'Angleterre au Portugal. Site web <sup>5</sup>

Ces outils sont à différents stades de maturité, disponibles, en phase de test, de finalisation, et sont et seront prochainement mis à disposition des gestionnaires, techniciens et ingénieurs forestiers, décideurs, afin de porter un diagnostic sur l'avenir des forêts dont ils ont la charge. Leur usage nécessite une certaine technicité et des formations seront mises au point par les experts avec l'appui de cellules en régions constituées de partenaires du réseau.

Les équipes membres du RMT Aforce s'associent pour encourager les acteurs forestiers à utiliser ces outils de diagnostic qui éclairent la réflexion et aident à la décision. Correctement mis en œuvre, ils devraient permettre d'éviter certaines erreurs du passé. Mais il y aura des échecs et il faudra savoir accepter de se tromper et parfois de prendre des risques : les incertitudes irréductibles sur le futur ne doivent pas paralyser l'action.

<sup>4</sup> <https://silvae.agroparistech.fr/home/>

<sup>5</sup> <http://www.iefc.net/newsite/sitereinfforce/>

## Quelques résultats nous amènent à proposer des recommandations concrètes

### *Climato-conditionnalité des aides au renouvellement, grâce au diagnostic pédo-climatique*

Les membres du réseau Aforce estiment qu'il faut dès maintenant privilégier les renouvellements de peuplements vulnérables par des peuplements « climato-compatibles ». Quelle que soit la technique de renouvellement choisie par le propriétaire, elle devrait être étayée par un diagnostic préalable du niveau de vulnérabilité du couple station et essences et des risques d'exposition actuels et à venir aux aléas. Le diagnostic stationnel devrait être l'action préalable à ce projet avec sondage pédologique et estimation de la réserve utile en eau du sol actuelle, à partir des guides des stations, puis estimation des évolutions futures et des essences compatibles grâce à des applications mobiles, ou des outils climatiques, pour les chantiers de renouvellement les plus importants.



Diagnostic de la vulnérabilité des essences en place et à venir, avant de choisir les espèces, provenances et l'itinéraire sylvicole, développer et faire connaître les boîtes à outils pour les gestionnaires, assurer des formations et une communication sur les outils existants ou en développement : For-éval, (sols), Bioclimsol (vulnérabilité), ClimEssences (base de données des espèces couplée à un modèle de compatibilité de climat moyen des essences), prestation NO (essences et stations, en intégrant les guides de stations et habitats existants), Biljou (essences, densité du couvert, eau) ...

*A l'échelle des grandes sylvoécotérraines*, les travaux en cours menés par Aforce (projets Esperense, ClimEssences, fiches de description des matériels forestiers de reproduction) permettent d'identifier les zones à enjeux des principales essences ainsi que leur vulnérabilité climatique...



ESPERENSE a identifié des zones à enjeux pour les 10 principales espèces forestières françaises en croisant l'enjeu économique (estimé à partir de la ressource actuelle de ces essences, les surfaces et qualité des arbres), et leur vulnérabilité climatique évaluée à partir d'un modèle d'évolution de la répartition des espèces à l'échelle des grandes sylvoécotérraines. Ce premier zonage permet de visualiser les enjeux prioritaires de vulnérabilité.

### *Autécologie et aires de répartition des espèces*

En fonction du diagnostic, une liste d'essences et de matériels forestiers de reproduction (MFR) a priori adaptés est proposée régulièrement. Il faudra tirer le meilleur parti des progrès récents dans la connaissance de l'écologie d'un grand nombre d'essences forestières en lien avec les facteurs climatiques limitants, tout en ne perdant pas de vue leur disponibilité chez les pépiniéristes. Cette liste sera à actualiser et à consolider grâce au retour des tests en gestion. Il sera nécessaire de garder en mémoire que d'autres facteurs biotiques de vulnérabilité existent (insectes défoliateurs, champignons pathogènes...) qu'il sera nécessaire de surveiller.



La mise à jour des fiches conseil d'utilisation des Matériels Forestiers de Reproduction (publiées sur le site du MAA) sont un matériau à promouvoir. Ces fiches, révisées régulièrement, orientent les reboiseurs vers le choix de provenances les plus recommandées par sylvoécotérrains.



Le site ClimEssences mettra à disposition une série d'aides pour le choix des essences (espèces forestières arborées) dans le contexte du changement climatique. Les fonctionnalités proposées permettent d'améliorer la connaissance des essences, de comprendre les évolutions du climat selon différents scénarios de changements climatiques, à l'échelle d'une région forestière, et d'outiller la réflexion sur le choix des essences en climat changeant.

La prise en compte des deux approches ClimEssences et Bioclimsol renforcera l'évaluation du risque pris par le décideur. Ces travaux se poursuivent avec une analyse des modèles forestiers dépendants du climat, ce qui permettra d'intégrer dans les outils d'aide à la décision les connaissances scientifiques les plus récentes.

### **Expérimentation en vraie grandeur**

Les membres d'Aforce soutiennent l'expérimentation qui permet de ré-évaluer l'autécologie des espèces, leurs méthodes d'installation et leurs gestions. L'expérimentation couplée à la modélisation resteront des méthodes à privilégier pour fournir les conseils les plus adaptés sur le temps long de la forêt.



ESPERENSE propose des protocoles d'expérimentation de nouveaux matériels forestiers de reproduction et essences, arboretums, îlots d'avenir, ainsi que la mise en place des informations nécessaires à la gestion des stocks de graines disponibles, aux méthodes de production de plants, ainsi que la logistique d'approvisionnement.

Les différentes initiatives d'expérimentations forestières ont vocation à intégrer l'Infrastructure de Recherche IN-SYLVA, infrastructure permettant de regrouper les réseaux et les fédérer pour en améliorer l'analyse.

### **Gestion des crises sanitaires**

La formation à la gestion de crise doit être développée dès maintenant dans les organisations professionnelles afin de professionnaliser leurs compétences et de diffuser les bonnes pratiques.



Le guide de gestion des crises sanitaires décrit le mode d'organisation des partenaires forestiers pour renforcer leur cohérence et leur efficacité. Il s'appuie sur l'expérience de 6 crises actuelles et le retour d'expérience de 6 crises passées.

## Ouvrir la gamme des sylvicultures

Les techniques de renouvellement devraient prendre en compte trois facteurs majeurs : le bilan hydrique, la qualité des sols, ainsi que l'objectif et la capacité d'investissement du propriétaire forestier (financier, temps, technicité). Le découpage des unités de gestion devrait également refaire l'objet d'une réflexion préalable pour mieux l'adapter à la diversité du territoire forestier et paysager avec un objectif assumé de forêt mosaïque, en méthodes de renouvellement, traitements sylvicoles, composition...

La mise en pleine lumière et en pleine chaleur des jeunes plants issus de régénération naturelle ou plantation entraîne parfois des échecs. Il est donc nécessaire de tester de nouvelles méthodes de renouvellement qui limitent l'ouverture des peuplements laissant un abri pour les futurs arbres les protégeant d'un stress hydrique.

Par ailleurs, il faudrait tester si en ouvrant la gamme des densités de plantation, les enrichissements en faible densité dans le recru permettraient d'éviter les stress hydriques et coups de soleil et faciliteraient certains renouvellements.

Les enrichissements par plantation en trouée dans une gestion en futaie irrégulière pourraient être un autre moyen d'introduire de nouvelles essences ou de provenances et d'engager une migration assistée progressive.



Le guide « Le bilan hydrique des peuplements forestiers » explique l'impact de la sylviculture sur la gestion de l'eau dans les peuplements et l'utilité de l'ambiance forestière pour les jeunes plants. A l'échelle parcellaire, l'application BILJOU permet d'évaluer l'évolution de son bilan hydrique.

**Eviter les perturbations du sol** sur de grandes surfaces et trop en profondeur. Si un travail du sol est nécessaire, préférer le travail localisé avec des engins à faible portance, pour deux raisons : éviter le tassement pour une meilleure alimentation en eau, réduire la perturbation des horizons pour conserver le carbone dans le sol, qui améliore la réserve en eau du sol.

Sur le thème des sols, des recommandations sont disponibles dans les guides Pratic'sol<sup>6</sup> et Gerboise<sup>7</sup> pour éviter le tassement, les exportations minérales, et préserver la biodiversité et la fertilité des sols...ou grâce à l'Application For-Eval de diagnostic des sols.

<sup>6</sup> <https://www.onf.fr/produits-services/+/192::praticols-guide-sur-praticabilite-des-parcelles-forestieres.html>

<sup>7</sup> <http://www.gip-ecofor.org/gerboise/index.php?sujet=1>

En 2021, le RMT Aforce publiera le recueil des réponses aux « 10 questions-clés sur la forêt et le changement climatique » demandées par le MAA, rédigées par un collège d'experts des organismes forestiers (recherche, développement, gestion, enseignement...). Une expertise collective abordera également la question des impacts sur la biodiversité et diverses fonctions écologiques du renouvellement après coupe dans le contexte d'adaptation au changement climatique. Enfin, une analyse comparative des modèles de simulation de la dynamique forestière dépendants du climat, accompagnée d'études de cas, va commencer.

**En résumé, le RMT Aforce propose des étapes clés de renouvellement pour des peuplements climato-compatibles.**

1. Prioriser le renouvellement des peuplements dans les territoires croisant enjeux climatiques et enjeux économiques.
2. Réaliser le diagnostic pédo-climatique des parcelles à renouveler au moyen des outils d'aide à la décision pour déterminer le choix des essences de renouvellement compatibles avec le futur climatique.
3. Limiter le stress hydrique lors du renouvellement.
4. Eviter de perturber le sol en plein et en profondeur en préférant le travail localisé avec des engins adaptés aux conditions pédologiques lors du renouvellement comme lors des récoltes.
5. Diversifier les essences, les provenances et les modes de gestion pour augmenter la biodiversité et la résilience des forêts face au changement climatique et obtenir des forêts mosaïques et biodiverses.

Le RMT Aforce est composé de 16 organismes :



Le 27 novembre 2020

Pour les membres du RMT Aforce, le coordinateur

Olivier PICARD,

Directeur Recherche-Développement et Europe au Centre National de la Propriété Forestière.