

Le cèdre en France face au changement climatique : un projet pour un bilan et un transfert des connaissances

F. Courbet, M. Lagacherie, P. Marty, J. Ladier, C. Ripert, L. Amandier, E. Paillassa, J. Guillemot

Quelles sont les connaissances actuelles sur les capacités du cèdre à résister au changement climatique ? Peut-on installer le cèdre sans risque hors région méditerranéenne et quelle sylviculture lui appliquer ? Une plaquette de recommandations synthétisera les connaissances et les retours d'expériences.

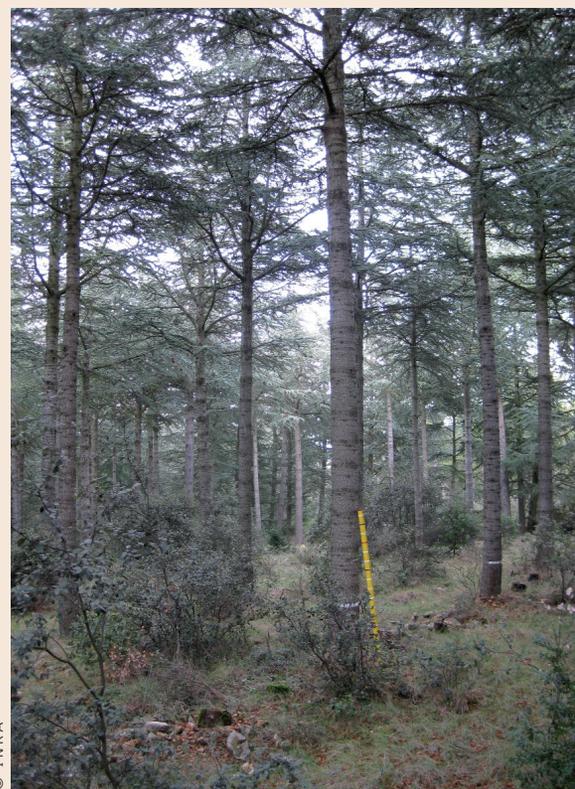
Le changement climatique modifiera radicalement les conditions de croissance des arbres forestiers. Les épisodes de sécheresse tels que celui lié à la canicule de 2003 risquent fort de se multiplier. Or, celle-ci a révélé la sensibilité d'un certain nombre d'espèces résineuses importantes comme le sapin pectiné, l'épicéa commun ou même le pin sylvestre. Le cèdre est réputé tolérer un certain niveau de sécheresse. Il est doté d'une bonne croissance, et peut donner des produits de qualité. Dans ce contexte, il est donc souvent cité comme candidat majeur à la substitution de ces espèces plus sensibles que lui. Cet engouement est-il justifié ? Que peut-on dire sur les capacités du cèdre à relever le défi du changement climatique ? Peut-on installer le cèdre sans risque en dehors de la région méditerranéenne où il a fait ses preuves ? Quelle stratégie adopter pour les futurs peuplements mais aussi pour les peuplements existants ?

Les modèles climatiques prédisent une évolution rapide et forte du climat en quelques décennies, soit la durée de vie d'un peuplement. Le cèdre est-il

assez plastique pour supporter en fin de révolution des conditions très différentes de celles de son installation ? Après 2003, des dépérissements ont été constatés sur les cèdres des arboretums au nord de la Loire à Amance (54) et aux Barres (45) jusqu'alors considérés comme bien adaptés à leur milieu d'accueil. Dans son aire d'origine, le cèdre peut aussi être menacé. Ainsi, une sécheresse récente a causé des dépérissements importants dans les cédraies algériennes les plus méridionales des Aurès et du Maroc. Y a-t-il lieu de s'inquiéter pour les nombreux peuplements de la région méditerranéenne française qui risquent d'être eux aussi très exposés ? Quelle sylviculture leur appliquer ?

Objectifs du projet

Pour avancer sur ces questions, le projet « Installation et conduite des peuplements de cèdre face au changement climatique » a été soumis à l'appel d'offres 2010 du réseau Aforce et accepté. L'expérience des réussites et des échecs et l'analyse de leurs causes possibles sont des éléments précieux d'aide aux praticiens, qui doivent cependant être présentés sous une

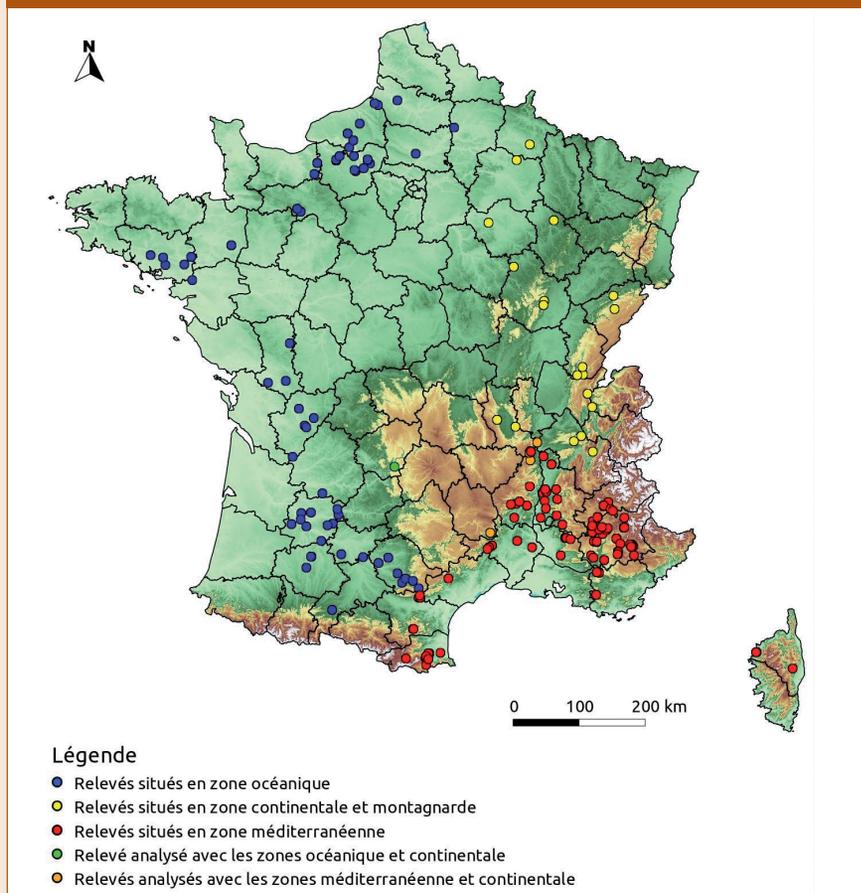


© INRA

Figure 1 : expérimentation sylvicole dans un peuplement de cèdre de 43 ans. Modalité : 400 tiges à l'hectare élaguées à 6 m. Le diamètre moyen est de 30 cm.

forme synthétique et accessible. Le projet doit rassembler les connaissances disponibles, destinées à aider les gestionnaires dans leur décision d'installer ou non du cèdre. Focalisé sur le cèdre de l'Atlas qui constitue la quasi

Figure 2 : localisation des 196 peuplements de cèdre de l'enquête



2. Un transfert de connaissances et de résultats de la recherche vers les praticiens

Le projet comprend deux volets :

- le volet « recherche » est centré sur la sylviculture, seul facteur sur lequel le praticien peut jouer pour rendre les peuplements déjà en place moins sensibles au risque climatique ;

- le volet « développement » rassemble et synthétise le plus largement possible les connaissances disponibles sur l'autécologie du cèdre en utilisant deux sources :

- la bibliographie sur les conditions d'existence du cèdre et les grands facteurs du milieu qui influencent sa productivité dans son aire d'origine et en France,

- des données sur les peuplements français existants, non publiées mais objectives, recueillies par une large enquête auprès des organismes de gestion et développement de la forêt publique et privée.

3. Le développement d'un outil opérationnel d'aide à la décision, synthétique et pratique, pour anticiper le changement climatique

S'appuyant sur les connaissances disponibles dans la bibliographie et sur les réponses à l'enquête, une plaquette regroupera les informations et les recommandations permettant d'éviter les erreurs et de minimiser les risques.

L'analyse de données issues de dispositifs expérimentaux de sylviculture

Pour déterminer dans quelle mesure la sensibilité du cèdre au climat dépend de la sylviculture, les données de deux dispositifs expérimentaux, comparant des itinéraires sylvicoles contrôlés et très contrastés, sont analysées (Tableau 1, page 43).



Fig. 3 : reboisement en cèdre sur le versant sud du Mont Ventoux, sur calcaire à silice.

totalité des cédraies françaises, il propose d'appliquer aux peuplements existants et à venir les itinéraires techniques les plus adaptés pour minimiser les risques.

Ce projet a été construit selon les trois principes du réseau Aforce :

1. Une association de partenaires forestiers issus de la recherche et du développement

Le projet initialement prévu pour 18 mois a été étendu sur 24 mois, jusqu'au 30 juin 2012. Il rassemble des acteurs de la recherche (Inra, IRSTEA ex. Cemagref) et du développement (plusieurs CRPF, ONF, CNPF-IDF) ayant une bonne connaissance du cèdre de l'Atlas, de son autécologie, des techniques de reboisement et de sylviculture dans les régions où il est le plus présent (Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon).

Tableau 1 : caractéristiques des deux dispositifs expérimentaux étudiés

Commune - Situation Altitude - Âge fin 2010	SAULT (84) - Ventoux versant sud 1 150 m - 46 ans				Valliguières (30) - Garrigues du Gard plateau 250 m - 43 ans			
Traitements	4 intensités d'éclaircie (4 placettes)				4 intensités d'éclaircie x 4 intensités d'élagages (16 placettes)			
Éclaircies	témoin	éclaircie faible	éclaircie moyenne	éclaircie forte	témoin	éclaircie faible	éclaircie moyenne	éclaircie forte
Densité de plantation	2700/ha	2700/ha	2700/ha	2700/ha	1200/ha	1200/ha	1200/ha	1200/ha
Densité après la 1 ^{re} éclaircie	2700/ha	1800/ha	1200/ha	550/ha	1200/ha	800/ha	600/ha	400/ha
Densité après la 2 ^e éclaircie	2700/ha	1200/ha	550/ha	250/ha	sans			
Élagages	sans				témoin	élagage faible	élagage moyen	élagage fort
1 ^{er} élagage	sans				sans	400/ha à 2 m	tous à 2 m	tous à 2 m + 400/ha à 4 m
2 ^e élagage	sans				sans	sans	400/ha à 4 m	400/ha à 6 m
Données disponibles	inventaire en plein annuel + suivi sanitaire pendant 20 ans				inventaire en plein + suivi sanitaire annuels pendant 10 ans puis tous les 4 ans			

Ces données récentes intègrent la canicule de 2003. Le premier dispositif, situé au mont Ventoux, bénéficie de données annuelles d'accroissement sur la période 1989-2010. On tentera de faire la part respective du climat, de la sylviculture et de leur interaction sur la croissance en surface terrière. Le second dispositif, moins arrosé, combine intensités d'éclaircie et d'élagage (Figure 1). Les cèdres y manifestent des symptômes alarmants et récurrents liés à la sécheresse (écoulements de résine) dont on analysera la fréquence en fonction de la sylviculture pratiquée. Les résultats seront interprétés en terme d'influence des facteurs sylvicoles sur le bilan hydrique des arbres et du peuplement. Ils déboucheront sur des préconisations de conduite des peuplements.

Une enquête pour rassembler l'information de terrain

L'introduction du cèdre s'est étendue depuis quelques décennies aux départements non méditerranéens. Des essais et des placettes de suivi et d'observation ont été installés par les organismes de recherche, de développement et de gestion afin de préciser l'intérêt de l'essence avec parfois des premières synthèses locales, notamment en Midi-Pyrénées, Dordogne, Lot-et-Garonne, et Bretagne (voir références bibliographi-

ques). Une enquête nationale a permis de rassembler l'information disponible, utile pour les régions où les conditions d'adaptation du cèdre restent à préciser.

Compte tenu des moyens limités du projet, il n'a pas été possible de mobiliser un technicien pour retourner sur le terrain et effectuer les nouvelles observations qui auraient permis d'obtenir une meilleure vision globale et d'homogénéiser les relevés en s'affranchissant de l'effet « descripteur ». Les équipes techniques de l'Inra, de l'IRSTEA, de l'ONF, des CRPF et du CNPF-IDF ont été sollicitées pour compléter un questionnaire à partir des informations présentes dans leurs dossiers. Tout peuplement de taille significative (5 à 10 ares minimum), à cèdre majoritaire (> 50 % du couvert), présent dans l'étage dominant et d'âge supérieur à 10 ans, était éligible. Les renseignements demandés étaient relatifs à la localisation du site, la description de la station et du peuplement et de son historique. Le formulaire, compact et rapide à remplir laissait la place à une libre expression sur l'analyse des causes possibles des échecs⁽¹⁾ ou des réussites. Un certain nombre de relevés proviennent d'une enquête menée par l'IDF en 2006 qui concernait surtout des références du pôle expérimentation forêt privée française (PEFPF).

L'enquête a été transmise en début d'année 2011 et 196 formulaires ont été reçus. Parmi eux, moins de 100 disposent d'informations suffisamment précises pour permettre une prise en compte complète de leurs résultats, et la synthèse ne sera donc que partielle pour certains facteurs.

La répartition géographique de ces essais témoigne de l'intérêt suscité par l'essence et de ses perspectives de développement, même si les sites suivis n'ont pas tous des résultats prometteurs (Figure 2, p. 42). 42 départements sont représentés. 62 % des relevés sont situés en forêt privée. Pour l'analyse, les peuplements ont été groupés par grande zone climatique : océanique (69), continentale et montagnarde (21), méditerranéenne (106).

Les données climatiques correspondant à chaque site géoréférencé proviennent surtout d'interpolations du modèle Aurelhy de Météo-France. À partir des modèles de croissance en hauteur dominante établis par l'IRSTEA et l'Inra en zone méditerranéenne française⁽²⁾ un indice de fertilité a pu être calculé pour 70 % des relevés. Cet indice a ici surtout une valeur relative, permettant de comparer les performances des peuplements d'âges différents.



© INRA

Figure 4 : peuplement de cèdre sur schistes, dans le Morbihan, suivi par le CRPF de Bretagne. Densité 1600 tiges/ha. Âge : 18 ans. Hauteur dominante : 12 m. Diamètre moyen : 19 cm.

Présentation de la plaquette

Le travail réalisé devrait permettre de faire un bilan des introductions et d'en savoir plus sur les potentialités du cèdre. La plaquette, d'une douzaine de pages, contiendra :

- des éléments sur l'**intérêt du cèdre dans le cadre du changement climatique** ;

- des **recommandations en matière d'installation et de gestion des peuplements de cèdre** en insistant sur les spécificités liées à cette essence, issues de la bibliographie ou révélées par l'enquête et l'analyse des données des dispositifs sylvicoles expérimentaux. On abordera les exigences et tolérances climatiques et édaphiques en hiérarchisant les facteurs. Une carte proposera une zone potentielle d'introduction sur la base d'un climat favorable et d'un nombre suffisant de références probantes. Il sera difficile de proposer une évolution spatiale et temporelle de cette zone, car si la réalité du changement climatique ne fait plus de doute, on ne sait pas quantifier aujourd'hui précisément son importance, sa rapidité ni son incidence pour chacun des facteurs clés pour le

cèdre (température minimale absolue, nombre de jours de gelées tardives et précoces, pluviométrie, hygrométrie de l'air,...). Il faudra en particulier veiller à ne pas l'implanter trop vite dans des régions où le climat risque de ne pas lui convenir avant plusieurs décennies.

- des **indications et des éléments de choix sylvicoles** qui, outre les objectifs de production en quantité et en qualité, doivent intégrer le risque de sécheresse. Le choix d'une sylviculture est le résultat d'un compromis entre des objectifs variables et des contraintes locales. Une sylviculture dynamique, faite d'éclaircies précoces et intensives, permet de raccourcir les révolutions et d'augmenter ainsi la probabilité d'éviter l'accident climatique. Elle est censée améliorer la disponibilité en eau en répartissant la ressource sur moins d'individus. Mais l'eau ainsi économisée ne bénéficie pas totalement au peuplement restant. Le bilan hydrique doit aussi intégrer l'augmentation de l'évaporation du sol consécutif à l'éclaircie et le surplus d'évapotranspiration des végétaux, dû au développement du houppier des

arbres restant et au recru arbustif et herbacé éventuel. Une récolte précoce a l'inconvénient de diminuer la proportion de bois de cœur duraminisé dont le caractère imputrescible est une qualité majeure du bois de cèdre. Chaque gestionnaire peut avoir ses propres objectifs et contraintes. Nous avons donc décidé de fournir des critères d'aide au choix d'itinéraires techniques, plutôt que de simuler et quantifier précisément les effets d'un modèle de sylviculture qu'il ne nous appartient pas de fixer arbitrairement à la place du gestionnaire. De plus, beaucoup d'incertitudes pèsent sur la croissance future des jeunes peuplements, en particulier ceux de la zone tempérée où le modèle existant, établi pour le midi méditerranéen, doit être testé et validé.

- des **gammas de coûts et de prix** sur les postes des itinéraires techniques où le cèdre pourrait se distinguer des autres espèces, pour comparer leur bilan économique (prix des plants, de préparation du sol, de vente du bois...) ;

- des **indications sur les risques sanitaires**.

La plaquette, tirée en 2 000 exemplaires, sera diffusée aux organismes de gestion et de développement ainsi qu'à ceux chargés d'élaborer et de mettre en place la politique forestière aux niveaux national, régional et départemental.

Premiers résultats

Malgré des réponses souvent lacunaires ou imprécises, l'enquête a permis de préciser et de confirmer un certain nombre de connaissances sur l'autécologie du cèdre. Même si la jeunesse de la plupart des peuplements ne donne pas un recul suffisant, les relevés effectués montrent qu'il est possible de l'installer hors région méditerranéenne. Les zones qui semblent les plus favorables sont celles

dont le climat reste sous influence méridionale : axe rhodanien, Sud-ouest, bordures sud et ouest du Massif central jusqu'en région Poitou-Charentes. Dans d'autres régions, des essais peu nombreux et récents ne permettent pas encore de trancher (Limousin, Franche-Comté, Pays de la Loire, Bretagne, Normandie). Connu pour être bien adapté à l'étage du chêne pubescent en région méditerranéenne, l'aire potentielle d'introduction du cèdre pourrait correspondre, en première approximation, à l'aire de cette espèce. Toutefois, il semble plus sujet aux champignons pathogènes comme l'armillaire et le fomès en climat humide. L'autre limitation est liée à l'influence continentale et surtout montagnarde sous l'effet du froid. Les productivités sont en moyenne plus élevées en zone tempérée qu'en région méditerranéenne, du fait d'une pluviométrie plus importante et de sols plus fertiles et profonds. Partout, les meilleurs résultats sont obtenus sur roche-mère acide. L'enquête confirme que le cèdre craint beaucoup les sols hydromorphes, plus représentés dans la moitié nord. Le cèdre n'apprécie pas les textures trop dominées par l'argile ou le sable comme les sols filtrants sur arène granitique, à moins qu'ils soient profonds.

L'analyse des résultats des dispositifs expérimentaux de sylviculture a permis de montrer que l'élagage précoce de branches vertes, réalisé sur une partie importante du houppier, permettait de limiter fortement les écoulements de résine attribués à la sécheresse, particulièrement lorsqu'il est couplé aux modalités les plus fortement éclaircies. L'influence de la seule éclaircie sur ces symptômes est moins évidente. Elle aurait un effet positif sur la relation entre croissance en surface terrière et climat contraignant. Mais cet effet est fugace et significatif uni-

quement dans le cas des éclaircies très fortes et précoces.

Conclusion

Ce travail doit mettre à disposition des gestionnaires forestiers et des décideurs, l'information existante, jusqu'à dispersée, pour éviter les échecs et minimiser les risques dans l'installation et la conduite des peuplements de cèdre. Cette synthèse, soucieuse de tenir compte des résultats les plus récents, sera disponible sous une forme condensée. Ce projet est aussi l'occasion d'identifier les lacunes à combler dans les connaissances nécessaires aux gestionnaires et aux pouvoirs publics pour définir leur tactique ou stratégie. Ainsi, la variabilité génétique au sein de l'aire d'origine n'a pas été testée en dehors de la région méditerranéenne française. Faute de références suffisantes ou du fait d'informations parfois contradictoires, le comportement du cèdre dans certaines situations (climat humide, froid intense, gelées précoces et tardives, sol sur granite,...) n'est pas encore connu avec précision. Face à l'incertitude, même si le bilan effectué permet de progresser dans la compréhension du comportement du cèdre face aux contraintes du changement climatique, il restera encore beaucoup à apprendre pour répondre aux besoins. ■

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les personnes et les organismes qui ont répondu à l'enquête, le réseau Aforce ainsi que le DRAAF Languedoc-Roussillon pour leur soutien financier, Marianne Correard et Didier Betored pour la réalisation de la carte.

* François Courbet, Inra, Unité Écologie des forêts méditerranéennes. Domaine St Paul - Site Agroparc - 84914 Avignon Cedex 9.
- Michèle Lagacherie, Pauline Marty, CRPF Languedoc Roussillon.
378 rue de la Galéra - Parc Euromédecine.
BP 4228. 34097 Montpellier Cedex 5.
- Jean Ladier, ONF, Département Recherche et

Développement. 1175, chemin du Lavarin.
84000 Avignon.

- Christian Ripert, IRSTEA (ex Cemagref), Unité de Recherches Écosystèmes méditerranéens et risques. 3275 route de Cézanne CS - 40061 13182 - Aix-en-Provence Cedex 5.

- Louis Amandier, CRPF Provence-Alpes-Côte d'Azur. 7 impasse Ricard Digne - 13004 Marseille.

- Éric Paillassa, CNPF-IDF, 6 Parvis des Chartrons - 33075 Bordeaux Cedex.

- Joannès Guillemot - Université Paris Sud 11. Laboratoire Écologie, Systématique, Evolution (UMR 8079). Bâtiment 362. 91405 Orsay Cedex.

1) Il est plus difficile de garder la mémoire des échecs qui, le plus souvent, ne laissent pas de trace mais sont tout autant riches d'enseignements que les réussites, pour peu qu'on ait les éléments permettant d'en identifier les causes.

2) La zone de validité du modèle comprend les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc Roussillon et les départements de la Drôme et de l'Ardèche. Son utilisation sur le reste du territoire nécessite donc beaucoup de prudence. De plus, la majorité des peuplements ayant servi à construire le modèle n'ont pas connu les mêmes conditions de croissance que les peuplements plus récents.

Bibliographie

■ **Climat propice pour le cèdre. 2007.** Dossier coordonné par Ph. Riou-Nivert. Forêt-entreprise n° 174 (3) p. 11-59.

■ **Hainry D., Colombet M. 2009.** Bilan des introductions et perspectives d'utilisation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) en Bretagne. CRPF Bretagne. 10 p.

■ **Lefèvre J., Carmelle J., Mirlyaz W. 2010.** Étude sur le potentiel du cèdre de l'Atlas dans le massif Dordogne-Garonne. CRPF Aquitaine. 16 p.

Résumé

Résistant à la sécheresse, doté d'une bonne croissance et d'une bonne valeur économique, le cèdre apparaît comme un recours intéressant face au réchauffement climatique. Ce projet vise à profiter de l'expérience acquise en région méditerranéenne, tirer les enseignements des essais d'installation dans le nord de la France et analyser les données récentes de dispositifs expérimentaux de sylviculture, pour conseiller les praticiens dans l'installation et la conduite des peuplements de cèdres. Les connaissances sont synthétisées et mises à disposition des gestionnaires forestiers sous forme d'une plaquette d'information et de recommandations.

Mots-clés : cèdre, autécologie, climat, sylviculture.