

Les derniers résultats des placettes de cèdre de Nouvelle-Aquitaine

Le cèdre de l'Atlas occupe un peu plus de 3 500 ha en Nouvelle-Aquitaine où 94 placettes sont suivies par le CNPF. Elles attestent d'une bonne adaptation de cette essence dans cette région et permettent peu à peu de dévoiler les différents secrets de ce géant des forêts, de plus en plus préconisé dans les plantations.

Julie Pargade, Ingénieure à la délégation Nouvelle-Aquitaine du CNPF

Arbre sacré pour les égyptiens, les grecs et les romains, le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) est un symbole d'éternité. Essence majestueuse, au bois dur, imputrescible et odorant, il est connu pour sa résine qui était utilisée pour embaumer les momies et éloigner les insectes. En France, réputé peu exigeant et résistant aux sécheresses, il est de plus en plus préconisé dans les plantations pour son adaptation au changement climatique.

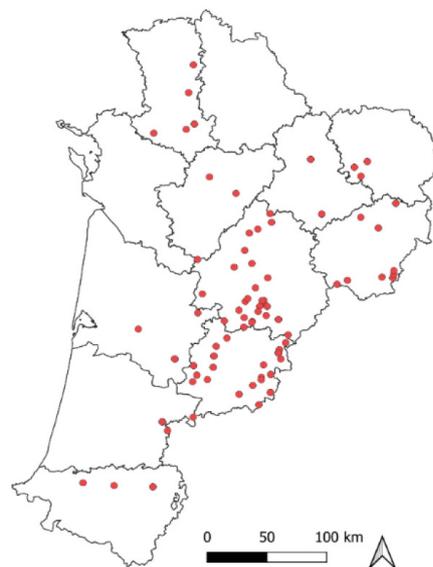
Le cèdre de l'Atlas est originaire des **montagnes d'Afrique du Nord** (Maroc et Algérie). Il a été identifié en 1826 par Webb (botaniste britannique) dans le Rif marocain. En Algérie, près des trois quarts des surfaces occupées historiquement par le cèdre ont disparu du fait de facteurs climatiques (sécheresse) et anthropiques (coupes, incendies, surexploitation). Aujourd'hui le cèdre de l'Atlas est considéré à l'échelle mondiale comme « en danger » et figure sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN).

Le premier cèdre planté en France est un cèdre du Liban introduit par Bernard de Jussieu à Paris au jardin des Plantes en 1734. Les cèdres (du Liban ou de l'Atlas) ont été assez largement plantés en France à partir de 1839 par le pépiniériste Sénéclauze, en premier lieu dans les parcs et jardins. À partir du **milieu du XIX^e siècle**, le cèdre a également été utilisé pour **reboiser des forêts sinistrées** et participer à la **restauration des terrains de montagne** en zone méditerranéenne en retenant alors le cèdre de l'Atlas. Actuellement ce dernier occupe environ 20 000 ha en France, dont 3 500 en Nouvelle-Aquitaine. Dans le Sud-Ouest, il apparaît sur le plateau de Millevaches (Corrèze

Le réseau de placettes « cèdre de l'Atlas » en Nouvelle-Aquitaine

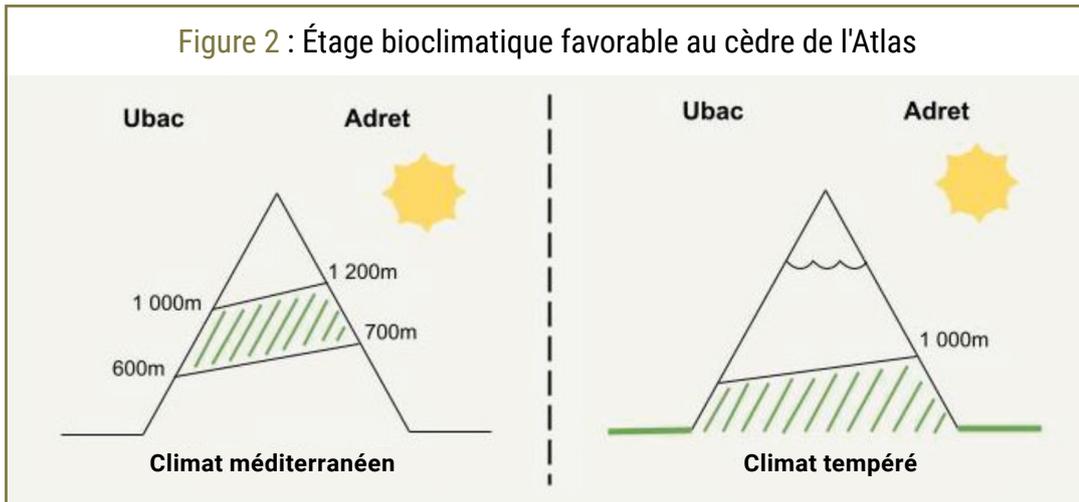
- 94 placettes suivies (fig. 1)
- Peuplements âgés de 1 à 45 ans
- Stations variées
- Thèmes étudiés : installation, provenances, sylviculture, mélange, changement climatique

Figure 1 : Localisation des placettes expérimentales sur le cèdre de l'Atlas en Nouvelle-Aquitaine.



Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

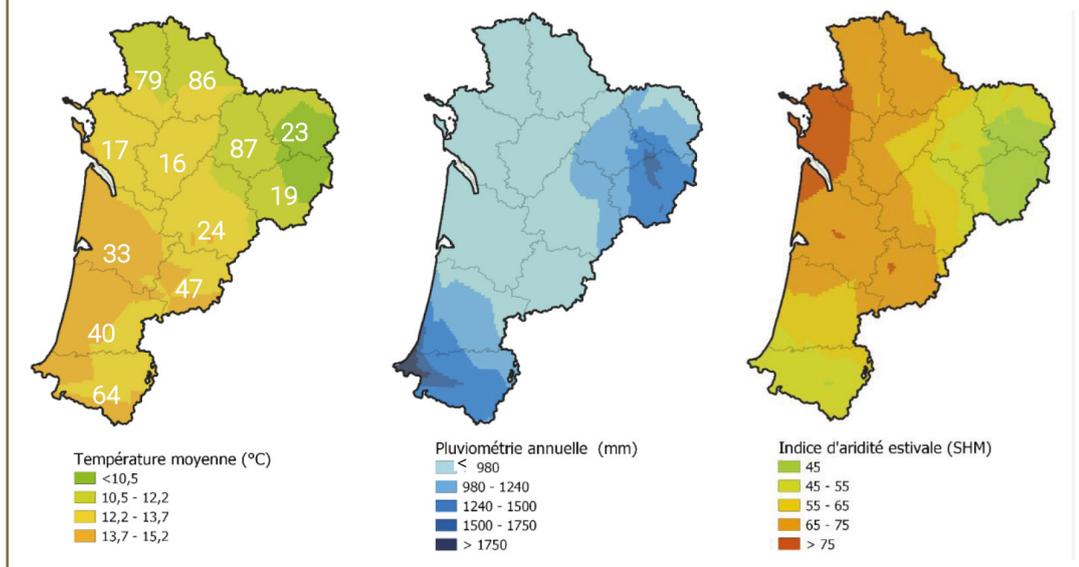
Figure 2 : Étage bioclimatique favorable au cèdre de l'Atlas



Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

Figure 3 : Le Climat en Nouvelle-Aquitaine : température moyenne, pluviométrie annuelle et indice d'aridité estivale

(Summer HeatMoisture—construit à partir des précipitations de mai à septembre et la température du mois le plus chaud de l'année). Données issues de Climate-DT (moyennes sur la période 1993-2023). Interpolation réalisée à partir de 150 points vec la méthode TIN (Triangulation de Delaunay).



Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

et Creuse) dès 1840 sur de petites surfaces où il est planté suite à la colonisation de l'Algérie. Aujourd'hui, il est surtout présent dans le Lot-et-Garonne, en Dordogne et en Poitou-Charentes. Le CNPF de Nouvelle-Aquitaine a souhaité faire le point sur cette essence que nous connaissons peu en France. Il s'est appuyé sur son réseau de placettes expérimentales pour préciser certaines informations sur le cèdre et sur sa sylviculture¹. Une synthèse a ensuite été rédigée sous forme d'une brochure téléchargeable en libre accès sur le site internet du CNPF Nouvelle-Aquitaine².

Une espèce montagnarde

Le cèdre de l'Atlas est une essence **montagnarde**. En milieu méditerranéen, il est quasiment exclu

en dessous de 400 m d'altitude, avec des variations selon les versants et les compensations sol-topographie dont il peut bénéficier. En milieu atlantique tempéré, on observe un abaissement des limites altitudinales favorables avec des **introductions envisageables en zones de plaine** et de moyenne montagne (Figure 2).

Une essence supra méditerranéenne

D'après les données bibliographiques analysées dans le cadre de cette étude, l'optimum climatique du cèdre de l'Atlas se situe dans l'étage supra méditerranéen où il occupe une niche climatique proche du chêne pubescent. Il a souvent été installé sur des sols calcaires superficiels très contraignants alors qu'il peut

¹ L'analyse de ces dispositifs et la synthèse des différentes données collectées ont été réalisées par Fany Bailou et Julie Pargade dans le cadre du projet SPNA diff financé par la Région en 2023.

² <https://nouvelle-aquitaine.cnpf.fr>, rubrique guide, brochure, plaquette et mémentos

montrer d'excellents résultats dans un contexte plus favorable. Sa productivité potentielle varie de **5 à 13 m³/ha/an** pour des peuplements de 2 à 18 ans dans le quart Sud-Est. Par ailleurs, son installation plus récente en zone tempérée permet de constater que l'essence a, en moyenne, une meilleure croissance qu'en zone méditerranéenne. Elle présente d'abord une **croissance initiale faible** (temps d'ancrage en profondeur des racines) puis, dans un second temps, un développement aérien soutenu. Elle peut atteindre 40 mètres de hauteur sur de bonnes stations. Nous avons testé plusieurs facteurs climatiques (figure 3) pouvant expliquer les différences de croissance constatées entre nos placettes expérimentales ; c'est la température moyenne annuelle qui a le plus d'impact. Ainsi l'analyse confirme que **le climat de Nouvelle-Aquitaine est actuellement favorable** à la croissance du cèdre de l'Atlas. C'est lié à la pluviométrie et à sa répartition annuelle mais également aux températures. Concernant la pluviométrie, c'est une question d'équilibre. En effet, il se pourrait que l'espèce n'apprécie pas les contextes au climat trop humide (ou à brouillards trop fréquents) ou trop sec. Bien qu'elle soit résistante au manque d'eau, sa **vigueur est impactée par la sécheresse** au-delà de certains seuils (figure 4). Dans son aire d'origine et dans le sud-est de la France, on observe notamment des dessèchements de la cime

voire des dépérissements en cas de fortes sécheresses répétées. Il semble également que le cèdre soit **sensible aux fortes variations journalières de températures** génératrices de nécroses cambiales. Enfin, il craint les gels tardifs.

Favorisé par les sols profonds ou bien fissurés

Le cèdre de l'Atlas peut s'établir sur une grande variété de sols (profondeur, texture, pH...). Son optimum se situe sur les sols profonds, drainants et aérés. Il n'apprécie pas l'hydromorphie superficielle (hydromorphie marquée à moins de 40 cm de profondeur), les sols compacts, le calcaire actif à faible profondeur et les sols carencés en bore (sur schiste et granite).

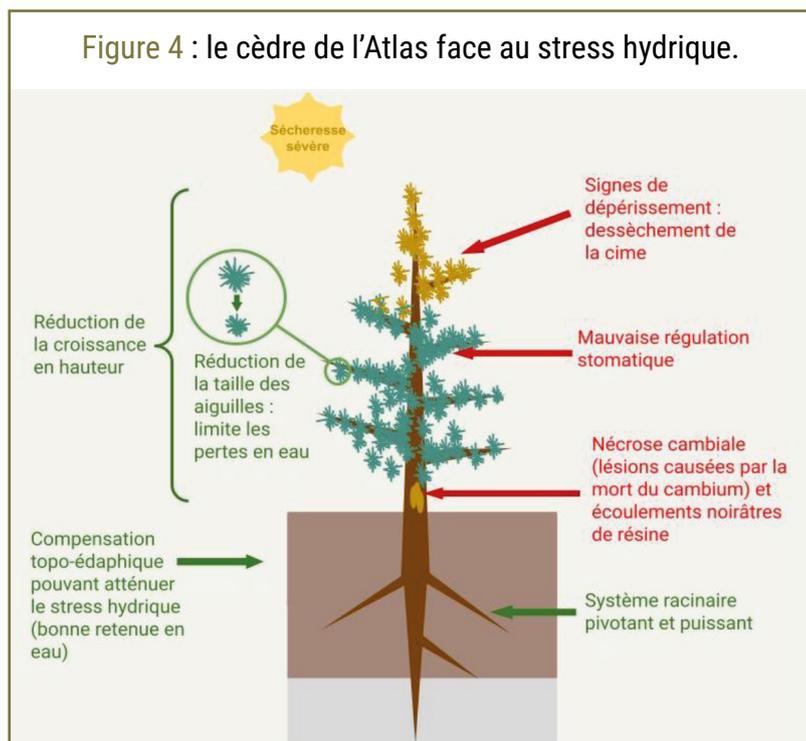
Sur les placettes suivies, les textures les plus favorables sont **limono-sableuses** ou **limoneuses** avec un effet significatif sur la croissance en circonférence et en hauteur. Cette dernière est nettement plus faible sur argile. Le cèdre tolère les sols peu profonds à condition que les racines puissent se frayer un chemin dans la roche mère (fissurations et diaclases). Cet élément est primordial car la résistance à la sécheresse de l'espèce réside dans cette capacité à infiltrer profondément les roches.

Le cèdre est peu sensible au pH du sol. L'analyse de nos placettes indique que les meilleures performances de croissance sont observées dans les gammes de **pH de 5 à 5.5**. Il faut éviter son installation sur sols podzoliques au pH très bas (4) ainsi que sur les sols au pH très élevé (> 6.5) où le calcaire actif, souvent présent à faible profondeur, a un effet défavorable sur la croissance.

Résultats obtenus en Nouvelle-Aquitaine

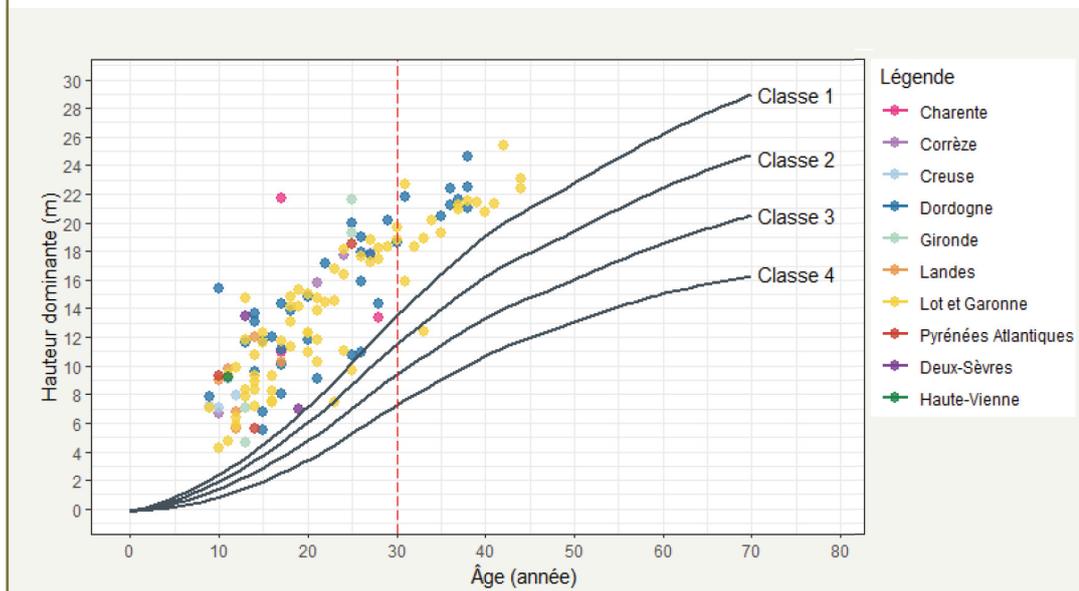
La figure 5 atteste d'une bonne acclimatation du cèdre de l'Atlas en Nouvelle-Aquitaine. Lorsque l'on compare les hauteurs dominantes de notre réseau expérimental avec les classes de fertilité établies pour le sud de la France, les valeurs calculées sont majoritairement situées au-delà de la meilleure classe de fertilité (classe 1). Toutefois, les peuplements présents en Nouvelle-Aquitaine sont jeunes (la plupart ont moins de 40 ans) et les classes de fertilité restent très approximatives en dessous de 25 ans. Des problèmes de croissance et de dépérissement pourraient éventuellement apparaître sur des peuplements plus âgés, comme on le constate aujourd'hui dans le sud-est de la France.

Figure 4 : le cèdre de l'Atlas face au stress hydrique.



Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

Figure 5 : Hauteurs dominantes des placettes expérimentales de Nouvelle-Aquitaine comparées aux classes de fertilité du sud-est de la France Aquitaine (un point = une placette à un âge donné) avec le modèle de croissance en hauteur dominante établi par analyse de tiges pour les Alpes du Sud (Dreyfus et Sardin (2021)).



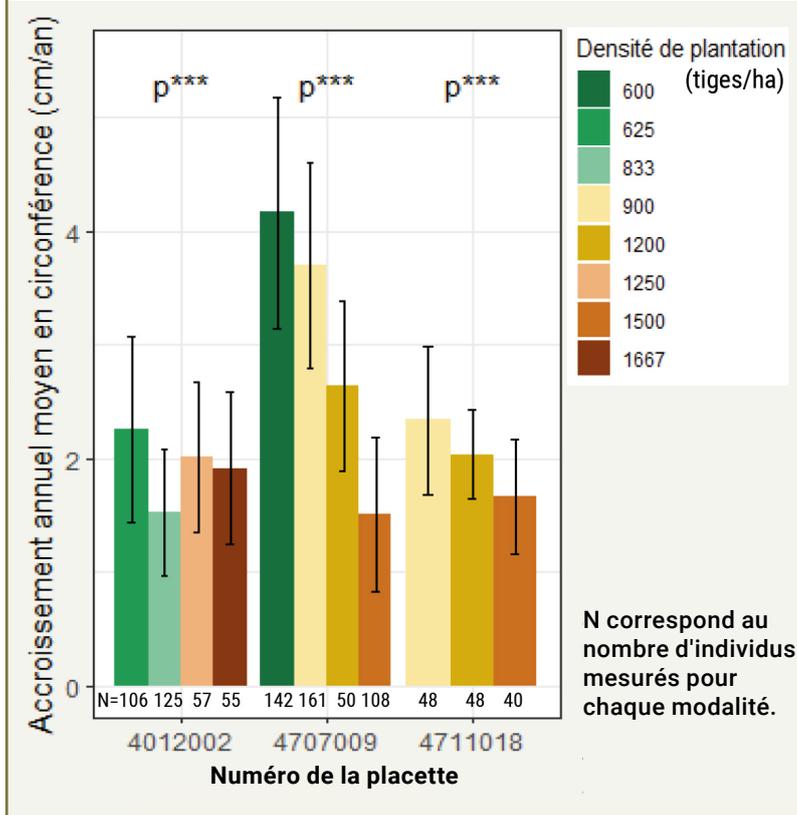
Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

La figure 6 présente les résultats de trois essais forestiers ayant pour objectif d'évaluer l'effet de la densité de plantation sur la croissance en circonférence des jeunes plants (Landes et Lot-et-Garonne). Les densités d'installation varient entre 600 et 1600 tiges/ha. Ici, les mesures ont été réalisées sur des arbres de 13 ans, avant éclaircie. Les résultats montrent très nettement l'effet de la concurrence entre les cèdres lorsque la densité est élevée. **Cette concurrence a un effet négatif significatif sur la croissance en circonférence pour les trois placettes.** À l'heure actuelle on préconise 1 000 à 1 250 tiges/ha. Le choix de la densité doit tenir compte de la station, du coût élevé des plants mais également de la tendance à la forte branchaison des individus et de la reprise délicate des plants sur certains terrains. Un compromis doit être trouvé en fonction des sites et du budget consenti par le propriétaire pour la plantation et les dégagements.

Préconisations pour favoriser le démarrage

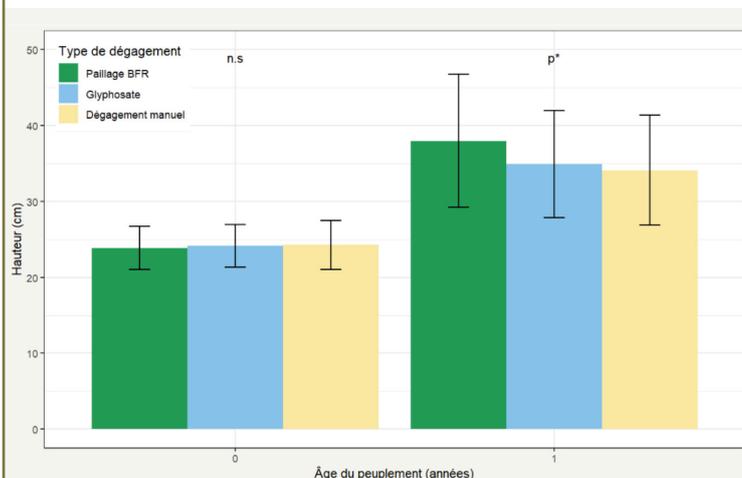
Dans son jeune âge, le cèdre de l'Atlas est très sensible au stress hydrique et à la concurrence herbacée. La présence de graminées (ou de ronces) est souvent préjudiciable à l'installation des plants. Un désherbage ou un dégagement localisé est indispensable (entretien manuel, herbicide ou broyage mécanique). Il permettra

Figure 6 : Effet de la densité de plantation sur la croissance en circonférence des tiges de cèdre de l'Atlas pour trois placettes expérimentales (Moyenne + Écart-type). P* : p value : effet très significatif.**



Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

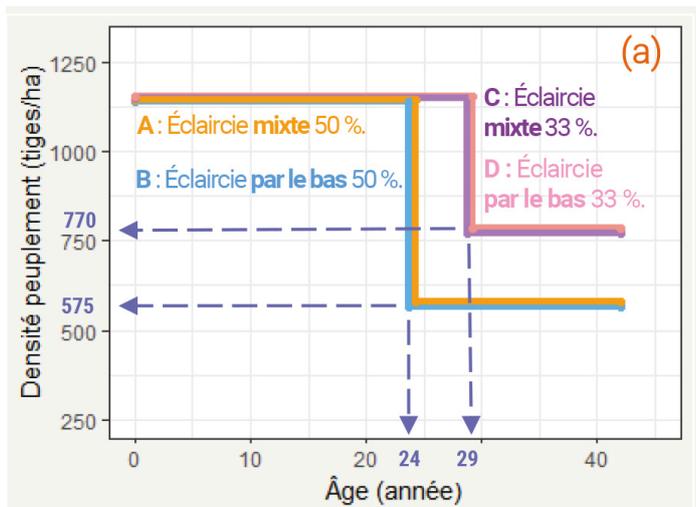
Figure 7 : Comparaison de différentes méthodes de dégagements de dégagements (Hauteur moyenne + écart type) sur la croissance de plants de cèdre de l'Atlas dans les Pyrénées-Atlantiques.



Le recours au Bois Raméal Fragmenté est d'une efficacité légèrement supérieure à l'utilisation du glyphosate.

Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

Figure 8 (a) Présentation des différentes modalités d'éclaircie



Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

d'améliorer la croissance juvénile et la reprise des plants. Le broyage permettra de laisser des débris végétaux qui contribueront à la qualité de l'humus. Il peut être recommandé d'installer un paillage qui permettra de :

- limiter la concurrence hydrique avec la végétation spontanée ;
- réduire l'évaporation de l'eau du sol ;
- favoriser l'accès à la lumière des plants.

Une comparaison de l'effet de différentes méthodes pour limiter la végétation concurrente a été réalisée dans les Pyrénées-Atlantiques (figure 7). Elle révèle un effet plus efficace du paillage avec Bois Raméal Fragmenté (BRF) sur

la croissance des jeunes plants. À 6 ans, les résultats se confirment : la croissance en hauteur des cèdres avec paillage est supérieure de 40 % à celle avec dégagement manuel et de 20 % à celle avec dégagement chimique. L'installation de paillage est une option assez coûteuse. Elle ne peut pas être mise en œuvre partout, d'autant qu'elle est conditionnée par la possibilité de disposer de BRF à laquelle s'ajoute l'accessibilité à la parcelle (relief, piste...).

Effet de différentes modalités d'éclaircies

En Lot-et-Garonne, un essai a été réalisé dans le but de tester l'effet de différents types d'éclaircies sur la croissance des peuplements.

La figure 8 (a) présente les différents scénarios sylvicoles testés. La densité initiale de plantation est de 1 150 tiges/ha. C'est ensuite l'âge, l'intensité et le type d'éclaircie qui varient d'un itinéraire à l'autre. Dans un premier placeau, une éclaircie forte (50 % des tiges) a été réalisée à 24 ans selon deux modes opératoires différents :
 - itinéraire A : éclaircie mixte (on prélève des arbres dominants parmi les moins bien conformés et gênant les arbres d'avenir et on retire certains arbres dominés)
 - itinéraire B : éclaircie par le bas (on retire des arbres dominés)

Dans un second placeau, l'éclaircie a été plus modérée (33 % des tiges) et plus tardive (33 ans). Elle a également été réalisée selon deux modalités différentes :

- itinéraire C : éclaircie mixte (on prélève des arbres dominants et des arbres dominés) ;
- itinéraire D : éclaircie par le bas (on retire des arbres dominés)

Les figures 8.b et 8.c comparent la distribution des circonférences à 24 ans (juste après la première éclaircie) et à 41 ans en première situation, pour les itinéraires A (éclaircie mixte où on prélève des arbres dominants et dominés avec un taux de prélèvement de 50 %) et B (éclaircie par le bas des arbres dominés avec un prélèvement de 50 % des tiges). La figure 8.b montre des distributions initiales très proches. Les courbes se superposent en grande partie. À 41 ans (figure 8.c), les circonférences se sont largement décalées vers des valeurs plus élevées. Ceci résulte de la croissance naturelle des arbres et du bénéfice d'une éclaircie à 50 %. Ce décalage est significativement plus fort pour les arbres ayant fait l'objet d'une éclaircie mixte (courbe bleue). Des analyses

complémentaires (non présentées ici) révèlent que l'éclaircie mixte a principalement favorisé les arbres initialement dominés (avec de petites circonférences à 24 ans).

Dans le cas des itinéraires D et C récapitulés sur la figure 8.a, la distribution des circonférences est proche à 24 ans (avant la première éclaircie). Dans ces deux cas, les éclaircies ont été réalisées plus tardivement, avec un prélèvement de 33 %. On remarque une augmentation générale des circonférences pour ces deux itinéraires. Cette fois, il n'y a pas de différence entre l'éclaircie mixte (C : courbe violette) et l'éclaircie par le bas (D : courbe rose). L'augmentation des circonférences des itinéraires C et D est plus forte que celle de l'itinéraire B mais plus faible que celle de l'itinéraire A. En conclusion, sur le site étudié l'itinéraire ayant eu le plus d'effet sur la croissance du peuplement est l'éclaircie précoce et mixte, avec un fort taux de prélèvement (50 %) à 24 ans. La réalisation d'une éclaircie tardive impacte négativement la croissance en circonférence des arbres et dans ce cas il n'y pas de différence entre les deux modes opératoires (mixte ou par le bas).

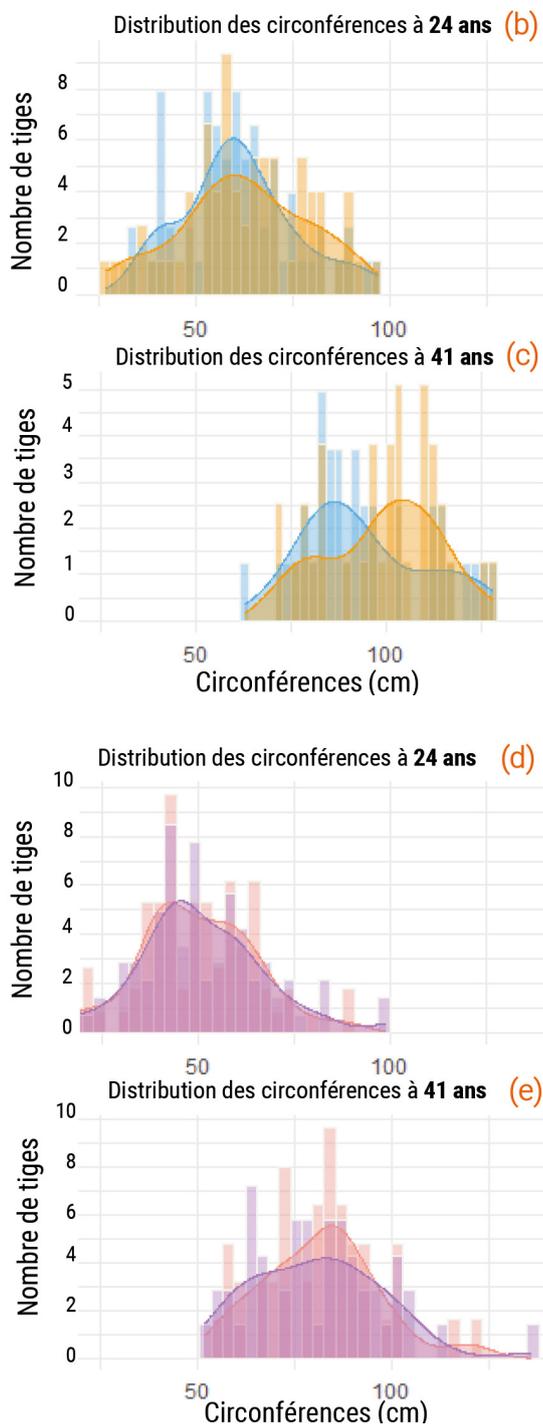
Conduite en mélange avec d'autres résineux

Le cèdre de l'Atlas peut être conduit en mélange avec d'autres essences présentant des similitudes autoécologiques et de croissance. Des mélanges de cèdre et pin (pin laricio de Calabre et de Corse, pin noir d'Autriche) ont déjà été testés en Lot-et-Garonne et en Dordogne. Les résultats sont concluants, les essences testées ayant montré des croissances similaires. Le mélange avec du pin maritime est à proscrire en raison de la croissance plus rapide de ce dernier et surtout de sa révolution bien plus courte (de l'ordre de 40 ans). Le mélange du cèdre avec d'autres essences est intéressant d'un point de vue environnemental et économique. Les plants de pins étant nettement moins onéreux que ceux de cèdre, le mélange avec ces espèces permet notamment de réduire les coûts d'installation d'une plantation et de s'adapter à une disponibilité plus réduite pour les plants de cèdres.

À retenir :

Bien que résistant à la sécheresse, le cèdre doit être introduit de façon raisonnée car ce n'est pas une essence miracle. Face au changement climatique, il présente certaines limites. Son installation mérite une attention particulière les premières années. Elle est très appé-

Figure 8 (b), (c), (d), (e) : Comparaison de différents itinéraires sylvicoles sur la distribution des circonférences.



Les courbes représentent les distributions lissées. 8.b et 8.c correspondent aux itinéraires A (après éclaircie) et B ; 8.d et 8.e aux itinéraires C et D. Orange : éclaircie mixte forte et précoce (itinéraire A) Bleu : éclaircie par le bas forte et précoce (itinéraire B) Violet : éclaircie mixte plus légère et plus tardive (itinéraire C) Rose : éclaircie par le bas plus légère et plus tardive (itinéraire D)

Source : CNPF Nouvelle-Aquitaine

tente pour le gibier et très sensible à la concurrence herbacée. Ce caractère peut être géré par la mise en place d'un paillage et la réalisation de dégagements. Des élagages sont à prévoir en raison de sa branchaison importante et de son élagage naturel tardif. La première éclaircie est déclenchée aux alentours de 15 ans puis avec des rotations de 10 ans. Une attention particulière doit être portée sur le moment choisi pour la première éclaircie. Entre 5 et 7 éclaircies se succéderont durant la vie du peuplement. Leur intensité dépendra de la fertilité de la station, de la densité initiale du peuplement et de la sylviculture que l'on souhaite mener (plus ou moins dynamique et plus ou moins économe). La révolution du peuplement varie de 80 à 100 ans et permettra la récolte de 50 à 100 tiges/ha. Le volume à la récolte finale est assez variable (environ 225 m³/ha) en fonction de la sylviculture et de la station.

Remédier aux carences en bore

Si le sol est carencé en bore, (situation peu fréquente en Nouvelle-Aquitaine), les pousses terminales puis latérales sèchent et confèrent un port buissonnant aux jeunes plants. Cela affecte significativement la croissance en hauteur des arbres. Cet effet de la carence en bore peut être aggravé par la concurrence herbacée. Pour prévenir ce problème, un apport ponctuel en bore au moment de la plantation (par exemple sous forme de poudre¹ au pied de chaque arbre) permet d'y remédier. Les doses ne doivent pas excéder 10 kg de bore/ha.

¹ On trouve dans le commerce des solutions de borate de sodium à 17,5 % de bore. Avec cette concentration, on recommande l'apport d'environ 40 g de solution par plant (soit environ 6,7 g de bore par plant).

Deux options sont envisageables pour renouveler un peuplement de cèdre arrivé à maturité : la plantation ou la régénération naturelle. Cette dernière option fonctionne très bien dans le Sud-Est et peut être intéressante pour limiter les frais d'installation. Elle nécessite en revanche des investissements importants dans l'entretien et la sélection des semis les premières années. Elle implique également que l'exploitation soit étalée dans le temps avec une coupe d'encensement, une coupe secondaire et une coupe finale du peuplement mature. ■

BIBLIOGRAPHIE

Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) Aquitaine, 2010. *Étude sur le potentiel du cèdre de l'Atlas dans le massif Dordogne / Garonne*.

Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) Nouvelle-Aquitaine, 2022. *Douglas ou cèdre en Limousin, l'expérimentation pour répondre aux défis du changement climatique*.

Forêt méditerranéenne, juin 2021. Tome XLII numéros 1, 2 et 3, spécial cèdre.

Forêt Entreprise, mai 2007. No174, climat propice pour le cèdre.

Office national des forêts (ONF), 2022. T. Sardin, P. Dreyfus, J. Ladier. *Sylviculture du cèdre de l'Atlas*.

RMT Aforce, 2012 - F. Courbet, M. Lagacherie, P. Marty, J. Ladier, C. Ripert, P. Riou-Nivert, F. Huard, L. Amandier, É. Paillassa. *Le cèdre en France face au changement climatique : bilan et recommandations*.

Fiche essence cèdre : site du CNPF Nouvelle-Aquitaine, onglet « Se former, s'informer » rubrique "Guides, brochures, plaquettes et mémentos"

Résumé

Il existe des peuplements de cèdre de l'Atlas dans la plupart des départements de Nouvelle-Aquitaine. Une synthèse bibliographique a été réalisée sur les différents sites expérimentaux qui ont été suivis dans cette région. Les études menées ont permis de confirmer les connaissances sur cette espèce mais aussi de préciser son autécologie et les méthodes de gestion à mettre en œuvre. À l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine, la croissance du cèdre de l'Atlas est optimale dans les zones les plus chaudes et sèches. Ces résultats sont cohérents avec la bibliographie.

MOTS CLÉS : Cèdre de l'Atlas, Nouvelle-Aquitaine, essais expérimentaux.