

## Le Cèdre de l'Atlas, de la graine aux produits finis : ressource et caractérisation du bois

QUERNEC Léane<sup>1</sup>, LANVIN Jean-Denis<sup>2</sup>, REULING Didier<sup>2</sup>, LECOURT Mickaël<sup>2</sup>, PAULMIER Ivan<sup>2</sup>, GABILLE Martine<sup>2</sup>, L'HOSTIS Clément<sup>2</sup>, PIECZAK Lucas<sup>2</sup>, LEGAY Stéphane<sup>2</sup>, MONNARD Sylvain<sup>2</sup>, REYNAUD Céline<sup>2</sup>, RAPHALEN Elisabeth<sup>2</sup>, MAGNE Nicolas<sup>2</sup>, CHERON Nicolas<sup>3</sup>, ELVIRA Mickaël<sup>3</sup>, MEWTON Simon<sup>3</sup>, BAUDRILLER-CACAUD Haimad<sup>4</sup>, LEMAIRE Jean<sup>4</sup>

<sup>1</sup>FIBOIS SUD PACA

<sup>2</sup>FCBA

<sup>3</sup>Office national des Forêts

<sup>4</sup>Centre National de la Propriété Forestière

[l.quer nec@fibois-paca.fr](mailto:l.quer nec@fibois-paca.fr)

**Mots clefs :** Cèdre de l'Atlas ; bois d'œuvre ; résistance mécanique ; imprégnabilité ; changement climatique ; forêt ; filière bois

### Contexte et objectifs

Le changement climatique repousse les limites des essences forestières traditionnellement adaptées à leur environnement et conduit à des taux de mortalité inquiétants chez certaines essences pourtant bien implantées. La crise des scolytes affectant les épicéas, exacerbée par le changement climatique, en est un exemple frappant. Face à cette situation, il est crucial de diversifier les essences forestières et de trouver des alternatives résilientes. Le **Cèdre de l'Atlas** (*Cedrus atlantica*), originaire du bassin méditerranéen et implanté en France depuis près de 300 ans, se distingue par sa résistance aux sécheresses estivales et sa capacité d'adaptation aux nouvelles conditions climatiques. Principalement présent dans les régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Cèdre de l'Atlas semble constituer une essence d'avenir pour le reboisement et la gestion durable des forêts françaises.

L'objectif général du projet est de caractériser le Cèdre de l'Atlas dans son ensemble, depuis la graine jusqu'aux produits finis, afin de mieux comprendre son fonctionnement, ses usages potentiels et d'anticiper les besoins futurs.

### Matériel et méthode

Le projet s'articule autour de trois axes de travail.

#### *Évaluation de la ressource*

- Afin d'évaluer la ressource actuelle et future en Cèdre de l'Atlas en France, l'ONF et le CNPF ont effectué un inventaire exhaustif. Le CNPF a réalisé cet inventaire à l'aide des plans de gestion des propriétaires privés et un export des données de l'IGN issues des différentes campagnes d'inventaire de l'IFN a été réalisé par l'ONF.
- Pour analyser la réaction du Cèdre vis-à-vis du changement climatique et identifier les zones propices à son implantation en France, la méthodologie BIOCLIMSOL a été appliquée. Développée par le CNPF, elle est basée sur une analyse statistique d'un échantillon de 85 placettes situées en région PACA, région très exposée au changement climatique. La régression PLS (partial least squares) permet ensuite d'établir des modèles pour expliquer le pourcentage de tiges dégradées (selon la méthode du Département de la Santé des Forêts)

ainsi que l'intensité de nécroses qui sont préjudiciables pour la valorisation et la transformation du bois.

#### *Caractérisation technique du bois*

- Résistance mécanique : 720 échantillons de bois (3 sections : 104x50 mm<sup>2</sup>, 158x600 mm<sup>2</sup> et 181x74 mm<sup>2</sup>) ont été testés en flexion 4 points pour évaluer le module d'élasticité et la contrainte à la rupture, en vue de leur classification en classes de résistance (C14, C18, C24). Ces essais ont été réalisés sur des bois provenant de cinq stations représentatives. L'objectif est d'inscrire le Cèdre de l'Atlas dans la norme NF B52 001 afin que son utilisation fasse partie de la « technique courante en construction ».
- Dureté Brinell : Mesurée en fonction de l'empreinte résiduelle laissée par le poinçon sur la surface du matériau, indiquant sa résistance au poinçonnement.
- Durabilité naturelle :
  - Mycologie : Conditions d'essai selon EN 113-2 Des échantillons de trois placettes ont été exposés 16 semaines à deux espèces de champignons de pourriture cubique : *Coniophora puteana* (coniophore des caves) et *Rhodonia placenta* (polypore placenta). L'essence de référence est le Pin sylvestre (aubier).
  - Entomologie :
    - Capricorne des maisons *Hylotrupes bajulus* avec le dispositif d'essai de la norme EN 46-1
    - Petite vrillette, *Anobium punctatum* avec le dispositif d'essai de la norme EN 49-1
    - Terme souterrain, *Reticulitermes flavipes*, avec le dispositif d'essai de la norme EN 117
- Imprégnabilité : Le bois, ayant une teneur en eau comprise entre 13% et 18% a été soumis à un traitement sous vide-pression de 3 heures pour évaluer sa capacité à absorber des agents de préservation.
- Réaction au feu : Des essais SBI (Single Burning Item) ont été réalisés sur un profil de bardage rainure et languette de 21 mm d'épaisseur, selon la norme NF EN 13823+A1 2022. Ce test consiste à exposer le bois à un brûleur de puissance 30 kW pendant 20 minutes.
- Extractibilité : L'extraction des différentes parties de l'arbre (tronc, branches, aiguilles) est réalisée par 2 processus :
  - Entraînement à la vapeur : réalisation d'huiles essentielles.
  - Extraction accélérée par solvant (ASE) pour les extraits organiques.
- Séchage : Trois types de séchage ont été testés sur un échantillon de 192 planches pour une humidité cible de 14 % afin de définir quelle méthode et quel cycle sont le plus adaptés au bois de Cèdre :
  - Un cycle de séchage sous vide.
  - Un cycle de séchage à air chaud climatisé (ACC).
  - Un cycle de séchage « à l'air libre ».

#### *Communication et normalisation*

- Diffusion des résultats à travers des colloques, des publications scientifiques et des réunions avec les acteurs de la filière forêt-bois.
- Travail de normalisation avec les comités normatifs pour intégrer le Cèdre dans la norme NF B52 001 (bois d'œuvre).

## Résultats et discussion

Les résultats obtenus au cours de ce projet sont prometteurs pour l'avenir du Cèdre de l'Atlas en tant que bois d'œuvre. Les principaux résultats sont :

### - Ressource forestière :

L'inventaire réalisé a permis d'identifier une ressource de 15 500 ha en forêt publique et d'estimer que cette surface pourrait croître si des plantations sont encouragées. Le Cèdre de l'Atlas se distingue par sa capacité à résister aux sécheresses estivales, mais sa sensibilité au gel tardif et aux températures extrêmes (-25°C) reste un enjeu à surveiller.

### - Résistance mécanique :

Il sera possible de classer le Cèdre de l'Atlas visuellement dans les classes de résistance C18 et C14. Si les fabricants de machines de classement par résonance intègrent les valeurs obtenues lors de ces essais dans leur base de données, il sera également possible de classer le Cèdre dans la classe C24 à l'aide de ces machines.

### - Dureté Brinell :

Le Cèdre de l'Atlas est classé dans la catégorie B, ce qui signifie qu'il est adapté pour un usage domestique modéré à élevé (épaisseur > 2,5 mm) ou commercial modéré (épaisseur > 7 mm).

### - Imprégnabilité :

Les tests ont révélé une faible imprégnabilité du duramen (classe 4 – Non imprégnable), mais une imprégnabilité modérée de l'aubier (Classe 1-2 – Imprégnable à moyennement imprégnable). L'aubier pourrait donc être imprégné de produit de préservation si besoin.

### - Durabilité naturelle :

Le Cèdre présente une bonne résistance aux insectes et aux champignons lignivores (Tab. 1).

Tab. 1 : résultats des essais de durabilité du Cèdre de l'Atlas

Champignons lignivores	Capricorne des maisons	Petite vrillette	Termites souterrains
Très durable	Durable	En attente	Moyennement durable

Bien que les résultats complets soient encore en attente, la classe de durabilité 3 pourrait être atteinte. En l'absence de tests d'exposition à la pourriture molle, la classe 4 n'est pas atteignable pour le moment. Cependant, viser cette classe semble réaliste et ferait du Cèdre de l'Atlas la deuxième essence française à y parvenir.

### - Réaction au feu :

Suite aux trois essais SBI effectués sur le même profil de bardage, le bardage rainure et languette en Cèdre de l'Atlas de 21 mm a obtenu le classement EUROCLASSE D-s1-d0. Ce résultat démontre que le Cèdre de l'Atlas présente une réaction au feu similaire à celle des autres essences de bois couramment utilisées en construction. Les tests ont confirmé que, malgré son odeur spécifique et la présence de certains composés volatils, sa réaction au feu n'est pas plus défavorable que celle des autres types de bois.

- *Extractibilité :*

L'analyse des extractibles a révélé une variété de molécules connues dans la « littérature des analyses du Cèdre de l'Atlas », notamment des sesquiterpènes, des monoterpènes, des diterpènes ainsi que leurs dérivés. Le duramen est riche en  $\beta$ -himachalène et en atlantones, tandis que les aiguilles contiennent davantage de terpènes comme l' $\alpha$ -pinène. L'écorce et l'aubier partagent des composés similaires au duramen mais en quantités plus faibles. Ces molécules offrent un potentiel de valorisation bien qu'une purification des extraits soit nécessaire pour isoler ces composés complexes et en tirer un usage optimal. Des techniques de purification doivent donc être développées pour améliorer la qualité des extraits.

- *Séchage :*

Le séchage « à l'air libre » est la méthode qui a été la moins génératrice de déformations lors de l'étude. Il est fondamental de noter que les conditions d'essai pour ce mode de séchage étaient idéales : bois couverts avec un débord important, lattage adapté, pile de dimension réduite ... Il n'en demeure pas moins qu'une mesure de la teneur en eau est nécessaire tout au long du processus.

### **Conclusion et perspectives**

Le projet "Le Cèdre de l'Atlas, de la graine aux produits finis" a permis de démontrer le potentiel de cette essence pour répondre aux enjeux du changement climatique et aux besoins de la filière bois. Les résultats montrent que le Cèdre possède des qualités techniques qui en font un candidat prometteur pour la construction et le reboisement, sous réserve de sa normalisation en tant que bois d'œuvre.

Les perspectives incluent :

- Le développement de nouvelles plantations pour augmenter la disponibilité de la ressource.
- La poursuite des travaux de normalisation pour faciliter l'intégration du Cèdre dans les projets de construction : Tests de durabilité du bois vis-à-vis de la pourriture cubique dans l'objectif d'atteindre la classe de durabilité 4, test de durabilité vis-à-vis des termites dans l'objectif d'atteindre le classement « durable ».
- La présentation des résultats mécaniques à un comité pour valider la compatibilité entre les observations visuelles et les données obtenues via la machine MTG. Cela permettra ensuite d'intégrer ces données dans les systèmes MTG utilisés par les scieurs.

### **Remerciements**

Projet co-porté par FIBOIS SUD PACA, FIBOIS Occitanie, FNB Provence-Alpes, France Forêt PACA.

Projet financé par les Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Occitanie, France Bois Forêt, Le Ministère de l'Agriculture, de la Souveraineté Alimentaire et de la Forêt.