

Sylvicultures des peuplements de cèdre

par François COURBET, Philippe DREYFUS et Jean LADIER

Le cèdre pourrait avoir un bel avenir dans le contexte du réchauffement du climat. L'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement et l'Office national des forêts ont installé des dispositifs de suivi de la gestion et d'expérimentation sylvicole. Ils permettent de mettre au point des modèles de croissance et de proposer des guides de sylviculture pour le cèdre, orientée vers la production de bois d'œuvre, tout en restant compatible avec les autres objectifs et fonctions des cédraies.

La sylviculture du cèdre de l'Atlas se construit et évolue au fil du temps. Elle s'est diversifiée du fait de la multiplication des attentes et des objectifs assignés à la forêt. Dans un contexte marqué par la prégnance du changement climatique, les attentes sont fortes sur cette espèce. Mesurer et simuler les effets de la sylviculture pour aider les forestiers à gérer les peuplements de cèdre présents et futurs sont devenus des enjeux d'autant plus importants.

La sylviculture pratiquée dans les peuplements de première génération et issus de régénération naturelle

Le cèdre de l'Atlas a été introduit d'Algérie dans les années 1860 pour reconstituer les forêts mises à mal par la surexploitation et le surpâturage principalement dans les massifs du Ventoux, Luberon et Riasses (Cf. article p. 209). Pour la première génération de ces cèdres, l'application d'une sylviculture planifiée, orientée vers un objectif précis, n'était pas dans les préoccupations des reboiseurs et forestiers de l'époque. Il fallait avant tout reconstituer le couvert forestier pour lutter contre la dégradation et l'érosion des sols.

On s'est pourtant rapidement aperçu, compte tenu du succès constaté, que le cèdre pouvait être, en France aussi, un bon producteur de bois de qualité, apte à satisfaire les besoins locaux et donc justifier d'une sylviculture adaptée. Les nombreuses placettes et dispositifs expérimentaux suivis par la recherche forestière permettent de se faire une idée de la production potentielle du cèdre dans le quart sud-est de la France. L'accroissement moyen maximum constaté dans les peuplements anciens varie de 2 m³/ha/an à basse altitude sur sol superficiel

1 - Des éclaircies sanitaires encore plus timides avaient été pratiquées dès la fin de la Première Guerre mondiale, notamment au détriment des pins noir et d'Alep, moins bien venants, avec lesquels les cèdres avaient été semés (de Monchy et Reynier, 1926).

Fig. 1 (ci-dessous) :

Exemple de sylviculture pratiquée dans le massif du petit Luberon dans les peuplements de 2^e et 3^e générations, issus de régénération naturelle. Le premier dépressage dans le peuplement de 3^e génération (courbe rouge) a ramené la densité de 400 000 semis (point non visible) à 8800 semis à l'hectare.

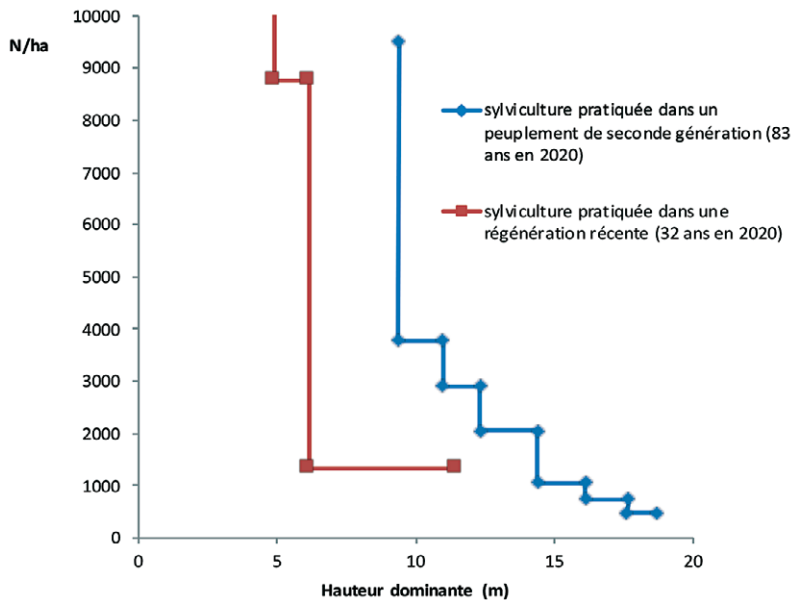
sur calcaire (hauteur dominante = 12 m à 80 ans) à 18 m³/ha/an (H0 = 31 m à 80 ans). Les meilleures productivités se rencontrent sur des sols profonds sur roche-mère acide, en général des schistes meubles. L'aménagement de la forêt domaniale de Rialsesse (Aude) signale des arbres de plus de 50 m de hauteur, sans doute les plus hauts cèdres de France.

Les premières opérations sylvicoles, dans les peuplements anciens de première génération et dans la régénération qui a suivi, n'ont débuté que tardivement sous la forme d'éclaircies faibles, pratiquées par le bas, selon la sylviculture préconisée à l'époque. Ces éclaircies ont commencé dans les années 1930 dans les peuplements les plus productifs situés sur schistes (forêt de Rialsesse) et dans les années 1960 dans les peuplements du mont Ventoux à croissance plus lente situés sur calcaire¹.

La sylviculture pratiquée dans les peuplements de seconde génération, issue des premiers semenciers du Luberon, témoigne de cette sylviculture prudente, faite d'éclaircies faibles, fréquentes et rapprochées. Les peuplements ont été maintenus suffisamment fermés pour provoquer la mortalité des branches basses, limiter la taille des nœuds dans le bois et améliorer la cylindricité des troncs. Les premières interventions dans les peuplements de troisième génération sont maintenant plus fortes et précoces (Cf. Fig. 1, Photos 1, 2 et 3).

La sylviculture pratiquée dans les plantations récentes

Le semis artificiel s'étant révélé très consommateur de graines et la croissance initiale des jeunes semis étant faible, la plantation s'est rapidement substituée au semis artificiel. Les réussites mais aussi les échecs, nombreux, rencontrés lors de la vague de reboisement des années 1950 à 1990 ont permis de déboucher sur une meilleure connaissance de l'autécologie du cèdre



Photos 1 et 2 :

Régénération de cèdre au Luberon (3^e génération), à 17 ans en 2005 avant dépressage à gauche, et en 2012 après le second dépressage à droite, ayant ramené la densité à 1330 tiges/ha. Dispositif expérimental suivi par l'INRAE.

de l'Atlas et sur des techniques de reboisement maintenant bien maîtrisées : élevage des plants d'un an en godets anti-chignon de 400 cm³ dans un mélange tourbe-écorce, préparation du sol par le sous-solage ou confection de potets à la pelle araignée, maîtrise de la végétation concurrente. Les taux de reprise (Cf. encadré p. 257) et la croissance initiale des arbres ont progressivement augmenté.

La densité des plantations pures a progressivement diminué avec le temps, passant de 2500-1800 plants/ha dans les années 1950-1960, à 1300-1100 plants/ha actuellement. Les plantations, bien moins denses à l'origine que les peuplements issus de semis (Cf. Fig. 1, Photo 1), sont l'objet d'une sylviculture plus dynamique que ces derniers, à base d'éclaircies plus précoces et plus fortes (Cf. Fig. 2).

L'observation et la mesure des peuplements montrent que le résultat d'une sylviculture dépend très largement des premières interventions. Elles sont déterminantes pour façonner le peuplement final puisque c'est lorsque le peuplement est jeune que la capacité de réaction des arbres, mesurée par l'accroissement courant, est la plus forte. Pour l'avenir du peuplement il faut donc que les premières éclaircies se fassent et donc se vendent. A minima, la première éclaircie doit être une opération blanche où les recettes équilibrent les dépenses. Or les critères dont dépend la vente sont multiples : accessibilité, volume total commercialisé, difficulté d'exploitation, mécanisation, cours du bois... Le



Photo 3 :

Exploitation d'une éclaircie dans un peuplement de seconde génération au Luberon, abaissant la densité de 750 à 500 tiges/ha. Hauteur dominante 17,60 m à 74 ans. Volume moyen de l'arbre enlevé : 0,4 m³. Le bois sera valorisé en trituration et en petits sciages.

Tab. I (ci-dessous) :

Caractéristiques de la première éclaircie commercialisée dans des peuplements sous gestion ou dans des expérimentations sylvicoles. H0 : hauteur dominante. Cge, Ve : circonférence et volume de l'arbre de surface terrière moyenne, enlevé en éclaircie. Cgv, Vv = circonférence et volume de l'arbre moyen exploité sont des facteurs qui déterminent le rendement de la coupe. Le tableau I donne les caractéristiques de quelques premières éclaircies vendues et réalisées dans des plantations. L'intérêt de ces premières éclaircies n'est pas de générer du bénéfice mais qu'elles puissent se faire, donc sans déficit, car elles sont déterminantes pour l'évolution ultérieure du peuplement. Ce fut le cas pour celles-ci : au minimum, les recettes ont équilibré les dépenses.

volume coupé à l'hectare et le volume de l'arbre moyen exploité sont des facteurs qui déterminent le rendement de la coupe. Le tableau I donne les caractéristiques de quelques premières éclaircies vendues et réalisées dans des plantations.

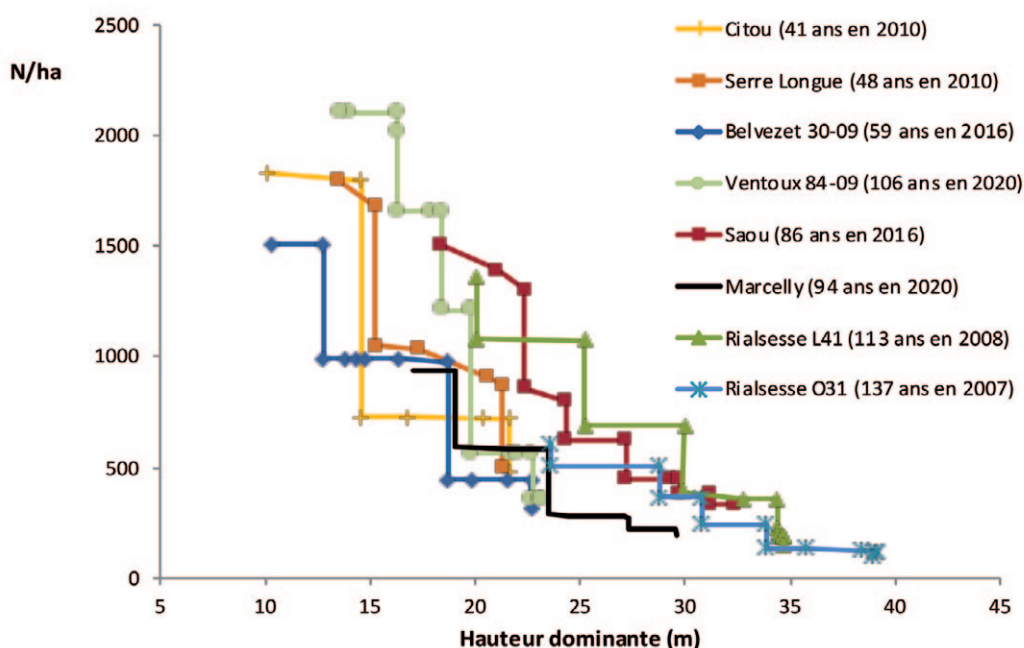
Les guides de sylviculture en peuplement régulier

Comme pour toutes les essences et les forêts, la sylviculture dépend des objectifs poursuivis : production de bois, valeur écolo-

Site et date	Gestion / expérience	Particularité	H0 (m)	Age	N/ha	Nature éclaircie	Taux de prélèvement	Volume prélevé m ³ /ha	Cge (cm)	VAMe (m ³)	Cge/Cgv	Ve/Vv
Belvézet 1986	Gestion	Terrain plat et grande surface	11,9	31	1215	systématique 1 ligne sur 5 et sélective	42% (20% en systématique et 27% sur les lignes restantes)	37	43	0,06	0,85	0,7
Citou 1995	Expérience éclaircie forte	Pente 25%	14,5	23	1799	sélective	59%	88	45	0,08	0,8	0,65
Serre Longue 1994	Gestion	Pente 33%	15,2	32	1679	systématique 1 ligne sur 3	37%	116	62	0,19	1	1
Soulanes 1999	Expérience éclaircie forte	Pente 40% Banquettes	16,9	36	1330	cloisonnement de 4 m tous les 40 m et sélective entre les cloisonnements	51%	97	53	0,14	0,8	0,6
Soulanes 1999	Expérience éclaircie très forte	Pente 40% Banquettes	16	36	1324	cloisonnement et sélective	61%	133	58	0,16	0,84	0,67

Fig. 2 :

Trajectoires sylvicoles suivies par des peuplements de cèdre d'âges différents. Riالسسه 031 et L41 sont des peuplements datant de la seconde moitié du XIX^e siècle. Ventoux 84 09 est un peuplement de seconde génération. Citou, Serre Longue et Belvézet sont des plantations plus récentes. Le tableau II résume les caractéristiques des peuplements aux âges indiqués. Les mesures ont été effectuées sur des placettes homogènes de moins d'un demi-hectare. Dispositifs suivis par l'INRAE.



Peuplement (n° département)	Année	Origine	Substrat	Altitude (m)	H0 (m)	Age	N/ha	Cg (cm)	Dg (m)	Hg (m)	VAM (m ³)
Citou (11)	2010	plantation	schistes	650	21,6	41	476	103	33	20,4	0,80
Serre longue (11)	2010	plantation	schistes	770	21,2	48	504	104	33	20,3	0,80
Belvézet 30-09 (30)	2016	plantation	calcaire	310	22,7	59	311	113	36	21,8	1,03
Ventoux 84-09 (84)	2020	régénération naturelle	calcaire	1040	23,2	106	354	114	36	21,7	1,03
Saou (26)	2016	plantation	alluvions	430	32,4	86	333	144	46	31,2	2,57
Marcelly (11)	2020	plantation	schistes	600	29,5	94	194	184	59	28,9	3,48
Riالسسه L41 (11)	2008	semis	schistes	700	34,5	113	152	187	59	33,6	4,43
Riالسسه 031 (11)	2007	semis	schistes	530	38,9	137	104	229	73	38,8	7,61

Tab. II :

Caractéristiques des peuplements de la figure 4. Noter les caractéristiques quasi identiques des peuplements 30-09 et 84-09 pour des âges, et donc des fertilités du milieu, très différents. H0 : hauteur dominante. Cg, Dg, Hg : circonférence, diamètre et hauteur moyennes. VAM : volume de l'arbre moyen.

gique, paysage, protection, DFCI, sylvo-pastoralisme... Il n'existe pas une sylviculture qui n'aurait que des avantages pour l'ensemble de ces critères retenus vis-à-vis de ces objectifs : quantité et qualité du bois, facilité de commercialisation, biodiversité, esthétique, résilience, combustibilité, offre fourragère... Par exemple, garder les peuplements fermés maximise le volume de bois sur pied, contrôle le développement du sous-bois, mais nuit à l'esthétique du paysage, à la biodiversité et au développement de l'offre fourragère pour le pastoralisme (Cf. Photos 4 et 5). Inversement une sylviculture laissant les peuplements constamment très ouverts pour le pâturage conduira à une perte de production totale de bois à l'hectare.

Plutôt que de présenter une sylviculture qui serait un modèle à suivre, il est donc préférable de donner des éléments d'aide à la décision permettant au gestionnaire d'effectuer ses choix en connaissance de cause, en situant les différentes sylvicultures vis-à-vis des différents critères. D'autant plus que le

sylviculteur poursuit rarement un seul objectif. Il cherche généralement à assurer une gestion multifonctionnelle et doit composer avec plusieurs objectifs et contraintes. Mais les connaissances sur les liens entre sylviculture et certains critères sont encore très lacunaires, ce qui ne permet pas d'apporter tous les éclairages nécessaires.

Pourquoi une sylviculture du cèdre ? Quelles sont les spécificités du cèdre qui justifient de proposer une sylviculture particulière, différente de celles d'autres espèces résineuses ?

Le cèdre est une espèce de demi-lumière (RAMEAU *et al* 2008). Un abri léger ou latéral lui est favorable les premières années, mais il réclame ensuite une mise en lumière pour une croissance optimale.

Le cèdre se régénère bien dans son étage bioclimatique de prédilection, le supraméditerranéen, entre 500 et 1000 mètres d'altitude, avec des modulations selon la région et l'exposition (Cf. article p. 235). La régénération est souvent plus facile sur roche mère



calcaire que siliceuse où la végétation concurrente est très souvent plus développée.

Le cèdre a tendance à faire de grosses branches, davantage que le douglas, les épicéas ou les sapins, surtout lorsqu'il est isolé ou laissé à large espacement. Ceci se voit nettement sur les arbres de parc, ce qui les fait apprécier au plan esthétique et pour l'importance de leur ombrage, mais cela déprécie la qualité des produits issus de leur transformation. De plus, même en peuplement très serré, le cèdre s'élague naturellement assez mal. La plupart du temps, les branches ne tombent pas d'elles-mêmes mais cassent lors de l'exploitation des arbres voisins qui, dans leur chute, viennent frotter les troncs des arbres en place. Il subsiste toujours des chicots qui restent assez longtemps pour que du bois noueux continue à se former. La proportion de bois sans nœud est donc très faible, même chez les arbres les plus vieux. Il n'y a guère que les cèdres multiséculaires de son aire d'origine qui donnent du bois de grande qualité, exempt de nœud, aptes au tranchage et à l'utilisation en ébénisterie fine.

Le cèdre présente une variabilité naturelle de forme et de couleur importante, formant ainsi des peuplements moins monotones que la plupart des résineux (épicéas, sapins, douglas, pins...) dont les individus se ressemblent beaucoup plus entre eux.

Le cèdre forme des peuplements hétérogènes en plantation : la taille des arbres est beaucoup plus variable que celle d'autres



espèces placées dans les mêmes conditions. L'explication probable est que le cèdre, par son enracinement pivotant, traduit rapidement la variabilité des conditions locales de croissance, plus importante sur calcaire. Une autre explication possible de cette variabilité importante est qu'elle soit d'origine génétique.

L'intérêt du bois de cèdre réside notamment dans la durabilité de son bois de cœur, partie duraminisée du tronc, réputée impu-trescible.

Les plantations, qui constituent l'essentiel des peuplements de cèdre en France, ont été faites pour constituer des peuplements à objectif de production de bois. C'est donc dans ces peuplements purs et réguliers que l'on dispose de l'essentiel des références et des données permettant d'établir les guides de sylviculture.

Une sylviculture orientée vers la production de bois de qualité (peu de défauts, nombre et taille des nœuds limités, duramen important) s'appuiera sur les pratiques suivantes :

- une densité de plantation assez importante pour permettre une possibilité de sélection suffisante lors des éclaircies successives,
- le maintien d'une densité suffisante pour limiter la croissance des branches et favoriser la proportion de duramen, ou bois de cœur,
- la pratique de l'élagage artificiel. Une expérimentation a montré que le cèdre supportait parfaitement l'élagage artificiel de branches vertes jusqu'à 6 mètres, aux deux tiers de sa hauteur totale (Cf. Photo 6),
- une durée de révolution longue pour favoriser le développement du duramen,
- des éclaircies sélectives.

Photos 4 et 5 :

À gauche, peuplement de cèdre non éclairci. L'absence d'éclaircie empêche la lumière de pénétrer au sein du peuplement et a un effet négatif sur la biodiversité végétale, la pénétrabilité et l'esthétique du peuplement. Ici, ce n'est pas le cèdre qui est en cause mais l'absence de sylviculture. À droite, le même peuplement, juste après la troisième éclaircie ramenant la densité à 300 tiges par hectare (hauteur dominante 23,60 m à 54 ans, diamètre moyen : 40 cm). Dispositif expérimental suivi par l'ONF dans l'Aude.



Photo 6 :

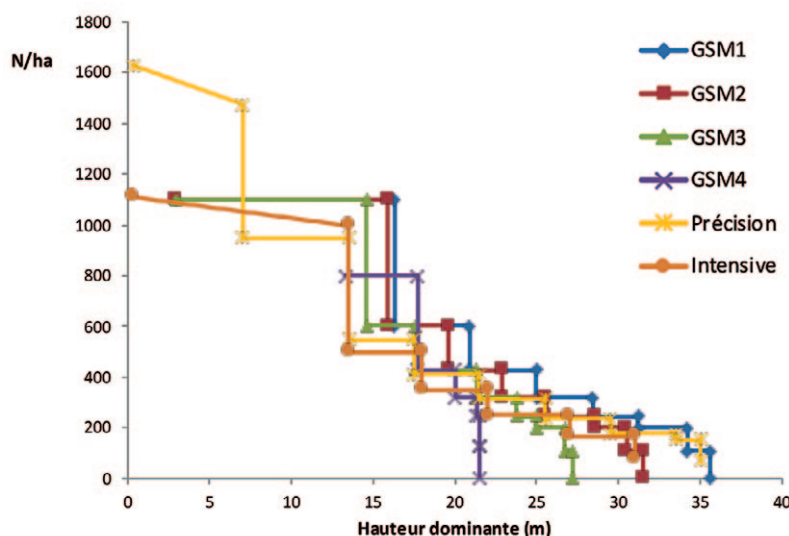
Peuplement de productivité faible, éclairci en un seul passage à 400 tiges/ha et élagué à 6 m en deux passages (hauteur dominante : 14,30 m à 43 ans, diamètre moyen : 30 cm).

Dispositif expérimental suivi par l'INRAE. La photo est prise 19 ans après l'éclaircie et 15 ans après le dernier élagage.

Les guides existants concernent les peuplements qui ont un objectif de production de bois d'œuvre.

Pour les Alpes du Sud, le *Guide des Sylvicultures de Montagne de l'ONF* (LADIER *et al* 2012) préconise une sylviculture en futaie régulière ou par parquets. La densité de départ est de 1100 tiges/ha à 3 m de hauteur dominante, après dépressage ou complément de régénération le cas échéant. Le nombre et la fréquence des éclaircies ultérieures varient avec la classe de fertilité.

COURBET *et al* (2012) proposent deux itinéraires : (i) l'un dit « de précision », à plus fort investissement, avec une densité initiale de 1600 tiges par hectare, pour une production de meilleure qualité, (ii) l'autre dit « intensif » à investissements limités, avec une densité initiale de 1100 tiges par hectare,



moins d'interventions, une récolte plus précoce mais une qualité moindre des produits.

L'élagage à 6 m, réservé à 150 à 200 tiges/ha, est préconisé dans les deux documents, sauf pour les deux dernières classes de fertilité du guide ONF, sans élagage. Le coût de l'élagage est relativement élevé et on manque pour l'instant de références permettant de vérifier la rentabilité de cet investissement.

La figure 3 permet de comparer l'évolution du nombre de tiges en fonction de la hauteur dominante de ces différents itinéraires sylvicoles.

Un modèle de croissance pour le cèdre (INRAE URFM, Avignon), qui vient en appui de la mise au point d'itinéraires sylvicoles, est en cours de révision (travail conjoint ONF R&D Avignon et INRAE URFM, Avignon). Pour l'essentiel, il s'agit de l'adapter aux peuplements désormais majoritaires que sont les plantations « modernes » (meilleur travail du sol, entretiens réguliers, matériel génétique sélectionné), souvent en stations fertiles : leur croissance initiale, notamment en hauteur, est beaucoup plus rapide. On peut imaginer que cette hauteur atteindra un maximum qui reste largement déterminé par les conditions stationnelles (type de substrat géologique, sol, climat), mais que ce maximum sera approché plus rapidement que dans le cas de plantations plus « traditionnelles » ou de régénérations naturelles. Cette dynamique bien différente nécessite de nouvelles simulations et un ajustement des itinéraires recommandés, dans un contexte où les attentes sont fortes vis-à-vis du cèdre, par exemple pour des projets de reboisement éligibles au Label Bas-Carbone (MTES). Cette adaptation s'appuie en particulier sur la description dendrométrique par les services de terrain de l'ONF d'une quarantaine de peuplements « de nouvelle génération », plantations au début de leur trajectoire sylvicole, répartis sur l'ensemble de la Direction territoriale Midi-Méditerranée de l'ONF, et qui servent à initialiser des simulations sur une base bien représentative. La collaboration ONF-INRAE permet d'ajuster le modèle en se

Fig. 3 :

Évolution du nombre de tiges en fonction de la hauteur dominante proposée par différents guides de sylviculture (GSM1 à GSM4 : *Guide des Sylvicultures de Montagne* classes 1 à 4, in Ladier *et al* 2012 ; "Précision" et "Intensive" in Courbet *et al* 2012)

référant majoritairement aux suivis de placettes et d'expérimentations des deux organismes. Les itinéraires, mis à jour d'ici fin 2021, fourniront des indications qui manquent dans les guides actuels (surface derrière, volume, diamètre moyen, etc.) et permettent si nécessaire des évaluations « carbone » (stockage, séquestration ...).

La sylviculture des peuplements irréguliers et mélangés

Peuplements irréguliers

Si le cèdre peut commencer à fructifier dès 15-20 ans, ce n'est qu'à partir de 40 ans que sa production de cônes sera suffisamment abondante pour initier une régénération naturelle efficace. Il existe des peuplements irréguliers de cèdre formés des différentes cohortes issues des régénérations naturelles successives. Autant la structure irrégulière des peuplements est obtenue aisément par la juxtaposition des différentes classes d'âges lorsque le cèdre est naturellement en extension (Ventoux, Luberon), autant la création et le maintien de cette structure dans le temps, si elle est souhaitée, nécessite des interventions pour assurer le renouvellement du peuplement par l'apparition de nouveaux semis et un suivi fin et régulier de leur développement.

On possède peu de références de sylviculture en futaie irrégulière de cèdre. L'association Prosylva mène une tentative de « sylviculture à couvert continu » dans le massif du Luberon². Cette expérience viendra compléter les enseignements de la gestion actuelle afin de préciser la surface minimale des trouées pour assurer la régénération naturelle et son avenir.

En cas de difficulté d'exploitation (pente > 40%) l'ONF préconise une sylviculture en futaie irrégulière par bouquets qui associe objectif de production et de protection physique. Les coupes rases n'excèdent pas 0,5 hectare. En cas de risque de chute de blocs ou d'avalanche, des dimensions maximales de trouées, dans le sens de la pente et perpendiculairement, sont préconisées (LADIER *et al* 2012). La densité objectif après régénération est de 1100 tiges/ha minimum. Si elle excède 2500 tiges/ha à 3 m de hauteur dominante, un dépressage est prévu pour ramener la densité à 800 tiges/ha.

Peuplements mélangés

Les peuplements mélangés existants à base de cèdre relèvent pour la plupart de deux catégories.

Les mélanges constitués volontairement dès le départ : c'est le cas des plantations de cèdre par bandes, alternant le plus souvent avec du taillis de chêne, vert ou pubescent. Plus rarement, c'est le cas aussi des plantations mixtes associant au cèdre le pin noir d'Autriche, le pin d'Alep ou le pin laricio.

Des mélanges se sont aussi constitués naturellement sans que le sylviculteur y ait contribué volontairement par son action :

– par extension du cèdre dans des formations préexistantes, le plus souvent des taillis de chênes (Cf. Photo 7). Cette extension par régénération naturelle peut être favorisée par les incendies qui réduisent la végétation concurrente.

– par apparition, concomitante à une plantation ou une régénération naturelle de cèdre, de semis de pin noir, pin sylvestre, pin d'Alep ou plus rarement pin à crochets qui ont profité du terrain dégagé pour s'installer.

Si le cèdre souffre au début de la concurrence du taillis de chêne, il arrive la plupart du temps à le dépasser du fait de sa croissance plus rapide. Il finit, de toute façon, par s'imposer à l'occasion de l'exploitation du taillis dont les coupes périodiques épargnent les cèdres, favorisant ainsi leur développement et leur installation en diminuant la compétition. Dans les mélanges avec des pins, si la station convient bien au cèdre, celui-ci finit par éliminer progressivement les pins pionniers plus exigeants en lumière et à croissance généralement plus lente que celle du cèdre. Cette tendance naturelle à constituer des peuplements monospécifiques a été longtemps accompagnée par l'action du

2 - Article à paraître :
Salvaudon A. La forêt des
cèdres du Petit Luberon -
Forêt Méditerranéenne T
XLII, n°3, déc. 2021.

Photo 7 :
Progression naturelle
du cèdre dans les taillis
de chêne au Luberon.



forestier lors des éclaircies d'amélioration. Les pins, dont la valeur marchande est inférieure à celle du cèdre, sont ainsi martelés préférentiellement pour constituer ultérieurement des peuplements plus homogènes et économiquement plus rentables.

Il peut être néanmoins tentant de favoriser la constitution de mélanges d'espèces lors de la plantation ou d'éclaircies sélectives orientées vers cet objectif, pour diverses raisons : amélioration de la biodiversité, paysage moins monotone, diminution d'un risque lié à une espèce particulière du mélange. Ce sera d'autant plus facile que les espèces auront une autécologie similaire et une croissance équivalente. De ce point de vue, on peut imaginer sur roche mère acide, en terrain fertile, de mélanger le cèdre avec le Douglas ou le châtaignier, sur terrain plus pauvre avec le pin laricio de Corse. Sur terrain calcaire les mélanges avec le pin noir d'Autriche, le pin laricio de Calabre, le chêne pubescent ou vert sont intéressants à suivre. Malgré tout et dans tous les cas, il convient de raisonner soigneusement la composition du mélange en fonction du milieu et de l'autécologie des espèces qui le constituent. La gestion du mélange, si l'objectif est de le poursuivre, veillera à intervenir au profit de l'espèce qui aura tendance à être dominée et qui risque de disparaître. Souvent, les mélanges constituent une étape transitoire dans le parcours dynamique du peuplement et on manque de références pour établir une gestion raisonnée qui permettrait de pérenniser un mélange sur le long terme. En forêt communale de Bédoin, un dispositif expérimental de dépressage d'une régénération naturelle de pins noirs et de cèdres, a été installé et suivi conjointement par la R&D de l'ONF et par l'INRAE depuis 1988. La régénération est apparue en 1973, à la suite d'un petit incendie (1 ha environ). Le pin noir y est largement majoritaire. Outre un témoin sans intervention, deux modalités de dépressage, à 1600/ha, y sont comparées : l'une maintient 2/3 de pins et 1/3 de cèdres, et l'autre les proportions inverses. Une trentaine d'années après cette coupe (la hauteur dominante est passée de 3,5-4 m, à 12-13 m, approximativement), s'ils sont de plus petit diamètre, les cèdres font presque jeu égal avec les pins en hauteur, notamment dans la modalité où le cèdre est rendu majoritaire (2/3 des tiges). Ce traitement permet donc de le maintenir comme essence-objectif, alors qu'il était très minoritaire au départ. Ce dispositif a ses limites : le sol présente, à envi-

ron 50 cm de profondeur, un horizon compact défavorable à l'enracinement pivotant du cèdre et limitera probablement sa croissance. Impossible donc, faute d'un réseau de dispositifs de ce type dans d'autres conditions, d'en tirer des conclusions généralisables. Le dispositif est maintenu comme outil pédagogique favorisant une réflexion sur la gestion des mélanges (visite annuelle d'élèves-ingénieurs forestiers).

Le mélange d'arbres favorise en général la biodiversité en rassemblant le cortège des espèces associées à chacune des espèces arborées. Sur le plan sanitaire, cet effet peut être à double tranchant. Le risque de dégâts d'un ravageur ou d'un pathogène, lié à une espèce particulière du mélange, est diminué par rapport à celui du peuplement composé de cette seule espèce hôte. Mélanger les espèces conduit à « ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier ». Inversement, le mélange peut avoir aussi des effets non souhaités. Dans le cas particulier du cèdre, on a pu constater, par exemple, que la présence de pins à proximité ou en mélange avec le cèdre pouvait conduire celui-ci à être attaqué secondairement par des champignons ou insectes plus spécifiques des pins comme *Diplodia sapinea* (= *Sphaeropsis sapinea*) ou la processionnaire du pin. Il convient donc d'être prudent et de veiller à ce que les mélanges ne provoquent pas des problèmes sanitaires sur les cèdres, dont ils auraient été exempts à l'état pur.

Quelle sylviculture pour le cèdre pour mieux répondre aux besoins et attentes de la société ?

Sylvo-pastoralisme

Par son autécologie, le cèdre occupe naturellement les montagnes méditerranéennes qui sont aussi le lieu de prédilection du pâturage, ovin et caprin essentiellement. Les cédraies françaises et du sud de l'Europe font souvent l'objet d'un pâturage extensif qu'on peut vouloir favoriser. Comme pour les peuplements irréguliers, la sylviculture orientée vers le sylvo-pastoralisme nécessite un savant dosage du couvert à l'aide d'éclaircies et d'élagage. Le couvert doit être suffisamment ouvert permettant le développement d'une strate herbacée dont la composition

sera fonction de la station (type de sol et climat), du passé cultural et de la nature du parcellaire proche, source de graines potentielles. Le maintien d'un couvert minimum permettra d'éviter le dessèchement trop rapide des herbacées avec un décalage phénologique vers la saison sèche et d'assurer de l'ombre au bétail. Une mise en défens ou la protection des semis sera nécessaire pour renouveler les peuplements.

Fréquentation du public

Le public apprécie les vieilles cédraies du Vaucluse, particulièrement fréquentées, des communes de Bonnieux dans le petit Luberon, Cabrières d'Avignon dans les monts de Vaucluse, Bédoin au mont Ventoux. La sylviculture limite les coupes à blanc à de faibles surfaces mais garde les peuplements suffisamment ouverts pour laisser une bonne visibilité, et assez fermés pour assurer un ombrage apprécié en été et un contrôle des strates basses combustibles. Les interventions pratiquées au Luberon sont emblématiques de cette sylviculture des peuplements tournés vers l'accueil du public³.

Cèdre et carbone

La productivité constatée du cèdre (accroissement moyen à 80 ans) dans le quart sud-est de la France varie de 2 m³/ha/an sur les mauvaises stations, qui ne lui conviennent pas, à 18 m³/ha/an sur les stations les plus fertiles. En tant qu'espèce productrice du bois, le cèdre est aussi un bon fixateur du carbone atmosphérique en le stockant dans les peuplements.

De plus, une sylviculture orientée vers la production de bois d'œuvre telle que celles illustrées figure 3 favorise la séquestration du carbone dans les différents produits de la filière, plus ou moins longtemps selon leur durée de vie.

Une forêt peut difficilement croître et stocker du carbone sans être adaptée à son environnement. Outre son utilisation pour adapter les forêts à l'évolution des conditions environnementales, le cèdre peut donc jouer aussi un rôle dans l'atténuation du changement climatique.

Sensibilité au vent et au gibier

Le bois de cèdre étant particulièrement cassant, les grands arbres exposés peuvent être sujet au bris de cime. Pour la même raison, la neige lourde peut occasionner des bris de branches, surtout sur des sujets isolés, ayant développé de grandes branches horizontales. Par contre lorsque les conditions lui ont permis d'installer son système racinaire en profondeur, le cèdre est moins sensible au chablis que les autres résineux.

Le cèdre est sensible aux dégâts de gibier : sectionnement des pousses par le lapin, abroustissement et frottis de chevreuil (Cf. Photo 8), écorçage par le cerf. Les protections sont conseillées en cas de population importante de ces espèces.

Conclusion

La recherche en sylviculture s'appuie sur des dispositifs expérimentaux testant différents scénarios sylvicoles. Les dispositifs qui concernent le cèdre de l'Atlas sont gérés par l'INRAE et l'ONF. Ce sont soit des placettes semi-permanentes qui permettent de suivre et de quantifier les effets de la sylviculture pratiquée en gestion, soit des expérimenta-

3 - Article à paraître : Dério P. La Forêt des Cèdres du Luberon : la mise en tourisme d'une forêt patrimoniale « monumentalisée ». Forêt Méditerranéenne T XLII, n°3, déc. 2021.



Photo 8 :

Abroustissement et frottis de chevreuil sur cèdre. Les protections sont conseillées en cas de risque avéré.

Photo J.C. Devaux / CRPF Normandie.

François COURBET
INRAE
UR Ecologie des Forêts
Méditerranéennes
Domaine Saint-Paul,
Site AGROPARC
CS 40 509 - 84 914
AVIGNON cedex 9
francois.courbet@
inrae.fr

Philippe DREYFUS
Jean LADIER
Office national des
forêts
Direction territoriale
Midi-Méditerranée
Pôle RDI d'Avignon
1175, chemin
du Lavarin
84000 AVIGNON
philippe.dreyfus@
onf.fr
jean.ladier@onf.fr

tions testant, au même endroit, différents traitements sylvicoles. Tous ces dispositifs sont regroupés dans des réseaux faisant partie de l'infrastructure de recherche IN-SYLVA France visible en ligne (<https://www6.inrae.fr/in-sylva-france/>).

La placette la plus ancienne est suivie depuis 1923. Les expérimentations récentes sont loin d'avoir délivré les réponses aux questions posées lors de leur installation. Leur suivi rigoureux sur le long terme est nécessaire pour définir précisément les sylvicultures adaptées aux différents objectifs assignés aux peuplements de cèdre.

Les attentes de la société vis-à-vis des forêts sont nombreuses : accueil du public, protection, paysage, production de bois, chasse et cueillette... Elles sont également de plus en plus pressantes et le forestier ne peut plus les ignorer. Si la gestion multifonctionnelle des forêts françaises, différente de l'approche plus segmentée mise en œuvre dans les pays anglo-saxons, doit être mieux expliquée, elle doit aussi être adaptée, notamment dans les cédraies très fréquentées ou à rôle paysager fort.

À cette diversité des objectifs traditionnellement dévolus à la forêt, l'érosion de la bio-

diversité et le changement climatique sont devenus des défis supplémentaires de plus en plus prégnants à intégrer dans les aménagements forestiers. Dans ce contexte, le cèdre devrait prendre une place plus importante pour répondre au double enjeu de l'adaptation des forêts et de l'atténuation du réchauffement du climat.

F.C., Ph.D., J.L.

Références

- Courbet F., Lagacherie M., Marty P., Ladier J., Ripert C., Riou-Nivert P., Huard F., Amandier L., Paillassa É. 2012. Le cèdre en France face au changement climatique : bilan et recommandations. 32 p.
- De Monchy M., Reynier M. 1926. Les reboisements en Cèdre et propagation de cette essence dans l'inspection d'Avignon. *Bulletin de la Silva Mediterranea* (Firenze), 1 (3^e année) :33-44.
- Ladier J., Rey F., Dreyfus P. 2012. *Guide des sylvicultures de montagne. Alpes du sud françaises*. Éditions du Fournel. 301 p.
- Rameau J.-C., Mansion D., Dumé G. 2008. Flore forestière française : guide écologique illustré. Vol. 3 : Région méditerranéenne. Paris. Institut pour le développement forestier et Ministère de l'Agriculture et de la Forêt. 2426 p.

Résumé

Sylvicultures des peuplements de cèdre

Les premiers reboisements en cèdre du XIX^e siècle, et la seconde génération qui a suivi, ont contribué à protéger les sols et à reconstituer les forêts. Ils ont fait l'objet d'une sylviculture prudente. Consacrées à la production de bois, les plantations réalisées après 1950 ont connu une sylviculture plus dynamique faite d'éclaircies plus précoces, fortes et fréquentes.

L'installation par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement et l'Office national des forêts de dispositifs de suivi de la gestion et d'expérimentation sylvicole permettent de mettre au point des modèles de croissance et de proposer des guides de sylviculture orientée vers la production de bois d'œuvre, tout en restant compatible avec les autres objectifs et fonctions des cédraies. Les références sur la gestion du cèdre en peuplements irréguliers ou mélangés sont encore insuffisantes pour proposer des itinéraires sylvicoles précis.

Summary

Types of silviculture for the cedar

The first cedar plantations in the 19th century and the second-generation stands that followed them contributed to the protection of soil and the reconstitution of forests. The silviculture used was cautious. The plantations carried out since 1950, whose aim has been wood production, have benefitted from more dynamic management practices involving earlier thinning, both heavier and more frequent. The setting up by the INRAE (French national research body for agriculture, food and the environment) and the ONF (French National Forestry Service) of protocols for monitoring forestry management and experimentation in silviculture has led to effective growth modelling and the publication of guidelines for silviculture aimed at the production of saw wood, all the while maintaining compatibility with the other objectives and functions of cedar forests. The references available on the management of cedar in mixed or irregular stands remain too few to permit recommending any specific silvicultural methodology.