

Installation et conduite des peuplements de cèdre pour faire face au changement climatique



F. Courbet⁽¹⁾, M. Lagacherie⁽²⁾, P. Marty⁽²⁾, J. Ladier⁽³⁾, C. Ripert⁽⁴⁾, J. Guillemot⁽¹⁾, E. Klein⁽¹⁾, P. Riou-Nivert⁽⁵⁾, F. Huard⁽¹⁾, L. Amandier⁽²⁾, E. Paillassa⁽⁵⁾

(1) INRA (2) CRPF (3) ONF (4) IRSTEA (5) CNPF-IDF

Contexte et enjeux

- Impact important et rapide du changement climatique (60 à 80% du territoire sous climat méditerranéen en 2050-2080)
- Les mécanismes liés à la reproduction (adaptation génétique, migration) risquent d'être insuffisants
- Substitution d'espèces sensibles (migration assistée) pour peuplements à venir (cèdre)
- Plasticité phénotypique = seul mécanisme d'adaptation pour peuplements existants
- La compétition, le développement du houppier influencent la sensibilité des arbres aux facteurs climatiques
- La sylviculture (éclaircie, élagage) pourrait jouer un rôle dans l'adaptation des forêts aux modifications du climat

Objectifs

- Peut-on étendre le cèdre et comment?
- Quelle sylviculture pour les peuplements actuels et futurs face au risque de sécheresse ?
 - (1) recueillir, rassembler, synthétiser et transférer les connaissances disponibles (autécologie-reboisement) sur la base de l'expérience acquise dans et en dehors de la région méditerranéenne
 - enquête
 - analyse bibliographique
 - rédaction et diffusion d'une brochure
 - (2) préciser l'influence des opérations sylvicoles (éclaircie, élagage) sur la sensibilité du cèdre au climat
 - analyse de données récentes issues de dispositifs sylvicoles expérimentaux

L'enquête nationale sur les comportements du cèdre dans les sites suivis

Objectif: Valoriser les observations disponibles sur les essais suivis par les organismes de recherche et de développement forestier

Moyens: un questionnaire transmis aux différentes unités de l'ONF, INRA, IDF et CRPF (janvier à juin 2011)

Principe : Utiliser les données existantes, ne nécessitant pas a priori de relevé de terrain (sauf souhait de l'agent concerné)

- 1 fiche recto-verso de questions descriptives à cocher, complétées de quelques questions ouvertes d'appréciations et de commentaires
 - Localisation et conditions stationnelles, caractéristiques et comportement du peuplement, étapes connues de son itinéraire technique, observations sanitaires
- Peuplements de cèdre > 10 ans
- Cèdre majoritaire et présent dans l'étage dominant
- Parcelles de 5 à 10 ares minimum

Les réponses à l'enquête

196 placettes décrites

42 départements représentés

62% en forêt privée

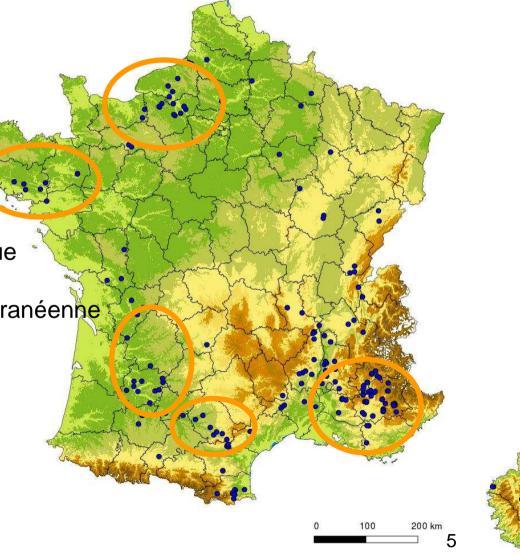
38% en forêt publique

69 en zone climatique océanique

21 en climat continental

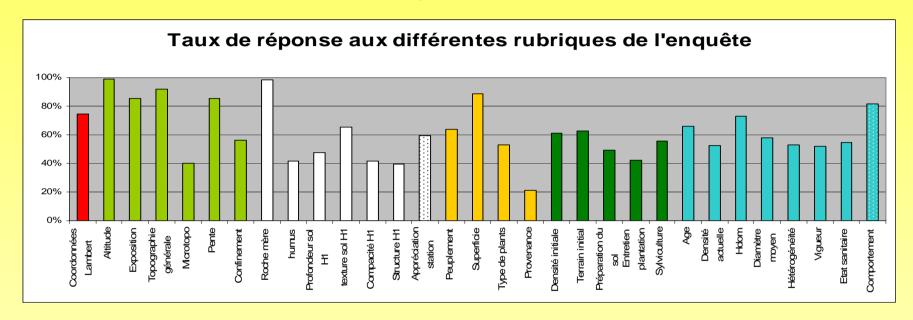
106 en zone climatique méditerranéenne

Quelques régions riches en dispositifs suivis (études antérieures ou en cours)



Le traitement des informations recueillies

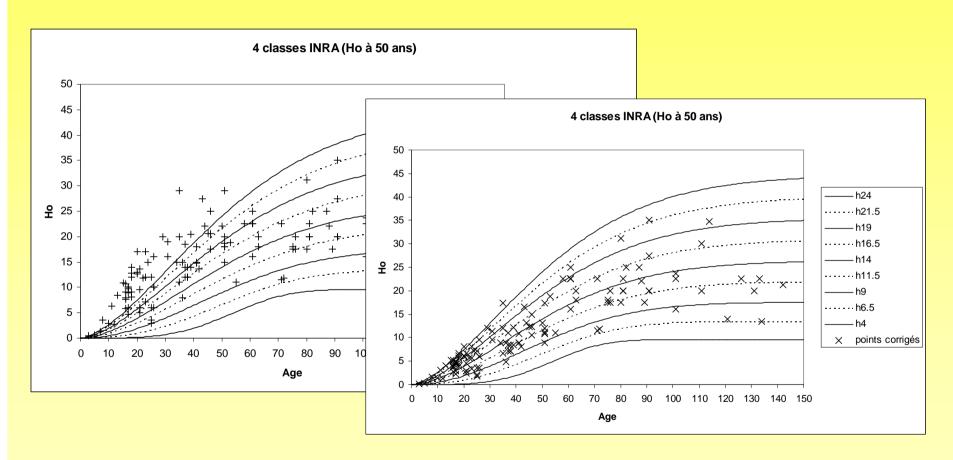
- Paramètres inégalement répartis Echecs rarement suivis au-delà de 10 ans
- Beaucoup de données non renseignées qualité variable des informations



- Prudence sur les peuplements jeunes où les facteurs limitants ne se sont pas encore pleinement exprimés
- Analyse multivariée non pertinente Création de variables synthétiques pour homogénéiser les informations stationnelles
- Indicateurs de résultats : Croissance en hauteur du peuplement
 - appréciation de l'état sanitaire
- Etude par zones climatiques : océanique / continental / méditerranée

Calcul d'un indice commun H50 ans pour chaque point

> Analyser comparativement les peuplements d'âges différents



Corriger au mieux compte tenu du manque de référence commune de croissance et des changements de contextes depuis l'établissement de ces courbes

Informations apportées par l'enquête :

1/ Confirmation et enrichissement des connaissances bibliographiques sur l'autécologie du cèdre

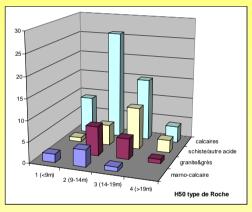
Ex: Résultats liés à la roche mère et au sol

Les croissances les plus fortes sont observées sur roche siliceuse autre que le granite:

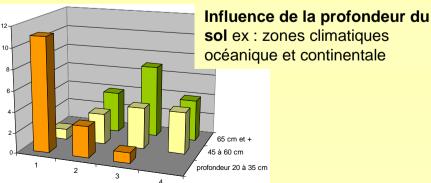
autre roche siliceuse

Zone climatique océanique et continentale

Zone méditerranéenne



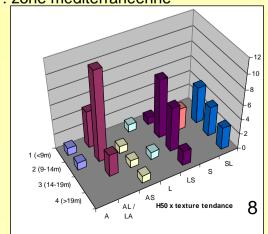
Capacité de prospection racinaire indispensable pour répondre à ses besoins en eau :



sol ex : zones climatiques océanique et continentale

> Textures extrêmes non appréciées par le cèdre

Ex : zone méditerranéenne



Informations apportées par l'enquête :

2/ Analyse de la combinaison des facteurs

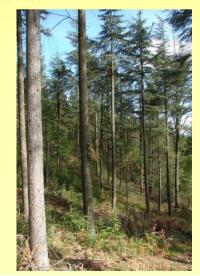
Ex : Placettes décrites sur roche mère acide

Altitude (m)	Topo- graphie	Exposition	Tm ¹ (°C)	Tx ¹⁰ (°C)	Pluviométrie annuelle (mm)	Pluviométrie juin-juillet-août (mm)	Substrat	Profondeur du sol (cm)	Structure et compacité dominantes	Texture dominante	Éléments grossiers	Hydromorphie	Ho (m)	Âge (an)	Croissance	État sanitaire
740	haut de versant	Ν	11.5	26.6	940	134	schiste	100	meuble	limon argileux	20%	non	34.7	113	++	++
70	plateau	-	11.3	23.9	730	136	schiste	40	peu compacte, particulaire	limon	5%	non	20.6	45	+	+
550	mi - versant	so	10.4	26.5	572	182	granite	40	peu compacte, particulaire	sable argileux	55%	non	18.0	75	9	+
70	plateau	-	11.5	23.9	817	129	granite	30	meuble, agrégats	limon sableux	20%	non	13.7	21	+	+

Tm: température moyenne annuelle; Tx: température moyenne des maximales du mois le plus chaud.



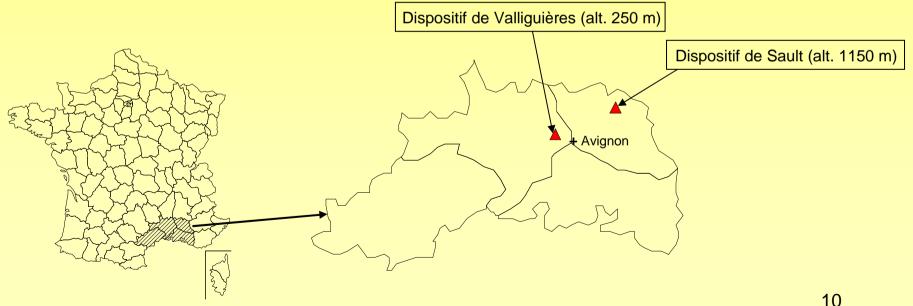






Volet recherche : objectif et méthodes

- on veut préciser l'influence des opérations sylvicoles (éclaircie, élagage) sur la sensibilité du cèdre au climat et à la sécheresse en analysant :
 - la croissance annuelle en diamètre d'arbres de différents statuts sociaux, caractère sensible à la fois à la compétition et au climat, (Sault-Ventoux. Stage FIF-M2 2011. J. Guillemot)
 - l'état sanitaire d'arbres en conditions de stress hydrique (Valliguières-Garrigues du Gard).

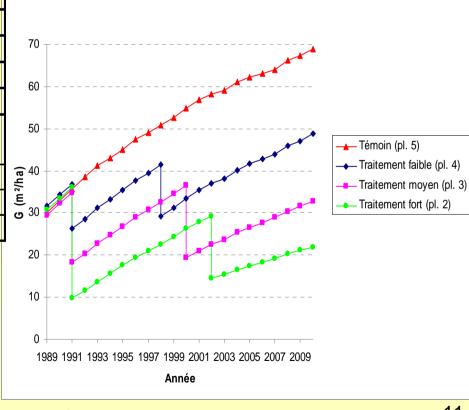


Le dispositif expérimental de Sault

- 4 placettes de fertilité identique
- 3 placettes éclaircies deux fois avec des intensités contrastées, 1 placette témoin
- Chaque niveau d'éclaircie identifie 5 groupes d'arbres repérés dans chaque placette, de
- « surcimés » à « dominants ». Éclaircie = abattage d'un œ plusieurs de ces groupes

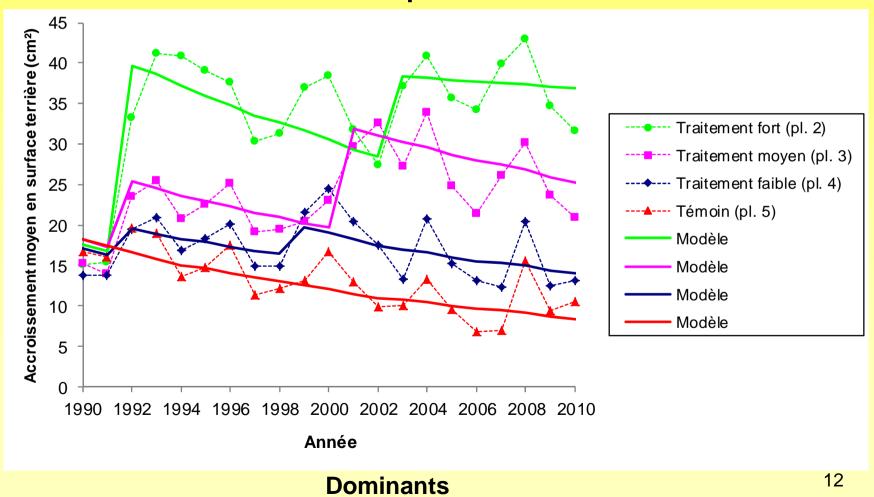
	SAULT						
Situation	Ventoux versant sud						
Altitude	1150 m						
Age fin 2010	46 ans						
Traitements	4 intensités d'éclaircie						
Evolution de la densité/ha	témoin	éclaircie faible	éclaircie moyenne	éclaircie forte			
Plantation	2700 (0)	2700 (0)	2700 (0)	2700 (0)			
1 ^{re} éclaircie	mortalité	1800 (1)	1200 (2)	550 (3)			
2 ^e éclaircie	naturelle	1200 (2)	550 (3)	250 (4)			

Évolution du nombre de tiges par ha (nombre de groupes abattus depuis l'origine)

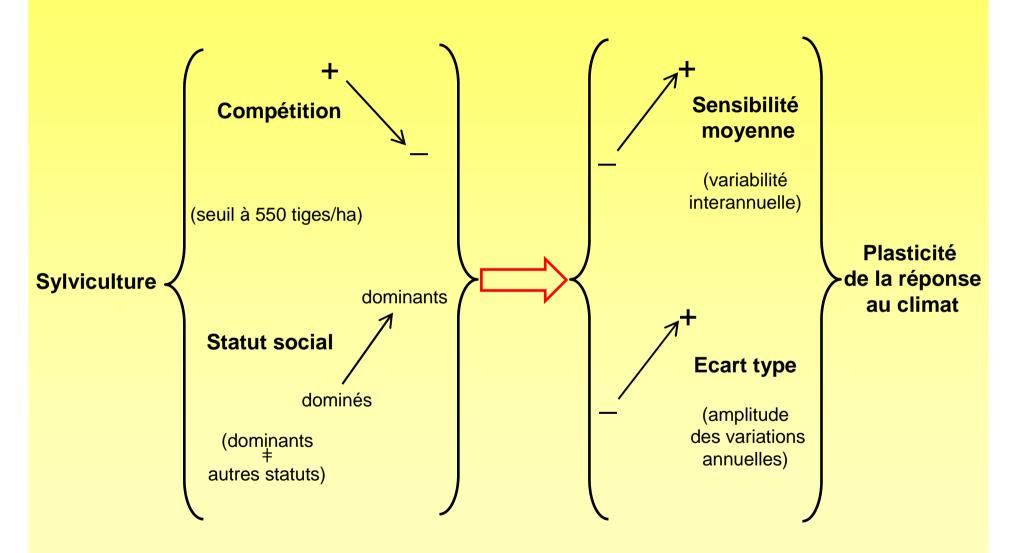


Analyse : modèle linéaire mixte

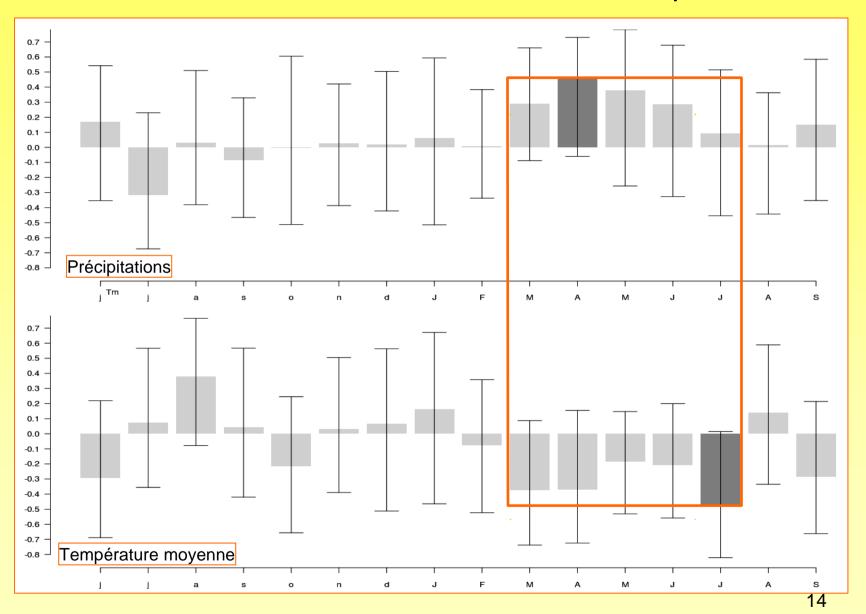
$$Y = \alpha X + \beta Z + E$$



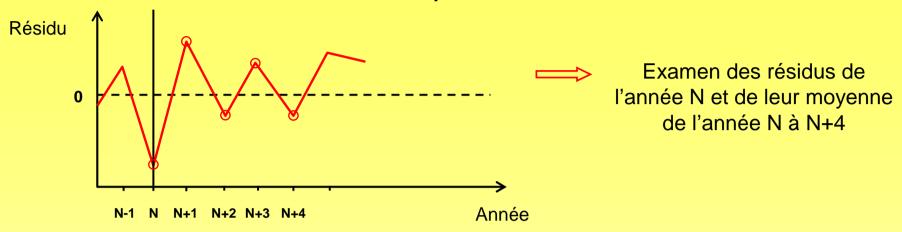
Examen des résidus du modèle à effets fixes : sensibilité moyenne et écart-type



Liaison avec les facteurs climatiques



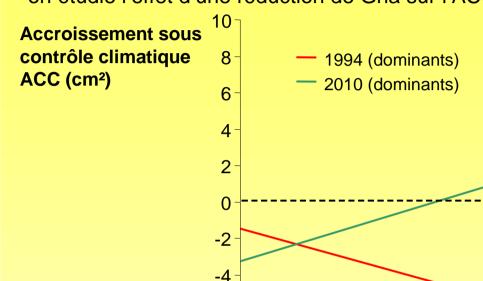
Examen des 4 plus mauvaises années

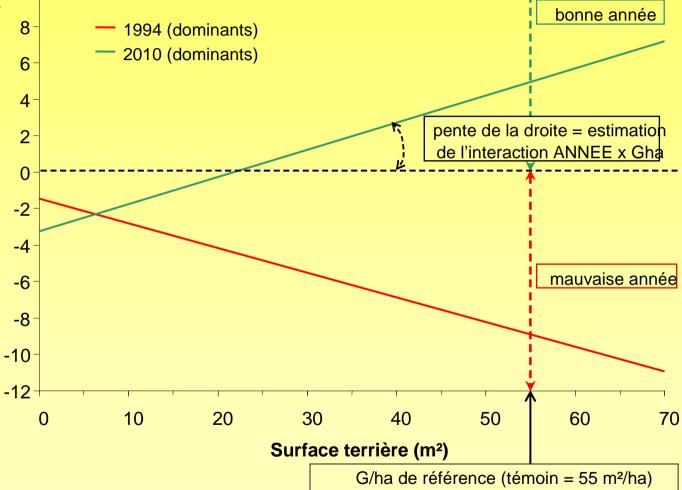


- croissance des mauvaises années
 - effet significatif des éclaircies fortes (passage à 550 tiges/ha) : les arbres ne
 marquent » plus la mauvaise année
 - effet seulement la première mauvaise année après l'éclaircie (2-3 ans après)
- persistance de l'effet (moyenne des cinq ans après la mauvaise année)
 - effet seulement la période suivant la première éclaircie la plus forte et pour les dominants

Examen de l'interaction entre l'effet de la densité et l'effet annuel ACC = ANNEE + ANNEE x Gha

- on étudie l'effet d'une réduction de Gha sur l'ACC moyen (20 droites : une par année)





définition des bonnes et mauvaises années

Le dispositif expérimental de Valliguières

Situation	Garrigues du Gard						
Altitude	250 m						
Age fin 2010	43 ans						
Traitements	4 intensités d'éclaircie						
	x 4 intensités d'élagages						
	Évolution de la densité/ha						
	témoin	écl. faible	écl. moy.	écl. forte			
Plantation	1200	1200	1200	1200			
Éclaircie (1992)	1200	800	600	400			
Élagage (1992 puis 1996)	<u>Témoin</u> : sans élagage						
	<u>Élagage faible</u> : 400/ha à 2 m <u>Élagage moyen</u> : tous à 2 m + 400 /ha à 4 m						
	Élagage fort : tous à 2 m + 400/ha à 6 m						

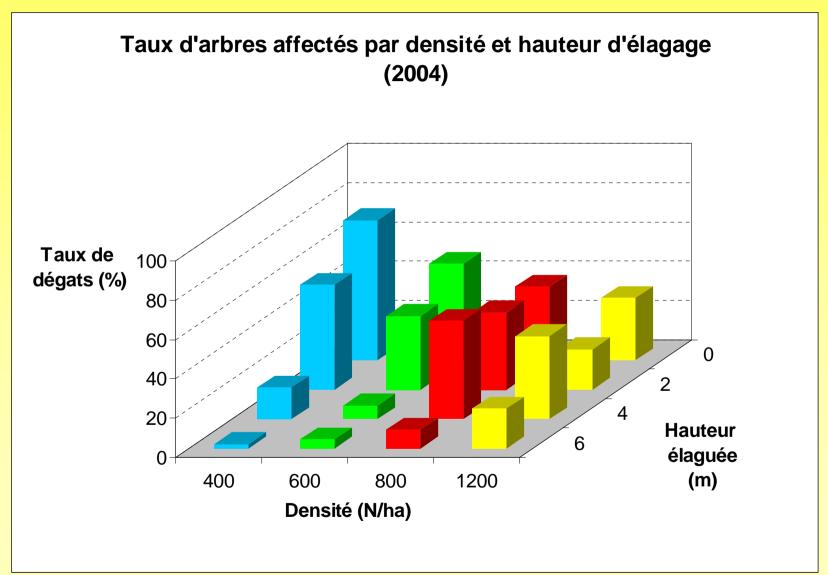
Suivi de l'état sanitaire des arbres du dispositif de Valliguières : Suivi des écoulements de résine





- signalés sur plusieurs espèces (pin sylvestre, épicéa commun, cèdre,...)
- peuvent s'accompagner de fentes du bois chez certaines espèces
- nécrose cambiale, écorce craquelée, absence d'agent biotique
- affecte en général les gros arbres et les parties de l'arbre où la croissance radiale est la plus forte (base du houppier) comme les fentes de sécheresse chez le sapin de Vancouver
- fréquence et importance plus fortes en période de sécheresse
- attribués en général à la sécheresse

Suivi des écoulements de résine : effet des traitements en 2004



Conclusions

- Bilan hydrique = principale contrainte à la croissance
- Effet de l'éclaircie sur la relation entre croissance et climat
- Favorable sur la croissance climat-dépendante des « mauvaises années »
- Effet significatif fugace et pour des éclaircies très fortes
- La ressource en eau disponible se redistribue-t-elle bien aux arbres restants?
- Les arbres restants développent rapidement leur houppier, leurs besoins augmentent et ils redeviennent alors aussi sensibles (plus à Valliguières)?

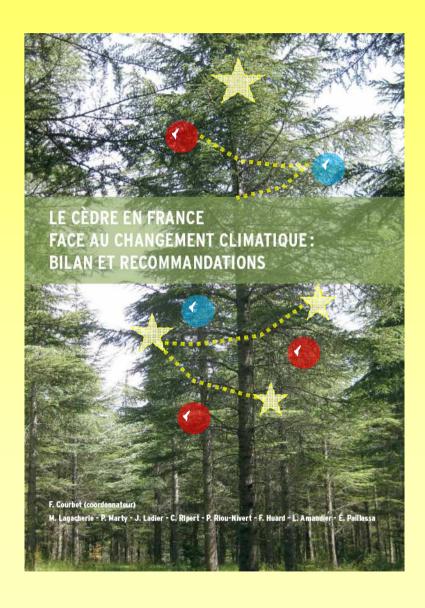
Effet de l'élagage :

- Très marqué : on diminue la consommation en eau tout en maintenant la ressource via le système racinaire.
- Forte interaction élagage x densité. Cet effet est d'autant plus marqué que l'éclaircie est forte (branches élaguées plus fonctionnelles)

Perspectives :

- Résultats à confirmer et à étendre à des conditions plus difficiles (croissance)
- Préconisations : raccourcissement des révolutions par sylviculture intensive ?
 Contrôle du développement des houppiers ?

BROCHURE



- autécologie, comportement vis à vis des facteurs climatiques et des caractéristiques du sol
- recommandations techniques pour l'installation des peuplements
- indications et éléments de choix sur les itinéraires sylvicoles
- qualité et utilisations du bois
- risques sanitaires
- références bibliographiques

