

Facteurs de vulnérabilité du douglas face aux aléas climatiques premières avancées



Introduction

Ce document est un résumé des travaux menés par l'INRA en collaboration avec le CRPF dans le projet concernant la « Pérennité de la production de Douglas » dans le cadre des changements climatiques.

Le programme de recherche et de développement sur la réponse du douglas aux aléas climatiques appliqué à la Bourgogne a été mis en place en coordination avec le projet national Dryade, financé par le programme Vulnérabilité Milieux et Climat de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

Responsable de la coordination de ce programme : Nathalie Bréda, Directrice de Recherche - UMR INRA UHP 1137, Ecologie et Ecophysiologie Forestières - 54 280 Champenoux

assistée de : Anne-Sophie Sergent, François Gérémià, Yves Lefèvre, Patrick Behr, Nicolas Métral, Thierry Paul de l'INRA Nancy,

Alice Morel -Baptiste Ollier chargés de mission CRPF de Bourgogne / IDF ont contribué à sa réalisation.

1 – Le douglas en Bourgogne

La Bourgogne est l'une des deux premières régions productrices de douglas en France. La disponibilité en douglas estimée à 408 000 m³/an en 2003-2005, devrait atteindre 767 000 m³/an en 2011-2015.

Comme de nombreuses régions en France, elle a subi en 2003 une sécheresse édaphique précoce, longue et intense puis un épisode estival de sécheresse atmosphérique exceptionnel.

Suite à cet événement extrême des peuplements de Douglas dépérissent d'années en années conduisant les forestiers à s'interroger :

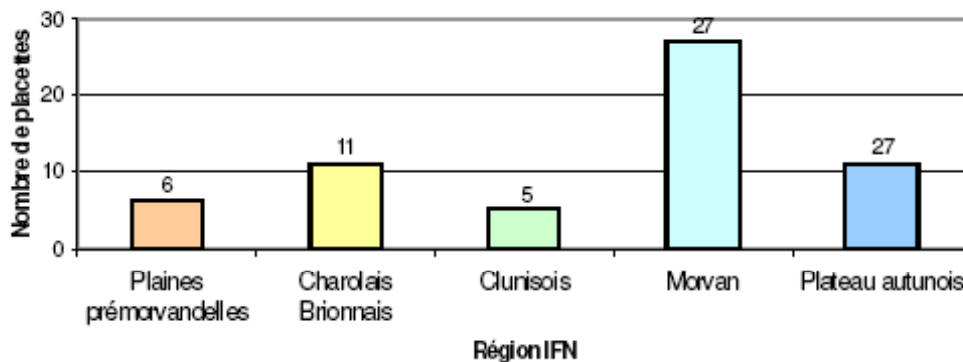
- l'aire d'introduction est-elle réellement adaptée à la production de douglas ?
- quelles sont les causes et les mécanismes du dépérissement ?
- quelles provenances choisir pour le renouvellement des peuplements en place ?

2 - L'étude sur la région Bourgogne

Le programme mis en œuvre s'est déroulé en 3 phases :

a) *Une phase préparatoire* de prospection pour sélectionner 60 peuplements (sains et dépérissants) choisis selon les critères suivants :

- surface d'au moins 1 hectare pour s'affranchir des effets de lisières,
- purs, équiennes, âgés d'au moins 25 ans,
- conditions stationnelles homogènes
- à proximité ou dans les mêmes situations climatiques que les stations météorologiques Météo France pour lesquelles les données quotidiennes de pluie, températures, vitesse du vent, rayonnement, humidité relative de l'air sont disponibles depuis au moins 1978.



Nombre de placettes sélectionnées par région IFN

Pour chacune de ces 60 placettes, les données suivantes ont été relevées :

- informations générales : localisation, renseignements administratifs,
- description stationnelle : altitude, pluviométrie annuelle, pente et exposition,
- données sylvicoles : âge du peuplement, surface, interventions sylvicoles depuis 2003,
- description sanitaire : répartition du dépérissement et de la mortalité sur 30 arbres,
- notation de coloration anormale, de la présence de gourmands et/ou de fentes, observations diverses : passage de la tempête de 1999, etc...

b) *Une phase de sélection sur le terrain* qui a conduit l'équipe de l'INRA à retenir 30 peuplements parmi les peuplements prospectés initialement, répartis proportionnellement à la surface couverte par le douglas au sein de chacune des régions forestières étudiées.

Echantillonnage stratifié par régions IFN

IFN	Nom IFN	Surface douglas (ha)	% de la surface	Nb. théorique de placettes	Nb. de placettes étudiées
581	Morvan	27 468	52	15,5	15
716	Charolais et annexes	9 152	17	5,2	5
719	Clusinois	6 580	12	3,7	3
213	Plaines Prémorvandelles	2 705	5	1,5	2
71A	Plateau Autunois	3 505	7	2,0	3
582	Nivernais	3 688	7	2,1	2
TOTAL		53 098	100	30	30

Chaque peuplement sélectionné a fait l'objet d'une recherche de son antécédent sylvicole par enquête auprès des propriétaires et/ou gestionnaires et d'une description précise sur une placette circulaire de 700m² (15 mètres de rayon) :

- stationnelle (altitude, pente, exposition, topographie et microtopographie, relevé floristique, description pédologique)
- dendrométrie sur tous les arbres de la placette (circonférence moyenne, hauteur dominante, surface terrière, densité, nombre de souches avec évaluation de leur ancienneté, réalisation d'un élagage),
- phytosanitaire sur tous les arbres de la placette: évaluation du déficit foliaire, et identification d'éventuels pathogènes notamment la Rouille Suisse et le Fomes.

Sur l'ensemble des peuplements visités, 18 placettes ne présentaient aucun signe de dépérissement (soit 31%), 12 présentaient des signes de dépérissement (soit 20%) et enfin 30 placettes présentaient des mortalités d'arbres (soit 49%) .

Des placettes avec mortalité ont été observées dans chacune des régions IFN. Les placettes saines étaient situées principalement dans le Morvan.

Sur chaque placette, 15 arbres ont fait l'objet d'un carottage à cœur à 1,30 mètre du sol à l'aide d'une tarière de Pressler mécanisée. Chaque arbre a fait l'objet d'un géo-référencement (mesures de la distance et des angles de chacun des arbres par rapport au centre de la placette).

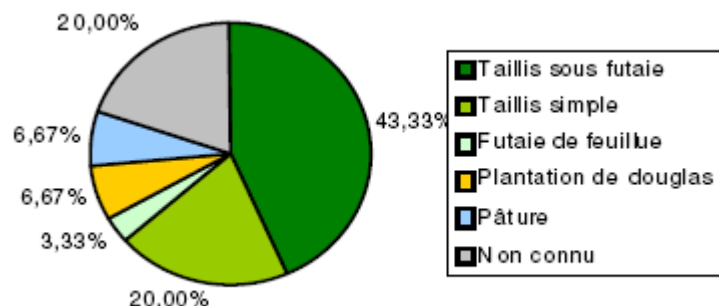
c) *Une phase de description pédologique complète* par ouverture de fosses sur un sous échantillon de 10 placettes choisies de façon à représenter les principales configurations pédologiques de la région.

Région IFN	N° des placettes	Géologie
Clusinois	2	Granites
Charolais-Brionnais	5 -7	Grès
Plateau Autunois	9 -12	Granites
Bazois	16	Argile
Nivernais	18	Argile
Morvan	20	Basaltes et Rhyolites
	26 -28	Granites

3 - Premiers résultats

3.1 Caractéristiques des peuplements

Les peuplements étudiés ont été installés, dans la plupart des cas sur des anciennes parcelles de taillis (chêne-charme)



Sur les 60% des peuplements où les travaux préparatoires à la plantation sont connus, 47% ont subi une mise en andains, avec une préparation du sol réalisée au bulldozer. Ceci a pu entraîner des phénomènes de décapage des humus et des horizons A (risque de diminution de la fertilité des sols), de dégradation de leur porosité. La plantation a été effectuée selon la technique du coup de pioche pour l'ensemble des parcelles.

La densité des plantations étudiées s'étend de 2500 à 1100 tiges par hectare. La majorité des densités rencontrées se situe entre 1250 et 1600 tiges par hectare.

L'étude porte sur des peuplements dont l'âge moyen s'étend de 25 ans pour le plus jeune, à 72 ans pour le plus ancien. Une forte proportion des peuplements (40%) ont un âge qui se situe dans la tranche 35-39 ans.

L'âge de la première éclaircie se situe entre 13 et 40 ans et l'âge moyen est de 23 ans. La première éclaircie est donc dans la plupart des cas tardive. Cette sylviculture peu dynamique associée à des densités de plantation assez élevées a pour conséquence d'augmenter la compétition entre les arbres.

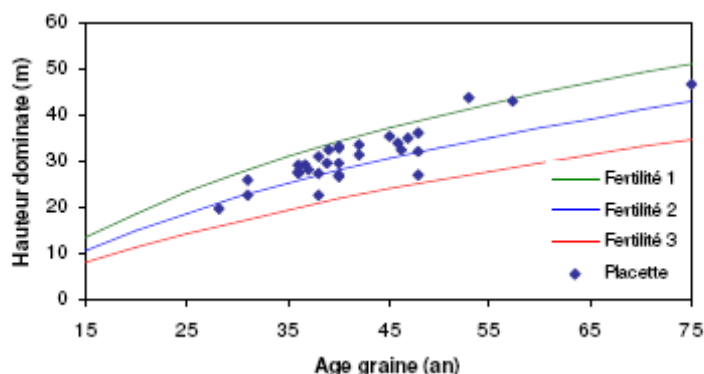
La tempête de 1999 a frappé au moins 40% des peuplements échantillonnés. Il conviendra de prendre en compte cet élément dans la réponse possible de la croissance radiale des arbres.

3.2 Descriptions floristiques et pédologiques

La flore identifiée est principalement de type neutrophile à acidophile. Sur certaines placettes, on trouve une flore plutôt acidiphile mais cela reste rare. On note également la présence de nombreuses espèces neutro-nitrophiles à nitrophiles traduisant une richesse en azote, pouvant indiquer un antécédent cultural ancien.

Les descriptions pédologiques réalisées sur les 30 placettes, combinées aux descriptions sur fosse et analyses granulométriques réalisées sur les 10 placettes ont permis de calculer la réserve utile de chaque sol. Les réserves utiles calculées sur 110 cm de sol ou moins en cas de contrainte majeure à l'enracinement (dalle rocheuse) sont comprises entre 26 et 162 mm.

3.3 Descriptions sylvicole et dendrométrique



Huit peuplements sont situés dans la classe de fertilité 1, vingt dans la classe de fertilité 2 et deux dans la classe de fertilité 3. Ce résultat confirme le fait que le dépérissement ne concerne pas les mauvaises stations. Les peuplements dépérissants sont des peuplements de production avec des croissances en hauteur normales voir importantes.

3.4 Evaluation du déficit foliaire

Les symptômes visuels de dépérissement observés sont principalement le déficit foliaire, caractérisé par des houppiers mités, transparents, avec quelques mortalités de branches. Dans certains cas, on constate des cimes sèches, la présence de gourmands, de fentes de sécheresse. Des arbres secs sur pied ont également été observés. Afin de dater l'année de la mort des individus secs, et d'analyser la trajectoire de croissance précédant la mort (réduction brutale ou perte de vitalité progressive), les individus morts ont systématiquement été carottés.

Le déficit foliaire moyen est la moyenne des déficits foliaires de tous les arbres dominants et codominants observés sur la placette. Elle varie de 12% à 56% selon les placettes.

Un déficit foliaire supérieur à 30% a été observé sur 2/3 de placettes étudiées (63,33%), ce qui traduit une dégradation significative de l'état des cimes.

3.5 Analyse dendroécologique

Analyse de la croissance radiale

Les carottes de bois collectées dans cette étude ont permis de retracer la croissance passée de 450 douglas. La croissance des arbres est mesurée en déterminant la largeur annuelle de cerne pour chaque arbre carotté. Ceci permet de déterminer la croissance radiale moyenne des peuplements étudiés sur la période 1980-2008. Elle est de 4.4 mm/an (2.99 mm/an à 5.71 mm/an). Cependant, en raison des différences d'âge entre les peuplements étudiés et de la très forte réduction de la largeur de cerne avec l'âge, il n'est pas possible d'analyser les variations interannuelles de croissance en largeur de cerne brute.

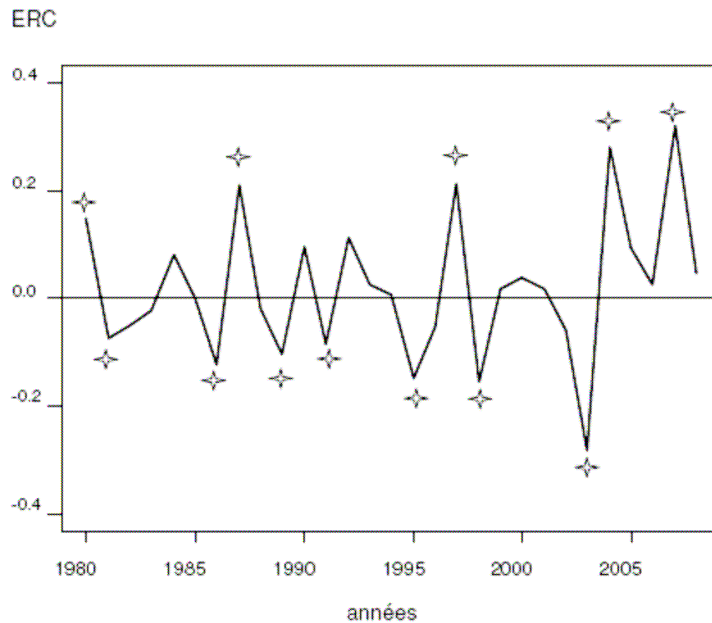
Détermination des années caractéristiques de croissance

Pour déterminer les années caractéristiques de croissance, on calcule les variations de croissance entre deux années consécutives. Les effectifs d'arbres (n=450) et de peuplements (n=30) permettent de lisser les variations brutales de croissance liées à des interventions sylvicoles.

A partir des croissances annuelles de chaque arbre, les écarts relatifs de croissance (ERC) entre les années n et n-1 ont été calculés selon la formule suivante :

$$\text{ERC} = (\text{largeur } n - \text{largeur } n-1) / \text{largeur } n$$

Les ERC ont permis de déterminer les années caractéristiques et très caractéristiques pour la croissance, années au cours desquelles on observe chez respectivement 70% et 80% des arbres une augmentation ou une diminution de la croissance de l'année par rapport à l'année précédente .



Ecarts relatifs moyens de croissance pour chaque année moyenne pour les 450 douglas étudiés. Les années caractéristiques sont indiquées par des étoiles.

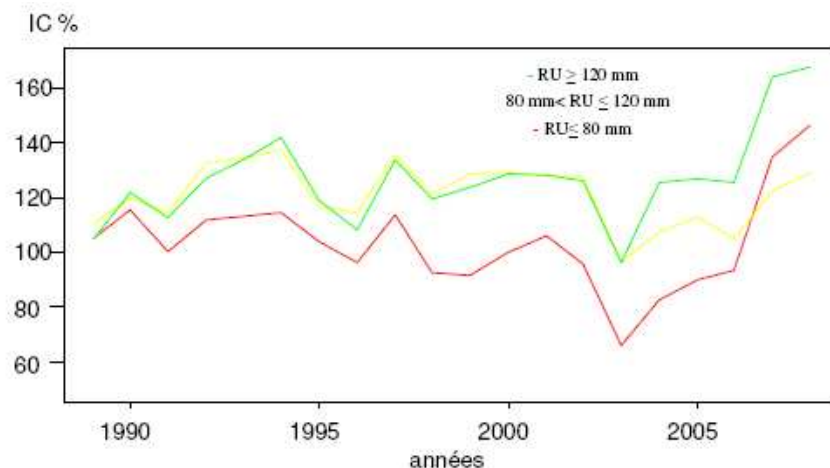
Sur la période 1980 -2008, 13 années sont caractéristiques ou très caractéristiques (en gras) :

- 5 correspondent à une augmentation de la croissance: 1980, 1987, 1997, 2004, **2007**
- 8 correspondent à une diminution de croissance : 1981, 1983, 1986, 1989, 1991, **1995, 1998, 2003**

La fréquence d'années caractéristiques est de 45%, ce qui est élevé. La réduction de croissance enregistrée en 2003 est la plus forte mesurée sur la période 1980-2008. Notons que les années consécutives à la tempête de 1999 (2000 et 2001) ne sont pas caractéristiques pour la croissance sur l'ensemble de l'échantillonnage.

Relation entre croissance et réserve utile des sols

La croissance radiale des arbres varie fortement en fonction de leur âge. Pour pouvoir comparer la croissance d'arbres d'âges différents, on calcule des indices de croissance pour chaque cerne de chaque arbre en fonction de l'âge cambial du cerne. Les indices moyens de croissance ont été stratifiés selon trois classes de réserve utile : Classe 1 - $RU \leq 80$ mm, Classe 2 - $80 \text{ mm} < RU \leq 120$ mm, Classe 3 - $RU \geq 120$ mm.



Variation des indices de croissance radiale selon la classe de réserve utile

La croissance sur les placettes où les réserves utiles sont inférieures à 80 mm (classe 1) est significativement plus faible depuis le début de la série chronologique. De 1988 à 2003, la croissance sur les placettes avec des réserves supérieures à 80 mm (classe 2 et 3) sont comparables. Après 2003, la croissance des placettes de la classe 2 est plus faible que celle de la classe 3 et une récupération du niveau de croissance plus lente. Pour la classe 1, on observe après 2006 une augmentation de la croissance, cette augmentation pourrait être expliquée par la réaction favorable des arbres aux éclaircies sanitaires qui ont eu lieu après 2003.

Éléments de conclusion et perspectives

Une première synthèse des données obtenues et les tous premiers résultats des analyses dendroécologiques tendent à imputer un rôle majeur au bilan hydrique des années récentes. Deux éléments vont dans ce sens :

- Le retard important d'éclaircie a pu jouer négativement dans la consommation en eau des peuplements,
- Les fosses ouvertes ont montré dans plusieurs cas des profils de sols difficiles pour le douglas avec des prospections racinaires limitées et des contraintes fortes (charges en cailloux, hydromorphie). Les premiers résultats de calculs de réserve utile montrent qu'une réserve utile faible est un facteur de vulnérabilité majeur et un déterminant clé pour la croissance radiale des arbres.

Un travail d'identification des seuils des contraintes hydriques par modélisation rétrospective des bilans hydriques journaliers de chaque peuplement est en cours. Cette recherche permettra d'identifier les seuils de contraintes hydriques susceptibles d'induire des pertes de productivité, des dépérissements et des mortalités de douglas.

Pour en savoir plus contacter Nathalie BREDA : breda@nancy.inra.fr