

BOIS & FORÊTS DE NORMANDIE

Bulletin du Centre Régional de la Propriété Forestière de Normandie
édité en collaboration avec ses partenaires de la forêt privée normande

Directeur de la Publication M. Xavier MORVAN

HORS SÉRIE / JUILLET 2014

ÉDITORIAL

ADAFOR :

des problématiques similaires des deux côtés de la Manche



Dans le cadre d'un programme européen de coopération (INTERREG IV A France (Manche) Angleterre), plusieurs partenaires franco-anglais ont décidé de se coordonner et de mutualiser leurs expériences de part et d'autre de la Manche grâce au projet ADAFOR. Les différents partenaires, trois anglais et cinq français, sont réunis autour de quatre objectifs transfrontaliers communs :

- contribuer à régénérer davantage les forêts ;
- dynamiser et mobiliser la ressource bois-énergie ;
- adapter la gestion forestière au changement climatique ;
- accompagner le développement d'une mécanisation respectueuse de l'environnement.

Ce numéro Hors-Série du « Bois-&Forêts de Normandie » est l'occasion de souligner une partie des travaux et études effectués par le CRPF de Normandie dans le cadre du projet ADAFOR.

Ainsi, vous pourrez découvrir les premiers résultats liés à certaines essences potentiellement intéressantes dans le cadre du changement climatique comme le Robinier et le Chêne pubescent, ainsi que les travaux en cours sur l'importance du bilan hydrique dans la sylviculture du Douglas.

Je vous souhaite une bonne lecture de ce bulletin et vous invite à consulter les actions menées par les partenaires *via* le site Internet dédié au projet ADAFOR (www.adafor.eu).

Jean de SINCAÏ,
Président du CRPF de Normandie

ADAFOR :

on both sides of the Channel, similar issues concerning forests

As part of a European programme (INTERREG IV A France (Channel) England), several Anglo-French partners have decided to coordinate and share their experiences on both sides of the Channel through ADAFOR project. All partners involved, three English and five French, are gathered on four joint cross-border objectives :

- aid development of sustainable forest management, especially about renewing ;
- develop a sustainable woodfuel sector ;
- adapt forest management to climate change ;
- help the development of suitable mechanisation.

This special edition of "Bois-&Forêts de Normandie" is the opportunity to underline a part of the studies realized by the CRPF Normandy in the ADAFOR project.

Indeed, you will discover the first results linked to potentially interesting tree species in climate change context such as Black Locust (*Robinia pseudacacia*) and Pubescent Oak (*Quercus pubescens*) and the current studies about importance of hydric track record in Douglas Fir (*Pseudotsuga menziesii*) silviculture.

I hope you will enjoy reading this leaflet and I invite you to visit the ADAFOR website (www.adafor.eu) to discover the partners and their actions.

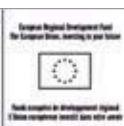
Jean de SINCAÏ,
President of CRPF Normandy



CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ
FORESTIÈRE DE NORMANDIE

Cap Madrillet - Bât. B
125 Avenue Edmund Halley - CS 80004
76801 SAINT-ETIENNE-DU-ROUVRAY
Tél. : 02 35 12 25 80 - Fax : 02 35 12 25 81
normandie@crpf.fr
Site internet : www.crpfn.fr

Avec la participation financière des Régions
Haute-Normandie et Basse-Normandie et du
Fonds Européen de Développement Régional :
l'Union européenne investit dans votre avenir.



LE ROBINIER

FAUX-ACACIA (*Robinia pseudoacacia*)

Bien que très peu présent en Normandie, le Robinier présente **des qualités qui ne laissent pas indifférent** le petit monde de notre filière forêt-bois. Il est connu depuis très longtemps pour son excellente durabilité en piquet. Cette résistance naturelle le place en classe 4 de la norme française de durabilité, qui correspond à **un bois durable sans traitement même en condition humide**. Depuis une dizaine d'années, le Robinier suscite un intérêt grandissant pour des utilisations en sciage. Ses qualités sont mises en valeur pour les **usages extérieurs**, tels que le mobilier de jardin ou les lames de terrasse. **Il rivalise alors avec les bois exotiques** comme le Teck ou l'Eucalyptus plus chers et/ou devant être traités.

Côté sylviculteur, le Robinier séduit par sa **vitesse de croissance** (exploitable en 45 ans) et sa capacité à enrichir le sol en azote !

Malgré ces atouts indéniables, **des interrogations demeurent** pour envisager et promouvoir son développement en Normandie.

En Normandie, 2 études, réalisées en 2010 et 2013, et la mise en place d'un réseau de placettes d'expérimentation, nous éclairent peu à peu sur **la place du Robinier dans notre région**. A l'occasion de ce Hors Série, nous vous livrons les premières conclusions de ces études.

Un petit rappel descriptif

Le Robinier faux-acacia est un arbre de la famille des légumineuses, ce n'est pas un acacia !

C'est un arbre élancé atteignant 20 à 25 mètres de hauteur et rarement plus de 60 cm de diamètre. Son écorce est lisse dans le jeune âge, devenant épaisse et crevassée en vieillissant. Son tronc est souvent flexueux et cannelé. Ses jeunes rameaux sont fortement épineux et ses bourgeons minuscules. Son feuillage est léger, à feuilles composées de 3 à 10 paires de folioles ovales et molles. A la fin du printemps, il produit des grappes de fleurs blanches et odorantes qui donnent des fruits en forme de grosses gousses plates. Ses racines sont traçantes et drageonnent facilement. Le drageon est un rejet naissant à partir d'un bourgeon situé sur une racine ou une tige souterraine. Pour le Robinier, le drageonnement est stimulé par une mise en lumière et un travail du sol.



Un jeune rameau de Robinier faux-acacia

© A. GACRIEL - CRPF de Normandie

Historique et place du Robinier en Normandie

Le Robinier est originaire d'Amérique du Nord. Il est largement introduit en Europe dont la France au XVII^{ème} siècle. Actuellement, c'est la troisième essence feuillue de production au monde, après le Peuplier et l'Eucalyptus.

En Europe, il est très présent dans **les Pays de l'Est**, notamment en Hongrie avec 360 000 hectares.

En France, la surface occupée par le Robinier est estimée à **190 000 hectares**, soit moins de 1 % de la surface forestière. Les régions Rhône-Alpes, Bourgogne et Aquitaine concentrent à elles seules 40 % de cette surface. Dans ces régions, il était utilisé traditionnellement en piquet pour les vignobles.

En Normandie, la place du Robinier est très faible. L'Inventaire Forestier National estime qu'il est présent sur **1600 hectares** de forêt privée, dont plus de la moitié dans le département de l'Eure. Cette présence est disséminée, mélangée à d'autres essences, le plus souvent sous forme de bouquets et à l'état de taillis. Depuis son introduction, sa colonisation reste limitée.

En 2010, le CRPF s'est posé la question du caractère invasif de cette essence, caractéristique reprise dans différents ouvrages botaniques de référence. La bibliographie relatant ce caractère invasif est peu fournie et ce classement a été déterminé sans qu'aucune réelle mesure de terrain n'ait été réalisée.

Le Robinier, un comportement invasif ?

Selon un protocole strict et bien défini, il a été observé **une centaine de peuplements de Robinier** et leurs alentours (peuplements voisins).

Dans la majorité des cas, **le Robinier n'est pas invasif actuellement en Normandie**. Le Robinier s'étend seulement dans 21 % des peuplements voisins, mais en trop faible densité pour conclure à une invasion généralisée (seulement 2 % des peuplements alentours présentent un recouvrement par le Robinier dépassant 50 %). Dans la majorité des cas, sa dispersion par les drageons **n'excède pas 30 mètres de rayon**.

Les zones colonisées doivent avoir été mises en lumière (coupe rase ou forte éclaircie) pour qu'il y ait production de drageons. Autrement dit, tant qu'un Robinier n'est pas coupé, il y a très peu de risque de drageonnement. A contrario, **plus on coupe régulièrement les Robiniers, plus ils se multiplient par drageonnement**.

C'est une des causes avancées pour expliquer l'envahissement de certains peuplements forestiers, notamment en région Bourgogne. Dans cette région viticole, le traitement en taillis-sous-futaie est encore largement présent. Les coupes régulières de taillis tous les 20-25 ans sont particulièrement favorables au Robinier. Dans certaines forêts, le taillis de Robinier supplante peu à peu le taillis de Charme. Des expérimentations sont en cours pour trouver le meilleur dosage d'éclaircie pour contenir le développement du Robinier et permettre aux autres essences de se régénérer.



© A. GABRIEL - CRPF de Normandie

Rare cas où les 4 conditions propices à l'envahissement ont été réunies en Normandie

Dans nos forêts normandes, nous sommes très loin de l'exemple bourguignon. Il peut tout de même être envahissant si plusieurs conditions spécifiques sont réunies :

- 1) Milieux ouverts (même momentanément) ;
- 2) Robinier en mélange dispersé ;
- 3) Drageons stimulés par une coupe à blanc et/ou un travail du sol ;
- 4) Sol aéré et sans végétation concurrente ombrageante (fougère aigle, ronce, érable sycomore,...).

Le fait que le Robinier enrichisse le sol en azote et modifie la flore localement a été observé et confirmé en Normandie.

> **C'est pourquoi il faut proscrire l'introduction du Robinier dans les peuplements adjacents aux milieux rares, ouverts, avec peu d'espèces compétitrices (pelouses calcaires, landes sèches,...).**

Le Robinier, une croissance juvénile qui pique !

Une seconde étude réalisée en 2013 et financée dans le cadre du projet ADAFOR, complète l'étude sur l'envahissement en analysant les relations station/production du Robinier en Normandie et en proposant les premières pistes pour sa sylviculture.

En voici les principaux enseignements :

A) La niche écologique du Robinier

Le Robinier a été observé comme absent des sols non aérés, argileux ou engorgés.

> Les introductions de Robinier sont donc à proscrire des sols argileux (argile affleurante dans les 30 premiers cm) et des sols engorgés (nappe d'eau stagnante dans les 50 premiers cm révélée par des traces rouille ou de décoloration).

Trois courbes de fertilité ont été établies en Normandie. Elles modélisent la croissance en hauteur en fonction de l'âge, qui conditionne la capacité de production de bois d'œuvre. Les peuplements en classe de fertilité faible n'atteindront pas les dimensions et qualités requises pour du bois d'œuvre et ne produiront que du piquet.

> L'introduction du Robinier pour un objectif bois d'œuvre est à proscrire des sols très acides ou des sols acides/calcaires à faible réserve en eau (sol peu profond, silex ou calcaires affleurants).

B) Des plantations avec des résultats mitigés

Les plantations sont encore peu nombreuses en Normandie et les résultats sont encore très aléatoires.

Les principales sources d'échec sont un sol mal adapté (trop humide ou trop lourd), un manque de dégagement et les dégâts de gibier. En boisement de terre agricole, la concurrence herbacée est un vrai problème les toutes premières années. Dans les plantations non protégées, lièvres et chevreuils se régalaient des jeunes pousses très appétentes.

> Comme le Robinier est très sensible à la concurrence, de nombreux dégagements sont à prévoir suite à sa plantation. Des désherbages sont à pratiquer en boisement de terre agricole. En présence avérée de gibier, des protections sont nécessaires. Les plants utilisés sont produits à partir de graines provenant de Hongrie (étiquette verte). Un gros travail de sélection reste à mener.

Dans les plantations, le Robinier présente souvent une forme anarchique avec de nombreuses fourches, s'expliquant par sa croissance sympodiale (mort du bourgeon terminal et croissance par les bourgeons latéraux) qui nécessite de nombreux travaux de tailles puis d'élagage. La forme du Robinier est apparue meilleure dans les plantations en mélange avec le Châtaignier.

> Quelles que soient les densités pratiquées (entre 800 et 1250 plants/ha) en plantation de Robinier, **de nombreux travaux de tailles puis d'élagage** sont à prévoir. Le mélange avec des essences ombrageantes et à croissance rapide, comme le Châtaignier, permettrait sans doute d'améliorer sa forme.

C) Une forte dynamique juvénile

La croissance juvénile du Robinier est très forte jusqu'à 15 ans. Pour les meilleures fertilités, des peuplements de plus de 10 m de hauteur à 10 ans ont été observés !

> Dans les peuplements issus de régénération naturelle (drageons ou semis), une intervention précoce et forte en dépressage (à 7 ans environ) devra être prévue afin de revenir à une densité de 1250 tiges/ha. Le Robinier sera moins réactif à des éclaircies tardives.

D) Une essence supportant peu la concurrence

Le Robinier est une essence de lumière très sensible à la concurrence, ainsi dans les peuplements visités, une forte mortalité naturelle liée à la compétition a souvent été observée.

> Les itinéraires de production (de 15 à 45 ans) sont encore mal connus, par manque d'expérience et de recul en Normandie. On prévoit au moins 3 éclaircies assez dynamiques avant la récolte finale à 45 ans. En bonnes conditions, un peuplement pur de Robinier devrait produire 150 à 180 m³ de bois d'œuvre cumulés sur la dernière éclaircie et la coupe finale. Les autres produits seront du bois de chauffage et des piquets.



© A. GABRIEL - CRPF de Normandie

Balivage et détourage d'un peuplement de Robiniers

Un réseau de placettes en Normandie pour acquérir de l'expérience sur la gestion du Robinier

Un réseau de placettes a été mis en place pour valider et infirmer ces premières observations :

- des placettes pour suivre la dynamique de colonisation du Robinier après coupe rase ;
- des placettes sur la réussite des plantations du Robinier en boisement de terre agricole et en reboisement ;
- des placettes pour tester la réaction du Robinier à une sylviculture dynamique par détourage ou en plein ;
- un essai de stimulation de drageonnement après plantation (recépage) pour des tiges sans défauts ;
- des placettes sur le suivi de production de cette essence (accroissement du peuplement).

Le Robinier nous a séduits par son bois mais nous a quelque peu leurrés sur sa soi-disant plasticité et son développement invasif ! Après quelques années d'observations, il s'avère que le Robinier est assez exigeant tant sur la qualité du sol que des entretiens à mener.

Enfin, il nous déroute par la grande diversité de ses comportements. De nombreuses années d'expérimentation et d'observation seront encore nécessaires avant d'annoncer des schémas sylvicoles fiables pour notre région.

LE CHENE

PUBESCENT (*Quercus pubescens*)

Pourquoi s'intéresser au Chêne pubescent ?

Dans le contexte du changement climatique, de nombreux travaux ont été menés sur les différentes espèces de Chênes par l'Institut pour le Développement Forestier (IDF) et le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF), en lien étroit avec leurs partenaires. Ces travaux, regroupés dans le projet « Chênaie Atlantique », ont démontré que les Chênes de pays (Chênes pédonculé et sessile) seront dans « un avenir proche » clairement en limite climatique dans certains secteurs. Une phase du projet a donc porté sur une espèce de Chêne encore mal connue, peu courante en Normandie, susceptible de mieux résister au déficit hydrique estival et d'avoir une production de bois d'œuvre : le Chêne pubescent.



Face inférieure d'une feuille de Chêne pubescent

Le Chêne pubescent, une essence au poil !

Le Chêne pubescent est un chêne méditerranéen dont la reconnaissance peut s'avérer assez difficile. En effet, il s'hybride facilement avec les autres Chênes. Certains critères morphologiques distinctifs existent toutefois et une clef de détermination a été élaborée pour identifier au mieux les espèces (y compris les hybrides). La principale caractéristique du Chêne pubescent est, comme son nom l'indique, de présenter un « duvet » sur la face inférieure de ses feuilles et sur les rameaux de l'année.

Le Chêne pubescent est une essence thermophile mais résistante au froid. Il supporte une large gamme de pH et est présent sur tous les types de station. Ses potentialités de production en fonction des conditions stationnelles restent à préciser.

Le Chêne pubescent a plutôt mauvaise réputation : on a souvent en tête l'image de peuplements souffreteux, peu poussants, avec des troncs courts et tortueux. Il faut savoir que ces peuplements « références » sont en règle générale situés sur des sols calcaires secs et pauvres. Sur des stations correctes, on a pu constater que sa croissance était équivalente aux Chênes sessile et pédonculé.

Des tests mécaniques comparatifs entre les Chênes pédonculé, sessile et pubescent ont été menés dans certaines régions où ces essences sont présentes (Centre, Poitou). Les premiers résultats sont surprenants : les qualités mécaniques du pubescent sont légèrement supérieures à celle des autres Chênes. Cela s'explique par deux caractéristiques propres au Chêne pubescent :

- les vaisseaux sont plus petits et moins nombreux dans le bois de printemps ;
- les rayons ligneux sont larges et plus nombreux.

Ces deux particularités lui donnent une meilleure résistance mécanique.

Des incertitudes subsistent toutefois concernant la tenue au séchage du Chêne pubescent, qui de plus, semble présenter une proportion plus importante d'aubier, réduisant ainsi la part de duramen (bois de cœur).

Enfin, l'étude des tanins des deux Chênes pubescent et pédonculé n'a pas montré de différence significative, tant sur leur composition, que sur leur concentration. Le Chêne pubescent pourrait ainsi être utilisé en tonnellerie, même si des approfondissements sont encore nécessaires.

Tous ces éléments laissent à penser que le Chêne pubescent serait susceptible de constituer une alternative crédible aux Chênes « normands »... C'est pourquoi le CRPF de Normandie a entamé des travaux sur la place de ce Chêne dans notre région.

Du Chêne pubescent en Normandie ?

La présence du Chêne pubescent est avérée en Normandie depuis plusieurs années, mais la localisation des peuplements est le plus souvent imprécise.

A certains points de relevés déjà clairement identifiés, le CRPF de Normandie a défini des secteurs de recherche en combinant des données climatiques, topographiques (exposition ensoleillée) et géologiques (substrat calcaire), sur lesquels la probabilité de présence du Chêne pubescent était plus forte.

Données climatiques :
secteurs où le déficit hydrique est marqué

Données topographiques :
expositions ensoleillées

Données géologiques :
substrats calcaires



Carte des zones où la probabilité de présence du Chêne pubescent est la plus forte et dans lesquelles il a été recherché

© CRPF de Normandie - IGN

La prospection sur le terrain a ensuite consisté à rechercher et identifier des individus et des peuplements afin de permettre une localisation précise. Cette phase a été relativement longue puisqu'elle a nécessité une vérification pied à pied des individus afin d'identifier correctement l'espèce. A l'échelle de la Normandie, les principaux peuplements de Chênes pubescents ont été localisés en vallée d'Eure. Des peuplements de plusieurs hectares ont été identifiés et cartographiés et vont faire l'objet de mesures plus précises (croissance,...) et d'expérimentations sylvicoles (éclaircies, régénération,...).

Des premières mesures stationnelles et dendrométriques ont déjà été effectuées : âge, circonférence à 1.30m, hauteur,... Dans des conditions satisfaisantes, il semble que le Chêne pubescent présente bien des croissances équivalentes aux Chênes sessile et pédonculé.

Préparer les conditions pour assurer la pérennité de la ressource Chêne

Il est envisagé d'installer prochainement un essai de reboisement avec du Chêne pubescent. Cet essai pourra être l'occasion de tester le comportement de cette essence encore mal connue.

Des essais comparatifs entre plants de plusieurs régions de provenances déjà homologuées mais aussi de plants, qui proviendront de récolte de glands issus de peuplements de Chênes pubescents identifiés par le CRPF de Normandie, pourront également être mis en place.

Ce travail sera réalisé en collaboration avec l'Institut pour le Développement Forestier et d'autres CRPF et en partenariat avec les CETEF et gestionnaires locaux. Certaines collectivités comme le Grand Evreux Agglomération ou le Conseil Général de l'Eure sont d'ores et déjà intéressées pour participer au financement de ces plantations expérimentales.

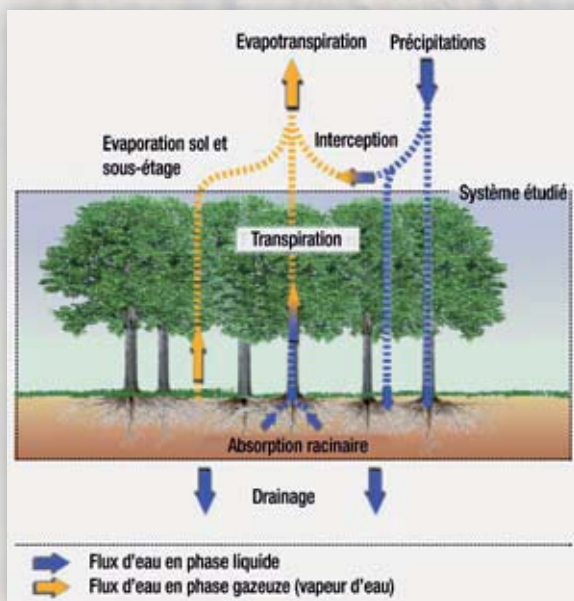
C'est aujourd'hui que doit se préparer l'adaptation au changement climatique.

SUIVI DE LA CROISSANCE

DE PEUPELEMENTS DE DOUGLAS

SUR STATIONS A RISQUE HYDRIQUE

Le bilan hydrique est le moteur de la croissance et de la vitalité des peuplements forestiers. Pour mieux comprendre son impact sur certaines essences sensibles aux sécheresses marquées comme le Chêne pédonculé, le Hêtre ou le Douglas, un réseau de placettes a été mis en place par le CRPF de Normandie.



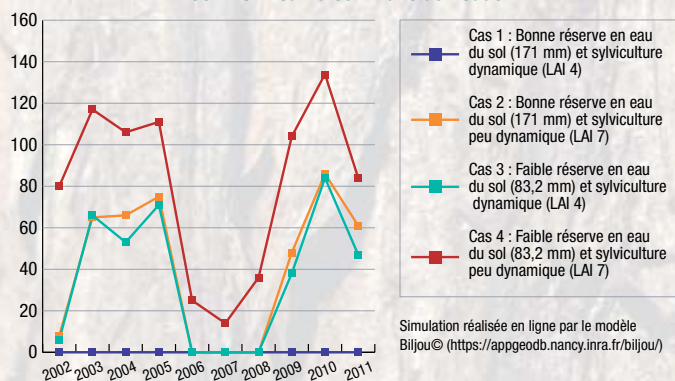
Trois paramètres conditionnent le bilan hydrique et donc le **niveau de sécheresse** :

- le **climat** avec le niveau des précipitations et la température, le vent, l'humidité atmosphérique, le rayonnement solaire qui influent sur le niveau d'évaporation de l'eau. Plus il fait chaud, lumineux, venteux ou sec, plus les pertes en eaux des surfaces foliaires ou du sol sont fortes ;
- le **couvert forestier** avec le niveau de surface foliaire (surface représentée par la projection de l'ensemble des feuilles du peuplement par unité de surface du sol). Il contrôle l'interception des précipitations, conditionne le rayonnement transmis au sous-étage et au sol et détermine la transpiration du couvert ;
- la **réserve utile maximale** qui est la capacité des sols à stocker l'eau. Plus cette capacité est importante, plus le risque de sécheresse est faible.

Un outil de modélisation baptisé « BILJOU » et développé par l'INRA de Nancy permet le calcul du bilan hydrique journalier et du nombre de jours de stress hydrique annuel, en renseignant ces paramètres : climat, surface foliaire, résineux/feuillus, type de sol.

Illustration d'un bilan hydrique climatique (Douglas entre 2002-2011 à l'Oudon - 14)

Simulation du nombre de jours de stress hydrique annuel pour 4 peuplements de Douglas sur la période 2002-2011 sur la commune de l'Oudon



Qu'est ce que le bilan hydrique ?

Le bilan hydrique d'un peuplement forestier est la quantification des flux d'eau entrants et sortants dans le sol forestier.

Les flux d'eau entrants correspondent principalement aux **précipitations**.

Les flux d'eau sortants sont :

- l'**interception** des pluies par le couvert forestier représentant le flux d'eau qui s'évapore à la surface des feuilles lorsque celles-ci sont humectées par la pluie ;
- la **transpiration des arbres**, résultant d'un transfert de l'eau du sol depuis l'absorption racinaire vers les feuilles ;
- l'**évaporation par le sol** et la transpiration du sous-étage, qu'il soit herbacé ou ligneux ;
- le **drainage de l'eau** au-dessous du plancher racinaire. Il alimente nappes profondes et cours d'eau.

La somme de ces différents flux se traduit par une augmentation ou une diminution de la réserve en eau dans le sol et permet le **calcul du nombre de jours de stress hydrique**. En effet, en-deçà de certains seuils, l'eau du sol est difficilement absorbable et la plupart des essences réagissent en diminuant leur consommation individuelle en eau, ce qui impacte leur croissance.

Année	Précipitations annuelles (mm)	Température moyenne annuelle (°C)	Précipitation des mois les plus chauds (Juin à Août) (mm)	Température des mois les plus chauds (Juin à Août) (°C)
2002	727,6	11,67	176	16,71
2003	566,1	11,52	126	19,19
2004	551,2	11,08	157	17,38
2005	547	11,30	109	17,32
2006	713,2	11,59	220	18,19
2007	804,8	11,40	315	16,79
2008	709,6	10,95	171	16,90
2009	590,6	10,88	156	17,34
2010	680,5	9,91	144	17,38
2011	580,1	11,89	238	16,57

Données météo sur la période 2002-2011 pour la station de l'Oudon-Lieuroy (14170)

On constate que le niveau de précipitations et sa répartition au long de l'année ont un impact sur le nombre de jours de stress hydrique. Moins il pleut l'été, plus le nombre de jours de stress hydrique est élevé. De même, les fortes températures estivales renforcent le stress hydrique.

> **L'introduction** des essences sensibles aux sécheresses climatiques répétées ou extrêmes comme le Douglas doit être réfléchi en fonction du **climat local**. C'est pourquoi le CNPF développe actuellement des cartes de vigilance climatique par essence.

On observe que la capacité du sol à stocker l'eau impacte le nombre de jours de stress hydrique. Ainsi, pour un peuplement fermé sans sylviculture et à faible réserve en eau (courbe rouge), le stress hydrique sera élevé (en moyenne 80 jours/an).

> **L'introduction** des essences sensibles aux sécheresses climatiques doit être également réfléchi en fonction de la **capacité de stockage d'eau du sol**. Dans les secteurs climatiques secs, le Douglas doit par exemple être proscrit des sols à faible réserve utile (forte charge en cailloux, faible profondeur, sable grossier).

La charge du peuplement (illustrée ici par la LAI soit la surface foliaire = volume des houppiers) impacte aussi fortement le stress hydrique. Ainsi, pour une faible réserve en eau (83.2 mm), le nombre de jours de stress hydrique est divisé par deux (courbe bleue claire) si le peuplement est éclairci régulièrement avec un couvert clair (LAI 4). De même, sur un sol à forte réserve en eau dans des secteurs climatiques limites, les peuplements en manque d'éclaircies (LAI >6) seront affaiblis par le stress hydrique.

> Le forestier peut diminuer l'impact des sécheresses sur ses peuplements par une sylviculture dynamique en abaissant régulièrement la densité de ses peuplements.

Comportement du Douglas face au stress hydrique

Le Douglas fait partie des espèces évitantes vis-à-vis des sécheresses : sa transpiration ne se bloque que pour des sécheresses très prononcées et prolongées. Il résiste bien aux sécheresses moyennes par :

- un système racinaire capable de prospecter un volume de sol important (racines allant parfois jusqu'à 2 m de profondeur) ;
- un système conducteur de l'eau fin (petits vaisseaux) et une capacité à mobiliser l'eau de l'aubier en été (rétractation infime du diamètre du tronc observée en été lors des journées chaudes) ;
- un indice foliaire élevé et un maintien de l'activité photosynthétique malgré un déficit en eau du sol.

Intensité du stress hydrique	Réaction du Douglas	
Faible	Arrêt de la croissance en circonférence	Réaction du tronc (nécrose cambiale ?)
Moyenne	Arrêt de la croissance en hauteur	
Forte	Fermeture des stomates	Arrêt de la transpiration
Très forte	Arrêt de la photosynthèse (jaunissement des aiguilles, mortalité)	

Par contre, il est plus sensible aux sécheresses intenses, car sa régulation tardive le mène à un état de déshydratation qui peut s'accompagner d'altérations physiques graves, voire irréversibles (tableau ci-dessus).

Suivi de deux peuplements de Douglas sur des stations au bilan hydrique opposé

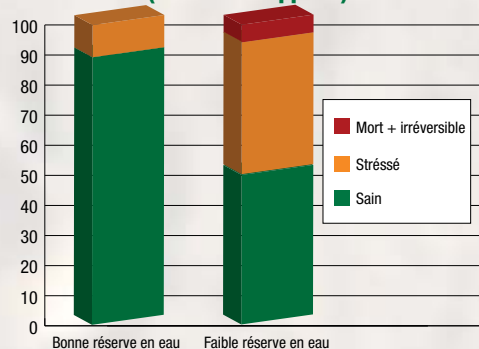
	Station à forte réserve en eau	Station à faible réserve en eau
Année de plantation	1983	1987
Âge	30	26
Accroissement moyen en diamètre (cm/an)	1,13	0,81
Hauteur dominante (m)	28,54	20,08
Classe de fertilité du Douglas (Angelier, 2007)	Fertilité 1	Fertilité 2

En Normandie, suite aux périodes répétitives de sécheresse, des nécroses cambiales diffuses et ponctuelles sont observées sur certains peuplements de Douglas. Ce phénomène est marqué dans d'autres régions comme la Bourgogne ou l'Auvergne et serait également lié à l'alternance de périodes sèches et humides.

Pour mieux comprendre la réaction des peuplements de Douglas aux sécheresses, une placette a été installée dans deux peuplements voisins avec anciennement présence de nécrose cambiale : un sur des sols à bonne réserve en eau et l'autre sur des sols à faible réserve en eau. L'état sanitaire et la croissance individuelle des tiges seront suivis annuellement en lien avec le bilan hydrique (exemple BILJOU ci-dessus).

Lors de l'installation de la placette, on a pu observer assez logiquement que la production et l'état sanitaire du peuplement sur le sol à faible réserve en eau sont plus faibles.

Etat sanitaire des peuplements de Douglas observés 2012/2013 (Etat des houppiers)



POUR EN SAVOIR



<https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/>
 GRANIER A., BRÉDA N., BIRON P., VILLE S. (1999)
 A lumped water balance model to evaluate duration and intensity of drought constraints in forest stands. *Ecological Modelling*, 116, 269-283