



Choix des essences et prise en compte du climat et de son évolution

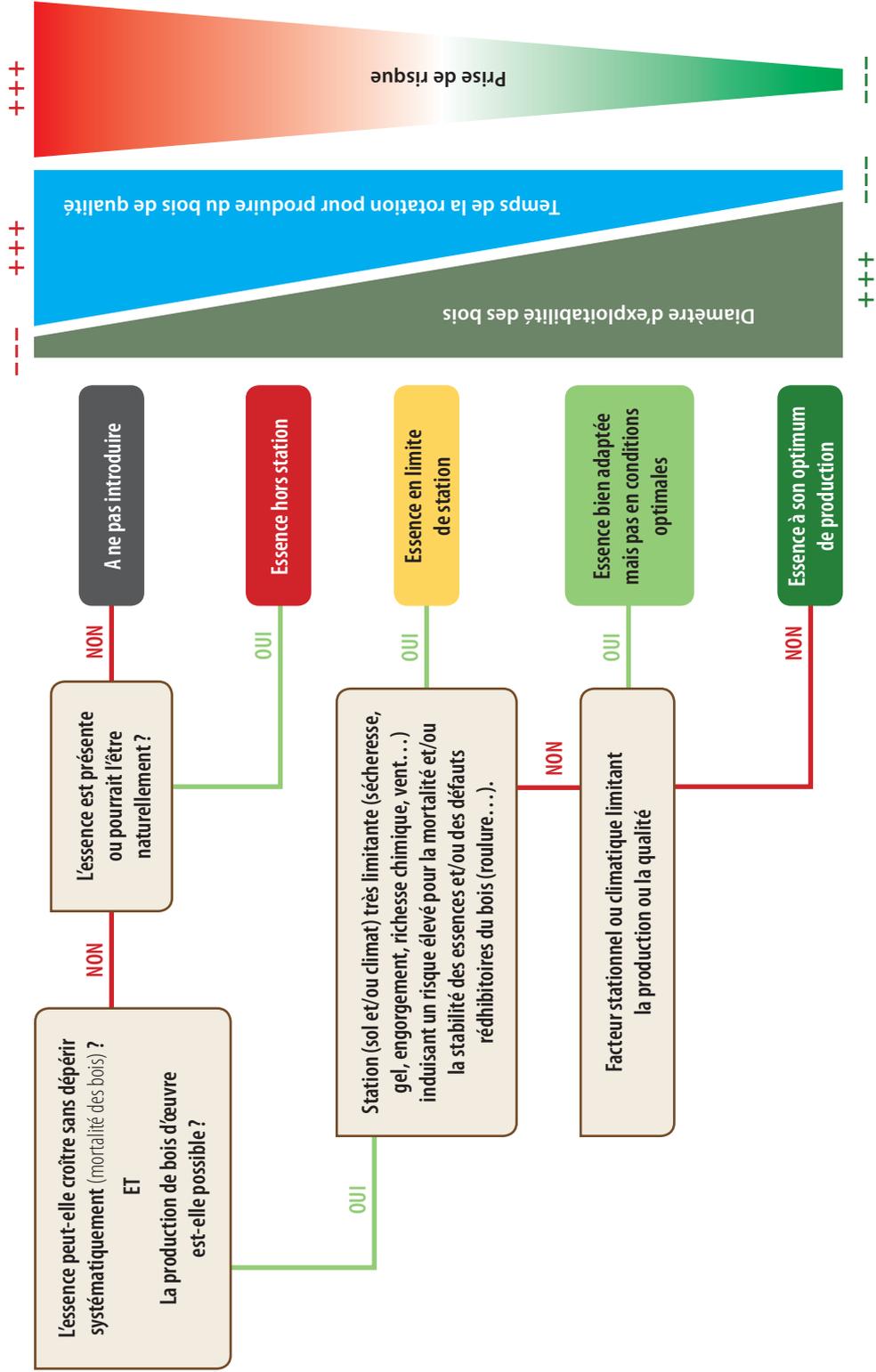
- **Qu'entend-on par « adéquation essence-station » ?**
 - Clé adéquation essence-station
 - Recommandations sylvicoles en fonction de l'adéquation
- **Prendre en compte le climat actuel : un découpage de la Normandie par zones climatiques**
- **Prendre en compte le climat futur dans le choix des essences à renouveler et à améliorer**
- **Comment anticiper les effets du changement climatique dans la gestion des peuplements ?**
 - Peuplements en amélioration
 - Peuplements à renouveler
 - Introduction de nouvelles essences



► QU'ENTEND-ON PAR « ADÉQUATION ESSENCE-STATION » ?

CLÉ ADÉQUATION ESSENCE-STATION

La clé suivante permet de définir et de déterminer l'adaptation de l'essence à la station forestière.



Recommandations sylvicoles en fonction de l'adéquation

Catégorie	Signification du classement	Plantation / renouvellement	Amélioration	Valorisation de la production
A ne pas introduire	Essence naturellement non présente et non adaptée aux conditions édaphiques et/ou climatiques actuelles.	Jamais	Aucune	Aucune
Essence hors station	Essence peu ou non adaptée aux conditions édaphiques et/ou climatiques. <i>Rôle d'accompagnement pour certaines essences feuillues ou résineuses*</i>	Uniquement à but écologique ou sylvicole (gainage, protection des plants contre le gibier, amélioration du fonctionnement du sol pour sa richesse ou l'engorgement).	Sylviculture douce pour éviter tous les stress possibles. Récolte des bois dès que possible. Favoriser les essences objectives plus adaptées.	Bois le plus souvent de qualité secondaire
Essence en limite de station	Essence moyennement adaptée (sol et/ou climat limitant). Plusieurs phases peuvent être critiques comme la réussite initiale de la plantation, la résistance à une sécheresse marquée, la stabilité face aux vents... Cette catégorie induit une notion de risque importante pour la mortalité et/ou la qualité des bois (roulure).	Très risqué en plein. Préférer des mélanges pied à pied ou par bouquet ou par parquet avec des essences plus adaptées, si possible ayant des vitesses de croissance et des sylvicultures assez semblables.	En cas de mélange, favoriser les essences plus adaptées. Sylviculture dynamique si possible (peuplement jeune, stable, sans retards d'intervention). Éviter les retards d'interventions et toutes les autres sources de stress et de déstabilisation possibles (ex : coupe forte dans des peuplements instables très peu éclaircis).	Possibilité de faire de la qualité et de la quantité mais pas sans risques.
Essence bien adaptée mais pas en conditions optimales	Sol ou climat limitant la production ou la qualité des bois.	En plein pour les essences sociales. <i>Toutefois les mélanges ne sont pas à exclure, car ils offrent une sécurité supplémentaire en cas de problèmes sanitaires, ainsi que parfois un gain potentiel en production.</i>	Sylviculture classique à dynamique	Qualité en quantité.
Essence en conditions optimales	Aucun facteur limitant. Conditions optimales pour la production de bois de qualité en quantité.			

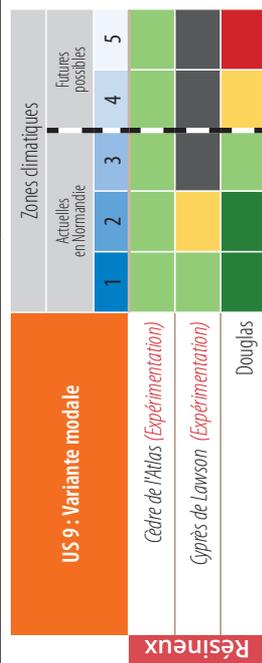
*Essences hors station :

- à conserver en accompagnement pour le gainage et l'amélioration de la forme des arbres objectifs : Charme, Hêtre, Sapin Pectiné, Châtaignier, Tilleuls.

- à conserver en accompagnement pour l'amélioration et fonctionnement des sols : Bouleaux, Érables et Tremble (litière améliorante) ; Auline, Chêne pédonculé et Tremble (rôle de pompe sur les sols engorgés et structuration des sols).

L'adéquation essence-station est déclinée suivant les différentes zones climatiques.

Exemple : extrait d'un tableau adéquation essence-station pour les stations sur sol acide et sain à réserve en eau moyenne à bonne (US 9 : Variante modale).

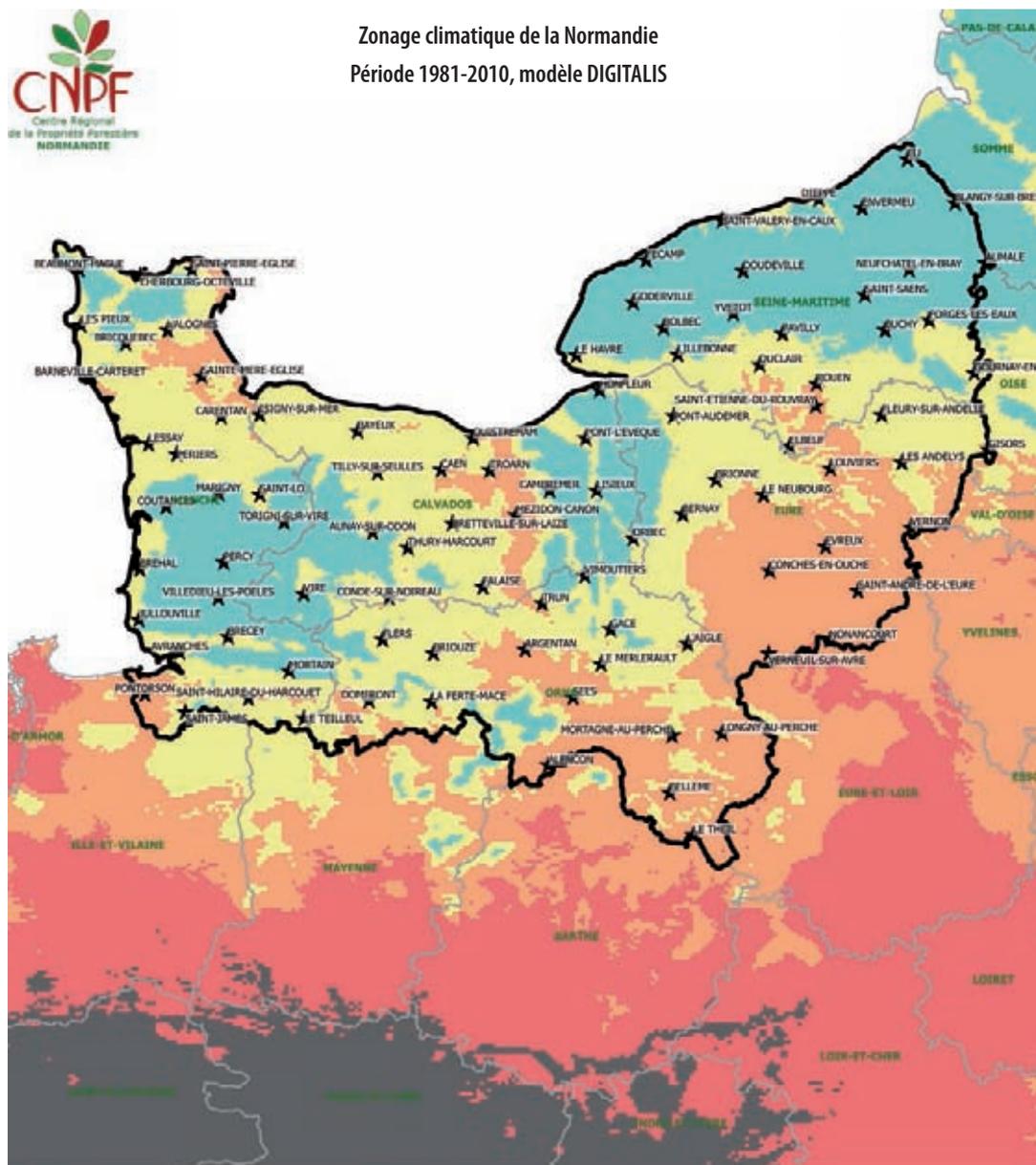


Résineux

Choix des essences et prise en compte du climat et de son évolution



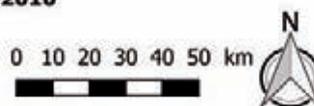
Zonage climatique de la Normandie
Période 1981-2010, modèle DIGITALIS



Zones climatiques de la Normandie découpée selon le bilan hydrique climatique estival (P-ETP 06-08) en mm, période 1981-2010



★ ville
□ Département



Sources : ©IGN®, ©DIGITALIS®,
©LERFOB®, ©CRPFN®
Réalisation : REBOUL JB (CRPFN)
Date : Février 2018

► PRENDRE EN COMPTE LE CLIMAT ACTUEL : UN DÉCOUPAGE DE LA NORMANDIE PAR ZONES CLIMATIQUES

Le **découpage climatique** a été réalisé en fonction du **bilan hydrique climatique estival P-ETP Juin à Août** (moyenne sur la période 1981-2010) soit la différence entre les précipitations tombées et les pertes en eau liées à l'évaporation et la transpiration des végétaux. Cet indice synthétique reflète **la sécheresse estivale**, qui est un des paramètres climatiques les plus contraignants pour la croissance et la survie des espèces forestières en Normandie. Cette carte a été réalisée avec les données DIGITALIS au pas du kilomètre, pour la période 1981-2010.

Ce zonage climatique se retrouve dans les tableaux de choix des essences. Il faut donc au préalable utiliser cette carte du bilan hydrique estival (page 52 ou rabat intérieur de la fin du guide), pour repérer **dans quelle zone climatique on se situe**.

Le découpage suit un risque de sécheresse estival croissant. Chaque seuil exclut un certain nombre d'essences pour la production (BIOCLIMSOL, 2014 ; Dumas, 2017 ; Rebel, 1994...):

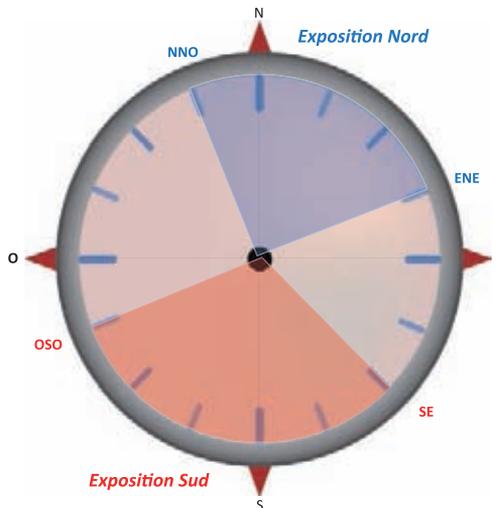
Zone 1 (pôle le plus humide) : c'est la seule zone actuellement favorable aux résineux blancs (Épicéa commun et Épicéa de Sitka).

Zone 2 : les résineux blancs sont en dehors de leur niche climatique et sans une forte compensation de la station, ils ne sont plus adaptés.

Zone 3 : le Hêtre est en limite climatique et n'est plus adapté sur les sols défavorables. Sur les sols à faible réserve en eau, l'adaptation du Douglas et du Chêne pédonculé est moins bonne, avec un risque de sécheresse plus important.

Zone 4 : cette zone correspond à un climat océanique altéré avec des étés secs et chauds, où le risque climatique est très important pour le Chêne pédonculé et le Douglas.

Zone 5 (pôle le plus sec) : cette zone se retrouve au sud de la région Centre et des Pays-de-Loire. Elle correspond au début de l'aire du Chêne pubescent, caractérisée notamment par des températures moyennes estivales plus élevées et des faibles précipitations estivales.



Les caractéristiques du relief influencent fortement le topoclimat de la station :

- **Les versants à exposition sud**, exposés à l'ensoleillement, bénéficient d'une température plus chaude, qui peut engendrer de la sécheresse, surtout si la pente est forte.

Dans ce cas, il faut décaler au cran supérieur la contrainte de la sécheresse estivale pour le choix des essences.

- **Les versants à exposition Nord** sont soumis à une plus forte humidité atmosphérique associée à des températures plus fraîches.

Dans ce cas, il faut décaler au cran inférieur la contrainte de la sécheresse estivale pour le choix des essences.

Les autres versants correspondent à des situations intermédiaires entre les deux premières.

Les fonds de vallons encaissés présentent des risques importants de gelées précoces et tardives, car l'air froid a tendance à y stagner.

Adéquation du Douglas sur une station acide à faible réserve en eau à Évreux en zone 3 « sèche » ; influence de la topographie et de l'exposition sur l'adaptation de l'essence à la station :

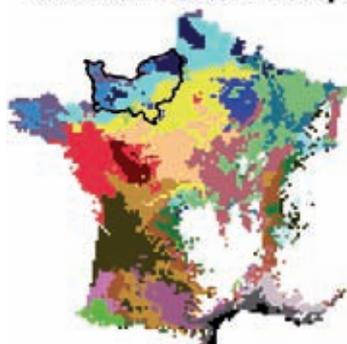
- ✓ *Versant exposé nord = Douglas en station*
- ✓ *Pas d'exposition (plateau) ou versant à situation intermédiaire = Douglas en limite de station*
- ✓ *Versant exposé sud = Douglas hors station*

US 9 : Variante sèche	Zones climatiques				
	Actuelles en Normandie			Futures possibles	
	1	2	3	4	5
Douglas					

↑
↑
↑

Choix des essences et prise en compte du climat et de son évolution

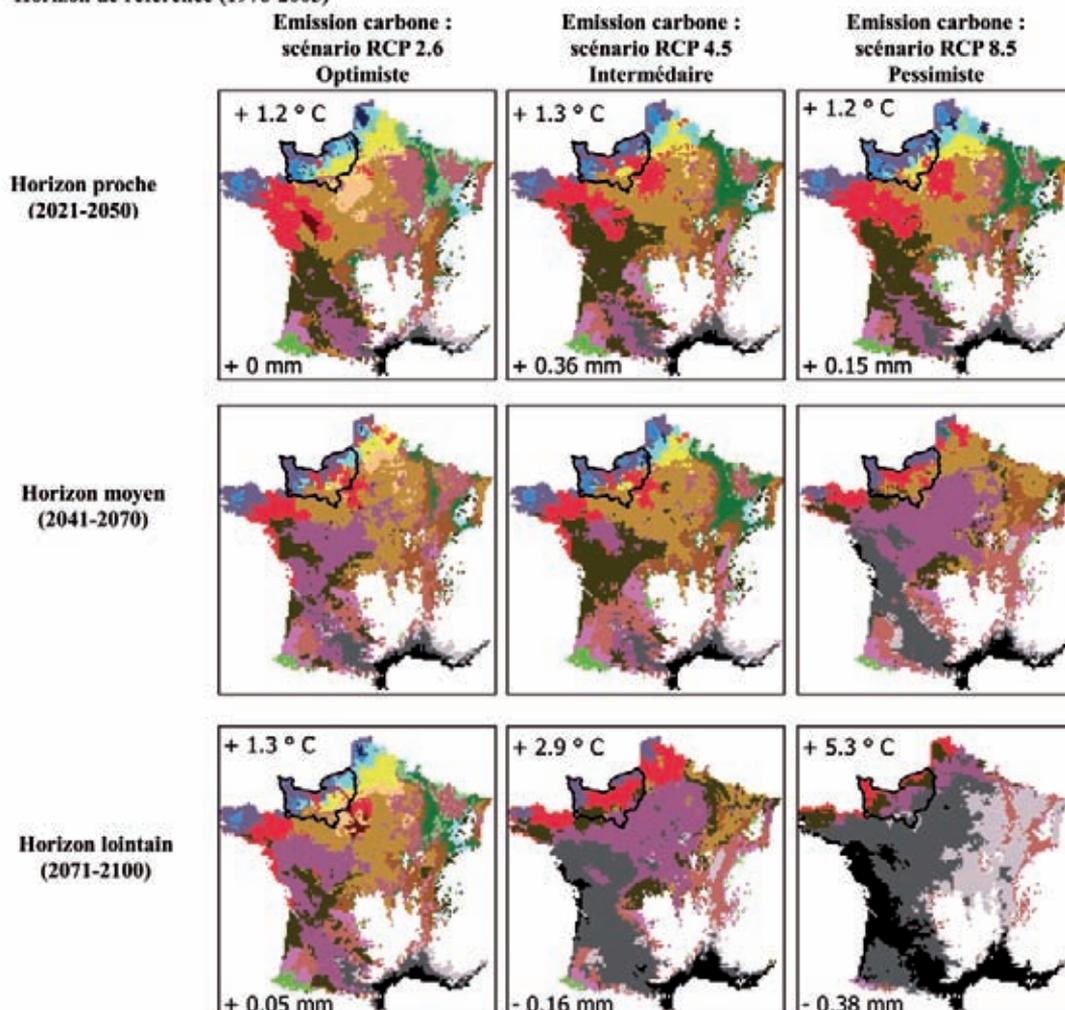
Évolution des différents types climatiques de plaine pour différents scénarios d'émission de carbone selon la simulation climatique CNRM (modèle ALADIN-Climat) à différents horizons temporels



Horizon de référence (1976-2005)

Cette simulation climatique montre que les climats (dans les secteurs à moins de 500 m d'altitude) au sud de la région Normandie vont s'étendre. Cette extension est plus ou moins brutale en fonction du pas de temps envisagé et du scénario d'émission de carbone.

L'évolution des précipitations ou l'évolution des températures diffèrent selon les modèles climatiques. La simulation CNRM est intermédiaire, ni "trop pessimiste", ni "trop optimiste" pour les évolutions des précipitations. Elle fait partie des modèles "pessimistes" pour l'évolution des températures moyennes.



L'évolution des températures moyennes estivales, l'évolution des précipitations moyennes journalières estivales par rapport à la référence 1976-2005 sont données en indication pour l'horizon proche et l'horizon lointain.

Sources : CPRFN, DRIAS, METEO-FRANCE
Auteur : Gohon Florence (CRPFN)
Date : Novembre 2017

► PRENDRE EN COMPTE LE CLIMAT FUTUR DANS LE CHOIX DES ESSENCES À RENOUVELER ET À AMÉLIORER :

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre constatée ces dernières décennies provoque une modification du climat. Des changements climatiques significatifs ont déjà été observés sur ces trente dernières années, comme la hausse de la température moyenne annuelle. Ces changements climatiques annoncés (augmentation des températures moyennes, régime de pluie plus irrégulier) auront pour conséquences dans les prochaines décennies d'entraîner une accentuation des phénomènes de sécheresse, d'excès d'eau dans le sol en hiver...

Il faut prendre en compte ces évolutions climatiques futures dans les actes sylvicoles !

Comment prendre en compte le changement climatique, sachant l'incertitude des scénarios d'émission de carbone, la multiplicité et les faiblesses des modèles d'évolution climatique ?

La carte ci-contre illustre cette incertitude, avec l'évolution des types climatiques de plaine en France pour différents scénarios d'émission de carbone selon la simulation climatique CNRM (modèle ALADIN-Climat) à différents horizons temporels.

- Une première adaptation au changement climatique est de s'assurer que l'essence que l'on **souhaite favoriser est déjà actuellement à sa place climatiquement** ou non, en s'aidant de la carte du zonage climatique (voir le rabat intérieur de la fin du guide ou la page 52).
- Il faut prendre en compte ensuite **le pas de temps du raisonnement du forestier**, qui dépend de l'opération sylvicole, pour connaître **l'adaptation future de l'essence**.

Opération sylvicole	Pas de temps du raisonnement	Lecture du tableau de choix des essences
<ul style="list-style-type: none"> • Risque à laisser grossir les gros bois et à retarder le renouvellement par rapport au contexte pédo-climatique ?* • Amélioration des peuplements à croissance rapide* 	Raisonnement à court terme (sur les 30 prochaines années).	Ne pas décaler la lecture du tableau de choix des essences.
<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration des peuplements à croissance lente (révolution supérieure à 60 ans)* • Renouvellement des essences à croissance rapide (révolution inférieure à 60 ans). 	Raisonnement à moyen terme (2050-2070).	Décaler la lecture du tableau d'une case vers la droite.
<ul style="list-style-type: none"> • Renouvellement des essences à croissance lente (révolution supérieure à 60 ans). 	Raisonnement à long terme (récolte en 2100 et plus).	Décaler la lecture du tableau de deux cases vers la droite.

* Le risque d'à-coups climatiques, comme des périodes de canicules, augmentera dans le futur. Pour rester vigilant sur ces projets, il faudra regarder quelle est l'adaptation de l'essence au cran supérieur.

Cette lecture permet de rester vigilant sur les évolutions climatiques et leurs impacts sur le choix des essences à renouveler et la sylviculture à pratiquer !

← *Le décalage de lecture des zones climatiques de +1 à "moyen terme" ou de +2 à "long terme" correspond à une augmentation des températures moyennes de +1°C et +2°C par rapport à la période de référence (1981-2010) et à un risque de sécheresse estivale plus élevé, attendus avec certitude. Au delà, il est difficile de formuler des recommandations à l'heure actuelle. Cela nous placerait pour la simulation CNRM entre le scénario RCP 2.6 et le scénario RCP 4.5 pour les émissions de carbone.*

Choix des essences et prise en compte du climat et de son évolution

Différents exemples (court terme, moyen-terme, long-terme) :

1) Peuplement de Hêtre arrivé à maturité sur des stations à limons épais sains (> 60 cm) et acides (US 9 : variante modale) sur un plateau en légère pente en forêt d'Écouves (zone climatique 1) :

US 9 : Variante modale	Zones climatiques				
	Actuelles en Normandie			Futures possibles	
	1	2	3	4	5
Hêtre	Vert	Vert clair	Jaune	Rouge	Rouge

↑ ↑ ↑



✓ **Y-a-t-il un risque lié à la station à laisser grossir les gros bois ?**

On voit qu'actuellement le Hêtre est en station et qu'il le reste à moyen terme (station non optimale), il n'y a pas un risque important à laisser grossir ses gros bois de Hêtre.

✓ **Renouvellement du peuplement ?**

Le Hêtre est considéré comme une essence à croissance lente. Si la question de son renouvellement se pose, on voit qu'à long terme, l'essence est en limite de station. La vigilance liée au changement climatique mène aux choix suivants : soit introduire le Hêtre en plein et dynamiser sa sylviculture pour abaisser la révolution, soit dans le cas d'une sylviculture classique commencer à introduire du mélange avec du Chêne sessile.

2) Peuplement de Douglas arrivé à maturité sur des stations à limons épais sains (> 60 cm) et acides (US 9 : variante modale) en forêt de Conches-Breteil (zone climatique 3) :

US 9 : Variante modale	Zones climatiques				
	Actuelles en Normandie			Futures possibles	
	1	2	3	4	5
Douglas	Vert	Vert	Vert clair	Jaune	Rouge

↑ ↑



✓ **Y-a-t-il un risque lié à la station à laisser grossir les Gros Bois ?**

On voit qu'actuellement le Douglas est en station non optimale et qu'il est en limite de station à moyen terme. Il n'y a pas de risque important à laisser grossir ses gros bois de Douglas, mais il faut tout de même rester vigilant et être réactif en cas d'à-coups climatiques.

✓ **Renouvellement du peuplement ?**

Le Douglas est considéré comme une essence à croissance rapide. Si la question de son renouvellement se pose, on constate qu'à moyen terme, l'essence est en limite de station. La vigilance liée au changement climatique pousse à faire les choix suivants : soit introduire le Douglas en plein et dynamiser la sylviculture pour abaisser sa révolution, soit le conserver en mélange (parquets ou parcelles) pour diluer le risque.

3) Peuplement de Douglas en amélioration, sur des stations acides à faible réserve en eau (stations sur biefs à silex), saines (US 9 variante sèche), en position de versant exposé sud à Bernay (zone climatique 2) :

US 9 : Variante sèche	Zones climatiques				
	Actuelles en Normandie			Futures possibles	
	1	2	3	4	5
Douglas	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Rouge

↑ ↑



✓ Amélioration du peuplement ?

Actuellement, vu son exposition Sud, le Douglas est en limite de station et il est considéré comme hors station à moyen terme. La sylviculture doit être dynamique pour abaisser la révolution si possible, afin que le peuplement encaisse mieux d'éventuels à-coups de sécheresse ou canicule.

✓ Renouvellement du peuplement ?

Si la question du renouvellement de ce peuplement se posait ; deux options seraient envisageables : soit remplacer le Douglas par une essence ou une provenance (ici Douglas de Californie) plus adaptés, soit l'introduire en mélanges (bouquets, parquets) avec une sylviculture dynamique pour diminuer les risques.

4) Hêtraie en amélioration, sur des stations à argiles (argiles glauconieuses) assez acides et saines (US 7 variante argileuse), en forêt de Gouffern (zone climatique 2) :

US 7 : Variante argileuse	Zones climatiques				
	Actuelles en Normandie			Futures possibles	
	1	2	3	4	5
Hêtre	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge

↑ ↑ ↑



✓ Amélioration du peuplement ?

Actuellement le Hêtre est en limite de station et il sera hors station à moyen terme. La sylviculture doit être dynamique si possible (peuplements sans retard d'intervention) pour abaisser la révolution, afin que le peuplement encaisse mieux d'éventuels à-coups de sécheresse ou canicule.

✓ Renouvellement du peuplement ?

Si la question du renouvellement de ce peuplement se posait, les options à favoriser seraient de remplacer le Hêtre par une essence plus adaptée ou de le conserver en mélange minoritaire (pied à pied) avec une essence plus adaptée comme le Chêne sessile, voire le Chêne pédonculé.

► COMMENT ANTICIPER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA GESTION DES PEUPELEMENTS ?

Peuplements en amélioration :

Après avoir déterminé la station, il faut définir la composition en essences du peuplement. On peut alors distinguer trois cas problématiques :



✓ Mélange d'essences en station et en limite (voire hors station) :

On favorise en priorité les essences les mieux adaptées lors des martelages (éclaircies au profit d'arbres objectif). Les essences en limite de station ne sont ôtées que si elles gênent la croissance d'un arbre objectif. Elles peuvent même être favorisées en mélange si elles sont de qualité. On les dégage de la concurrence pour qu'elles puissent développer leur houppier et mieux résister aux sécheresses.

> Exemple d'un mélange *Chêne sessile-Hêtre* en forêt de Conches-Breteil (zone climatique 3) sur des stations acides et saines à bonne réserve en eau (variante modale US 9). *Le Hêtre est en limite de station* alors que *le Chêne est en station*. Lors des éclaircies, on récolte préférentiellement les Hêtres qui entravent la croissance des chênes sessiles de qualité et ont tendance à se régénérer naturellement au détriment du Chêne.



✓ Jeune peuplement (moins de 30 ans) en limite de station :

On applique une sylviculture dynamique dans les jeunes peuplements présentant des essences en limite de station. Le but est de développer le houppier des arbres objectifs en éclaircissant fortement autour d'eux le plus tôt possible et le plus régulièrement. La diminution de la densité permet de mieux répartir les ressources en eau. Lorsqu'il existe, le sous-étage doit être préservé pour maintenir une ambiance forestière (fraîcheur du sous-bois, gainage des beaux fûts, diversification d'essences...).

> Exemple d'une jeune hêtraie sur des stations acides et engorgées (hydromorphie marquée à 35 cm de profondeur) avec un forte charge en silex en surface (= US 8 variante à faible réserve en eau superficielle) à Saint-Gatien-des-Bois dans le Pays d'Auge (zone climatique 1). *Le Hêtre est en limite de station*. Ce peuplement est traité de façon dynamique avec détournement des arbres objectifs (éclaircies fréquentes à leur profit).



✓ Peuplement en retard d'éclaircie en limite de station et peuplement hors station :

On applique une sylviculture douce pour éviter de renforcer le stress hydrique et l'instabilité face au vent. Les peuplements sont éclaircis prudemment en prélevant progressivement les arbres de mauvaise qualité au profit des plus beaux sujets. Le volume sorti à chaque passage est faible pour éviter de déstabiliser le peuplement et d'aggraver le stress hydrique. On récolte le peuplement dès que le diamètre d'exploitabilité a été atteint.

> Exemple d'un peuplement de *Sapin de Vancouver hors station* sur des argiles riches hydromorphes (= US 4 variante argileuse) en forêt de Gouffern dans le Pays d'Auge (zone climatique 2). Ce peuplement devrait être éclairci de manière douce et régulière afin de ne pas déstabiliser le peuplement. Il sera à récolter dès que le diamètre d'exploitabilité sera atteint.

Peuplements à renouveler :

En raison de très nombreuses incertitudes (climatiques, multiplication des problèmes sanitaires...) et compte tenu de la durée de vie des arbres, il apparaît nécessaire de privilégier la gestion de peuplements mélangés. Elle peut se concevoir pied à pied, par bouquets, par parquets ou par parcelle. Cela permet notamment de diversifier la production, de répondre à d'éventuelles demandes extérieures et de limiter les risques en conduisant des essences présentant divers degrés de sensibilité.

✓ **Le renouvellement diffus (par trouées)** est vivement conseillé sur les stations les plus contraignantes à faible réserve en eau, car il permet de conserver une ambiance forestière (moins de perte en eau par évaporation) et limite la concurrence de la végétation herbacée (moindre concurrence pour l'eau). Il l'est également en cas de présence contraignante d'une nappe d'eau (rôle de pompe).



Avant la coupe d'ensemencement (Molinie éparses)



Quelques années après une forte coupe d'ensemencement (tapis de Molinie et forte présence du Tremble en arrière-plan) et absence de régénération de Chêne.

> Exemple d'un mélange de *Chêne sessile* et de *Chêne pédonculé* sur des stations limoneuses acides et engorgées (hydromorphie marquée dans les 30 premiers cm, US 8 variante à hydromorphie de surface) à Longny-au-Perche (zone climatique 3). Le renouvellement en plein est déconseillé sur ce type de station. Il augmente la contrainte de l'engorgement (nappe d'eau hivernale stagnante plus longtemps) et la concurrence de la végétation adventice vis-à-vis de l'eau. La Molinie dans ce contexte crée un feutrage bloquant l'enracinement et le développement des semis (coût de la préparation du sol et de la gestion de la végétation concurrente).



✓ **Dans les peuplements à renouveler avec une majorité d'essences hors station ou en limite de station**, deux options se présentent :

- Sortir de l'objectif de production bois d'œuvre : ce choix peut être pris sur les stations les plus contraignantes pour les orienter vers une production de bois de feu et/ou une gestion à but cynégétique ou environnemental.
- Favoriser ou introduire des essences en station : on privilégie les semis viables des essences en station. S'il n'y en a aucune, ou en très faible nombre, des plantations en plein ou d'enrichissement, avec des essences adaptées, sont à envisager.

> Exemple d'une régénération naturelle d'*Épicéa de Sitka* sur des stations très acides et engorgées (hydromorphie marquée dès la surface ; US 10 = variante modale) sur le massif des Andaines (zone climatique 2). Le *Pin sylvestre*, plus adapté, a été introduit en mélange (enrichissement) pour diminuer le risque, car l'*Épicéa de Sitka* est en limite de station.



Choix des essences et prise en compte du climat et de son évolution

Introduction de nouvelles essences :

Face aux changements climatiques et à la multiplication des problèmes sanitaires, la tentation est grande d'implanter des essences/provenances jusqu'à présent absentes, très peu présentes ou peu utilisées pour la production de bois d'œuvre en région Normandie (Cèdre, Chêne pubescent, Thuya géant...).



Cette orientation présente plusieurs risques :

- ✓ des introductions intempestives pourraient être de très mauvais choix devant l'incertitude de l'évolution future du climat..
- ✓ certaines essences résistant à des conditions plus chaudes et plus sèches ne sont pas valorisables actuellement en bois d'œuvre, car on ne connaît pas bien leur qualité.
- ✓ les introductions d'exotiques ne sont pas neutres pour les écosystèmes actuels (risque d'envahissement ou de modification des équilibres écologiques), notamment quand ils proviennent d'un autre continent.

En règle générale, le mélange avec des essences locales est préférable à une introduction en plein afin de réduire les risques pris.

> Exemple d'une plantation mélangée de Cèdre de l'Atlas et de Pin laricio de Corse sur des stations acides à faible réserve en eau (US 9 variante sèche; contexte géologique de formations à silex) au Sud d'Evreux.

L'introduction de ces essences doit être faite encore de manière expérimentale (petite surface ou mélange), faute de recul.

Dans ce guide, les essences suivantes, à expérimenter, sont citées dans les tableaux de choix des essences :

Cèdre de l'Atlas, Cyprès de Lawson, Séquoia toujours vert, Thuya géant, Chêne pubescent, Cormier et Ormes hybrides.

En annexe 2, vous trouverez les grands traits écologiques d'essences sur lesquelles on dispose de très peu de recul, mais qui au cas par cas peuvent être testées :

Cryptomeria japonica, Pin taeda, Sapin de Nordmann, Aulne à feuilles en cœur, Tulipier de Virginie, Tsuga hétérophylle, Cyprès chauve.