

# Projet CRPF-ONF

**Evaluation de la sensibilité des stations  
de Bourgogne au changement climatique,  
au tassement et à l'export minéral :**

**Outil d'aide à la décision pour le choix  
des essences**

**Méthodologie**



## Evaluation de la sensibilité des stations :

- Au tassement du sol (diagnostic PROSOL)
- A l'export minéral (diagnostic INSENSÉ)
- Aux changements climatiques



# Evaluation de la sensibilité des stations au tassement





# Le tassement du sol

---

- Le tassement du sol est particulièrement préjudiciable. Il limite la prospection des racines, diminue la capacité du sol à retenir l'eau et à se recharger rapidement.
- Dans un contexte de changements climatiques, où le stress hydrique est le principal facteur limitant, le rôle de réservoir en eau du sol est fondamental.





# Evaluation de la sensibilité des stations au tassement du sol (diagnostic PROSOL) :

## Les critères retenus :

- Le pourcentage moyen en éléments grossiers (sur la profondeur 0-50 cm)
- La texture la plus contraignante (sur la profondeur 0-50 cm)
- L'engorgement permanent (sur la profondeur 0-50 cm)
- L'engorgement temporaire (sur la profondeur 0-50 cm)

## On obtient au final 6 classes de sensibilité :

NS = sols non sensibles - CLOISO praticables toute l'année avec peu de précautions

PS = sols peu sensibles - CLOISO praticables quasiment toute l'année avec peu de précautions

MS = sols moyennement sensibles – CLOISO praticables une partie de l'année

S = sols sensibles - CLOISO impraticables une grande partie de l'année

TS = sols très sensibles - CLOISO impraticables quasiment toute l'année

TS = sols très sensibles - CLOISO impraticables toute l'année





# Evaluation de la sensibilité des stations au tassement du sol (diagnostic PROSOL) :

## Clé de détermination de la sensibilité des sols au tassement :

Critère 1 :		Critère 2 :		Critère 3 :		Critère 4 :	
si engorgement permanent < 50 cm	TS	si pierrosité <sup>1</sup> > 50 % et engorgement temporaire <sup>2</sup> > 50 cm ou absent	NS	si engorgement temporaire <sup>2</sup> > 50 cm ou absent	passer au critère 4	<b>Texture<sup>3</sup></b>	<b>sensibilité</b>
si non	passer au critère 2	si pierrosité <sup>1</sup> > 50 % et engorgement temporaire <sup>2</sup> < 50 cm	PS	si engorgement temporaire <sup>2</sup> < 50 cm	passer au critère 5	Sab	PS
		si pierrosité <sup>1</sup> < 50 %	passer au critère 3			Arg	MS
						Alo	MS
						Eq	S
						Lim	S
						<b>Critère 5 :</b>	
						<b>Texture<sup>3</sup></b>	<b>sensibilité</b>
						Sab	MS
						Arg	S
						Alo	S
						Eq	TS
						Lim	TS

<sup>1</sup> <b>Calcul de la pierrosité :</b> seulement sur les 50 premiers cm. Dans le cas particulier de la présence d'une dalle avant 50 cm de profondeur nous ajouterons un horizon avec 100 % d'éléments grossiers pour atteindre les 50 cm.	<sup>2</sup> <b>Engorgement temporaire :</b> caractérisé par de traces d'hydromorphie (taches ocres à noires et/ou blanchies par rapport à la couleur initiale du sol), on le considère présent lorsque ces taches occupent + de 5% de recouvrement en surface sur les 50 premiers cm.	<sup>3</sup> <b>Texture :</b> classe de texture la plus sensible des 50 premiers cm sachant que <b>Lim = Eq &gt; Arg = Alo &gt; Sab</b>
---	--	--



# Evaluation de la sensibilité des stations à l'export minéral





# L'export minéral

---

- Les minéraux sont en grande majorité présents dans les feuilles et les rameaux des arbres. Dans un cycle normal, ils tombent au sol, sont dégradés, avant de pouvoir servir de nouveaux aux arbres en place ou à la génération suivante.
- Ce cycle vertueux peut être altéré par l'export des menus bois. Il conviendra donc de limiter au maximum les exports de menus bois, de laisser reposer les houppiers en forêt avant la sortie des bois, et de tracer les exports, lorsqu'ils sont autorisés et réalisés selon le niveau de fertilité des sols.





# Evaluation de la sensibilité des stations à l'export minéral (diagnostic INSENSÉ) :

## Les critères retenus :

- Profondeur > ou < à 25 cm
- Effervescences à l'HCL sur la terre fine > ou < à 25 cm
- Texture à 10 cm : Sab, Eq, Lim, Arg, Alo \*
- La forme d'humus
- La Grande Région Ecologique (GRECO)

## On obtient au final 4 classes de sensibilité :

Sensibilité	Ca	Mg	K	P	N
● Faible	<input type="checkbox"/>				
○ Moyenne	<input type="checkbox"/>				
⊗ Forte	<input type="checkbox"/>				

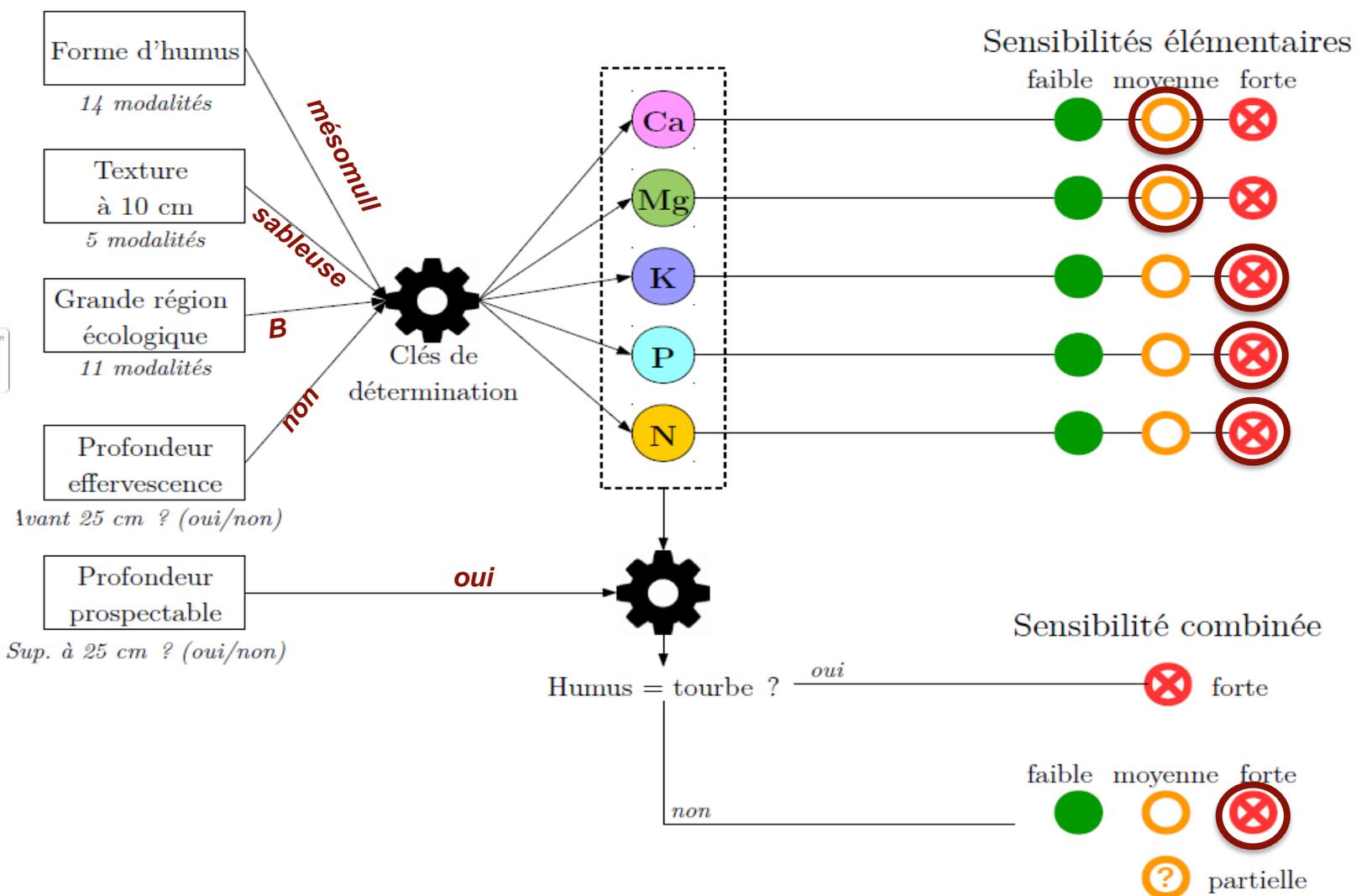
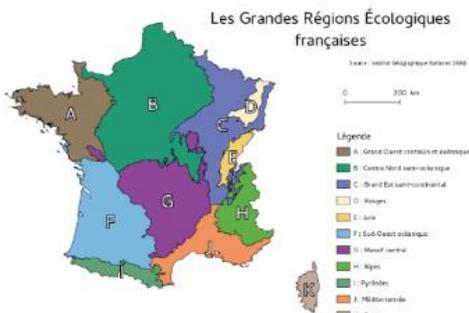
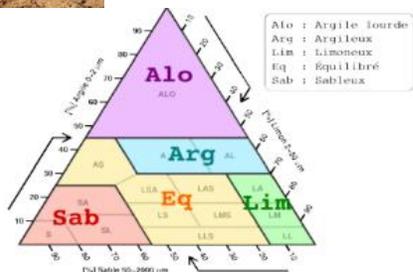


Sensibilité combinée :

<input type="checkbox"/> Faible	<input type="checkbox"/> Moyenne	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Indéterminée
Au moins 3 verts, aucun rouge	Au moins 3 oranges	Au moins 3 rouges, aucun vert	Autre combinaison

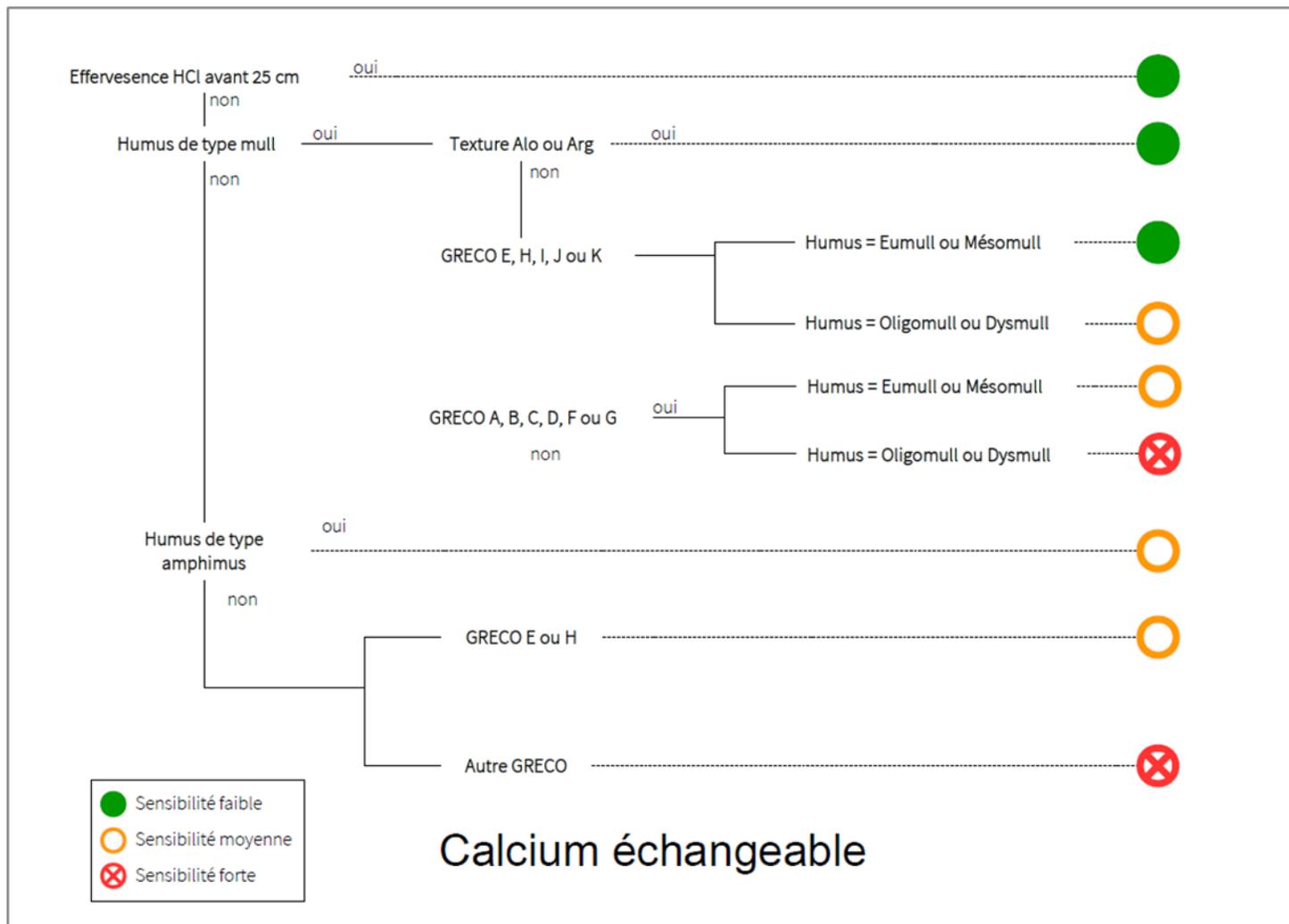


# Evaluation de la sensibilité des stations à l'export minéral (diagnostic INSENSÉ) :



# Evaluation de la sensibilité des stations à l'export minéral (diagnostic INSENSÉ) :

## Exemple sensibilité Ca :



# Evaluation de la sensibilité des stations aux changements climatiques





# Le bilan hydrique stationnel

---

- L'indicateur de bilan hydrique stationnel permet un classement relatif des stations en fonction de l'alimentation en eau des peuplements,
- Dans un contexte d'accentuation des déficits hydriques, il permet d'aiguiller le sylviculteur dans ses choix de gestion.



# Le bilan hydrique stationnel :

## LE CALCUL DE BILAN HYDRIQUE STATIONNEL

- La position topographique
- L'exposition
- La réserve utile maximale
- L'altitude
- Le type d'alimentation hydrique de la station
- L'excès d'eau dans le sol
- La localisation de la station (en fonction du déficit hydrique estival)

Position topographique	Note
Haut de versant marqué	1
Bord de corniche ou crête	1
Versant (pente > 20%)	4
Plaine et plateau	4
Versant faible (pente < 20%)	4
Sans exposition topographique marquée	4
Microcuvette, microdépression	6
Replat de versant	7
Bas de versant marqué	7
Zone alluviale	7
Talweg ou fond de vallon	9
Cuvette, dépression, fond de dolline	10

Altitude	Note
≤ 450	1
] 450 ; 750 ]	5
> 750	7

Exposition	Note
Exposition chaude	0
Sans effet mésoclimatique marqué	3
Exposition ou condition froide	9

Gradient d'accentuation du déficit hydrique estival	Note
Zone très sèche (BH de -200 à -160)	-4
Zone sèche (BH de -160 à -100)	-2
Zone arrosée (BH de -100 à -60)	0
Zone bien arrosée (BH de -60 à 100)	0

Réservoir utilisable maximum	Note
] 0 ; 25 [	0
] 25 ; 50 [	1
] 50 ; 75 [	3
] 75 ; 100 [	5
] 100 ; 150 [	8
] 150 ; 200 [	12
≥ 200	16

Indice de Bilan Hydrique Stationnel	Classe de Bilan Hydrique Stationnel
0 à 5	Extrêmement défavorable
6 à 8	Très défavorable
9 à 11	Défavorable
12 à 15	Assez défavorable
16 à 18	Assez favorable
19 à 23	Favorable
24 à 44	Très favorable
100 et +	Très favorable : présence d'une nappe



Alimentation hydrique	Note
Précipitations uniquement	0
Profondeur d'apparition d'une hydromorphie marquée < 50 cm	-2
Profondeur d'apparition d'une hydromorphie marquée ≥ 50 cm ou profondeur d'apparition d'une hydromorphie légère < 50 cm	2
Nappe permanente	100
Nappe circulante	100
Régime hydrique contrasté	-5

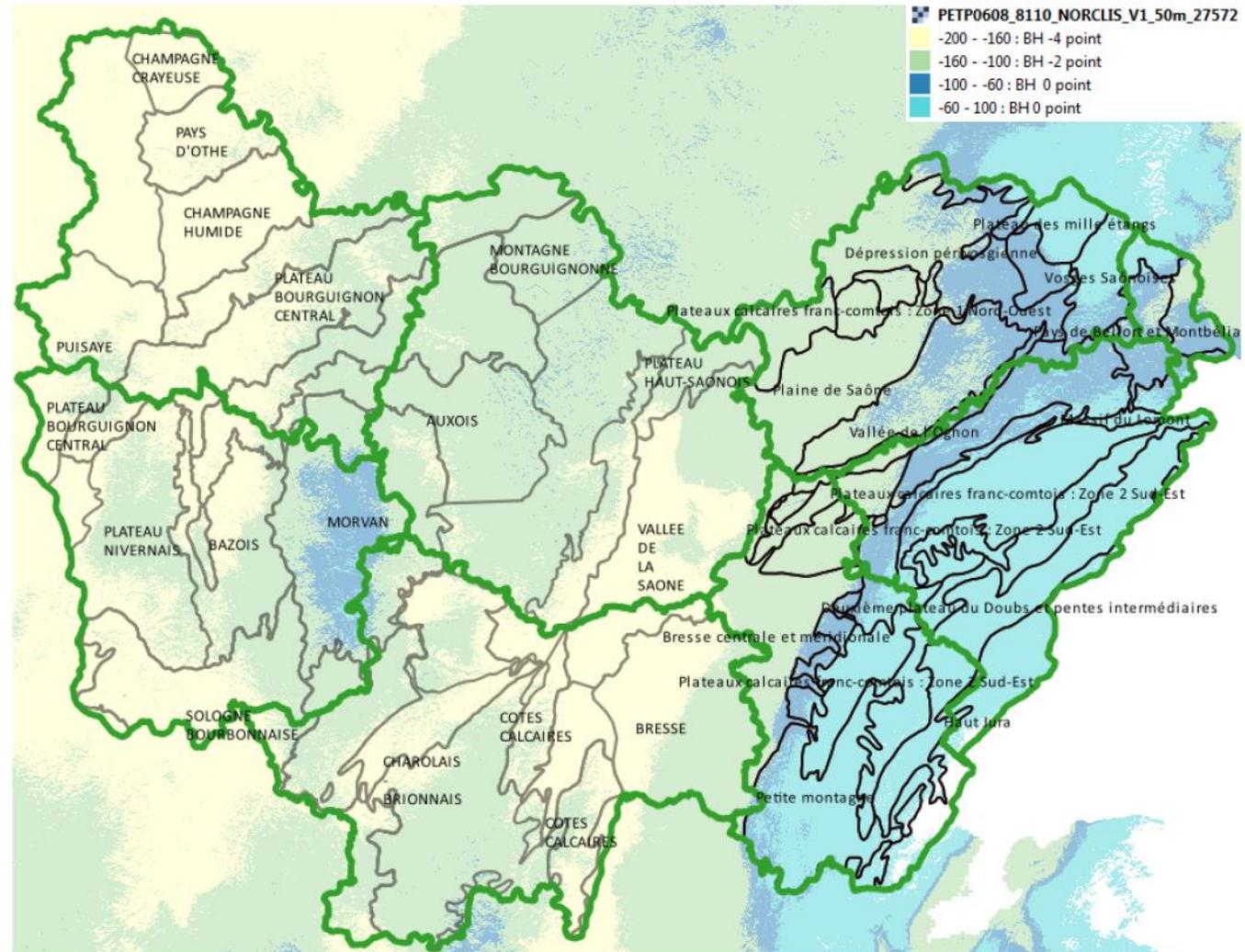
Essences qui pénètrent le pseudogley (CHP, AUG)	Note
Présence d'un horizon rédoxique marqué entre 0 et 50 cm	3

# Evaluation de la sensibilité des essences aux changements climatiques :

## La localisation de la station (en fonction du déficit hydrique estival)

### 4 zones :

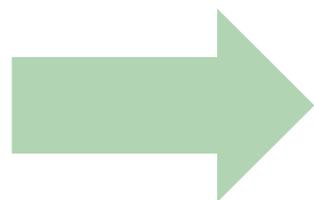
- Zone très sèche (BH de -200 à -160)
- Zone sèche (BH de -160 à -100)
- Zone arrosée (BH de -100 à -60)
- Zone bien arrosée (BH de -60 à 100)



Carte P-ETP0608\_8110\_Norclis\_50m

# Evaluation de la sensibilité des essences aux changements climatiques :

Sensibilité\* des essences à un bilan hydrique déficitaire :



Groupes d'essences	Essences		Sensibilité à un bilan hydrique déficitaire
	Sociales	Asociales	
1	Peuplier Peuplier noir	<b>Aulne glutineux</b> Bouleau pubescent Noyer noir Orme lisse Saule	Très sensible
2	<b>Epicéa</b> Mélèze d'Europe Mélèze hybride Sapin pectiné	Sorbier des oiseleurs	Très sensible
3	<b>Chêne pédonculé</b> Frêne Hêtre Charme	Aulne blanc Bouleau verruqueux Erable sycomore Noyer hybride Orme de montagne Tremble	Sensible
4	<b>Douglas</b> Chêne rouge Sapin de Nordmann		Sensible
5	<b>Chêne sessile</b> Pin sylvestre Robinier Sapin de Bornmuller	Erable plane Merisier Noyer commun Orme champêtre Tilleul à petites feuilles Aulne à feuilles en cœur	Assez tolérante
6	Châtaignier Pin laricio de Calabre <b>Pin laricio de Corse</b> Pin noir d'Autriche Sapin de Céphalonie	Alisier torminal Erable champêtre Pommier Tilleul à grandes feuilles	Assez tolérante
7	<b>Chêne pubescent</b>	Poirier Cormier Alisier blanc Erable à feuilles d'Obier	Tolérante
8	<b>Cèdre de l'Atlas</b> Chêne chevelu Pin de Salzmann		Tolérante
9	<b>Pin maritime</b>		Très tolérante

\*Objectif production de bois d'œuvre





# Les limites de l'outil





# Les limites de l'outil

---

- Dans le cas où la station rencontrée sur le terrain ne se trouve pas dans une situation typique comme décrit par le profil type du catalogue (topographie variable, exposition non typique, RUM localement variable, ...) un réajustement du niveau de vigilance sera nécessaire.
- La méthode de calcul de l'indice de bilan hydrique stationnel nous confronte à des effets de seuil (ex : une variation de la RUM de quelques mm peut faire basculer le bilan hydrique stationnel (BHS) d'une classe à une autre).
- Les catalogues localisés sur les zones à substrat acide (Morvan et les annexes du Morvan) ne permettant pas une très bonne appréhension de la réserve utile maximale, les résultats, sur ces zones, devront être analysés avec une certaine prise de recul. Un travail sera à construire pour mieux appréhender la RUM sur ces catalogues.
- Manquant d'experts sur cette zone, le catalogue du Bazois présente des données avec un niveau de fiabilité inférieur à celui des autres catalogues.

Pour rappel : Cet outil s'inscrivant dans un processus d'amélioration continue, n'hésitez pas à nous faire remonter d'éventuelles corrections qui pourront être intégrées lors de prochaines mises à jour





**Office National des Forêts**

Merci pour votre attention.

**RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTÉ**

**Sarah GARCIA (ONF)**  
Chef de projet stations forestières et changements climatiques  
Tél : 06 23 22 33 73  
[sarah.garcia@onf.fr](mailto:sarah.garcia@onf.fr)