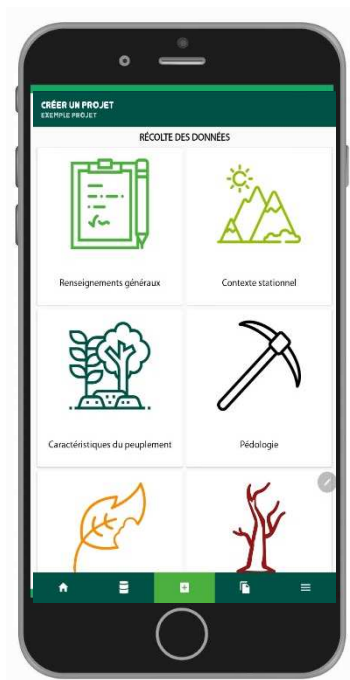


FORECCAST

BY BIOCLIMSOL



FORECCAST by BIOCLIMSOL est une application mobile adaptée aux téléphones ou tablettes disposant à minima d'android 5.

Elle est destinée aux agents de terrain, gestionnaires et propriétaires forestiers, pour les **aider à prendre des décisions éclairées pour adapter leur gestion en fonction des risques que représentent les changements climatiques.**

Elle a été conçue au sein du projet **FORECCAST¹** (2016-2020), financé par le programme **LIFE** « action pour le climat » de la Commission Européenne, par la Région Occitanie et les deux départements du Tarn et de l'Hérault.

Ce projet a été porté par le **Parc naturel régional du Haut-Languedoc**, en collaboration avec le Centre national de la propriété forestière (**CNPF**) et la coopérative forestière Alliance forêts bois (**AFB**).

Il s'est aussi appuyé sur l'expertise technique de l'Institut national pour la recherche agronomique (**INRA**), de l'Institut national de l'information géographique et forestière (**IGN**) et de **Météo France**.

Les modélisations avec lesquelles sont traitées les données propres à chaque site permettent de fournir des degrés de vigilance pour les essences en place ou pour des essences de reboisement, vis-à-vis de risques de dépérissement et de l'adaptation aux stations forestières.

Ces diagnostics sont issus de modèles mathématiques et reposent sur des statistiques, ce ne sont donc pas des certitudes :

ils sont destinés à interroger et compléter l'expertise des opérateurs sur le terrain.

Certains modèles ont été spécifiquement produits grâce aux données du territoire du PNR Haut Languedoc, l'usage de l'application est donc à ce jour restreint à cette région géographique.

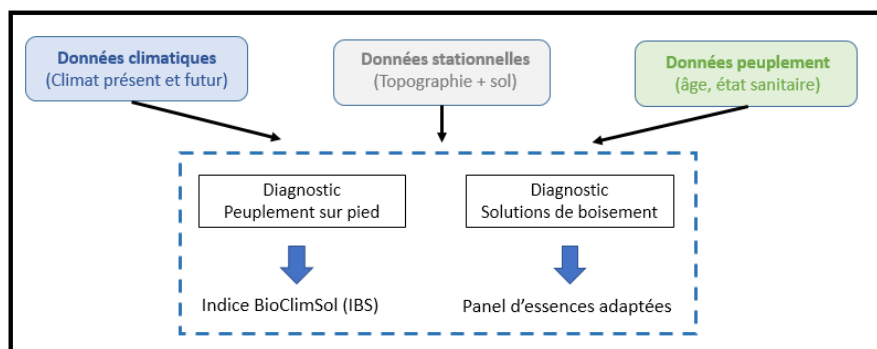
Un outil parent, BIOCLIMSOL

L'application **FORECCAsT by BIOCLIMSOL** intègre l'outil d'aide à la décision **BIOCLIMSOL** pour la gestion des peuplements sur pied ou le choix des essences de reboisement. Cet outil, élaboré par le CNPF depuis 2009, utilise les modèles climatiques pour établir des zones de vigilance vis-à-vis du risque de dépérissement des essences forestières. Il intègre également les données de la station susceptibles d'atténuer ou d'aggraver les impacts des aléas climatiques.

Utilisation de modèles statistiques qui nécessitent des relevés précis de terrain !

L'application traite 3 grandes familles de données, issues en partie de bases de données cartographiées, mais aussi fournies par les relevés de terrain précis de l'utilisateur :

- des données climatiques relatives au temps présent et aux simulations pour le futur,
- des données stationnelles, précisant les caractéristiques déterminantes de la topographie et du sol,
- des données relatives au peuplement en place, et notamment la notation de son état sanitaire.



Deux diagnostics produits par l'application

L'application **FORECCAsT by BioClimSol** contient 2 modules, selon que le diagnostic porte sur un peuplement sur pied ou sur une parcelle à reboiser :

- **Module boisement** : L'application aide l'utilisateur à choisir les essences forestières les plus adaptées au contexte local et au climat futur
- **Module peuplement sur pied** : l'application fournit un diagnostic sous forme d'un niveau de vigilance vis-à-vis de l'évolution du climat. Son analyse complète la pertinence des différentes recommandations sylvicoles proposées.

Les données utilisées par l'application :

Données climatiques

Les données climatiques retenues dans l'application sont celles qui se sont avérées les plus déterminantes vis-à-vis de l'apparition ou non de dépérissements pour les espèces testées et dans la description des niches climatiques avec le modèle Bioclimsol. Elles sont relatives à la période 1981 – 2010, et déjà embarquées dans l'application :

Climat actuel :	Températures	Température moyenne annuelle
		Température minimale de janvier
	Précipitations	Température minimale de mars
		Température maximale de juin à août
		Température minimale absolue sous abri (extrême)
		Cumul des précipitations annuelles
Evapotranspiration potentielle (ETP)	Cumul des précipitations d'avril à octobre	
	Indice de répartition des précipitations dans l'année	
Bilans hydriques climatiques (P-ETP)	Evapotranspiration annuelle (formule de Turc)	
	Bilan hydrique climatique annuel	
	Bilan hydrique climatique d'avril à octobre	
	Bilan hydrique climatique de mai à septembre	
Récurrence des années sèches	Bilan hydrique climatique de juin à août	
	Par essence : proportion d'années à trop fort déficit hydrique	

Localisation géographique des données climatiques

Pour que ces données soient les plus pertinentes pour la station étudiée, le modèle hybride NORCLIS a été développé par Jean Lemaire, en combinant les données du modèle AURELHY (©Météo France) (résolution 1 km) et du modèle DIGITALIS (©AgroParisTech-Lerfob) (résolution 50 m) : il permet de bénéficier simultanément des précisions des données de Météo France pour les températures et précipitations, et la précision de la donnée évapotranspiration de DIGITALIS. La Température minimale absolue est fournie par le modèle SAFRAN (©Météo France) (résolution de 8 km).

Climat futur :

Utilisation des simulations moyennes du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour l'évolution des températures : +1°C en 2030 et +2°C en 2070.

La projection climatique choisie est celle du CNRM car c'est la seule parmi celles proposées par le site Drias qui fournit l'ETP et qui permet de simuler toutes les variables climatiques utilisées dans BIOCLIMSOL.

Données topographiques

La position topographique du site influence fortement le microclimat : exposition à la lumière, au vent, dynamique de l'eau ... Sa description mobilise des données issues de deux sources :

Des données géolocalisées

La position GPS du site étudié permet de télécharger un certain nombre de données topographiques issues de modèles numériques de terrain (résolution de 75 m) :

- Altitude
- Exposition
- SWI (Saga Wetness Index)
- IKR (Indice de climat lumineux)
- Pente
- TPI (Topographic Position Index)
- SVF (Sky View Factor)

Des relevés de terrain

Des relevés de terrain sont également indispensables pour compléter ou préciser ces données topographiques :

- Confinement
- Alimentation en eau
- Terrasses
- Position topographique
- Affleurements rocheux
-

Données pédologiques

Le sol joue un rôle crucial au sein de l'écosystème forestier et a été intégré dans l'application au niveau de ses 2 fonctions suivantes :

- il constitue une ressource en nutriment à la base de la fertilité chimique de la station et doit être compatible avec les exigences des essences forestières ;
- il joue un rôle de réservoir en eau permettant de lisser dans le temps les apports en eau discontinus issus des précipitations. Cette fonction de réservoir est synthétisée par le concept de réservoir utilisable en eau du sol (RUE) : quantité d'eau (en mm) qu'un sol peut stocker et restituer à la plante.

Les enseignements des 100 fosses pédologiques



Les observations et traitements des données issues de 100 fosses profondes réalisées au cours du projet dans des peuplements de douglas ont fourni les résultats suivants :

- Description et caractérisation des principaux sols forestiers du territoire²
- Prise en compte systématique de l'eau mobilisable par les plantes dans les éléments grossiers : un coefficient de RUE a été calculé pour les fragments de roches des principaux substrats des sols forestiers du PNRHL
- Calcul d'une fonction de pédotransfert locale PNRHL (les FPT existantes n'étant pas adaptées aux sols forestiers)
- Modèle permettant d'évaluer sur le territoire du PNRHL une RUE profonde (200 cm) à partir d'une description de profil ouvert à la pioche-tarière.
- Cette RUE₂₀₀ contribue significativement dans la prédiction de la fertilité et des dépérissements en complément du climat.

Un profil de sol à décrire avec précision

La qualité du diagnostic dépend fortement de la précision des relevés de terrain : description détaillée d'un profil de sol ouvert à l'aide d'une pioche (+ éventuellement tarière) sur une profondeur de 50 cm minimum.

Données sur le peuplement

Lorsque le diagnostic est souhaité pour un peuplement sur pied, ses caractéristiques doivent être renseignées par l'opérateur :

- Mesures dendrométriques (essence, hauteurs, diamètres, surface terrière, âge, type de peuplement, interventions sylvicoles récentes)
- L'observation de dépérissements par une estimation en % sur la parcelle et alentours, et par des relevés sur 20 arbres selon la méthode ARCHI (CNPf) ou le protocole DEPERIS (DSF – MAA)³.

² Le Haut Languedoc en 50 sols forestiers. Pascal MATHIEU, Raphaëlle HEMERICK, Baptiste ALGAYER. CRPF Occitanie - PNR HL. 2020 à paraître.

³ Formation et phase de calibration sont indispensables pour pratiquer ces relevés

Les résultats fournis par l'application :

Une synthèse des données locales

À partir de la géolocalisation, l'opérateur obtient les valeurs locales des données climatiques, pédologiques et topographiques.

Deux types de diagnostics selon les essences forestières

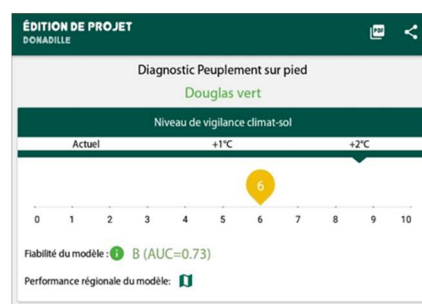
L'outil BioClimSol permet de calculer un **indice Bioclimsol (IBS)** à partir d'équations élaborées sur des modèles de **probabilité d'observer du dépérissement⁴ pour une essence**. Cet indice fournit à l'utilisateur un niveau de vigilance, spécifique aux limites topopédoclimatiques d'une essence. Il est disponible pour les essences⁵ ayant fait l'objet d'études spécifiques de dépérissement selon le protocole bioclimsol (www.foretpriveefrancaise.com/bioclimsol **FORET ENTREPRISE 218**) avec d'importantes campagnes de mesures.

Pour les autres essences, l'application **renvoie un indice de niche BioClimSol (INB)**. Il combine un modèle de niche climatique et la synthèse de critères pédologiques et topographiques, analysés au regard des exigences de l'essence. Ces dernières ont été définies de manière empirique à partir de la littérature et d'observations d'experts sur le terrain. À la différence de l'IBS, l'INB ne peut pas tenir compte d'éventuels facteurs de compensation entre climat, sol et topographie. Cet indice a été amélioré par un important travail sur ces modèles de niche au sein du projet FORECCASt.

L'INB est aujourd'hui disponible pour 31 essences dans l'outil Forecast by Bioclimsol.

Diagnostic peuplement sur pied :

IBS et note de vigilance



Le diagnostic d'un peuplement en place renvoie une note vigilance entre 0 et 10 issue de l'IBS et corrélée à la probabilité d'observer un phénomène de dépérissement dans les conditions stationnelles décrites. **Elle est calculée**

⁴ Une placette forestière est considérée comme dépérisissante si 20% ou plus des arbres dominants ou co-dominants présentent un déficit foliaire supérieur à 50% (définition DSF).

⁵ Douglas, hêtre, sapin pectiné, châtaignier, chênes pédonculé, sessile, pubescent, et très prochainement épicéa, chêne vert, pin sylvestre, cèdre.

pour trois pas de temps : climat actuel, climat actuel + 1°C et climat actuel + 2°C.

Une cartographie de localisation des placettes ayant été utilisées pour calibrer le modèle de l'essence peut être affichée.

L'écran présente également un **indice de fiabilité du modèle** national (AUC) qui varie entre 0,5 (modèle non performant) et 1 (modèle parfait).

Selon les résultats obtenus, des **recommandations de gestion sylvicole** sont proposées dans un document annexe.

Diagnostic Solutions de boisement

Ce diagnostic présente une liste hiérarchisée d'essences potentiellement utilisables pour le reboisement.

Essences avec IBS			
	Actuel	+1°C	+2°C
Hêtre commun	☀️ ↑	☀️ ↑	☀️ ↑
Douglas vert	☀️ ↑	☀️ ↑	☀️ ↑
Sapin pectiné	☀️ ↑	☀️ ↑	☀️ ↑
Essences sans IBS			
	Actuel	+1°C	+2°C
Sapin de Nordmann	☀️ ↑	☀️ ↑	☀️ ↑
Érabie sycamore	☀️ ↑	☀️ ↑	☀️ ↑
Robinier faux-acacia	☀️ ↑	☀️ ↑	☀️ ↑

Les essences avec IBS et celles avec INB sont affichées séparément, car le niveau d'information apporté n'est pas le même :

- le premier intègre les compensations entre facteurs stationnels,
- tandis que le second traite distinctement l'adéquation au climat, au sol et à la topographie.

Pour disposer de cette application :

Jusqu'en 2023, l'application est disponible gratuitement sur simple demande auprès du Pnr HL ou du CNPF à condition de remplir les conditions suivantes :

- Être un gestionnaire forestier, propriétaire gestionnaire ou élu gérant des forêts dans le territoire du Pnr HL,
- Être capable de réaliser un diagnostic pédologique,
- Avoir suivi une formation gratuite d'1 journée à l'utilisation de l'application mobile.

Contacts pour en savoir plus :

CRPF Occitanie, antenne de Montpellier : 04 67 41 68 10 - languedocroussillon@crpf.fr