

# BIOCLIMSOL

## Adapter nos Forêts au changement climatique

*Développement J. Lemaire (CNPF-IDF)*



# BioClimSol : objectifs

## OUTIL = AIDE À LA DÉCISION

- Aide au diagnostic du potentiel d'une station, **au regard du risque de dépérissement** d'un **peuplement** (*mais aussi de la fertilité pour certaines essences*), dans un contexte de **climat présent ou futur**.
- Aide au classement, en terme de risque, d'essences possibles en **reboisement**, en tenant compte de modèles climatiques changeant.
- ✓ Sur le terrain **au niveau de la parcelle**.

# Deux types de modèles : IBS : Indice Bioclimsol de Vigilance

## Modèles IBS

Essences principales

*Cèdre de l'Atlas*  
*Châtaignier*  
*Chêne liège\**  
*Chêne pédonculé*  
*Chêne pubescent*  
*Chêne sessile*  
*Douglas vert*  
*Épicéa commun*  
*Hêtre commun*  
*Pin sylvestre*  
*Sapin pectiné*

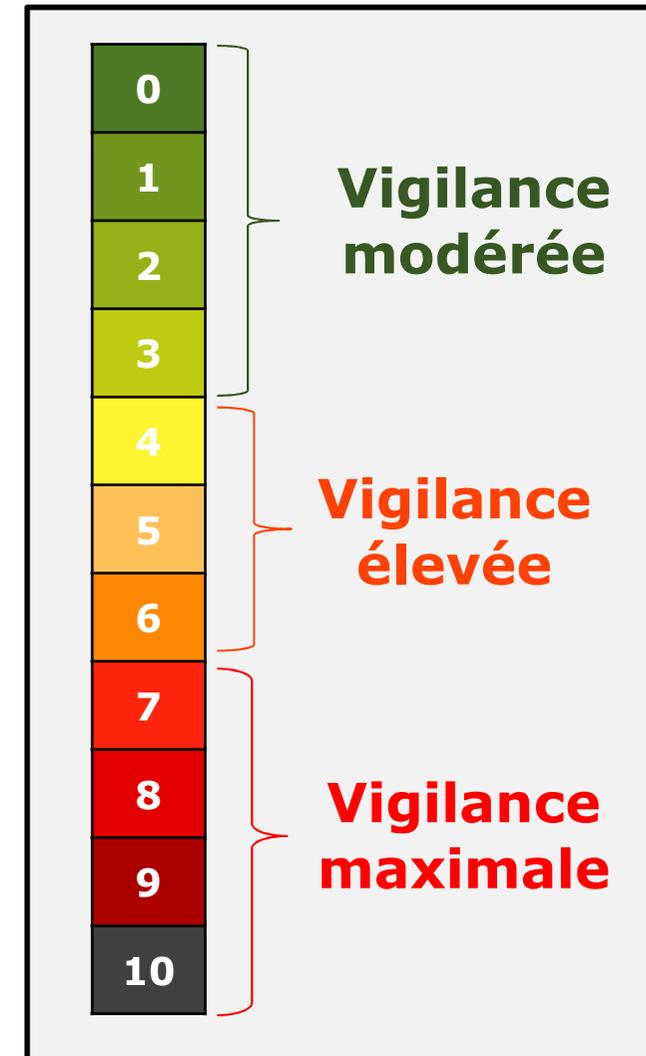
Études du dépérissement

=

Placettes sur le terrain

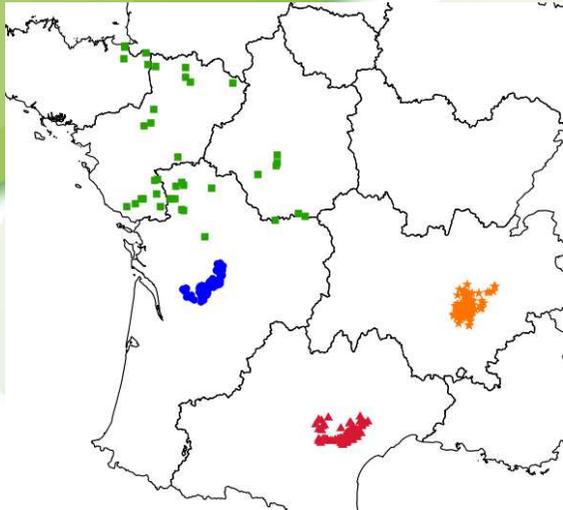
Indices de vigilance

(1 par essence)



# Les modèles IBS (dépérissement)

Placettes  
(essence X)



Modèle « expliquant »  
le dépérissement observé

$$\text{IBS} = a \times [\text{Donnée climatique}] \\ + b \times [\text{Donnée sol}] \\ + c \times [\text{Donnée topo}] \\ + \dots$$



Application à  
échelle locale



**Vigilance = X**

Peuplements  
« sains »

Peuplements  
« dépérissants »

Dépérissement = définition du Département de la  
Santé des Forêts

Placette forestière **dépérissante** si les arbres  
dépérissants (*note DEPERIS D, E ou F*) représentent  
au moins 20 % des arbres de la placette

# Deux types de modèles :

## INB : Indice de Niche Climatique

### **Modèles INB**

*Autres essences d'intérêt  
(notamment en reboisement)*

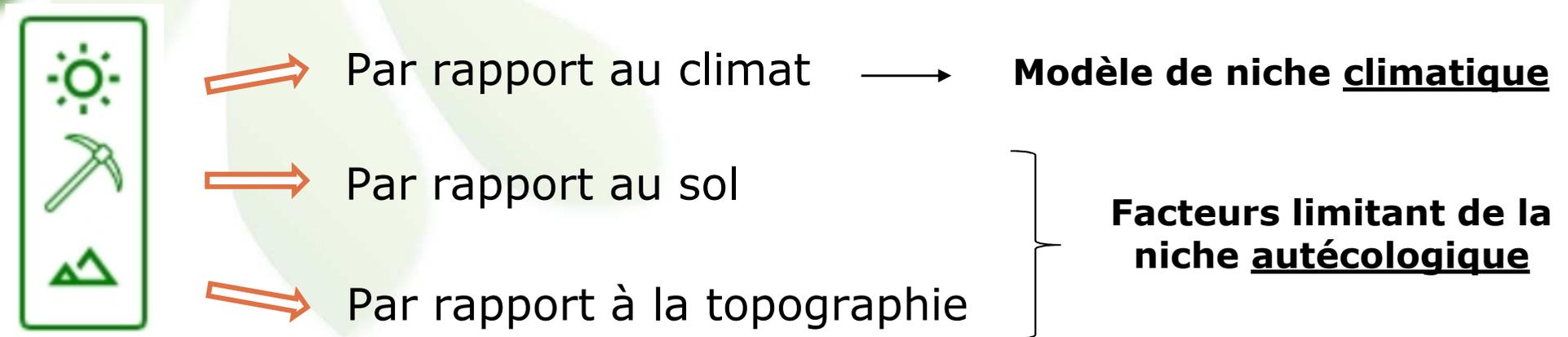


**Modèles de niche**

*(1 par essence)*

# Les modèles INB (niche)

- Un indicateur « simple » par code couleur pour traduire si les conditions locales correspondent à la niche de l'essence



- Contrairement aux IBS, les possibles effets de compensation entre composantes de la niche ne sont pas pris en compte

# Les données dans l'outil



- Climatiques → modèles « embarqués »
  - Topographie
  - Pédologiques
  - Dendrométriques
  - Problèmes biotiques
  - Dépérissement
- relevées sur le terrain
-

# Collecte des données de terrain

57% 20:03

**VISUALISATION DE PROJET : RIOLS**  
RIOLS

RÉCOLTE DES DONNÉES

 Renseignements généraux	 Contexte stationnel	→ Topographie, conditions locales
 Caractéristiques du peuplement	 Pédologie	→ Réservoir utile en eau, pH, hydromorphie
 Problèmes sanitaires	 Dépérissement	→ Protocoles ARCHI et/ou DEPERIS

 Localisation, nom de projet

Essence diagnostiquée, caractéristiques dendrométriques

Fréquence et intensité des principaux problèmes

# Accès aux données climatiques

Problèmes sanitaires

Dépérissement

Consulter les données climatiques

Générer le diagnostic de Peuplement sur pied

Générer le diagnostic de Solutions de boisement

## VISUALISATION DE PROJET : TEST MONTAGES VALEURS MOYENNES SUR LA PÉRIODE 1981-2010

### Valeurs moyennes sur la période 1981-2010

(modèles AURELHY©MétéoFrance et AURITALIS©IDF)

#### Températures

Moyenne annuelle (TMAN) :	10.7 °C
Moyenne des maximales juin-août (TX0608) :	22.7 °C
Moyenne des minimales de janvier (TN01) :	0.6 °C

#### Précipitations

Annuelles :	1318 mm
Avril-Octobre	673 mm

#### ETP et bilans hydriques climatiques

ETP (Turc) annuelle :	745 mm
P-ETP (Turc) juin-août	-154 mm
P-ETP (Turc) mai-septembre	-124 mm

Extraction **automatique** au point du diagnostic  
(*position GPS ou placement sur la carte*)

# Résultats du diagnostic

## Module Peuplement sur pied



Problèmes sanitaires



Dépérissement

Consulter les données climatiques



Générer le diagnostic de Peuplement sur pied



Générer le diagnostic de Solutions de boisement

## Module Boisement

Essences avec IBS			
	Actuel	+1°C	+2°C
Douglas vert	3	3	4
Hêtre commun	3	4	5
Sapin pectiné	4	4	5

Essences sans IBS			
	Actuel	+1°C	+2°C
Sapin de Nordmann			
Robinier faux-acacia			
Tilleul à grandes feuilles			

### Diagnostic Peuplement sur pied

#### Douglas vert

#### Niveau de vigilance climat-sol

Actuel

+1°C

+2°C

3

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fiabilité du modèle :  B (AUC=0.73)

Performance régionale du modèle: 

# Recommandation sylvicoles

ZONE DE VIGILANCE Indice Bioclimsol IBS	ÉTAT SANITAIRE du PEUPEMENT	PEUPEMENT PROCHE du TERME d'EXPLOTABILITE (défini par les SRGS)	RECOMMANDATIONS
<b>VIGILANCE MAXIMALE ou ÉLEVÉE</b> IBS < -5 Vigilance > 4 sur 10	<b>TRÈS STRESSÉ ou DÉPÉRISSANT</b>	<b>OUI</b>	<p><b>Peuplement mature présentant des signes de dépérissements en zone de vigilance maximale ou élevée</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmer dans un délai assez court la récolte du peuplement</li> <li>- Ne pas renouveler en essence principale, favoriser les peuplements mélangés</li> <li>- Reboiser ou favoriser la régénération naturelle avec une ou plusieurs essences adaptées proposées par E...</li> </ul>
			<p><b>Peuplement non matures présentant des signes de dépérissements en zone de vigilance maximale ou élevée</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivi l'état sanitaire une fois par an (MARCHI) après un délai lui permettant d'évaluer le niveau de résilience...</li> </ul>

**Diagnostic Bioclimsol**

**Prise en compte des éléments complémentaires**

**Objectif donné au peuplement : maintien ou renouvellement**

**Choix d'un itinéraire sylvicole adapté**

selon le contexte local et les... (renvoyer vers les fiches) :

raccourcir le terme d'exploita... soit en pratiquant des éclaircie... soit ne pas éclaircir et récolter... peuplement

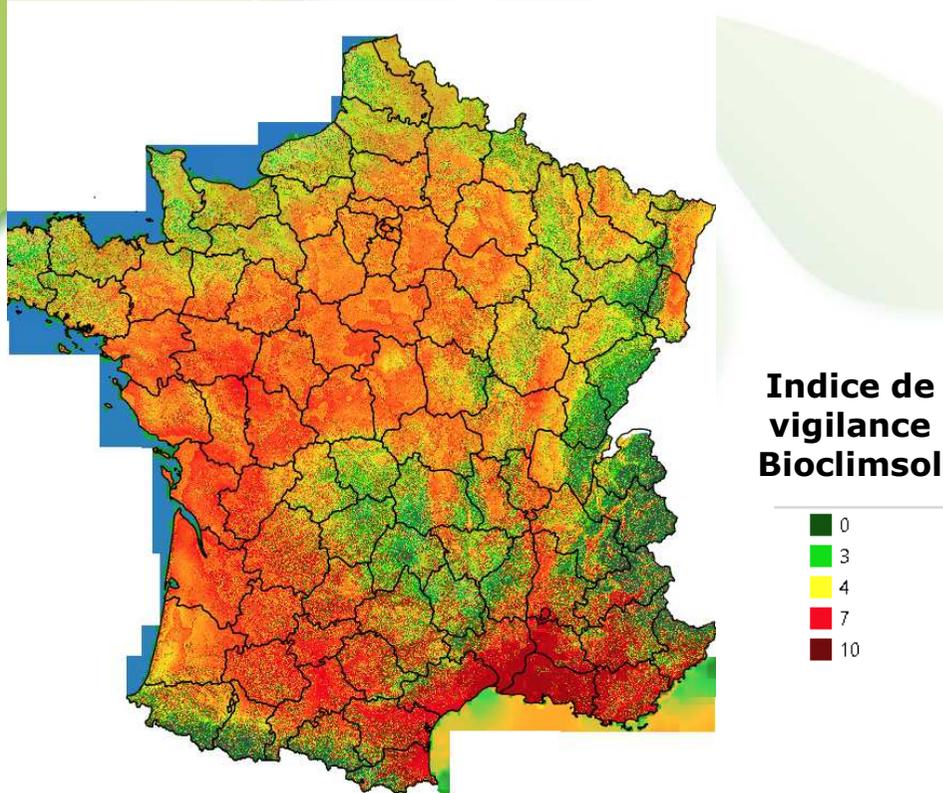
... la concurrence et favoriser la résilience... précocement selon la réaction du

# Cartes de vigilance

**Cartes de vigilance** : modèles climatiques et topographiques

**Carte de vigilance du Pin sylvestre  
au climat actuel 1981-10 \***

**Exemple de carte gérée sous SIG résolution 75m**  
*Cette carte n'intègre pas le Réservoir Utile en Eau*



\*ces cartes peuvent être déclinées à + 1°C et +2°C

**Outils « aménagistes » disponibles sous SIG**

- + Prise en compte des risques pour une essence à une échelle spatiale plus importante
- + Permet de cibler les zones d'intérêts et d'enjeu pour une essence
- Ces cartes n'intègrent pas tous les effets compensateurs du terrain ; elles donnent donc une vision très simplifiée de la réalité
- Nécessitera toujours une confirmation par un diagnostic sur le terrain

**NB : Ce type de cartes est tellement simple et binaire qu'elle peut amener à prendre des décisions infondées et arbitraires sans précaution d'emploi !**

# Données et projections climatiques

## Climat moyen

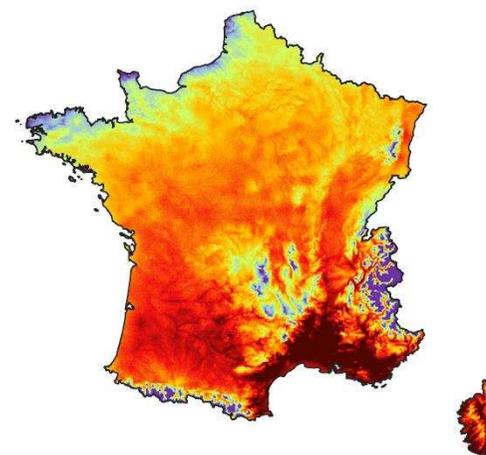
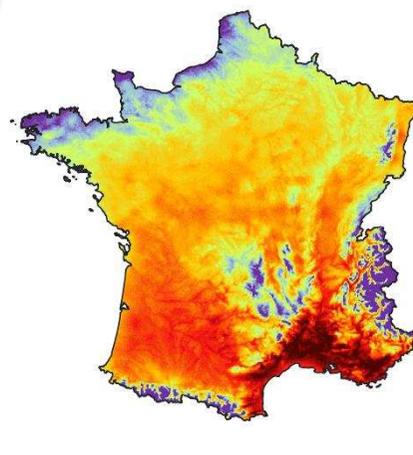
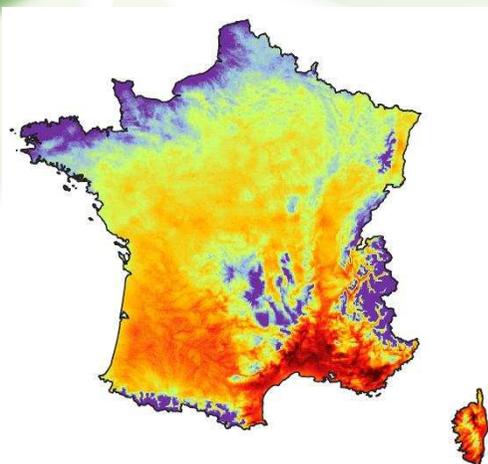
## Climat futur projeté

modèles sur 30 années  
(1981-2010)

(+1°C en moyenne)

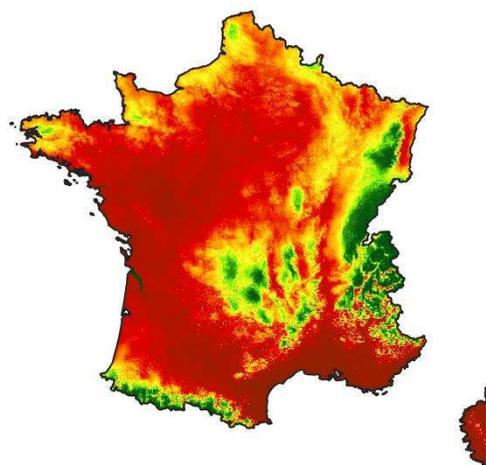
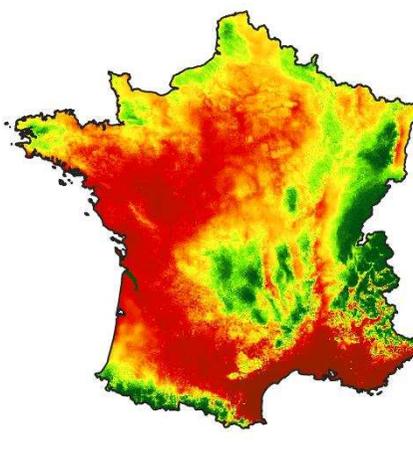
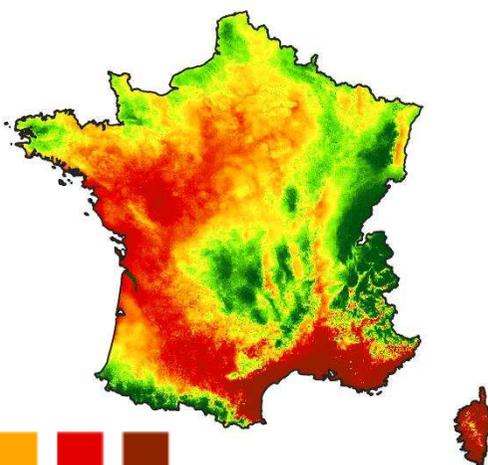
(+2°C en moyenne)

Températures  
maximales  
estivales (°C)



Réccurrence  
d'années sèches  
pour le sapin  
pectiné (%)

(carte de vigilance  
climatique  
BioClimSol)



# Précautions d'utilisations et perspectives

- Bioclimsol intègre des **modèles** (climatiques, des modèles basés sur le risque de dépérissement et des modèles de niche) qui évoluent => **actualisation**
- **Construction mathématique** qui comporte des limites (absence de certaines variables)
- Outil **évolutif, collaboratif** : amélioration des modèles et de la liste d'essences concernées
- Les **cartes de vigilance** (SIG) permettent d'envisager le croisement avec d'autres données : diagnostic étendu aux habitats, repérages de zones à enjeux

Merci de votre attention

- Pour aller plus loin :
- <https://www.cnpf.fr/n/bioclimsol/n:558>
- <https://www.researchgate.net/profile/Jean-Lemaire-2>
- <https://www.cnpf.fr/n/bioclimsol/n:558>
- [https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/METIS\\_pole1\\_fiche\\_BCS\\_IKS\\_VB\\_cle84e7a4.pdf](https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/METIS_pole1_fiche_BCS_IKS_VB_cle84e7a4.pdf)



# Les essences disponibles

	INB		Autres essences sélectionnables
	Alisier torminal	Poirier sauvage	Aulne de Corse
	Bouleau verruqueux	Pommier sauvage	Charme
	Calocèdre	Robinier faux-acacia	Chêne rouge
<b>IBS</b>	Chêne chevelu	Sapin d'Algérie	Cormier
	Chêne vert	Sapin de Bornmüller	Épicéa de Sitka
	Cèdre de l'Atlas	Érable sycomore	Érable plane
	Châtaignier (montagne continentale)	Hêtre oriental	Mélèze hybride
	Châtaignier (plaine océanique)	Mélèze d'Europe	Pin parasol
	Chêne liège (à venir)	Merisier	Pin Weymouth
	Chêne pédonculé	Noyer commun	
	Chêne pubescent	Noyer noir	<i>Aucune (projet de boisement)</i>
	Chêne sessile	Pin à encens	<i>Autre</i>
	Douglas vert	Pin d'Alep	Tilleul à grandes feuilles
	Épicéa commun	Pin de Salzman	Tilleul à petites feuilles
	Frêne commun (à venir)	Pin laricio de Corse	Tulipier de Virginie
Hêtre commun	Pin maritime		
Pin sylvestre	Pin noir d'Autriche		
Sapin pectiné			

12

36

# Un exemple de renouvellement de peuplement forestier avec l'aide de l'outil Bioclimsol

Henry d'YVOIRE

Propriétaire forestier en Nord-Drôme



Centre Régional  
de la Propriété Forestière  
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

# Bois de Lunel (26), année 2019 : une opportunité, le démarrage d'une aventure



**Concertation et diagnostic terrain en mai 2019  
(propriétaire forestier, DDT, Coforêt, CRPF, IDF)**

D'un côté, des dépérissements de  
châtaigniers en augmentation...

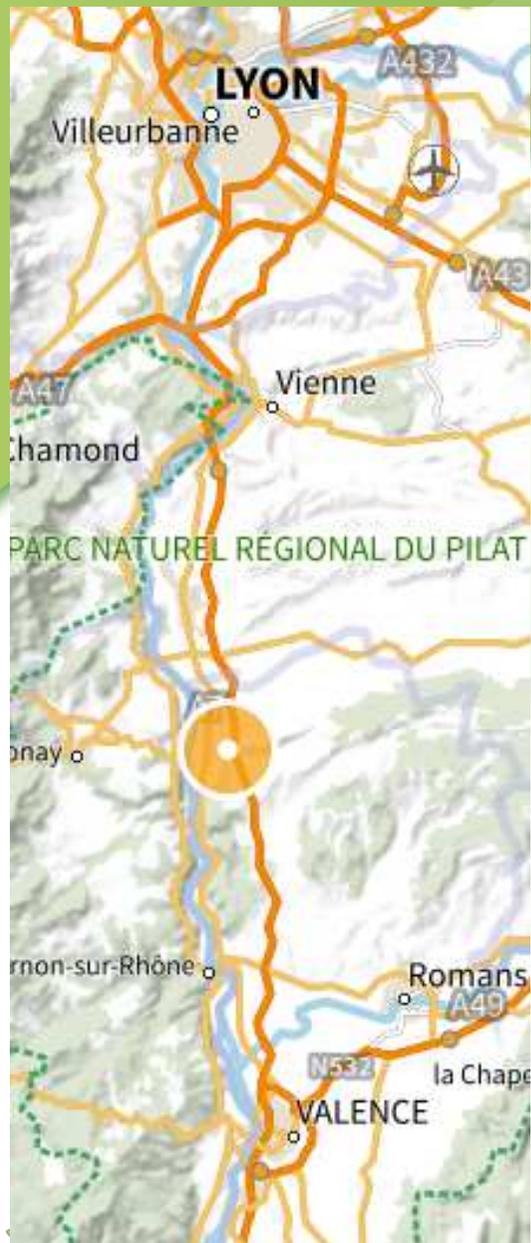
De l'autre, une compensation  
carbone non utilisée ( DDT)



Chancre de l'écorce du châtaignier présent depuis plus de 20 ans

# 2019 : une décision : renouveler le taillis

- Commune : Albon (26)
- Une parcelle de 2,5 hectares
- Un Plan Simple de Gestion agréé
- Un gestionnaire professionnel (Coforet)



2019 : une décision : renouveler le taillis



➤ **objectif : installer des espèces qui résisteront aux**

**changements climatiques attendus**

# Démarrage du chantier forestier : exploitation du peuplement en place



Coupe et évacuation des branchages  
(septembre/décembre 2019)  
(préparation et plantation (janvier/février  
2020)

Une multitude d'interrogations liées au choix des essences de reboisement

⇒ **Evaluer les conditions de milieux : climat local, sol, environnement de la parcelle**

⇒ **L'état sanitaire du peuplement exploité => le dépérissement du châtaignier**

⇒ **La disponibilité et la qualité des plants**



## Eclairages et orientations débattues à l'aide de Bioclimsol

- **Châtaignier** : vigilance maximale (risque très élevé, station défavorable)
- **Essences principalement envisagées** :
  - Pins : noir / Laricio ; maritime; Brutia ; Alep (?)
  - Cèdre de l'Atlas
  - Chênes : pubescent ; rouge (?)
  - Cormier, alisier torminal

# Projet de plantation retenu (septembre 2019) et réalisé (février 2020)

**Près de 3000 plants répartis en 3 tiers :**

- **Chêne rouge (sur le bas moins séchant)**
- **Cèdre de l'Atlas**
- **Pin laricio**
- **80% de protections gibier**

# La plantation en Avril 2021



# Suivi et premier bilan de la plantation au 1<sup>er</sup> septembre 2021

- Abroutissement marqué sur les cèdres sans protections
- Canicule et sécheresse de l'été 2020 : taux de reprise de 60% (dont 40% pour le chêne rouge) !
- Regarni en novembre 2020 : introduction de cormier, alisier, merisier par bouquets
- Une chance : un été 2021 pluvieux très favorable; taux de reprise de l'ordre de 95% ... Mais un besoin urgent de dégagement (août 2021)



## Principaux enseignements à retenir

- **Bioclimsol** : un outil pour mieux connaître, comprendre et décider,
- Qui favorise **la réflexion et les échanges** .... On est plus intelligent à plusieurs que tout seul !
- Des incertitudes lourdes ou inévitables
- Un **soutien technique et financier** (compensation défrichement, plan de relance, Label Bas Carbone ...) vital pour tenter de s'adapter
- Des **travaux d'entretien** coûteux et un suivi étroit à assurer dans l'avenir
- Une **pression cynégétique** grandissante
- Un renforcement nécessaire des **expérimentations** et des moyens pour leurs installations/suivis, en envisageant la création **d'un observatoire Forêt**

**Privée/publique en 26/07 ?**