



# La forêt, un écosystème résilient aux changements climatiques

## Du diagnostic de vulnérabilité à l'expérimentation de solutions d'adaptation fondées sur la nature

# Changement climatique en France

Accroître la **R**ésilience des **T**erritoires  
 aux changements climatiques  
 par l'**I**ncitation  
 aux **S**olutions d'**A**daptation fondées sur la **N**ature  
 (**ARTISAN**)



Impacts attendus à horizon 2050  
 Source : ONERC



Crues	Feux de forêt
Inondations	Cyclone
Submersions	Ilot de chaleur
Baisse de l'enneigement	

**artisan**

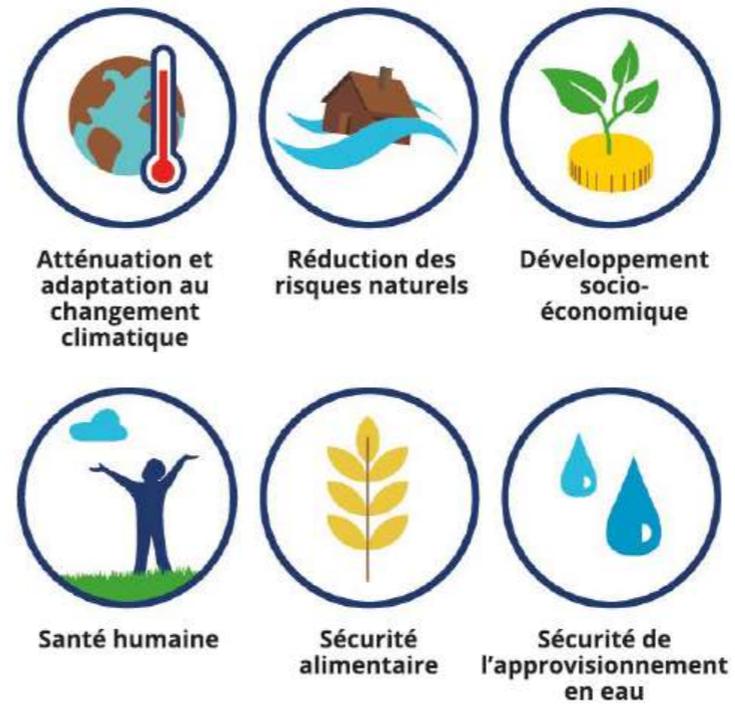
Le climat change, adaptons-nous avec la nature

EQUIPE = OFB bénéficiaire coordinateur + 28 bénéficiaires associés



## Définition (UICN) :

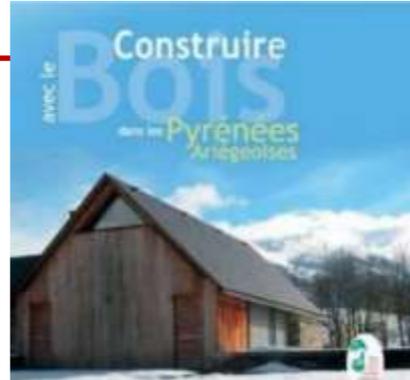
« **Actions** visant à **protéger, gérer** de manière durable et **restaurer** des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative tout en assurant le **bien-être humain** et en produisant des **bénéfices pour la biodiversité** »



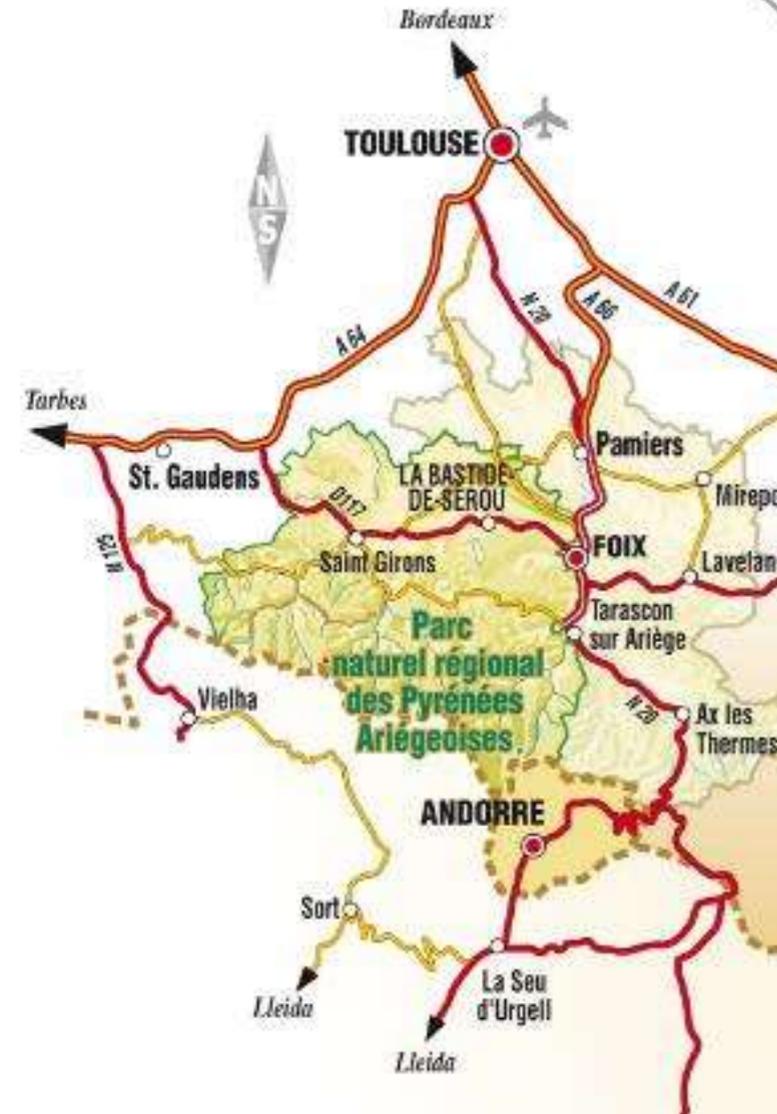
# Le contexte du PNR des Pyrénées ariégeoises

Valoriser la ressource forestière  
Faire vivre la filière bois locale

en préservant l'écosystème  
forestier, les paysages et les  
usages de la forêt.



Raphaële Hemeryck  
PNR des Pyrénées  
ariégeoises  
Chargée de projets  
« Forêt et changements  
climatiques »



# Le contexte du PNR des Pyrénées ariégeoises

## Diagnostic territorial énergie/climat (2016)

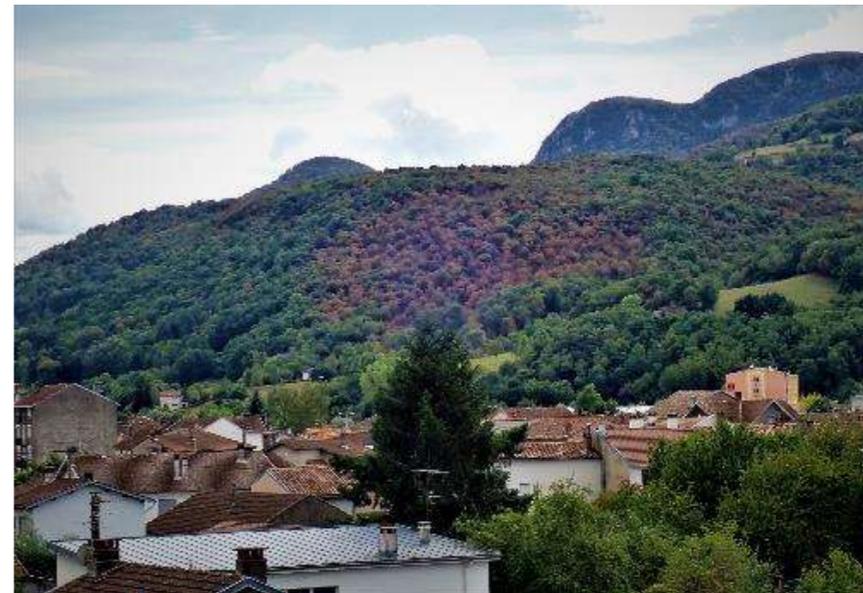
### Forêt

- ⇒ Secteur d'activité le plus vulnérable aux changements climatiques
- ⇒ Premier enjeu d'adaptation du territoire

Contrainte principale : sécheresse édaphique et atmosphérique

Autres effets attendus :

- augmentation de l'occurrence des tempêtes,
- impact accru des épisodes de neige lourde et de gels tardifs associés à un débourrement précoce des arbres,
- augmentation du risque de prolifération d'agents pathogènes, de ravageurs et de parasites,
- ...



# Le contexte du PNR des Pyrénées ariégeoises

## Conséquences les plus problématiques attendues pour le territoire

⇒ Multiplication de vagues de dépérissements, parfois irréversibles et menant à la mortalité des peuplements

### Pour la filière bois :

- Détérioration de la ressource ligneuse sur pied
- Pics de récolte
- ...suivi de trous de production...
- Problèmes techniques et financiers

### Pour les services écosystémiques :

- Disparition du couvert forestier
- Mise à nu des sols

### Pour les services socio-culturels :

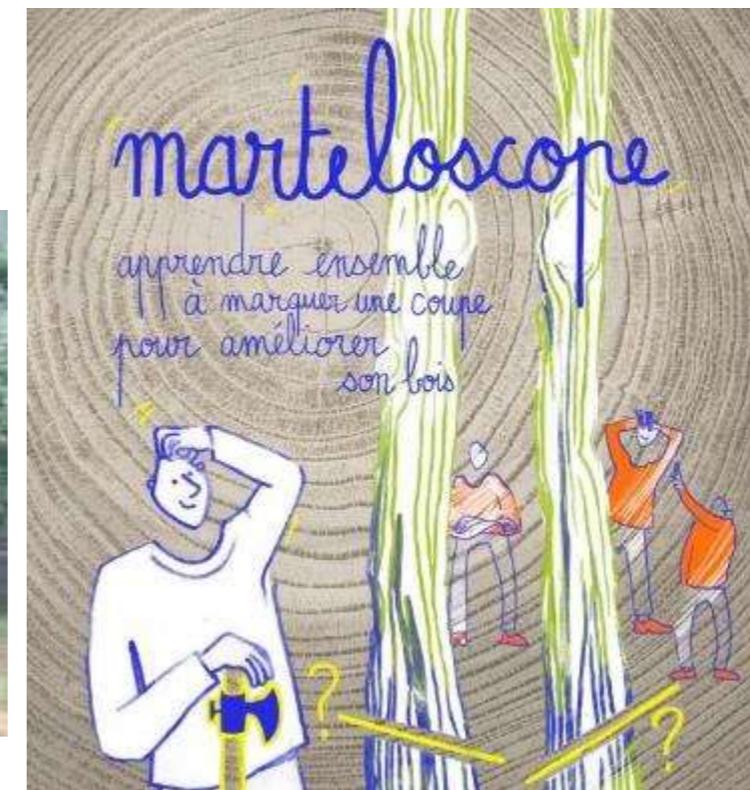
- Modification brutale des paysages sur les secteurs les plus exposés (versants sud)
- Détérioration des sites d'accueil du public
- Dégradation du cadre propice à l'économie touristique



# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

1- Concevoir, appuyer la mise en œuvre et évaluer des solutions fondées sur la nature pour l'adaptation aux changements climatiques de la filière sylvicole au sein du PNR des Pyrénées ariégeoises

2- Valoriser les méthodes utilisées et les résultats produits pour stimuler le développement et l'usage de ces SAFN à plus large échelle



# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

## 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale (juin 2021)



<https://www.youtube.com/watch?v=ceT9XHL8niU&list=PLkbp-9JTEVtTOjX7OKOE38SMervMaok11>



Des constats...

Dépérissements:  
état des lieux

Outils de diagnostic et de suivi  
dans les Pyrénées

comprendre l'écosystème...

Diversité génétique:  
Pourquoi et comment la prendre en compte?

Sols forestiers:  
Caractéristiques physiques et sensibilité

Mélange d'essences:  
clé pour l'adaptation

Sols:  
quand la vie crée la vie

Symbioses mycorhiziennes:  
bénéfices réciproques

... vers des solutions!

Sylviculture irrégulière et proche de la nature:  
une solution d'adaptation

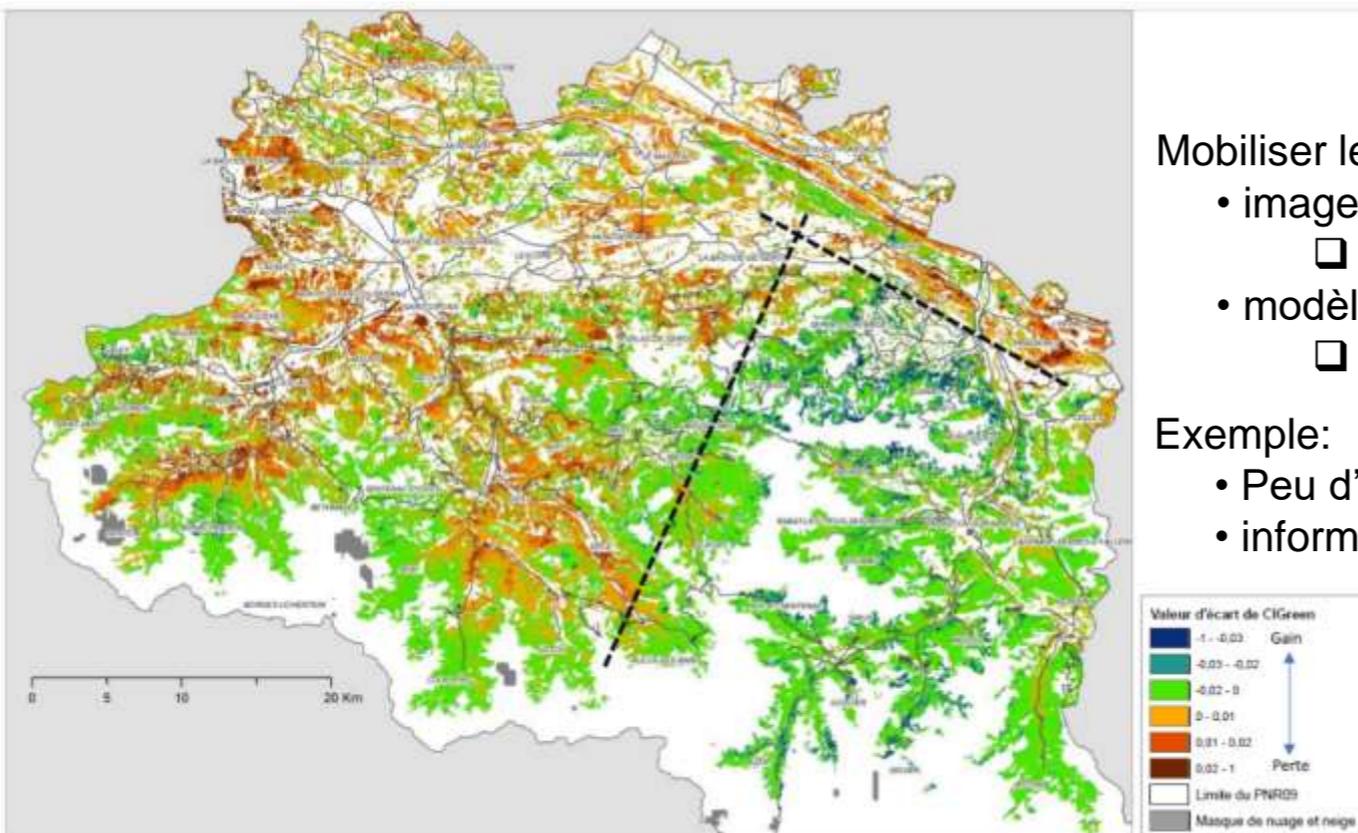
Life FORECCAST:  
adapter les forêts du Haut-Languedoc

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale

2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux



Mobiliser les ressources existantes pour mesurer et prédire:

- images satellites : mesurer les évolutions
  - ☐ **Attention: précision, pas de temps, reliefs, météo du territoire...**
- modèles prédictifs => bien analyser ce qu'il disent et ce qu'ils ne disent pas
  - ☐ **Attention: les hypothèses influencent énormément la modélisation...**

Exemple:

- Peu d'images exploitables en Ariège (couverture nuageuse), pas de temps court
- information centrée sécheresse – pas d'info sur les autres aléas ici...

Figure 10 : Ecart estival de CIGreen en 2020 pour l'ensemble des feuillus

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale

2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux

Croiser avec les enjeux sur le territoire: atlas cartographique

- autres aléas
- biodiversité
- eau
- tourisme
- production
- ...

NB: Ne pas confondre les données historiques et le prédictif...

- Appel à témoignage en saison de végétation
- Incertitudes liées au vent, aux incendies... pas d'information

Conclusion - **L'incertitude est la règle de demain**

- Prendre soin des fonctionnalités des écosystèmes comme règle préventive : tests de SAFN sur les peuplements à enjeux
- Agir en curatif là où les forêts ont déjà subi des aléas...

## Légende

 Limite du PNR étendu

## Enjeu eau

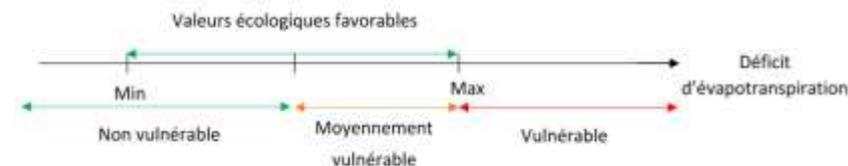
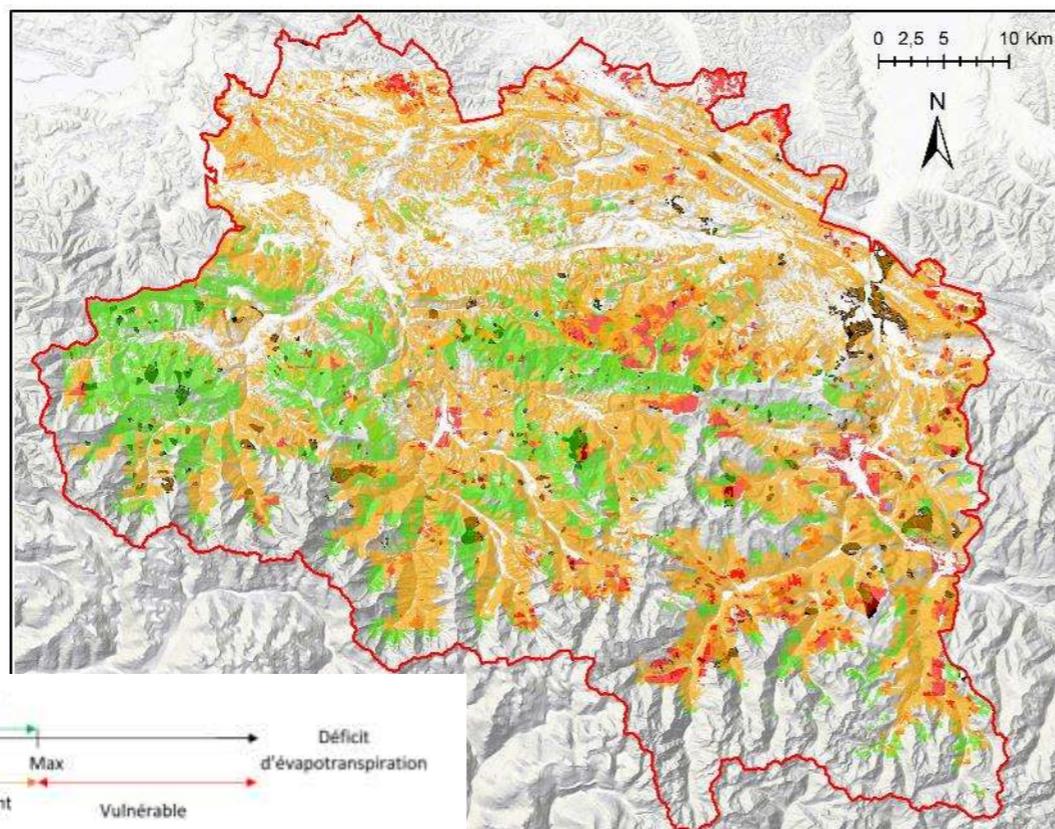
 Périmètres de protection des zones de captage

## Vulnérabilité des peuplements

 Non vulnérable

 Moyennement vulnérable

 Vulnérable



# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

Ateliers thématiques:

- Développement d'un projet sylvicole territorial avec Sylv'ACCTES

## UN OBJECTIF CENTRAL

Créer un nouveau mode de financement pour la gestion des forêts favorable à la préservation des services socio-environnementaux

<https://www.sylvacctes.org/massif-des-pyrenees-ariegeoises/>



# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN



## Une interface de financement innovante

Des financeurs qui souhaitent améliorer localement  
leur empreinte climat/environnement



Des forestiers qui s'engagent dans une gestion améliorée  
de leur forêt

- ✓ Lever de nouveaux financements pour les forêts publiques et privées
- ✓ Assurer aux financeurs traçabilité, transparence et qualité sur l'usage des fonds
- ✓ Garantir aux sylviculteurs une mécanique de financement simple et réactive



# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN



## Les objectifs sylvicoles de Sylv'ACCTES

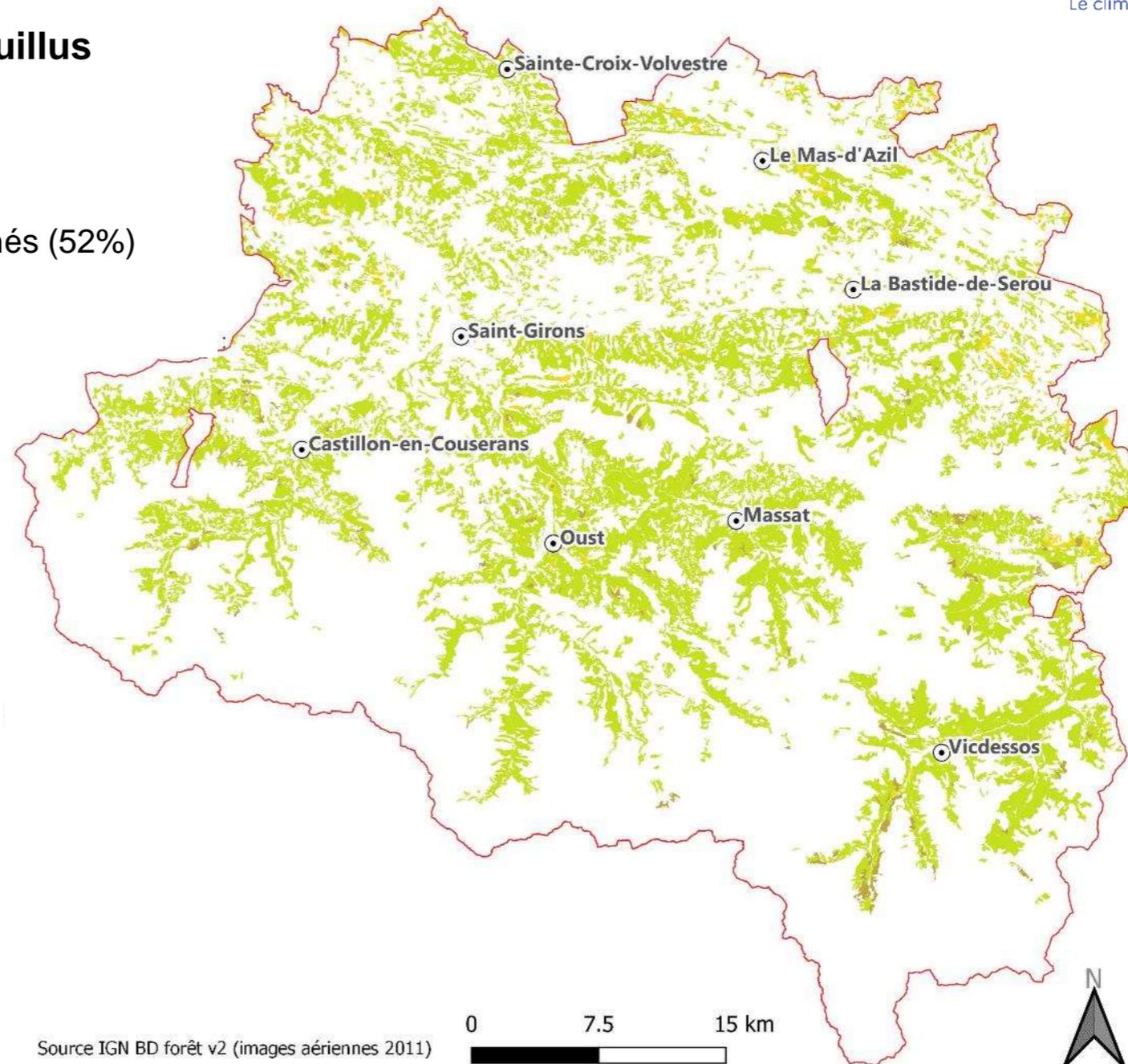
- **Privilégier des peuplements mélangés,**
- **S'appuyer au maximum sur la régénération naturelle,**
- **Réserver la plantation dans des cas de fortes probabilités de réussite ou pour des compléments de régénération,**
- **Prendre en compte l'évolution climatique dans le choix des essences et leur densité,**
- **Préserver la qualité des sols en limitant le recours à des opérations mécaniques impactantes,**

# Quelles priorités sylvicoles

pour les forêts du PNR des Pyrénées Ariégeoises ?

## 1. Les peuplements feuillus mêlés

77 000 ha potentiellement concernés (52%)



- ⊙ Villes principales
- ▭ PNR Pyrénées Ariégeoises
- Peuplements forestiers
- Mélange de feuillus
- Autre feuillu pur
- Feuillus purs en îlots
- Robinier pur



Visite terrain 09/02/21  
Réunion de travail 20/04/21

## Enclencher une sylviculture viable orientée bois d'oeuvre

Première coupe d'amélioration déficitaire (prélèvement max 30% du volume)

Deuxième coupe d'amélioration déficitaire (prélèvement max 25% du volume)

Coupes en système irrégulier / sylviculture douce

Travaux ponctuels dans la régénération, plantations complémentaires si besoin

# Quelles priorités sylvicoles pour les forêts du PNR des Pyrénées Ariégeoises ?

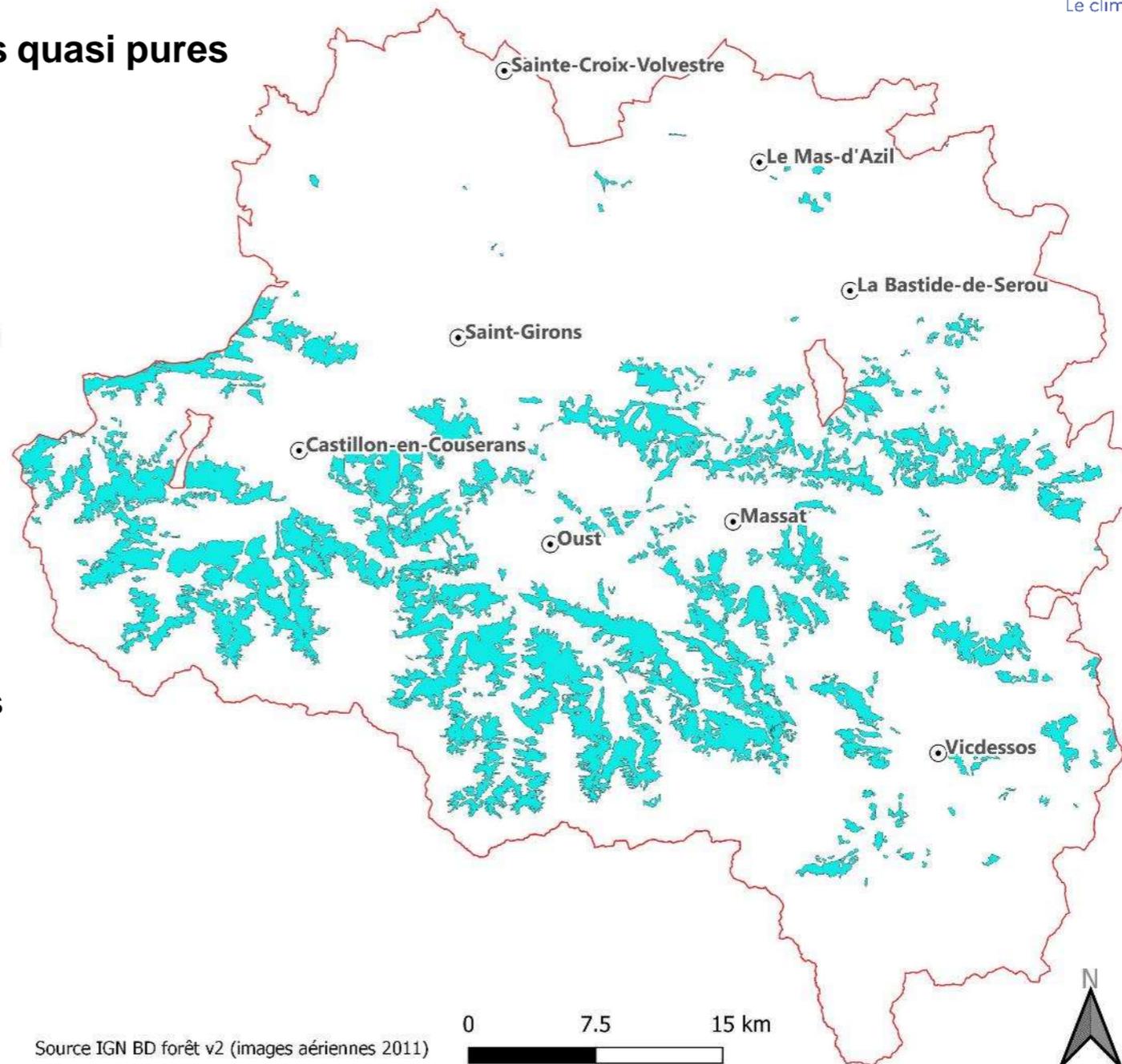
## 2. Les hêtraies ou les sapinières quasi pures



35 060 ha de hêtraies pures :  
couvert arboré > 40 %  
couvert libre relatif des hêtres > 75%

41 500 ha potentiellement concernés

- ⊙ Villes principales
- ▭ PNR Pyrénées Ariégeoises
- Peuplements forestiers
- Hêtre pur





## Restaurer un mélange d'essences

Faire venir la régénération naturelle en créant des trouées lors des coupes

Travaux ponctuels dans la régénération, plantations complémentaires si besoin

Protection d'une tâche de semis contre la dent du gibier par la mise en place d'un exclos

# Quelles priorités sylvicoles pour les forêts du PNR des Pyrénées Ariégeoises ?

Source IGN BD forêt v2 (images aériennes 2011)

## 3. Les peuplements résineux artificiels

13 000 ha potentiellement concernés

- ⊙ Villes principales
- ▭ perimetre\_PNRPA
- Peuplements forestiers
- Sapin ou épicéa
- Mélange de conifères
- Pin laricio ou pin noir pur
- Douglas pur
- Mélèze pur
- Pin sylvestre pur
- Pin à crochets ou pin cembro pur
- Conifères prépondérants et feuillus
- Feuillus prépondérants et conifères

6 136 ha de Sapin ou Epicea pur :  
couvert libre relatif du sapin ou epicea >75%

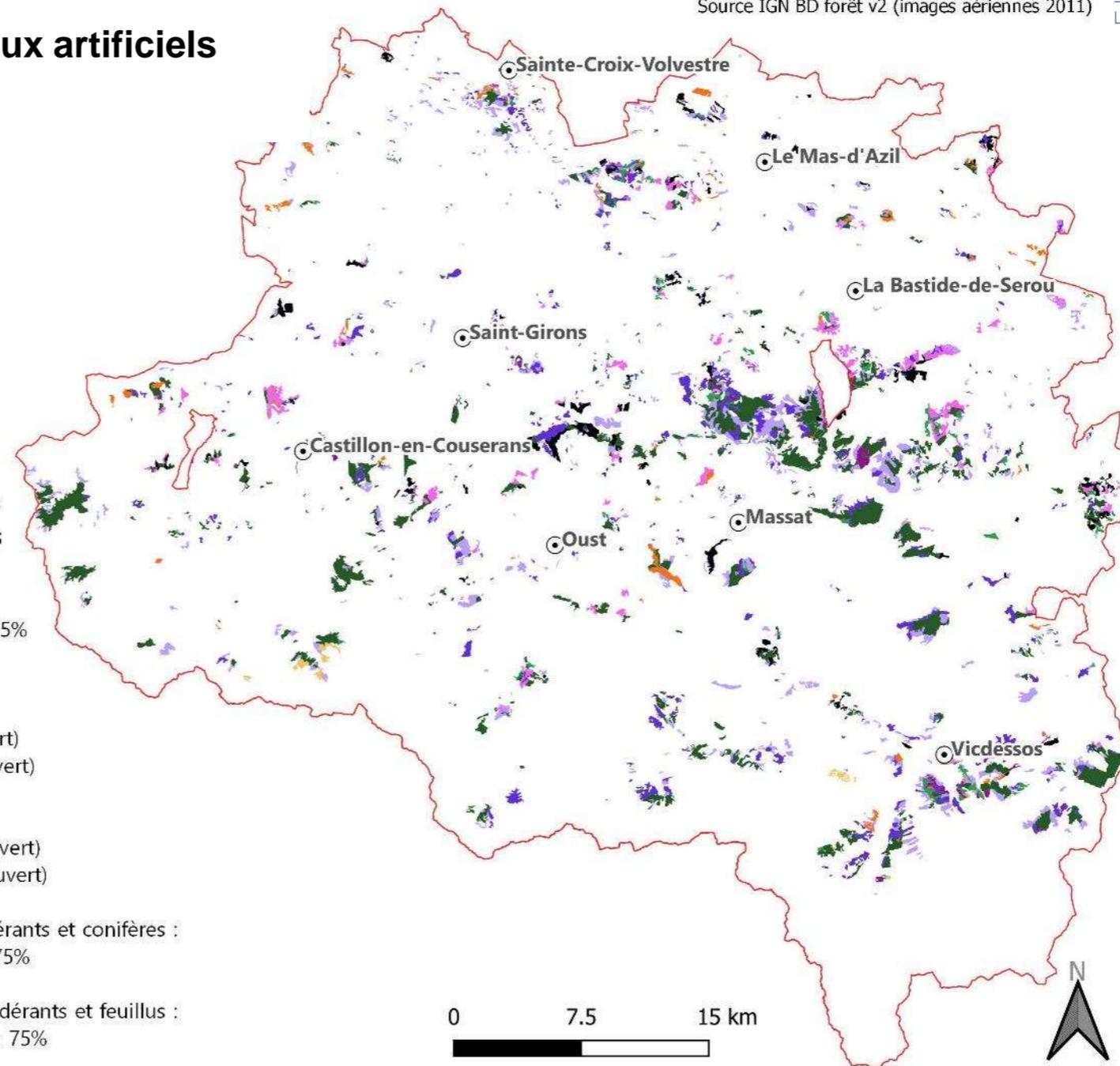
657 ha de mélange de conifères

1 355 ha de Douglas pur (>75% du couvert)  
1 370 ha de Pin laricio pur (>75% du couvert)  
305 ha de Mélèze pur (>75% du couvert)

683 ha de Pin sylvestre pur (>75% du couvert)  
163 ha de Pin à crochet pur (>75% du couvert)

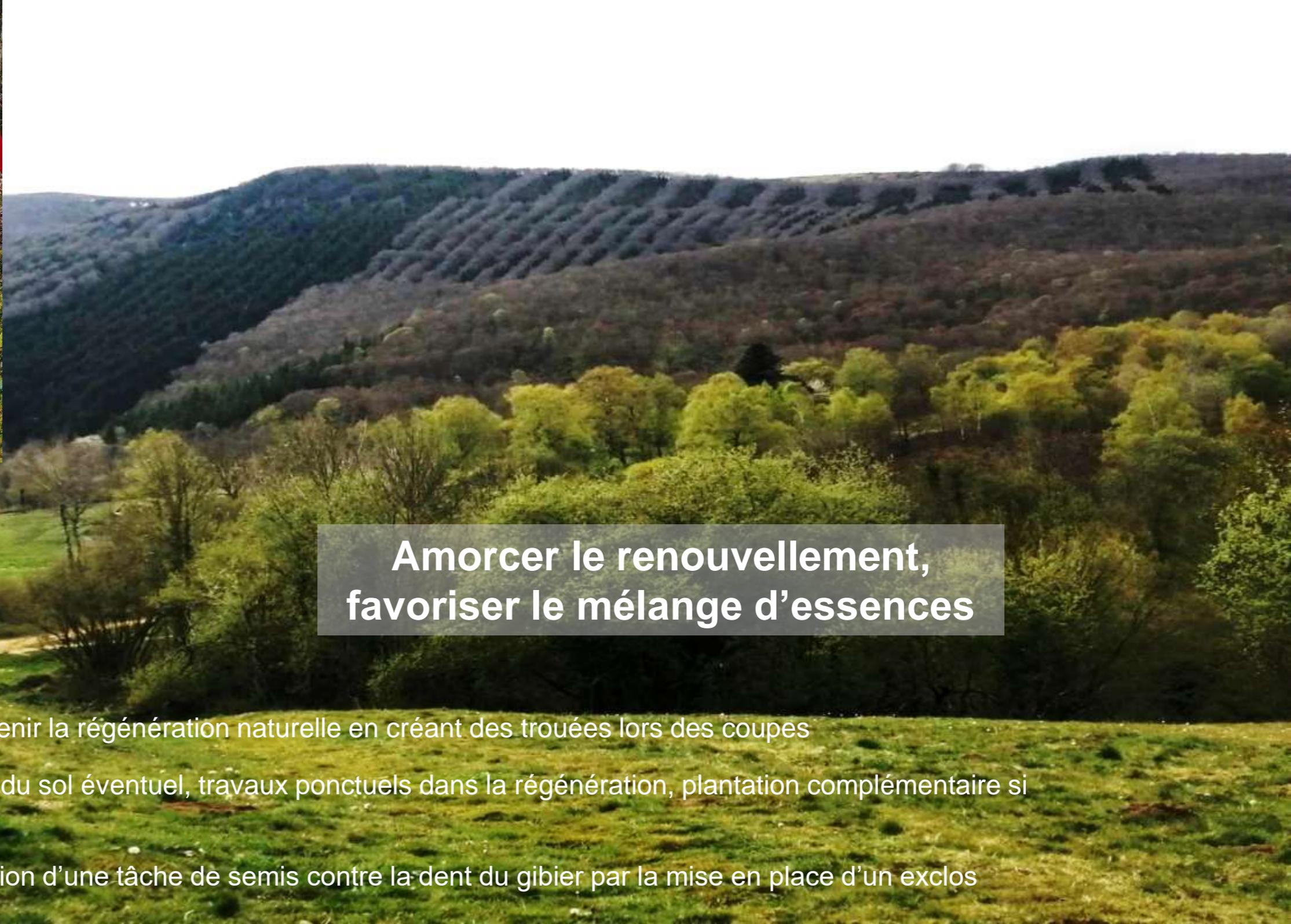
4 070 ha de mélange de feuillus prépondérants et conifères :  
50% < couvert libre relatif des feuillus < 75%

2 913 ha de mélange de conifères prépondérants et feuillus :  
50% < couvert libre relatif des conifères < 75%





Visites terrain 29/01 + 22/04/21  
Réunion de travail 22/04/21



## Amorcer le renouvellement, favoriser le mélange d'essences

Faire venir la régénération naturelle en créant des trouées lors des coupes

Travail du sol éventuel, travaux ponctuels dans la régénération, plantation complémentaire si besoin

Protection d'une tâche de semis contre la dent du gibier par la mise en place d'un exclos

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

Ateliers thématiques:

- Développement d'un projet sylvicole territorial avec Sylv'ACCTES

- **Conservation de la diversité génétique**

Dégâts de scolytes sur *Épicéa* dans le Nord Est , en cours

Les faits:

- Années 1950: boisements Fond Forestier National, parfois en situation limite
- 2000-2008: environ 6Mm<sup>3</sup> de bois attaqués suite à la tempête de 1999
- 2019-2020: mortalité massive sur peuplements affaiblis par la sécheresse

Leçons à tirer:

- Une cascade de risques peut faire basculer vers l'effondrement
- La diversité génétique au sein des espèces ne suffit pas toujours
- La diversité des peuplements à l'échelle du massif limite la catastrophe



© S Gaudin, CNPF

AAF  
ACADÉMIE  
D'AGRICULTURE  
DE FRANCE

Diversité génétique au sein des espèces et résilience des systèmes

F. Lefèvre. 2020. Académie d'Agriculture de France

# Favoriser la diversité génétique et la gérer durablement pour....

**-Adapter** les forêts à de nouvelles conditions en favorisant les processus évolutifs pour accélérer l'adaptation à ces environnements changeants

**ET**

**-Préserver la diversité génétique sur le long terme**

**Diversité génétique = Réservoir d'options**

# Comment la sylviculture peut agir sur la diversité génétique

La diversité génétique des populations évolue sous l'effet :

- de processus stochastiques (effets aléatoires d'échantillonnage en population finie),
- de processus dirigés (la sélection naturelle par le milieu physique et les interactions biotiques)
- de flux de gènes (échange de pollen ou de graines).

La sylviculture agit sur la diversité au travers

- des effectifs de reproducteurs,
- de la durée de génération,
- de la sélection des types d'individus contribuant à la régénération suivante,
- de l'intensité de la compétition,
- de l'intensité d'autres pressions de sélection,
- de la plantation de matériel sélectionné

Pour un complément d'information :

<https://www.onf.fr/onf/+605::dossier-forestier-21-effets-des-interventions-sylvicoles-sur-la-diversite-genetique-des-arbres-forestiers.html>

A. Valadon (2009) Effets des interventions sylvicoles sur la diversité génétique des arbres forestiers - Analyse bibliographique. Les Dossiers Forestiers ONF, 157p

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

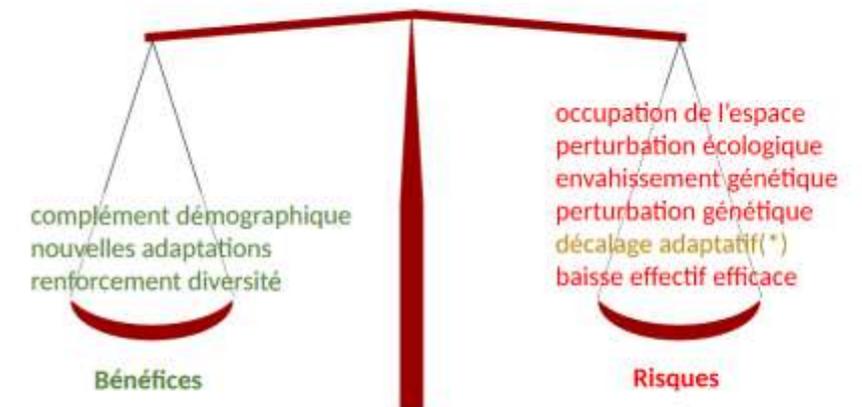
Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

Ateliers thématiques:

- Développement d'un projet sylvicole territorial avec Sylv'ACCTES
- Conservation de la diversité génétique
  - recherche avec les partenaires des peuplements sains en dehors des optimums écologiques – peuplements références
  - À l'échelle des peuplements, maintien de surfaces sans sélection pour la production
  - Maintien des arbres isolés
  - Sur les peuplements atypiques, sylviculture adaptative en fonction des mortalités

Évaluation des risques et bénéfices pour les RG locales



(\*): l'adaptation aux conditions futures peut passer par une maladaptation aux conditions courantes

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégalement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

Ateliers thématiques:

- Développement d'un projet sylvicole territorial avec Sylv'ACCTES
- Conservation de la diversité génétique
- **Régénération naturelle et déséquilibres forêt / gibier**
  - détourner le gibier des pousses objectif par un maillage
    - Pré-bois, clairières
    - Ronciers
    - Fruitiers
  - tout en testant différents modes de chasse
  - et accompagnant les communes sur les blocages liés à la vision de la chasse
  - Stage sur les pratiques et étude d'opportunité sur le déploiement d'une filière locale venaison



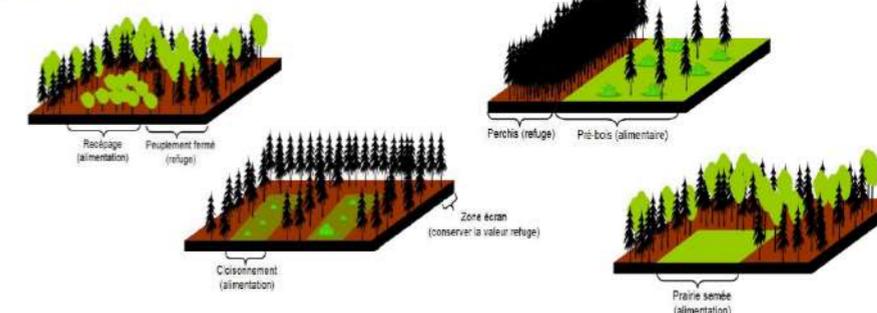
## En résumé des propositions de gestion

### Aménagement de l'habitat en faveur des cervidés

Ouverture, éclaircie des peuplements et création de **zones de gagnage** →

Entretien des cloisonnements, pistes et chemins forestiers

Aménagements dédiés : pré-bois, prairie semée



### ◆ Choix des itinéraires sylvicoles

Modalités de plantation, essences choisies, choix des coupes, etc.

### ◆ Autre levier : régulation des populations par la chasse

Figures issues de Said et Laurent (2022)

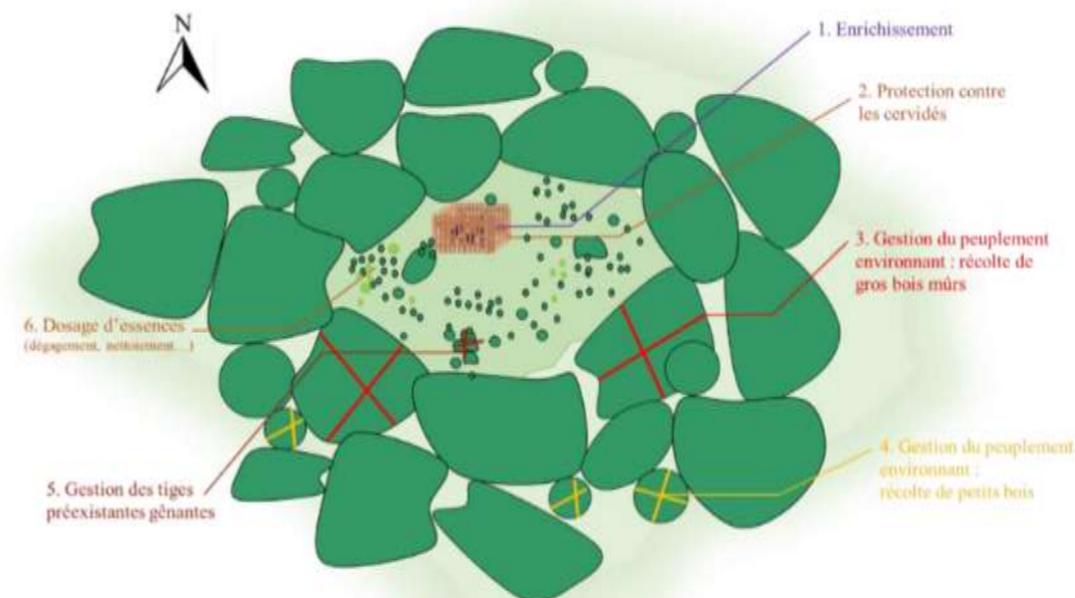
# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

Ateliers thématiques:

- Développement d'un projet sylvicole territorial avec Sylv'ACCTES
- Conservation de la diversité génétique
- Régénération naturelle et déséquilibres forêt / gibier
- **Gestion post-tempête**
  - Régénération naturelle suivie
  - Plantation par points d'appui d'essences locales
  - Question de la récolte ou non en fonction du gibier et des surfaces impactées



*Schéma illustrant les enjeux de la reconstitution des peuplements mités.*

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

Ateliers thématiques:

- Développement d'un projet sylvicole territorial avec Sylv'ACCTES
- Conservation de la diversité génétique
- Régénération naturelle et déséquilibres forêt / gibier
- Gestion post-tempête
- **Sylvicultures et exploitation alternatives**
  - Tests d'exploitations incluant câble et ou traction animale sur des terrains mécanisables selon différentes combinaisons avec une mécanisation légère

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

Ateliers thématiques:

- Développement d'un projet sylvicole territorial avec Sylv'ACCTES
- Conservation de la diversité génétique
- Régénération naturelle et déséquilibres forêt / gibier
- Gestion post-tempête
- Sylvicultures et exploitation alternatives
- **Gestion des risques: incendies, chutes de blocs...**

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux
- 4- Réalisation de 15 chantiers démonstrateurs sur 60 ha

- Conservation de la diversité génétique **10 ha – 5 sites**
- Régénération naturelle et déséquilibres forêt / gibier **5 ha – 1 site**
- Gestion post-tempête **10 -15 ha – 3-4 sites**
- Sylvicultures et exploitation alternatives **20 ha – 3-4 sites**
- Gestion des risques: incendies, chutes de blocs... **10 ha – 2-3 sites**

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

- ✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale
- ✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux
- 3- Définir collégalement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

## Objectif 2022

- 4- Réalisation de 15 chantiers démonstrateurs sur 60 ha

## Objectif hiver 2023

✓ Définition et suivi d'indicateurs de la résilience des forêts

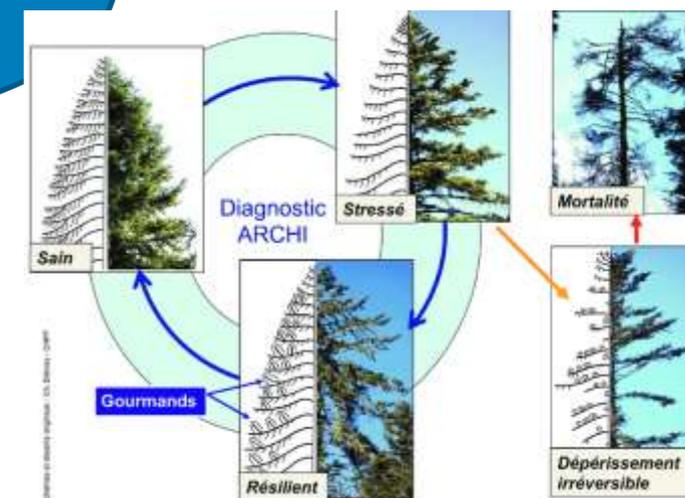
**Indicateurs d'adaptation:** mesurer la résilience des peuplements

**Indicateurs de production:** maintien de la fonction économique

**Indicateurs de protection:** maintien de la capacité du peuplement à protéger les sols

**Indicateurs de biodiversité:** mesurer les co-bénéfices engendrés sur la biodiversité

objectif: tous les indicateurs mesurables par une personne en une journée sur une forêt



# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

Faciliter l'adaptation des forêts du PNR PA au changement climatique pour maintenir leurs multiples rôles.

✓ 1- 2020 Carrefour Climat + Mise en place d'une gouvernance locale (juin 2021)

✓ 2- Identifier les forêts les plus vulnérables du territoire ET à enjeux

➤ 3- Définir collégialement des itinéraires techniques répondant aux enjeux locaux

## Objectif 2022

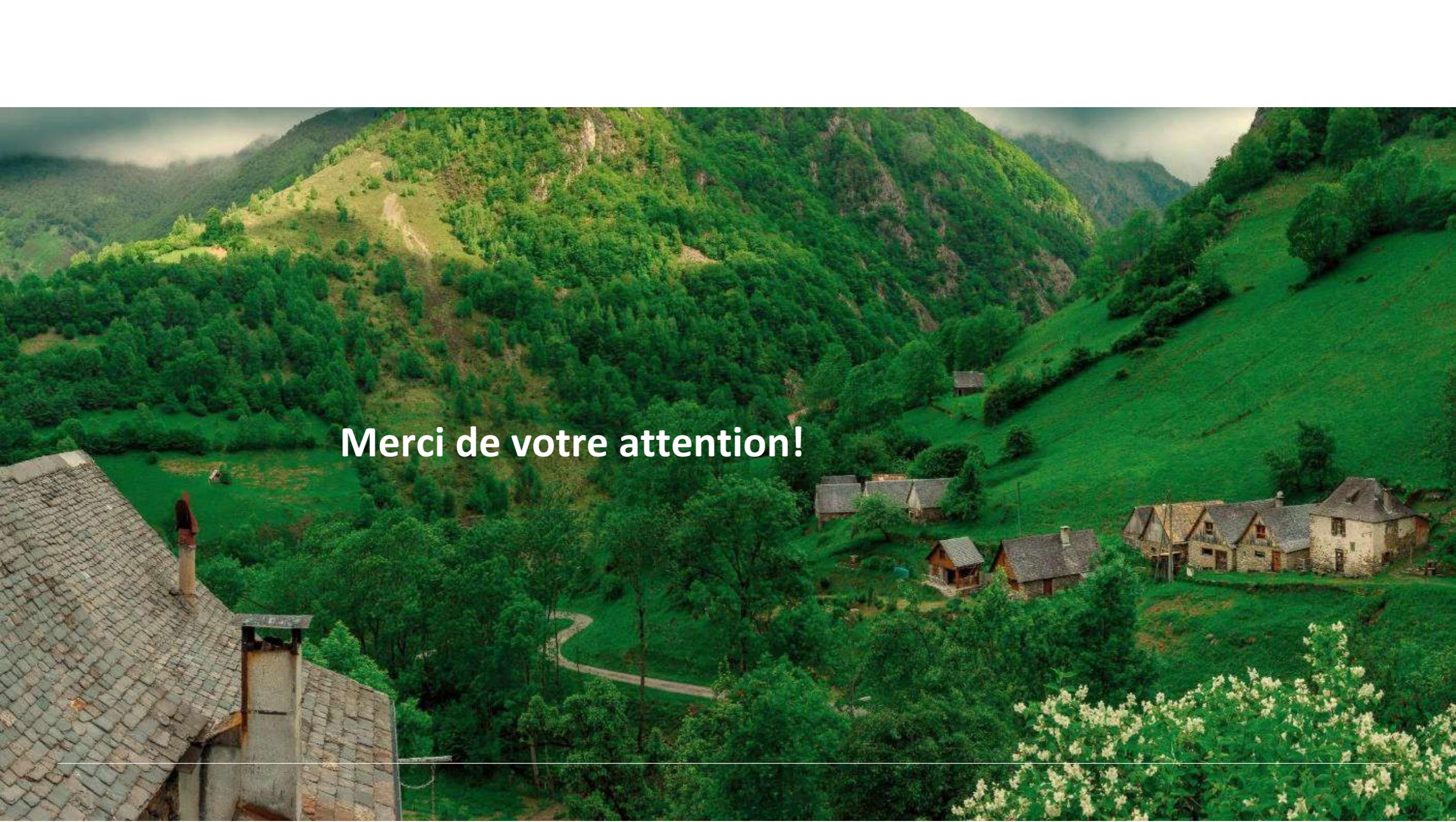
➤ 4- Réalisation de 15 chantiers démonstrateurs sur 60 ha

## Objectif hiver 2022

✓ Définition et suivi d'indicateurs de la résilience des forêts

5- Edition de référentiels technico-économiques

6- Elaboration et test d'outils d'accompagnement du changement des pratiques pour les professionnels

A scenic view of a mountain valley. In the foreground, the corner of a stone-roofed house is visible. The middle ground shows a small village with several stone buildings and a winding path. The background features lush green hills and mountains under a cloudy sky. The text "Merci de votre attention!" is overlaid in the center.

**Merci de votre attention!**

# Le PNR des Pyrénées ariégeoises dans Life ARTISAN

## Documents ressources

- [Page internet du projet Life ARTISAN dans les Pyrénées ariégeoises](#)
- [Carrefour Climat: journée forêt](#)
- [Conférence de Marc-André Selosse](#), mycologue spécialiste des sols au Museum d'Histoire naturelle
- [Projet Sylvicole territorial des Pyrénées ariégeoises – Sylv'ACCTES](#)
- [Guide de gestion forestière pour l'adaptation aux changements climatiques des forêts pyrénéennes \(OPCC, CANOPEE\)](#)
- [Guide BioFor, recueil de recommandations forestières pour la gestion de la biodiversité pyrénéenne](#) (CNPf, FORESPIR)
- Guide de reconstitution post-tempête - AgroParisTech ([présentation vidéo](#), [version simplifiée](#), et une [version plus complète](#))
- Guides de gestion des sols forestiers [ProSol](#) et [Pratic'sols](#), produits par l'ONF



Raphaële Hemeryck  
PNR des Pyrénées ariégeoises  
Chargée de projets  
« Forêt et changements  
climatiques »



**Atelier thématique "Méthodes d'exploitation respectueuses des sols"**

**S'inscrire à la journée  
du 24 novembre**