



# Structuration de la réflexion dans le cadre de l'adaptation des forêts aux changements climatiques\*

\*AFCC



# Quelques définitions

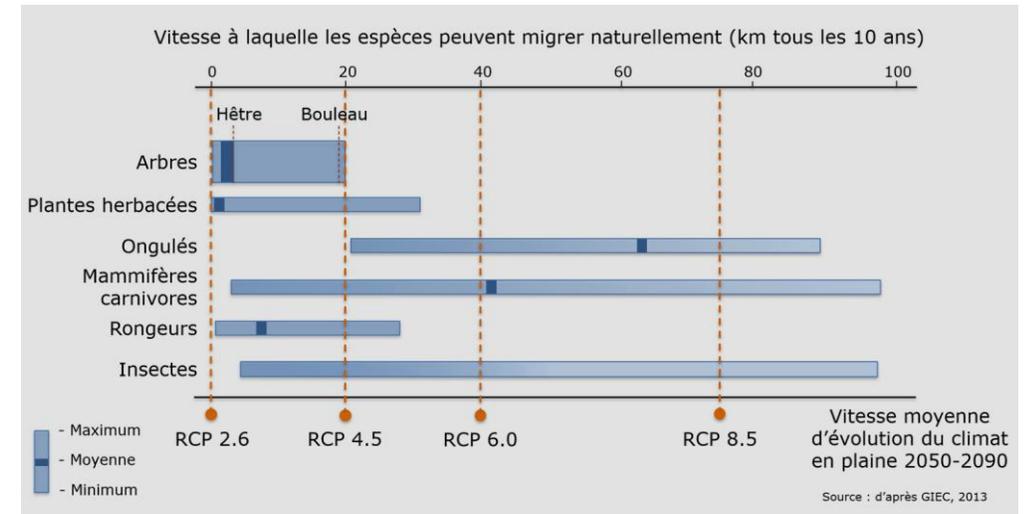
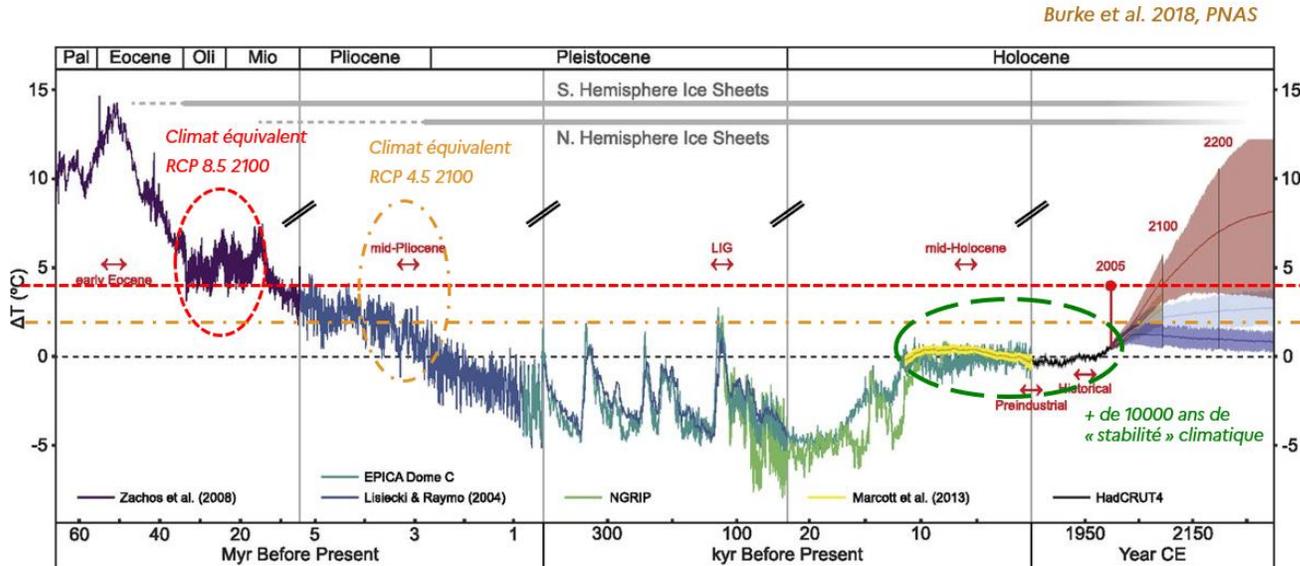
- ❑ **Adaptation GIEC** : « ...pour les systèmes naturels, démarche d'ajustement au climat actuel ainsi qu'à ses conséquences... »
  - Adaptation spontanée (des écosystèmes) = adaptation aux conditions présentes (mais en continue?)
  - Notion d'intervention humaine pour s'adapter aux conditions futures attendues
- ❑ **Adaptation** biologique = **Processus évolutifs** (Mécanismes évolutifs = la mutation, l'épigénétique, la dérive génétique, les flux de gènes et migrations, et les sélections naturelles)
- ❑ **Résilience** (GIEC) = **Résistance x Capacité d'adaptation**
- ❑ **Vulnérabilité** (GIEC) = **Fragilité x Incapacité d'adaptation** = inverse de la résilience
- ❑ **Vulnérabilité en foresterie** souvent utilisé dans le sens « **Risque de dépérissement** » (= « **Fragilité** » uniquement dans définition GIEC)



# Pourquoi Agir pour l'adaptation des forêts aux changements climatiques ?

❑ Des changements inédits pour les écosystèmes, en vitesse et en intensité, et qui accélèrent

❑ Quelles options pour les arbres face à de nouvelles conditions climatiques ? : S'acclimater? S'adapter ? Migrer? Disparaître...



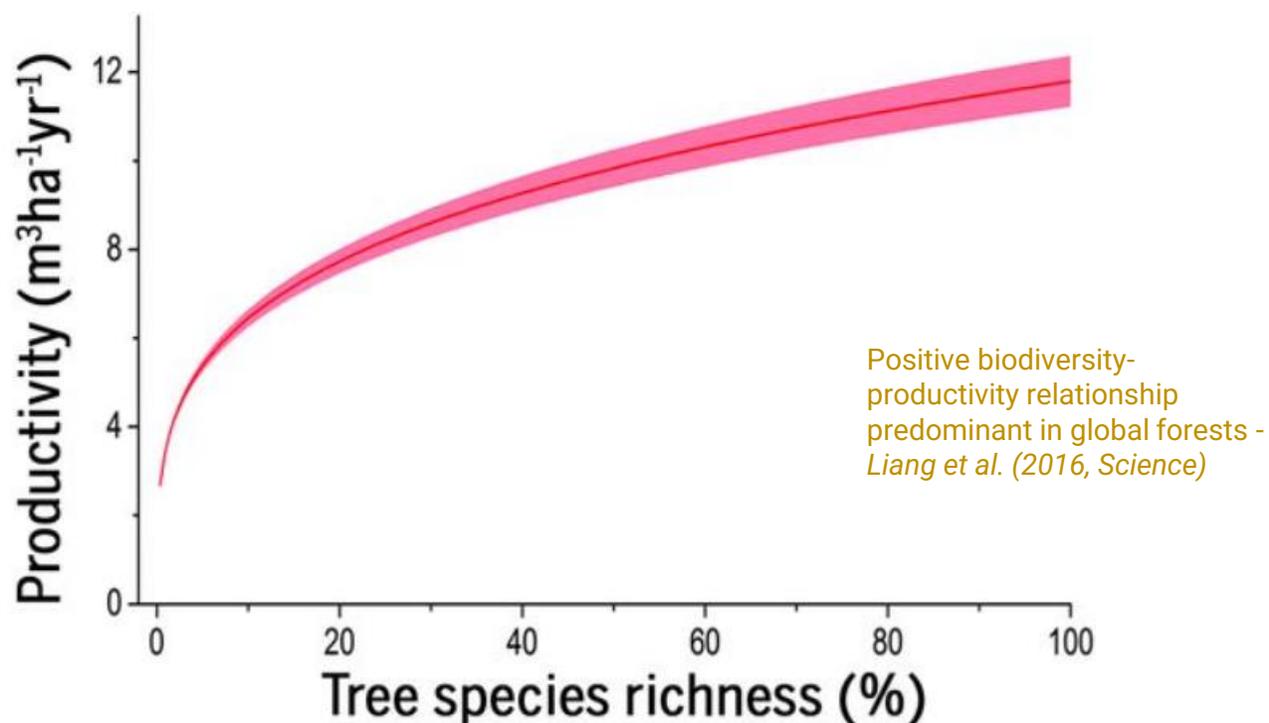
**= Nécessité d'adapter les forêts et d'accompagner les écosystèmes dans ces changements pour tendre vers des forêts plus résilientes qui continuent de rendre tous leurs services**



# Les grands principes qui encadrent / bornent les actions d'adaptation

- ❑ Agir dans un contexte d'incertitudes = **DIVERSIFIER**
- ❑ Agir pour et avec des **ÉCOSYSTÈMES FONCTIONNELS**

Global effect of tree species diversity on forest productivity.



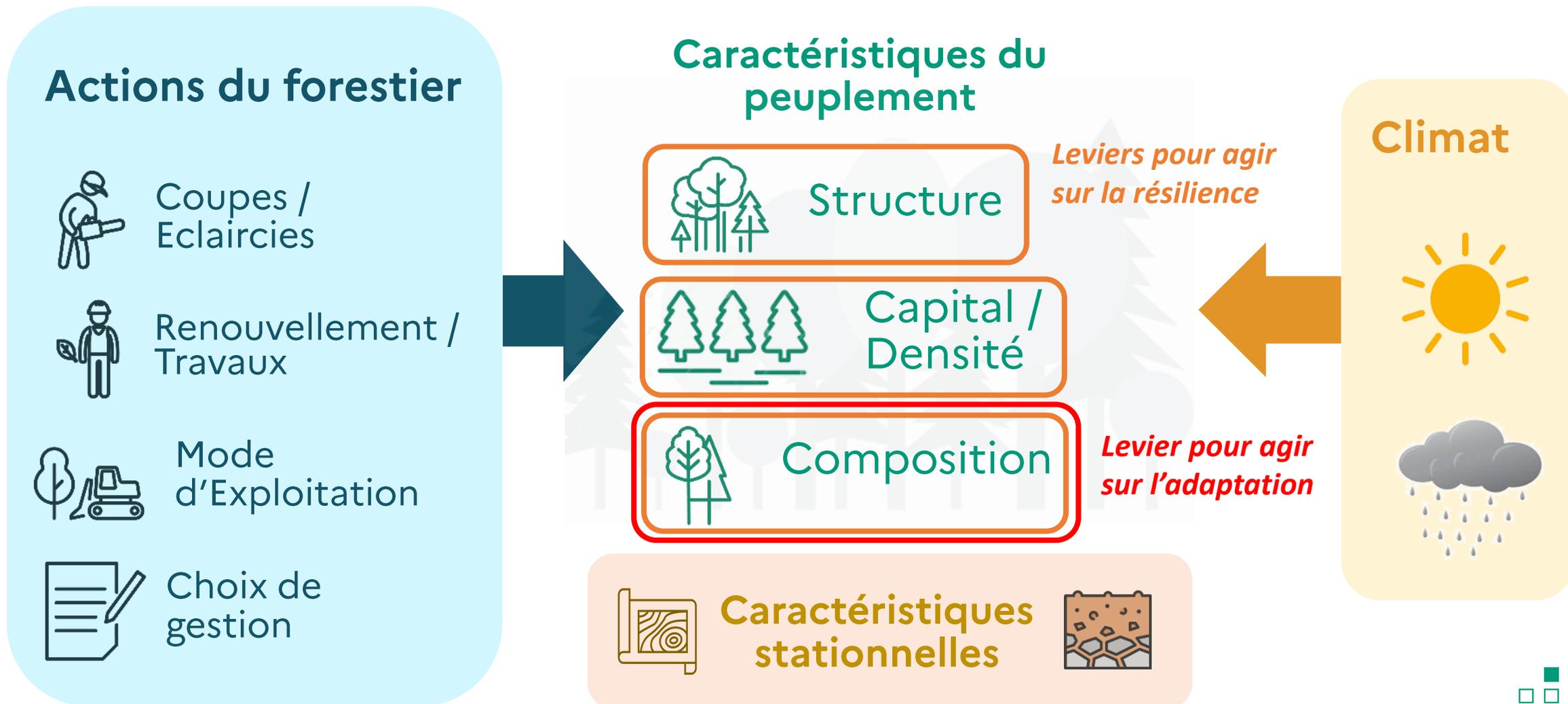
## 2 grands principes pour :

- Se protéger en acceptant les incertitudes et la complexité des écosystèmes forestiers pour éviter des décisions trop binaires
- Dans une certaine mesure, Appliquer le principe de précaution
- Les 2 grands principes identifiés sont également **2 leviers majeurs de la résilience**



# Leviers d'actions en sylviculture

Ces caractéristiques influencent la réponse que le peuplement va avoir au climat





## ➤ **Le Renouvellement - levier principale d'adaptation :**

- ❑ Renouveler la forêt...là où elle dépérit et où elle est vulnérable
- ❑ Renouvellement = adaptation « active », « en cours »
- ❑ = Amener du « neuf » adapté :
  - Par régénération naturelle (mécanismes évolutifs, sélection naturelle)
  - Par plantation d'essence venant de plus ou moins loin (moins loin à privilégier = migration assistée) (combinaisons génétiques potentiellement plus favorables aux conditions futures)





## ➤ La Sylviculture - levier de résilience :

☐ Pour aider les peuplements à résister :

- En donnant suffisamment de ressources à chaque arbre
- En évitant les à-coups

☐ En conservant et augmentant les capacités d'adaptation :

- En diversifiant (essence, structure à plusieurs échelles)
- En créant des conditions de dynamique naturelle (pour mécanisme évolutifs) ou en rendant possible cette dynamique dès que souhaité.

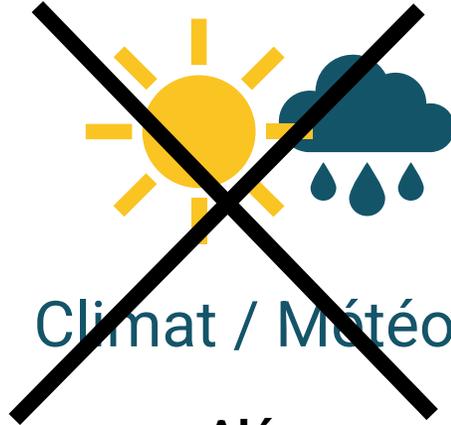


# Les facteurs de vulnérabilité

- Facteur de vulnérabilité avec levier sylvicole potentiel
- ✗ Aléas et/ou pas de leviers sylv. d'actions



Sylviculture  
Et **Renouvellement**

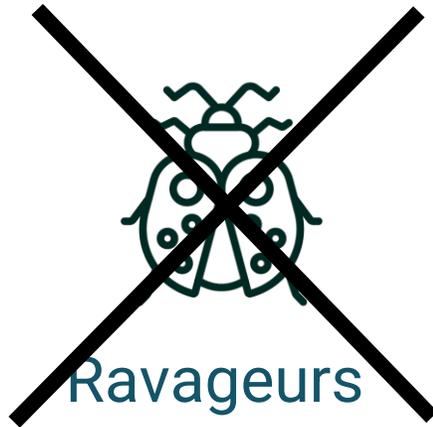


Aléas



Pas d'action

Recommandations  
sylv. + lobbying



Aléas + peu de leviers  
(gestion crise)



Recommandations  
sylv.



DFCI





## ➤ **Limiter les facteurs de vulnérabilité supplémentaire**

- Le sol, capital de production essentiel à protéger et mieux appréhender
- Veiller à l'équilibre forêt-gibier
- Se préparer à l'augmentation du risque d'incendie



# Typologie des actions sylvicoles face aux changements climatiques

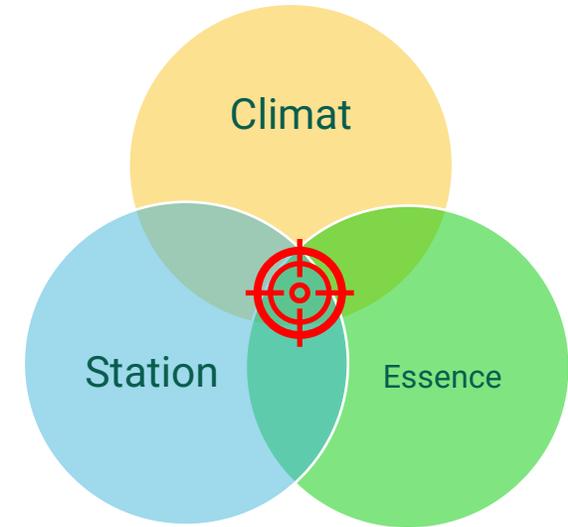
Adapter les peuplements aux conditions futures	Le renouvellement, principal levier d'adaptation des peuplements	<ul style="list-style-type: none"> <li>Favoriser ou introduire de nouvelles combinaisons génétiques potentiellement adaptées</li> </ul>	Régénérer naturellement (valoriser la sélection naturelle)		Choisir et/ou favoriser les essences potentiellement adaptées aux conditions pédoclimatiques futures	
			Planter	Migration assistée d'essences		
Diversification / Enrichissement						
Test d'essences exotiques						
			Raccourcir les cycles, notamment dans les peuplements les plus vulnérables			
Diversifier	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aider les peuplements à être en capacité de s'adapter</li> </ul>		Favoriser la diversité en essences et la diversité génétique au sein d'une espèce			
			Diversifier les modes de traitements			
Augmenter la résilience des peuplements	La sylviculture, pour favoriser la résilience des peuplements	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aider les peuplements à résister</li> </ul>	Mener des sylvicultures sans à-coups	Éclaircir régulièrement pour éviter de s'orienter vers des impasses sylvicoles		
				Prélèvements mesurés et maîtrisés pour limiter les perturbations engendrées par la coupe en préservant le microclimat forestier		
						Permettre à chaque arbre d'accéder à des ressources suffisantes pour sa croissance et sa survie
						Moduler les interventions dans les peuplements dégradés et dépérissants
limiter les facteurs de vulnérabilité supplémentaires	Le sol, capital de production essentiel à protéger et à mieux appréhender		limiter les grandes surfaces de coupes rases			
			Utiliser strictement un réseau de circulation adapté pour limiter le tassement			
			limiter l'export des menus bois			
			limiter le travail du sol			
			Veiller à l'équilibre forêt-ongulés			Documenter l'équilibre forêt-ongulés et partager les constats
		Se préparer à l'augmentation du risque d'incendie	Extension de la vigilance et acculturation DFCI (Défense des Forêts Contre les Incendies)			





# ■ Des diagnostics qui guident / précisent les actions

- ❑ A différentes échelles : région, massif, parcelle
- ❑ Pour des choix raisonnés, argumentés (sans regret) (Eviter la sylviculture des « mains moites »)
- ❑ Diagnostics sylvicoles « historiques » (peuplements, station/sol, biodiversité, état sanitaire, enjeux...) + Diagnostics sylvo-climatiques



# ■ Des diagnostics qui apportent des éléments de décision sur les leviers à actionner & sur le respect des grands principes

**Accessibilité / Exploitabilité**

**Ecosystème fonctionnel**

**Vulnérabilité**

**Choix des essences**

Éléments à diagnostiquer	Outils d'aide (cartes, logiciels, etc.)	Accessibilité et Exploitabilité	Ecosystème fonctionnel				Vulnérabilité	
			Adaptabilité	Atout	Risque de déclin	Risque d'extinction	Choix des essences	Conduite de gestion
<b>Diagnostiquer</b>	Région forestière, Forêt	IGN, IGN, IGN, IGN, IGN						
<b>Station</b>	Observatoire climatique, pédologie, sol, etc.	Forêt de France, etc.						
<b>Peuplements</b>	État sanitaire, etc.	IGN, IGN, IGN, IGN, IGN						
<b>Climat local</b>	Informations sur le climat local, etc.	IGN, IGN, IGN, IGN, IGN						
<b>Adaptabilité</b>	Adaptabilité, etc.	IGN, IGN, IGN, IGN, IGN						
<b>Choix des essences</b>	Choix des essences, etc.	IGN, IGN, IGN, IGN, IGN						
<b>Biodiversité</b>	Biodiversité, etc.	IGN, IGN, IGN, IGN, IGN						

**Itinéraires sylvicoles :**  
 - **Renouvellement**  
 - **Conduite de pplmnt**

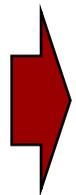


# ECOSYSTEME FONCTIONNEL

Agir pour l'adaptation des forêts aux CC



**DIAGNOSTICS**  
(grande échelle)



Adapter les peuplements aux conditions futures	Le renouvellement, principale levier d'adaptation des peuplements	<ul style="list-style-type: none"><li>• Favoriser ou introduire de nouvelles combinaisons génétiques potentiellement adaptées</li></ul>
Augmenter la résilience des peuplements	La sylviculture, pour favoriser la résilience des peuplements	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aider les peuplements à être en capacité de s'adapter</li><li>• Aider les peuplements à résister</li></ul>
limiter les facteurs de vulnérabilité supplémentaire	Le sol, capital de production essentiel à protéger et mieux appréhender	
	Veiller à l'équilibre forêt-ongulés	
	Se préparer à l'augmentation du risque d'incendie	



**DIAGNOSTICS**



Choix des Opérations  
sylvicoles et de leurs  
modalités



**MISE EN ŒUVRE**



**DIVERSIFIER**

## ACTIONS SYLVICOLES



### DIVERSIFIER

Participe à la diversité  
(échelle massif, échelle  
peuplement)



### ECOSYSTEME FONCTIONNEL

Tente d'améliorer, à  
minima ne dégrade pas  
les capacités de  
fonctionnement de  
l'écosystème



### FACTEURS DE VULNERABILITÉS SUPPLÉMENTAIRES

Evite/limite ces facteurs de  
vulnérabilités sup. : protection  
sols, équilibre forêt gibier



LEVIER  
SYLVICULTURE  
(RÉSILIENCE)

ET / OU

ET / OU

LEVIER  
RENOUVELLEMENT  
(ADAPTATION)

# Présentation des outils d'aide à la décision dans CISyFE

**Peuplements dégradés :** - de 5 à 20% du nombre d'arbres dépérissants et/ou morts (notes D, E, F protocole - possibilité de revenir ou d'envisager une gestion « classique » (niveau de capital).

Compatibilité climatique et stationnelle	Renouveau - Objectif en composition	Diamètre	Conduite de peuplement
Compatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Priorité à la régénération naturelle*</li> <li>○ Diversification possible, notamment si peuplements monospécifiques en place</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fil rouge conduite de peuplement</li> <li>○ Récolte de produits dépérissants pour sauver la qualité, après coupe</li> <li>G &gt; G-20% des recommandations de gestion en vigueur***</li> </ul>
		Ø min. atteint	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fil rouge conduite de peuplement + initiation du renouvellement</li> </ul>
		Ø optimal atteint	<p>Priorité renouvellement →</p>
Incertain	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Régénération naturelle* possible en essences objectifs (max. 60%)</li> <li>○ Diversification** obligatoire (min. 40%) en essences adaptées</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fil rouge conduite de peuplement</li> <li>○ Récolte de produits dépérissants pour sauver la qualité, après coupe</li> <li>G &gt; G-20% des recommandations de gestion en vigueur***</li> </ul>
		Ø min. atteint	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fil rouge conduite de peuplement + initiation du renouvellement</li> </ul>
		Ø optimal atteint	<p>Priorité renouvellement →</p>
Incompatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diversification** obligatoire (sup. à 50%) en essences adaptées</li> <li>○ Régénération naturelle* en rôle éducateur ou essence secondaire</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fil rouge conduite de peuplement</li> <li>○ Récolte de produits dépérissants pour sauver la qualité, après coupe</li> <li>G &gt; G-20% des recommandations de gestion en vigueur***</li> </ul>
		Ø min. atteint	<p>Priorité renouvellement →</p>
		Ø optimal atteint	<p>Priorité renouvellement →</p>

\* De l'essence principale + autres essences structurantes (essences sociales) en place

\*\* Diversification dont régénération naturelle en essences adaptées si présentes

\*\*\* Pour tenter de conserver les conditions microclimatiques forestières (= + ambiance forestière)

DEPERIS, ou éventuellement jusqu'à 40%, notamment pour les résineux

Renouveau - Objectif de l'effort de renouvellement en Régulier & en Irrégulier	Niveau de priorité renouvellement
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Renouveau opportuniste par régénération naturelle possible en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> <li>○ Diversification opportuniste possible (notamment si peuplement monospécifique) en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>○ En Régulier : renouvellement nécessaire (mais priorité secondaire si trop grande surface prioritaire sur la forêt)</li> <li>○ En Irrégulier : objectif de 30% de renouvellement installé</li> </ul>	**
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversification opportuniste nécessaire en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	**
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>○ En Régulier : renouvellement nécessaire (mais priorité secondaire si trop grande surface prioritaire sur la forêt)</li> <li>○ En Irrégulier : objectif de 30% de renouvellement installé dont 40% en essences adaptées (compatibles), diversification à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	**
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>○ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>○ En Irrégulier : objectif de 30% de renouvellement installé dont 40% en essences adaptées (compatibles), diversification à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	***
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diversification opportuniste nécessaire en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	**
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>○ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>○ En Irrégulier : objectif de 40% de renouvellement installé dont + de 50% en essences adaptées (compatibles), diversification à installer en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	***

% = en surface sur laquelle la régénération est considérée installée (cf. protocole ONF ou dires d'expert)

en Irrégulier : les travaux de renouvellement ciblés (dégalement, dépressage, nettoyage, plantation (trouées ou enrichissements), fonction de l'état des lieux réalisés) doivent être réfléchis lors de la préparation de la coupe et réalisés l'année suivant la coupe (ou dans les 2 ans), sur le % de surface

Facteurs de vulnérabilité supplémentaires - Protection sol	Évaluation		
	-	=	+
L'accessibilité et l'exploitabilité de ma parcelle ont-elles été réfléchies et organisées pour limiter les impacts sur le sol ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Critères de réponses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OUI (+) ; NON (-)</li> <li>• Bilan : si au moins 1 (-) = (-), sinon = (+)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulation et exploitation, réfléchies et organisées (mode d'exploitation, périodes non praticables respectées)</li> <li>• Desserte et cloisonnements matérialisés et géoréférencés pour être partagés aux ETF</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vulnérabilité</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Art-il été réalisé un diagnostic permettant de mettre en évidence la vulnérabilité des peuplements en place (cf. critères d'entrée des clés) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Choix des essences</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Art-il été réalisé un diagnostic climatique et stationnel permettant de mettre en évidence les essences potentiellement adaptées aux conditions actuelles et futures et compatibles avec l'écosystème, à favoriser ou introduire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Diversifier</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'action sylvicole envisagée participe-t-elle globalement à une diversification (+) ou une homogénéisation (-) des peuplements sur la parcelle, des peuplements sur le massif, des pratiques sylvicoles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Critères de réponses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversification (+)</li> <li>• Homogénéisation (-)</li> <li>• Bilan : si 2 (-) ou plus = (-), sinon = (+)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Échelle peuplement / parcelle</li> <li>• Échelle massif / paysage</li> <li>• Pratiques sylvicoles</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Écosystèmes fonctionnels</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Est-ce que l'action sylvicole envisagée dégrade (-), maintient (=), favorise ou améliore (+) les composants essentiels de la biodiversité forestière ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Critères de réponses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégrade (-)</li> <li>• maintient (=)</li> <li>• favorise ou améliore (+)</li> <li>• Bilan : si au moins 2 (+) = (+), puis si au moins 1 (-) = (=) ; si que des (=) = (=) ; si uniquement (=) et (+) = (+)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Critères de fonctionnalité de l'écosystème = composants essentiels de la biodiversité :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractère de maturité</li> <li>• Fonctionnement efficace de l'écosystème sol</li> <li>• Bois morts (au sol et sur pied)</li> <li>• Différents stades sylvigénétiques (échelle parcelle ou paysage)</li> <li>• DendroMicroHabitat</li> <li>• Habitats forestiers (milieux : humides, rocheux, ouverts...)</li> <li>• Dynamique naturelle de renouvellement (dont autochtonie)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



# La structure du catalogue

## Partie 1 – Introduction

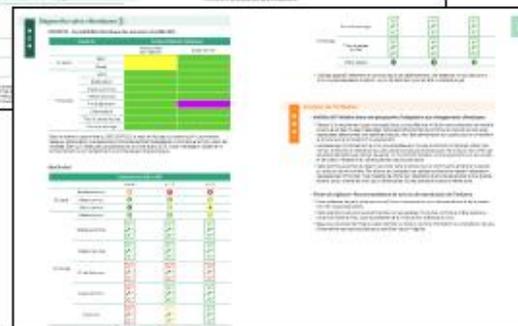
Carte et sommaire logique  
Intentions du programme...



Etat sanitaire	Compatibilité
non dégradé	incertain à incompatible
non	incompatible
non	compatible
non	incompatible
non	incertain
non	compatible
déprimé	compatible
déprimé	incertain
dégradé	incertain
dégradé	incompatible

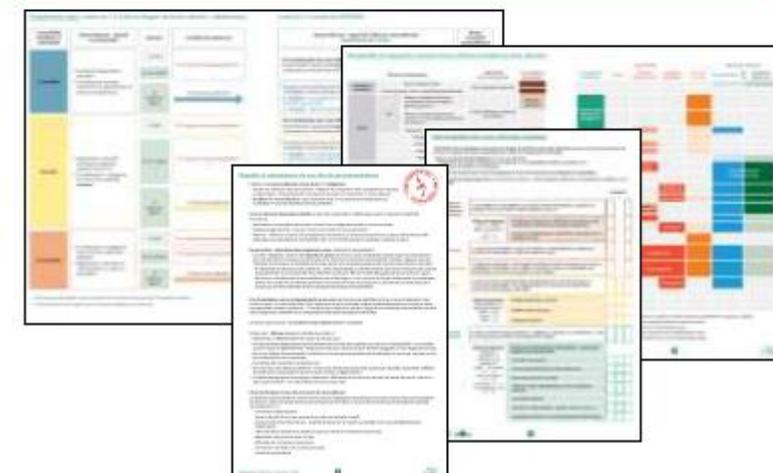
## Partie 2 - Initiatives

45 initiatives diagnostiquées  
+ notice de lecture



## Partie 3 - Clés d'objectivation

A lire  
3 clés sylvicoles  
Guide de diagnostic  
Itinéraires de renouvellement  
Auto-évaluation





# Objectifs et orientations des clés d'objectivation

- Insister sur le renouvellement comme levier n°1 d'adaptation
- Avoir et valoriser dynamique naturelle, en ess. Obj ou secondaire /role éducateur selon niveau de compatibilité
- Ne pas arrêter la sylviculture dans peuplements sains
- Les clés "objectifs" donnent des objectifs de gestion (où on va!) en fonction de la vulnérabilité et pas des itinéraires techniques (comment on y va!)
- Pas d'orientation vers un traitement plutôt qu'un autre. Choix traitement se fait sur d'autres critères (autécologie essence, structure en place, paysage, aléas anciens, protection...)
- De façon pragmatique : renouvellement dans dépérissement = prioritaire
- Coupe rase = dernier recours et sous condition
- Choix de donner des niveaux de priorisation du renouvellement : On cherche volontairement à orienter vers les actions d'adaptation pertinentes pour produire du bois dans un écosystème fonctionnel. Les contraintes technico-économiques arrivent dans un second temps sinon pas de changement possible (procrastination...) = analyse d'opportunités





# Définitions et Méthodes

- **Vulnérabilité** (comme risque de mortalité) traduite en niveau de risque / en niveau de priorité de renouvellement, via 3 critères :

## Etat sanitaire :

- **Peuplement sain** = moins de 5% du nombre d'arbres de l'étage dominant classés dépérissant et/ou morts (notes D, E, F protocole DEPERIS)
- **Peuplement dégradé** = de 5 à 20% du nombre d'arbres dépérissants et/ou morts (notes D, E, F protocole DEPERIS), éventuellement jusqu'à 40%, notamment pour les résineux, + possibilité de revenir ou d'envisager une gestion "classique" (niveau de capital).
- **Peuplement dépérissant** = nombre d'arbres dépérissants et/ou morts (notes D, E, F protocole DEPERIS) supérieur à 20% ou éventuellement supérieur à 40%, notamment pour les résineux, + impossibilité de retour à la gestion "classique" (niveau de capital).





# Définitions et Méthodes

## Compatibilité climatique et stationnelle :

Compatibilité des essences en place avec le climat actuel et futur selon échéance fin de siècle ou selon niveau de réchauffement (+ 2 °C, + 4 °C, + 6 °C ?) + compatibilité avec la station (RU, et autres facteurs limitants) + risque pathogène

### 3 classes de compatibilité :

- **Compatible,**
- **Incertain,**
- **Incompatible**

Méthodologie à adapter aux outils à disposition (selon organismes) mais sur des facteurs objectifs !





# Définitions et Méthodes

## Atteinte d'un diamètre d'exploitabilité :

Atteinte du diamètre exploitation comme indicateur d'âge ou de durée de survie (dynamique de vitalité).

- Diamètre exploitabilité défini par contexte et fertilité (et par qualité) donc plutôt intéressant pour estimation âge.
- Critère diamètre choisi car :
  - facteur de risque mortalité identifié avec ou sans CC (critères de durée de survie jusqu'à présent),
  - oriente le renouvellement = levier d'adaptation active ! (les autres leviers sylvicoles jouent sur résilience).
- **Diamètre inférieur au diamètre d'exploitabilité**
- **Diamètre minimum d'exploitabilité atteint**
- **Diamètre optimum d'exploitabilité atteint**





# Fil rouge conduite de peuplement

## Fil rouge conduite de peuplement

- Permettre à chaque arbre d'accéder à des ressources suffisantes pour sa croissance et sa survie.
- Mener des sylvicultures sans à-coups :
  - éclaircir régulièrement pour éviter de s'orienter vers des impasses sylvicoles (trop capitalisé, loin des conditions d'installation d'une dynamique de renouvellement lorsqu'elle est souhaitée) ;
  - prélèvements mesurés (max. 15 à 20% selon les essences) et maîtrisés pour limiter les perturbations engendrées par la coupe en préservant le microclimat forestier ;
  - rotation fonction de l'accroissement et des niveaux de prélèvements.
- Moduler les interventions dans les peuplements dégradés et dépérissants.
- Rechercher et favoriser au maximum les essences présentes adaptées (autres que les essences vulnérables).

**En général = sylviculture conforme aux guides existants (si guide assez récent).**



## Peuplements sains : moins de 5 % du nombre d'arbres de l'étage dominant classés

Compatibilité climatique et stationnelle	Renouvellement - Objectif en composition	Diamètre	Conduite de peuplement
Compatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Priorité à la régénération naturelle*</li> <li>◇ Diversification possible, notamment si peuplements monospécifiques en place</li> </ul>	< Ø min	◇ Fil rouge conduite de peuplement
		Ø min. atteint	
		Ø optimal atteint	Priorité renouvellement →
Incertain	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Régénération naturelle* possible en essences objectives (max. 60%)</li> <li>◇ Diversification** obligatoire (min. 40%) en essences adaptées</li> </ul>	< Ø min	◇ Fil rouge conduite de peuplement
		Ø min. atteint	◇ Fil rouge conduite de peuplement + initiation du renouvellement
		Ø optimal atteint	Priorité renouvellement →
Incompatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Diversification** obligatoire (sup. à 50%) en essences adaptées</li> <li>◇ Régénération naturelle* en rôle éducateur ou essence secondaire</li> </ul>	< Ø min	◇ Fil rouge conduite de peuplement
		Ø min. atteint	◇ Fil rouge conduite de peuplement + initiation du renouvellement
		Ø optimal atteint	Priorité renouvellement →

\* De l'essence principale + autres essences structurantes (essences sociales) en place

\*\* Diversification dont régénération naturelle en essences adaptées si présentes

## « déperissants » (notes D, E, F protocole DEPERIS)

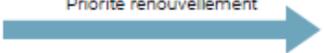
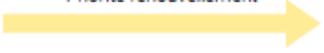
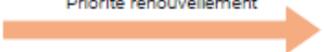
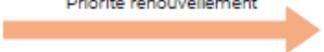
Renouvellement - Objectif de l'effort de renouvellement en Régulier & en Irrégulier	Niveau de priorité renouvellement
<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Pas d'anticipation du renouvellement</li> <li>◇ Diversification opportuniste possible (notamment si peuplement monospécifique) en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes)</li> </ul>	(+)
<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◇ En Régulier : renouvellement nécessaire (mais priorité secondaire si trop grande surface prioritaire sur la forêt)</li> <li>◇ En Irrégulier : objectif de 20% de renouvellement installé</li> </ul>	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Pas d'anticipation du renouvellement</li> <li>◇ Diversification opportuniste possible (notamment si peuplement monospécifique) en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes)</li> </ul>	(+)
<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◇ En Régulier : renouvellement possible (selon priorité d'intervention sur la forêt) si dynamique de renouvellement installée</li> <li>◇ En Irrégulier : objectif de 20% de renouvellement installé dont 40% en essences adaptées (compatibles), diversification à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes)</li> </ul>	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◇ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>◇ En Irrégulier : objectif de 20% de renouvellement installé dont 40% en essences adaptées (compatibles), diversification à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes)</li> </ul>	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Diversification opportuniste possible en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes)</li> </ul>	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◇ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>◇ En Irrégulier : objectif de 40% de renouvellement installé dont + de 50% en essences adaptées (compatibles), diversification à installer en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes)</li> </ul>	+++

% = % en surface sur laquelle la régénération est considérée installée (cf. protocole ONF ou dires d'expert)

en Irrégulier : les travaux de renouvellement ciblés (dégagement, dépressage, nettoyage, plantation (trouées ou enrichissements), fonction de l'état des lieux réalisé), doivent être réfléchis lors de la préparation de la coupe et réalisés l'année suivant la coupe (ou dans les 2 ans), sur le % de surface



**Peuplements dégradés :** – de 5 à 20 % du nombre d'arbres dépérissants et/ou morts (notes D, E, F protocole – possibilité de revenir ou d'envisager une gestion « classique » (niveau de capital).

Compatibilité climatique et stationnelle	Renouvellement - Objectif en composition	Diamètre	Conduite de peuplement
Compatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Priorité à la régénération naturelle*</li> <li>◊ Diversification possible, notamment si peuplements monospécifiques en place</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Fil rouge conduite de peuplement</li> <li>◊ Récolte de produits dépérissants pour sauver la qualité, après coupe : G &gt; G - 20 % des recommandations de gestion en vigueur***</li> </ul>
		Ø min. atteint	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Fil rouge conduite de peuplement + initiation du renouvellement</li> </ul>
		Ø optimal atteint	Priorité renouvellement 
Incertain	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Régénération naturelle* possible en essences objectives (max. 60 %)</li> <li>◊ Diversification** obligatoire (min. 40 %) en essences adaptées</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Fil rouge conduite de peuplement</li> <li>◊ Récolte de produits dépérissants pour sauver la qualité, après coupe : G &gt; G - 20 % des recommandations de gestion en vigueur***</li> </ul>
		Ø min. atteint	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Fil rouge conduite de peuplement + initiation du renouvellement</li> </ul>
		Ø optimal atteint	Priorité renouvellement 
Incompatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Diversification** obligatoire (sup. à 50 %) en essences adaptées</li> <li>◊ Régénération naturelle* en rôle éducateur ou essence secondaire</li> </ul>	< Ø min.	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Fil rouge conduite de peuplement</li> <li>◊ Récolte de produits dépérissants pour sauver la qualité, après coupe : G &gt; G - 20 % des recommandations de gestion en vigueur***</li> </ul>
		Ø min. atteint	Priorité renouvellement 
		Ø optimal atteint	Priorité renouvellement 

\* De l'essence principale + autres essences structurantes (essences sociales) en place

\*\* Diversification dont régénération naturelle en essences adaptées si présentes

\*\*\* Pour tenter de conserver les conditions microclimatiques forestières (= « ambiance forestière »)

DEPERIS), ou éventuellement jusqu'à 40 %, notamment pour les résineux

Renouvellement - Objectif de l'effort de renouvellement en Régulier & en Irrégulier	Niveau de priorité renouvellement
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Renouvellement opportuniste par régénération naturelle possible en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> <li>◊ Diversification opportuniste possible (notamment si peuplement monospécifique) en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◊ En Régulier : renouvellement nécessaire (mais priorité secondaire si trop grande surface prioritaire sur la forêt)</li> <li>◊ En Irrégulier : objectif de 30 % de renouvellement installé</li> </ul>	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Diversification opportuniste nécessaire en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◊ En Régulier : renouvellement nécessaire (mais priorité secondaire si trop grande surface prioritaire sur la forêt)</li> <li>◊ En Irrégulier : objectif de 30 % de renouvellement installé dont 40 % en essences adaptées (compatibles) à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◊ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>◊ En Irrégulier : objectif de 30 % de renouvellement installé dont 40 % en essences adaptées (compatibles), diversification à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Diversification opportuniste nécessaire en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si absence de dynamique de renouvellement à ce stade, <b>Priorité</b> = créer les conditions d'installation de la dynamique de renouvellement</li> <li>◊ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>◊ En Irrégulier : objectif de 40 % de renouvellement installé dont + de 50 % en essences adaptées (compatibles), diversification à installer en conséquence après chaque passage en coupe en s'appuyant prioritairement sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	+++

% = % en surface sur laquelle la régénération est considérée installée (cf. protocole ONF ou direx d'expert)

en Irrégulier : les travaux de renouvellement ciblés (dégagement, dépressage, nettoyage, plantation (trouées ou enrichissements), fonction de l'état des lieux réalisés) doivent être réfléchis lors de la préparation de la coupe et réalisés l'année suivant la coupe (ou dans les 2 ans), sur le % de surface



**Peuplements dépérissants :** – nombre d'arbres dépérissants et/ou morts (notes D, E, F protocole  
– impossibilité de retour à la gestion «classique» (niveau de capital).

Compatibilité climatique et stationnelle	Renouvellement - Objectif en composition	Diamètre	Conduite de peuplement
Compatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Priorité à la régénération naturelle*</li> <li>◊ Diversification possible, notamment si peuplements monospécifiques en place</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si nombre d'arbres dépérissants inf. à 50% : récolte de produits dépérissants uniquement*** pour sauver la qualité</li> </ul>
		Ø min. atteint	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si nombre d'arbres dépérissants sup. à 50% : <b>priorité renouvellement</b></li> </ul> <p style="text-align: center;">Priorité renouvellement </p>
		Ø optimal atteint	
Incertain	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Régénération naturelle* possible en essences objectifs (max. 60%)</li> <li>◊ Diversification** obligatoire (min. 40%) en essences adaptées</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si nombre d'arbres dépérissants inf. à 50% : récolte de produits dépérissants uniquement*** pour sauver la qualité</li> </ul>
		Ø min. atteint	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si nombre d'arbres dépérissants sup. à 50% : <b>priorité renouvellement</b></li> </ul> <p style="text-align: center;">Priorité renouvellement </p>
		Ø optimal atteint	
Incompatible	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Diversification** obligatoire (sup. à 50%) en essences adaptées</li> <li>◊ Régénération naturelle* en rôle éducateur ou essence secondaire</li> </ul>	< Ø min	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si nombre d'arbres dépérissants inf. à 50% : récolte de produits dépérissants uniquement*** pour sauver la qualité.</li> </ul>
		Ø min. atteint	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Si nombre d'arbres dépérissants sup. à 50% : <b>priorité renouvellement</b></li> </ul> <p style="text-align: center;">Priorité renouvellement </p>
		Ø optimal atteint	

\* De l'essence principale + autres essences structurantes (essences sociales) en place  
 \*\* Diversification dont régénération naturelle en essences adaptées si présentes  
 \*\*\* Pour tenter de conserver les conditions microclimatiques forestières (= « ambiance forestière »)  
 \*\*\*\* Dégradation sanitaire rapide = effondrement total du peuplement en moins de 5 ans

DEPERIS) supérieur à 20% ou éventuellement supérieur à 40%, notamment pour les résineux

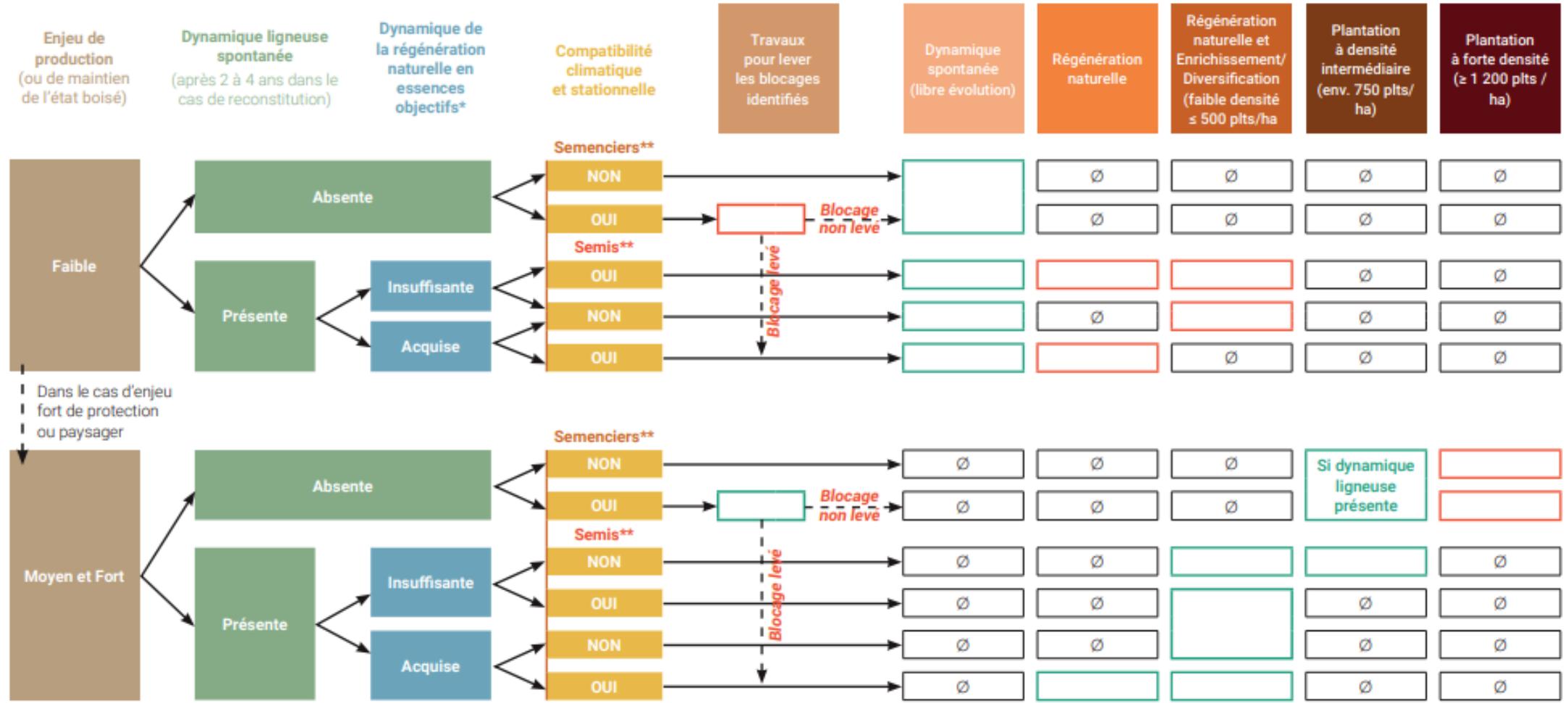
Renouvellement - Objectif de l'effort de renouvellement en Régulier & en Irrégulier	Niveau de priorité renouvellement
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Renouvellement opportuniste par régénération naturelle prioritaire en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> <li>◊ Diversification opportuniste prioritaire (notamment si peuplement monospécifique) en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>◊ En Irrégulier : renouvellement prioritaire dans les ouvertures créées par la récolte des arbres dépérissants</li> </ul> <p>Si dégradation sanitaire rapide**** attendue :          – coupe définitive (si régénération suffisante) ou coupe rase possible pour sauver la qualité, sous réserve de maîtrise de l'exploitation et de tenter de limiter les perturbations*****</p>	++++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Diversification opportuniste prioritaire en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>◊ En Irrégulier : renouvellement prioritaire dans les ouvertures créées par la récolte des arbres dépérissants, dont 40% en essences adaptées (compatibles). Diversification à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe.</li> </ul> <p>Si dégradation sanitaire rapide**** attendue :          – coupe définitive (si régénération suffisante) ou coupe rase possible pour sauver la qualité, sous réserve de maîtrise de l'exploitation et de tenter de limiter les perturbations*****</p>	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Diversification opportuniste prioritaire en s'appuyant sur dynamique existante ou lisières internes (trouées existantes ou créées par le prélèvement)</li> </ul>	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ En Régulier : renouvellement prioritaire</li> <li>◊ En Irrégulier : renouvellement prioritaire dans les ouvertures créées par la récolte des arbres dépérissants, dont + de 50% en essences adaptées (compatibles). Diversification à installer (ou favoriser) en conséquence après chaque passage en coupe.</li> </ul> <p>Si dégradation sanitaire rapide**** attendue :          – coupe rase possible pour sauver la qualité, sous réserve de maîtrise de l'exploitation et de tenter de limiter les perturbations*****</p>	++++

\*\*\*\*\* Tenter de limiter les perturbations = préserver le climat local, disposer de semenciers à proximité et donc tenter de favoriser une dynamique naturelle. Cela amène à réfléchir à la taille de la coupe rase et à sa forme, donc à sa proximité du cortège écologique forestier toujours en place. Cela peut également conduire à envisager de conserver sur pied des zones dépérissantes (intérêts écologique et pédagogique).





Famille d'itinéraires de renouvellement conseillée



\* Essences objectifs = essences adaptées aux enjeux identifiés (production, protection, paysage...)

\*\* Semis (dans le cas d'une dynamique de régénération) ou Semenciers (en cas d'absence de dynamique de régénération) d'essences objectifs\* susceptibles d'être adaptées aux CC sur la station rencontrée

  niveau de risque d'investissement faible

  niveau de risque d'investissement fort



## Autoévaluation des actes sylvicoles envisagés

Cette fiche liste les questions à se poser pour évaluer la pertinence des actes sylvicoles (coupes ou travaux) envisagés pour prendre en compte les besoins d'adaptation des forêts aux changements climatiques.

- Dans le cas d'une réponse négative (-) à l'une des questions :
  - l'intégration des facteurs d'adaptation, de résilience ou de vulnérabilité est faible ou partielle, et/ou
  - les facteurs de résilience sont dégradés

= proposer une évolution de l'action envisagée pour inclure le(s) facteur(s) non intégré(s) ou dégradé(s).

- Dans le cas d'une réponse positive (+) à toutes les questions = bonne intégration de facteurs d'adaptation, de résilience ou de vulnérabilité.

		Évaluation		
		-	=	+
<b>Facteurs de vulnérabilité supplémentaires - Protection sol</b>	L'accessibilité et l'exploitabilité de ma parcelle ont-elles été réfléchies et organisées pour limiter les impacts sur le sol ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Critères de réponses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OUI (+) ; NON (-)</li> <li>• Bilan : si au moins 1 (-) = (-), sinon = (+)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulation et exploitation, réfléchies et organisées (mode d'exploitation ; périodes non praticables respectées)</li> <li>• Desserte et cloisonnements matérialisés et géoréférencés pour être partagés aux ETF</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vulnérabilité</b>	A-t-il été réalisé un diagnostic permettant de mettre en évidence la vulnérabilité des peuplements en place (cf. critères d'entrée des clés) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Choix des essences</b>	A-t-il été réalisé un diagnostic climatique et stationnel permettant de mettre en évidence les essences potentiellement adaptées aux conditions actuelles et futures et compatibles avec l'écosystème, à favoriser ou introduire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Diversifier</b>	L'action sylvicole envisagée participe-t-elle globalement à une diversification (+) ou une homogénéisation (-) des peuplements sur la parcelle, des peuplements sur le massif, des pratiques sylvicoles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Critères de réponses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diversification (+) ; Homogénéisation (-)</li> <li>• Bilan : si 2 (-) ou plus = (-), sinon = (+)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Échelle peuplement / parcelle</li> <li>• Échelle massif / paysage</li> <li>• Pratiques sylvicoles</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Écosystèmes fonctionnels</b>	Est-ce que l'action sylvicole envisagée dégrade (-), maintient (=), favorise ou améliore (+) les composants essentiels de la biodiversité forestière ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Critères de réponses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégrade (-), maintient (=), favorise ou améliore (+)</li> <li>• Bilan = si au moins 2 (-) = (-) ; puis si au moins 1 (-) = (=) ; si que des (=) = (=) ; si uniquement (=) et (+) = (+)</li> </ul>	<b>Critères de fonctionnalité de l'écosystème = composants essentiels de la biodiversité :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractère de maturité</li> <li>• Fonctionnement efficient de l'écosystème sol</li> <li>• Bois morts (au sol et sur pied)</li> <li>• Différents stades sylvigénétiques (échelle parcelle ou paysage)</li> <li>• DendroMicroHabitat</li> <li>• Habitats forestiers (milieux : humides, rocheux, ouverts...)</li> <li>• Dynamique naturelle de renouvellement (dont autochtone)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Le Renouvellement - Levier principal d'adaptation des peuplements

Dans le cas d'un besoin de renouvellement identifié (cf. clés - niveaux de priorité, ou document de gestion)...

		Évaluation		
		-	=	+
<b>Critères de réponses :</b> OUI (+) ; NON (-) ; non concerné (=)	• L'action sylvicole envisagée participe-t-elle au renouvellement à hauteur de l'effort précisé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• L'action sylvicole envisagée tend-elle à orienter vers les objectifs de compositions précisés ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### La Sylviculture - Levier de résilience des peuplements

Dans le cas d'actions sylvicoles dans la conduite de peuplement (indépendamment du traitement)...

- Aider les peuplements à résister
- Aider les peuplements à être en capacité de s'adapter

		Évaluation		
		-	=	+
<b>Critères de réponses :</b> OUI (+) ; NON (-) ; non concerné (=)	• L'action sylvicole envisagée s'inscrit-elle dans une trajectoire sylvicole qui évite les impasses pour le peuplement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	... trop capitalisé, trop décapitalisé, actions qui éloignent ou n'améliorent pas les conditions d'acquisition de renouvellement quand il est nécessaire...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• L'action sylvicole envisagée tend-elle à limiter les perturbations induites sur le peuplement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	... maintien du microclimat forestier notamment lorsqu'aucun arbitrage avec le renouvellement n'est nécessaire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Facteurs de vulnérabilité supplémentaires

- Protection sol
- Équilibre forêt-ongulés

		Évaluation		
		-	=	+
<b>Critères de réponses :</b> OUI (+) ; NON (-) ; non concerné (=) • Bilan : si au moins 1 (-) = (-)	Les modalités de mise en oeuvre de l'action sylvicole envisagée intègrent-elles les impératifs de protection des sols, et sont-elles compatibles avec l'équilibre forêt-ongulés constaté ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter le travail du sol</li> <li>• Protection du renouvellement contre le gibier adapté à l'état d'équilibre forêt-gibier constaté</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si, malgré les conclusions du diagnostic, les contraintes technico-économiques réduisent/contrainent les possibilités d'intervention = mettre en oeuvre, mais pas « le cœur léger » et tenter de faire bouger les lignes pour la prochaine action envisagée

