



LES QUESTIONS - RÉPONSES

Quelles sont les **incertitudes** liées au changement climatique et comment impactent-elles la gestion des forêts ?

Céline PERRIER, *CNPF-IDF*
Myriam LEGAY, *AgroParisTech*



Auteurs : Céline PERRIER, CNPF-IDF
Myriam LEGAY, AgroParisTech

Citation du document : PERRIER C. & LEGAY M., 2026.

Quelles sont les incertitudes liées au changement climatique et comment impactent-elles la gestion des forêts ? *Question C1*.

Les cahiers du réseau AFORCE. Collection de cahiers

« Les Questions-Réponses ». RMT AFORCE. 28 pages.

Ont participé au financement de ce projet :

- le ministère en charge de l'Agriculture et des Forêts
- l'interprofession nationale France Bois Forêt

Conception graphique et mise en page : Agathe Legrand

ISBN : 978-2-38558-106-0

© RMT AFORCE, 2026

LES QUESTIONS - RÉPONSES

Quelles sont les incertitudes
liées au changement climatique
et comment impactent-elles
la gestion des forêts ?

Céline PERRIER, *CNPF-IDF*

Myriam LEGAY, *AgroParisTech*



PRÉAMBULE

Les dernières publications du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) font état d'une évolution alarmante des températures à l'échelle planétaire. Ce changement inquiète les forestiers qui font face depuis plusieurs années déjà à des impacts de plus en plus perceptibles (baisse de croissance, mortalités de branches, dépérissements d'arbres, etc.). Ils craignent qu'à cette évolution progressive viennent s'ajouter des à-coups climatiques (sécheresses, gels précoces ou tardifs, etc.) avec des impacts ayant de graves conséquences secondaires telles que des incendies ou des invasions par des bioagresseurs pouvant s'étendre sur de vastes territoires. La forêt devra aussi faire face à des changements plus globaux tels que des besoins et usages nouveaux du bois, une demande sociétale croissante, l'émergence de maladies liée à la mondialisation des échanges commerciaux.

Dans ce contexte, les forestiers s'interrogent sur l'attitude à adopter : faut-il cesser d'intervenir dans les peuplements pour laisser faire la nature, poursuivre les interventions comme prévu ou modifier la sylviculture par anticipation ? Les questions sont nombreuses et témoignent d'une inquiétude grandissante. Pour éclairer les décisions, le réseau AFORCE travaille à mettre à disposition des forestiers des synthèses de connaissances, un panorama des outils d'aide à la décision disponibles et des éléments techniques permettant d'appuyer l'évolution des pratiques et de rendre plus efficace l'adaptation des forêts.

PRÉSENTATION DE LA COLLECTION

Réalisé dans le cadre des actions du réseau AFORCE, avec l'appui d'un groupe de travail multi-acteurs, ce cahier appartient à une **Collection de cahiers « Les Questions-Réponses » centrée sur l'adaptation des forêts au changement climatique**. Chacun des cahiers de cette collection s'appuie sur les éléments de connaissance et le savoir-faire accumulés au sein et en dehors du réseau AFORCE ces dernières années (réalisation d'outils, questionnements des praticiens, définitions, simulations, bilans d'expérimentations, etc.), et sur une synthèse de documents sélectionnés dans la littérature scientifique et technique.

Les questions traitées dans cette collection de cahiers sont regroupées autour de cinq thématiques : diagnostic, choix des essences, gestion, renouvellement des peuplements et anticipation du risque associé au changement climatique. **Les réponses apportées visent à aider au raisonnement du forestier et à soutenir ses décisions pratiques** : comprendre l'enjeu, effectuer un bon diagnostic, utiliser les outils appropriés et identifier un panel d'options alternatives dans lesquelles piocher.

À QUI S'ADRESSE CETTE COLLECTION ?

Elle s'adresse prioritairement aux gestionnaires, aux propriétaires forestiers avertis, aux conseillers et aux agents de développement.

Elle peut également être mise à profit par les décideurs publics, les formateurs, les enseignants et les étudiants.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
I. RAPPEL DES CONNAISSANCES	8
1. D'où proviennent les incertitudes ?	9
2. Quels sont les différents types d'incertitudes ?	10
3. Les incertitudes sont-elles quantifiables, voire réductibles ?	12
4. Quelle place donner à l'incertitude dans le processus de prise de décision ?	14
II. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS	16
1. Prévoir, un exercice complexe	17
2. Prévenir, en passant à l'action	21
III. CONSEILS ET POINTS DE VIGILANCE	24
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	26

CONSEILS DE LECTURE

Le vocabulaire nécessaire à la compréhension est défini en notes de bas de page. Si besoin, d'autres définitions sont consultables à cette adresse : www.reseau-aforce.fr

Les références de type D_2 , A_1 , etc. incluses dans le texte sont des renvois aux autres questions traitées dans les cahiers « Les Questions-Réponses ».

INTRODUCTION

Pour raisonner et planifier la gestion, le forestier a toujours dû se projeter sur une échelle de temps longue, d'au moins quelques décennies, selon les caractéristiques des espèces qu'il avait à gérer. Ce travail d'anticipation et de prise de décision s'inscrivait dans un contexte où l'imprévisibilité pouvait être forte sur le court terme (incendie, tempête, crise sanitaire, variation des marchés) tandis que la prévisibilité sur le long terme apparaissait comme plus rassurante (comportement connu des espèces, constance de la station forestière, temps de retour des aléas appréciable). La forêt étant en perpétuelle évolution, chacune des décisions prises par le forestier a toujours constitué un pari plus ou moins risqué sur l'avenir.

Le changement climatique vient bouleverser cette situation. Face aux perturbations constatées du climat et face à des incertitudes plus nombreuses, de natures multiples et plus complexes à appréhender, la planification de la gestion forestière (sylviculture, récoltes, renouvellement) devient un exercice plus ardu. **Le forestier doit prendre ses décisions sur la base d'informations incomplètes et plus incertaines à court**

et à long terme. Le sentiment de perte de maîtrise qui en découle ne doit cependant pas faire oublier le fait qu'il reste des éléments stables, prévisibles et contrôlables auxquels se rattacher. Certes moins nombreux, ils doivent être clairement identifiés pour venir appuyer la décision.

Pour faire face à ces nouvelles incertitudes, il importe de comprendre d'où elles proviennent. Certaines peuvent être réduites ou traitées pour être mieux cernées, voire maîtrisées ; les autres doivent être simplement reconnues et acceptées. Il est utile d'apprécier dans le même temps leurs impacts possibles sur la prise de décision. Cela peut permettre de lever certains obstacles au passage à l'action. Il est enfin possible, par la mise en place de mesures de gestion adaptées, de tenter de prévenir les risques qui y sont associés.

I. RAPPEL DES CONNAISSANCES



1. D'où proviennent les incertitudes ?

Les impacts des changements globaux sur les socio-écosystèmes¹ (agriculture, forêt) dépendent de l'évolution du climat qui dépend lui-même de l'évolution de nos sociétés et de leurs émissions de gaz à effet de serre. **Pour rendre compte de ces évolutions et éclairer les décisions, les scientifiques étudient et réalisent, grâce à des modèles, des simulations pour différentes trajectoires et sur différentes échelles de temps** : développement des sociétés (trajectoires socio-économiques), émissions de gaz à effet de serre associées (scénarios d'émission), évolution du climat (mondial, national, régional) et impacts de l'ensemble de ces changements sur les socio-écosystèmes.

L'utilisation de ces modèles implique de s'intéresser au fonctionnement

et à la variabilité des différents systèmes qui influent sur les changements globaux, y participant et en subissent dans le même temps les impacts : le système humain global, le système climatique (atmosphère, océan, cryosphère (neige et glace), hydrosphère (eaux continentales) et biosphère) et les socio-écosystèmes agricoles et forestiers locaux. **Des incertitudes existent à chacun de ces niveaux.** Elles sont transmises aux niveaux inférieurs et se propagent en cascade lorsque les résultats d'un modèle ou d'un scénario sont réinjectés pour réaliser les exercices de modélisation en aval, et ce jusqu'à l'échelle de la décision (cf. *Illustration 2*). **La diversité des modèles et des résultats produits (les cartes notamment) reflète l'ampleur de ces incertitudes cumulées.**

Source : Unsplash © Ella Ivanescu



Illustration 1 : Quelle sera l'évolution des émissions de gaz à effet de serre dues aux activités de l'homme ?

¹ Systèmes couplés associant un compartiment écologique et un compartiment socio-économique, qui évoluent de façon propre et en interaction.

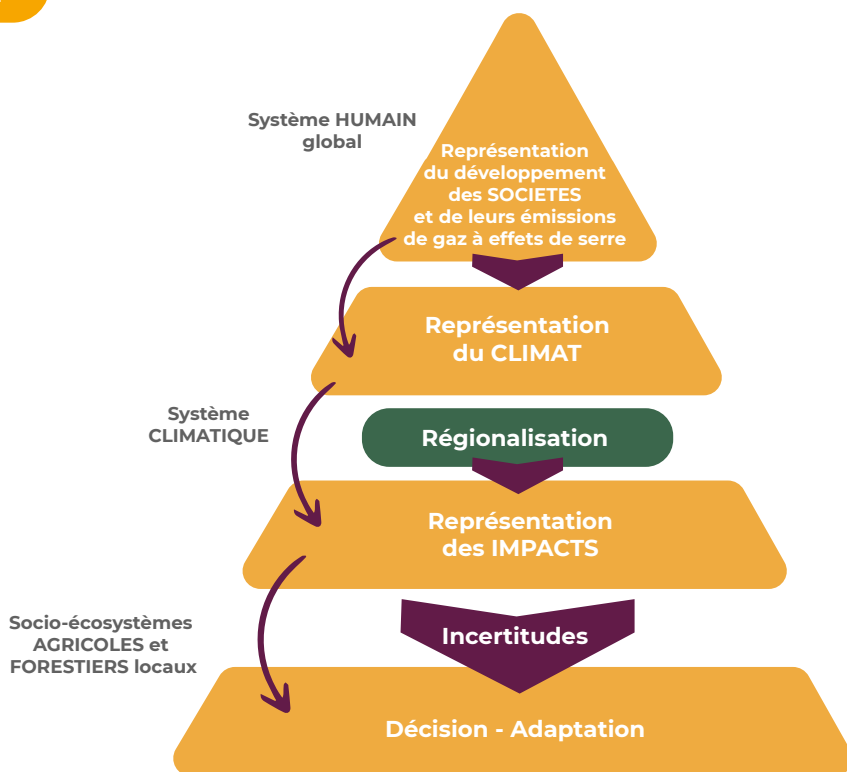


Illustration 2 : La cascade des incertitudes (d'après Boé, 2007).

2. Quels sont les différents types d'incertitudes ?

Les incertitudes auxquelles doit faire face le forestier lorsqu'il se projette à plus ou moins long terme sont de différentes natures (cf. Illustration 3) :

■ **Les incertitudes socio-économiques** sont liées à la diversité des développements possibles des sociétés (évolution rapide des attentes et

besoins en termes de produits et services par exemple), de l'échelle mondiale à l'échelle locale, et à la nature de leurs impacts. Il peut s'agir d'impacts intervenant sur les différents socio-écosystèmes (changement d'occupation et d'usage des terres, intensification des modes de gestion, défores-

tation, introduction d'espèces, etc.) ou d'impacts intervenant sur le climat (augmentation des émissions). Les évolutions associées à ces développements et à leurs impacts peuvent à la fois participer à réduire certains phénomènes tels que les émissions de gaz à effet de serre, par exemple, ou à les faire empirer.

■ **Les incertitudes scientifiques et techniques** sont liées à notre

état de connaissance des différents systèmes (*cf. §1.1*) et processus physiques et biologiques en jeu (capacité d'adaptation des arbres, résistance aux aléas, relations positives ou négatives entre espèces, etc.), et à toutes les interactions (place de la gestion forestière dans les sociétés par exemple) qui amènent à recourir à plus ou moins d'approximations dans les représentations. Elles sont aussi liées à notre capacité à les représenter (notamment pour leur modélisation) dans toute leur complexité, dans le présent et pour différents futurs, en tenant compte de leur dynamique temporelle et spatiale. Parmi elles, les incertitudes liées à la régionalisation surviennent lorsque les résultats d'une modélisation à l'échelle globale sont utilisés pour produire des sorties à une résolution spatiale plus fine (de l'échelle mondiale à l'échelle nationale par exemple). L'incertitude sur les

données produites peut croître alors en même temps que l'échelle spatiale se réduit. Ce n'est donc pas parce qu'une donnée est fournie à une résolution « fine » (taille minimale de pixel) qu'elle doit systématiquement être considérée comme plus précise (réalité de la donnée). Cela peut varier notamment selon le modèle utilisé ou selon la méthode de régionalisation choisie.

■ **Les incertitudes liées à la variabilité intrinsèque** sont, par

exemple, des incertitudes liées à la variabilité naturelle dans le temps et l'espace du système climatique. Le climat fluctue de manière aléatoire d'une année à l'autre autour d'une tendance. Ces fluctuations produisent par moment des écarts « extrêmes » dont la fréquence d'apparition sur une période donnée est « prévisible » ou « attendue » mais dont l'amplitude et la date de survenue précises restent imprévisibles.

Système humain global	<i>Évolution de l'humanité, du développement socio-économique et sanitaire futur dont les politiques d'adaptation.</i>	<i>Incertitude socio-économique</i>
	<i>Représentation imparfaite de l'impact de l'évolution de l'humanité sur le forçage climatique².</i>	<i>Incertitude scientifique et technique</i>
Système climatique	<i>Variabilité naturelle du climat.</i>	<i>Variabilité intrinsèque</i>
	<i>Modélisation imparfaite du système : modélisation du climat, méthodes de régionalisation.</i>	<i>Incertitude scientifique et technique</i>
Socio-écosystèmes agricoles et forestiers locaux	<i>Modélisation de l'effet du climat sur l'ensemble des organismes, processus et interactions (impacts).</i>	<i>Incertitude scientifique et technique</i>
	<i>Variabilité spatiale fine non prédictible. Part non prédictible de la variabilité des événements biotiques.</i>	<i>Variabilité intrinsèque</i>
	<i>Réponse des acteurs forestiers et de la société à l'évolution des forêts (attitude envers le risque, propension à prendre des mesures, moyens disponibles pour agir).</i>	<i>Incertitude socio-économique</i>

Illustration 3 : Les types d'incertitudes propres à chacun des systèmes.

3. Les incertitudes sont-elles quantifiables, voire réductibles ?

La quantification et la réduction des incertitudes sont en constant progrès (cf. Encadré 1) :

- progrès des connaissances sur le fonctionnement des systèmes ;
- augmentation du nombre et de la qualité des données d'observation utilisables pour l'initialisation des modèles ou pour la calibration de leurs paramètres ;
- amélioration de l'assemblage et de l'intégration des connaissances dans des modèles (fiabilité des

méthodes, meilleures descriptions des interactions et processus, augmentation du nombre de paramètres pouvant être pris en compte, etc.).

- consolidation des méthodes permettant de quantifier les incertitudes avec comparaisons de différentes approches de modélisation et d'analyses statistiques associées : analyse de sensibilité globale des modèles, raisonnement en variance plutôt

² Perturbation extérieure (naturelle ou anthropique) affectant l'équilibre du système climatique.

qu'en moyenne, intervalles de confiance, périodes de retour, etc. ; application de méthodes de décisions « robustes » qui peuvent prendre en compte les pires scénarios.

Pourtant, beaucoup d'incertitudes restent et resteront probablement irréductibles. Aussi, reporter une prise de décision dans l'espoir que certaines des incertitudes puissent être levées ne fait le plus souvent qu'augmenter le risque au lieu de le réduire. La prise de décision est possible même sans une information complète.



Quelle confiance accorder localement à des projections climatiques qui changent au gré des nouvelles publications du GIEC* et des évolutions scientifiques ?

Les capacités de projection climatique globales s'affinent progressivement grâce aux travaux des scientifiques synthétisés dans les rapports du GIEC. Ils mettent en évidence la vitesse des changements à l'œuvre et leur tendance d'évolution. La progression des connaissances a un impact sur les scénarios proposés, ce qui se répercute sur les données accessibles localement après raffinements régionaux (passages d'un climat global à un puzzle de climats régionaux). Les méthodes se modifient aussi à cette échelle, intégrant les changements plus globaux et visant quand cela est possible une plus grande précision. Mais il faut garder à l'esprit que **l'ensemble de ces améliorations ne remettent pas en question les tendances d'évolution globales du climat proposées depuis le début des travaux du GIEC. Elles sont confirmées au fil du temps. Aussi, les projections constituent un outil fiable auquel se référer.**

* Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC).

Quelle place donner à l'incertitude dans le processus de prise de décision ?

Le forestier est conscient de la nécessité de composer avec l'incertitude dans la prise de décision. La manière de procéder interroge cependant : **lister toutes les incertitudes peut conduire à exagérer la perception des difficultés à surmonter et aboutir à paralyser l'action au lieu d'éclairer le forestier dans ses choix. L'attention est alors concentrée sur ce qu'on ne maîtrise pas, faisant oublier les certitudes sur lesquelles s'appuyer.** Ce ressenti est souvent accentué par :

- une communication inadaptée (termes théoriques, imprécisions, biais de langage, etc.) affectant la définition des incertitudes ;
- la mise à disposition d'éléments d'aide à la décision trop complexes à analyser et parfois contradictoires : scénarios dissemblables, modèles aux résultats divergents, projections sur des échelles de temps inférieures aux durées de révolution des peuplements, études d'impact, de risque ou de vulnérabilité utilisables à des échéances trop éloignées de celle de la gestion ou non généralisables (apportant des réponses pour un seul type de peuplement et dans un contexte donné), etc.

Quand cela arrive, la confiance dans l'information qui est donnée se retrouve altérée. Or, si l'information est remise en question, il n'est pas possible d'établir un constat ou un diagnostic fiable. Il n'est pas non plus possible pour le forestier d'évaluer sa capacité d'action. Les doutes autour de l'intérêt de son intervention s'en trouvent renforcés : « *Aura-t-on les moyens et le temps d'adapter les pratiques ? Nos actions auront-elles l'impact attendu ? Trouvera-t-on le bon compromis ?* ».

Dans cette situation, le réflexe est parfois de se détourner du problème, d'ignorer toute forme d'incertitude ou de ne concentrer son attention que sur l'une d'entre elles. C'est une décision lourde de conséquences car cela peut avoir un impact fort sur la gestion qui se fait alors sans repères, avec des objectifs vagues voire inatteignables car en constant changement. **En présence d'incertitudes, il est en fait plutôt préférable de décider et de prendre des risques préalablement mesurés.**

Ainsi, les incertitudes doivent être identifiées et appréhendées pour constituer une des composantes de la prise de décision.

Il est recommandé pour cela :

- de les différencier en fonction de leur nature spécifique (cf. §1.2) ;
- de faire une nette distinction entre celles de court, de moyen et de long terme ;
- d'évaluer pour chacune les effets (cf. §11) par un processus « d'exploration » (utilisation de plusieurs modèles ou scénarios, comparaison des différentes trajectoires d'évolution) ;

- de toujours mettre en perspective les certitudes dont on dispose ;
- de rester vigilant concernant la progression potentielle des incertitudes.

Cette démarche doit pouvoir **aider le forestier à poser un cadre**, à définir où s'arrêtent ses connaissances et quelle est sa compréhension des évolutions possibles à différentes échéances temporelles.

Source : Unsplash © Kristin Snippe



Illustration 4 : Faut-il choisir le chemin déjà tout tracé ?

II. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS



1. Prévoir, un exercice complexe

Pour lever les freins à l'action et se mettre en mouvement, il est nécessaire de commencer par travailler sur les différentes incertitudes, comme proposé précédemment. Cette étape est incontournable pour préparer la prise de décision. **En prenant la mesure de leurs effets, il est possible d'évaluer la nécessité d'agir d'une part et de prioriser les moyens à mettre en œuvre pour intervenir, d'autre part. Tout risque de mauvaise adaptation est ainsi minimisé.**

Proposition d'actions

1 Décrire l'existant via un diagnostic approfondi et complet

Face à des incertitudes trop nombreuses, il est important de savoir quel est le socle solide sur lequel s'appuyer. Il est recommandé pour cela de réaliser

un diagnostic forestier avant toute prise de décision (cf. A₁, A₂ et A₃). Cet examen permet d'évaluer les atouts, les faiblesses et les vulnérabilités de la station forestière, du peuplement (cf. *Illustration 5*) et du projet de gestion considéré, intégré dans le contexte de la propriété et du territoire. Beaucoup d'informations peuvent ainsi être mises en évidence au travers de ce diagnostic initial.

2 Se projeter, explorer différents futurs

Cette étape, préalable à toute mise en œuvre effective de mesures d'adaptation, permet :

- de comprendre les tendances d'évolution sur le territoire (hors fluctuations extrêmes de certains aléas et apparitions de nouveaux aléas sur le territoire) ;
- d'explorer en les combinant plusieurs scénarios de climats,

Source : Antoine de Lauriston © CNPF



Illustration 5 : Mesure de la surface terrière d'un peuplement, un élément du diagnostic forestier.

avec des futurs distincts pour les forêts, selon diverses hypothèses de gestion, et de pouvoir apprécier leur(s) conséquence(s) (cf. Encadré 2) ;

- de mettre en évidence les connaissances et certitudes qui constituent le point d'appui des simulations ;
- d'évaluer les options à plus ou moins longue échéance et dans l'espace (en plusieurs points du

territoire considéré) et de prendre conscience pour ces différentes échelles des interactions entre les systèmes (cf. §1.1) ;

- d'identifier et d'évaluer les incertitudes et leurs sources ;
- d'apprécier ainsi les décisions possibles et les risques associés (existence de seuils au-delà desquels une action n'est plus valable, d'itinéraires sylvicoles à bénéfices comparables, etc.).

“ N°2

Quelques recommandations pour la prise en compte des incertitudes dans l'utilisation des projections climatiques

- Étudier les paramètres climatiques proposés (températures, précipitations...), les choix de représentation de l'incertitude et les mises en garde sur les incertitudes associées aux résultats des simulations. S'il n'en existe pas, rester prudent sur leur utilisation.
- Étendre les observations et les projections moyennes sur des périodes de temps longues de manière à mieux faire ressortir les tendances globales.
- Bien vérifier l'échelle spatiale de représentation des données et veiller à la respecter à l'usage pour ne pas rajouter d'incertitudes supplémentaires à celles préexistantes (cf. Illustration 3). La communauté scientifique recommande d'utiliser des projections sur de grands territoires (régions administratives ou SER par exemple), plutôt que des projections pour des zones d'étendues plus faibles.
- Toujours consulter les résultats :
 - de plusieurs approches de modélisation pour apprécier l'incertitude pouvant être liée au modèle utilisé.
 - de simulations pour au moins deux scénarios RCP différents (dont idéalement des scénarios extrêmes, pour constituer un bornage large des possibles), de manière à refléter l'incertitude liée à l'évolution du comportement humain (pour rappel, la probabilité des scénarios RCP est inconnue) et explorer au mieux le champ des possibles.
- Privilégier le recours à des travaux qui utilisent les scénarios validés par le GIEC, recommandés comme référence par les experts.

Actuellement, plusieurs plateformes en ligne permettent d'examiner les caractéristiques des climats futurs possibles et leurs impacts pour différents scénarios RCP¹ (Representative Concentration Pathways),

pour la TRACC², et parfois grâce à une combinaison de modèles climatiques (cf. Illustration 6). L'échelle spatiale de représentation proposée varie selon le cas : région administrative, SER, département, région forestière nationale.

Nom de la plateforme disponible en ligne	Échelle spatiale de représentation (fonction de l'échelle de validité des données)	Explorations permises (en complément de l'exploration du climat)	Paramètres consultables
Climat^{HD}	National, régional (graphiques représentant l'évolution de la valeur moyenne)	Impacts (humidité des sols, sécheresse, enneigement)	Températures, précipitations, phénomènes occasionnels (jours de gel, vagues de chaleur, vagues de froid, tempêtes, pluies extrêmes)
DRIAS, Les futurs du climat	National, régional (résolution = 8 km)	Impacts (agriculture, enneigement, feux de forêts, sécheresse)	Températures, précipitations, vent, rayonnement, ETP, humidité
ClimEssences	SylvoÉcoRégion (SER) ^a , régions forestières nationales (résolution = 1 km)	Compatibilité climatique des essences, analogie climatique ^b	Déficit hydrique annuel, températures, somme annuelle de degrés jours, cumul des précipitations
Forêt-21	Départements, mailles SAFRAN ^c (résolution = 8 km de côté)	Impacts sur les forêts, interaction entre évolution du climat et sylvicultures (différentes options)	Précipitations, pression partielle de vapeur d'eau de l'air, rayonnement solaire direct, température de l'air, vitesse du vent, etc.

^a Zone géographique suffisamment vaste à l'intérieur de laquelle la combinaison des valeurs prises par les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers est originale (se référer à IGN, 2018).

^b Processus visant à rechercher sur un large territoire la présence d'un climat ressemblant à celui d'une zone précise donnée (climat actuel ou climat futur projeté de la zone, selon le cas).

^c Modèle permettant d'estimer au pas de temps horaire les bilans d'eau et d'énergie en surface, sur une grille régulière avec mailles de 8 km de côté couvrant le territoire métropolitain.

Illustration 6 : Plateformes en ligne et en accès libre permettant d'explorer différentes évolutions du climat sur le territoire français (les liens vers chacune des plateformes sont répertoriés dans les références bibliographiques).

¹ Scénarios d'évolution future des concentrations de gaz à effet de serre établis par le GIEC dans son 5^{ème} rapport.

² La TRACC (Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique) s'appuie sur les engagements actuels des États en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et les traduit en termes de réchauffement global et national à trois échéances temporelles. Ainsi, les horizons 2030, 2050 et 2100 de la TRACC correspondant aux niveaux de réchauffement de + 2 °C, + 2,7 °C ou + 4 °C sur la France, doivent être compris comme des cibles d'adaptation et non comme des projections pour une période donnée (extrait de Soubeyroux & al., 2025).

3 Jouer la carte de l'intelligence collective

Il est recommandé **de se tenir informé et de se former** pour disposer d'une connaissance suffisante et à jour permettant de distinguer les certitudes des incertitudes. Cela permet de se rendre plus apte à décider « en connaissance de cause » et fournit aussi les moyens de l'action. Mais cela ne suffit pas pour mieux comprendre tous les enjeux et interactions. **Il est nécessaire d'aller plus loin en partageant collectivement et en mettant à contribution les savoir-faire des experts et des professionnels** (cf. *Illustration 7*). Il est intéressant pour cela de contribuer à des exercices participatifs de simulation visant à examiner plusieurs options et trajectoires d'adaptation à l'échelle d'un territoire. Ce type d'exercice commence à se développer dans le cadre de projets de recherche ou de R&D (FORGECO, INTEGRAL, LIFE ARTISAN³, par exemple). Les simulations produites peuvent être utilisées comme source de réflexion

entre acteurs pour élaborer des plans stratégiques de gestion. Elles peuvent aussi servir comme base de travail dans des essais de prospective menés à des échelles territoriales, régionales ou nationales, dans le cadre d'exercices de modélisation d'accompagnement⁴ ou d'évaluation des stratégies de gestion.

La visualisation des différentes trajectoires possibles dans le cadre d'un collectif de réflexion et d'échange peut faciliter le discernement :

- partage d'expériences,
- vision d'ensemble de sa forêt au sein du territoire,
- compréhension commune des appréhensions, des certitudes (connaissances, tendances d'évolution, etc.) et des incertitudes,
- hiérarchisation des enjeux et intérêts (gains/pertes) des différents acteurs du territoire,
- recherche des meilleurs compromis parmi les options d'adaptation (ou de non-adaptation).

³ Pour en savoir plus sur les projets cités ici, consulter les références bibliographiques suivantes : FORGECO (Lardon & al., 2015), INTEGRAL (Orazio & al., 2015) et LIFE ARTISAN (OFB, 2022).

⁴ Démarche participative encadrée qui s'appuie sur des outils de représentation et de simulation du fonctionnement des socio-écosystèmes pour aider à la prise de conscience de ce fonctionnement et de l'influence des jeux d'acteurs sur ce dernier.



Illustration 7 : Réunion d'information.

2. Prévenir, en passant à l'action

Il est illusoire de vouloir tout savoir ou de disposer de projections précises à l'échelle d'un territoire pour agir. **Il faut mettre en place un système flexible, une stratégie d'actions multiples, à moduler selon les différentes sources et causes possibles d'incertitudes et leurs évolutions.**

Proposition d'actions

1 Adopter une posture pragmatique et positive

Il est indispensable de ne pas céder à l'inquiétude et au découragement que peuvent générer certaines situations. **Bien qu'il puisse exister des conjonctures complexes, il y a de nombreux cas où des options nouvelles sont à imaginer.** Commencer par les rechercher en priorité pour

les peuplements déjà vulnérables ou pour les forêts à enjeu (patrimonial, de protection, économique, etc.) peut être une bonne stratégie pour débiter. Pour agir, les objectifs de gestion doivent tout d'abord être ré-examinés, au regard des analyses réalisées à l'étape précédente (cf. §II.1) : « *Peuvent-ils raisonnablement être maintenus ? Lesquels restent non négociables ?* » L'étape suivante consiste à chercher conseil auprès de professionnels pour reconsidérer les connaissances assemblées (du certain et de l'incertain) et les chemins d'action envisageables (en comparant aussi action et absence d'action). Sur cette base, une sélection parmi ces chemins est possible, en tenant compte des compromis que l'on est prêt à faire pour

aller vers des actions robustes alternatives plutôt que vers des actions *a priori* idéales ou optimales.

2 Opter pour un regard de long terme

La planification de la gestion en contexte de changement climatique implique de **s'interroger dans un premier temps sur les conditions de croissance dans lesquelles le peuplement pourra être amené à évoluer** (cf. *Illustration 8*). Cette vision d'ensemble permet d'orienter notamment les décisions autour du choix des essences à favoriser (essences objectif/d'accompagnement) ou à planter, dans le cas d'un renouvellement (cf. *B1, D1, D2 et D3*), en considérant leur compatibilité climatique, leur vulnérabilité, la flexibilité possible en fonction de leur âge (ou dimension) d'exploitabilité, leur comportement en mélange, etc. À moyen terme, les incertitudes

sont plus réduites, ce qui peut conforter la planification des interventions sylvicoles (cf. *C2*). Pour le long terme, la stratégie recommandée consiste à anticiper, quand cela est possible, les différents embranchements envisageables sur le chemin d'adaptation adopté. À chaque embranchement, la direction la plus appropriée est choisie en fonction des nouvelles conditions et connaissances disponibles.

Il est possible d'intégrer cette manière de procéder dans un processus multi-acteurs dit de « **gestion adaptative** ». Cette expérience est menée le plus souvent à l'échelle d'un massif. Basée sur une analyse régulière et en temps réel des décisions et de leurs conséquences, elle permet un apprentissage progressif qui contribue à mieux raisonner les prises de décision selon les retours d'expérience documentés.

Source : Aurélien Perret © CNPF



Illustration 8 : Présentation du climat de l'Argonne et de son évolution possible.

3 Mettre en place des mesures « sans regret » ou des mesures d'évitement

Les mesures d'évitement doivent permettre de réduire les effets les plus graves des changements climatiques. Les recommandations actuelles portent sur la diversification des peuplements (cf. C₂) ou sur une inflexion de la gestion.

Les mesures dites « sans regret » sont des mesures qui seraient bénéfiques pour la forêt même sans changement climatique.

Elles sont donc particulièrement adaptées dans un contexte d'incertitudes. Il peut s'agir par exemple de :

- transformer les peuplements qui ne sont manifestement pas adaptés aujourd'hui (ex. : ne pas conserver des peuplements qui ne seraient déjà pas en station à ce jour) ;
- mettre en place une organisation mutualisée de gestion des risques (ex. : organisation de défense contre les incendies) (cf. E₁) ;

- augmenter la résistance et la résilience des écosystèmes (ex. : diversifier les peuplements, introduire des essences ou des provenances capables de supporter ou de s'acclimater à une gamme de contraintes la plus large possible) ;
- participer à des actions coordonnées et en réseau (ex. : réseau d'expérimentation Esperense⁵).

La mise en place de toutes ces mesures est bien sûr conditionnée par leur coût économique qui est un élément de choix incontournable.

4 Intégrer un suivi des adaptations

Adapter est un processus d'amélioration continue. Ce n'est pas un état. Cela implique un suivi, une évaluation de ce qui est réalisé et la mise en place de correctifs le cas échéant. **Ce suivi qui doit être soigneusement documenté permettra un apprentissage progressif et contribuera à détecter précocement certaines erreurs.**

⁵ Se référer à Paillassa & Musch, 2021.

III. CONSEILS ET POINTS DE VIGILANCE



1.

Considérer les résultats des exercices de modélisation avec intérêt et avec précaution. Les réexaminer régulièrement au vu des observations réalisées pour son propre cas et dans sa région.

2.

Ne pas ignorer ni négliger les incertitudes des scénarios climatiques : ne pas en tenir compte expose à faire de graves erreurs.

3.

Mieux vaut considérer l'ensemble des incertitudes que de se concentrer sur une seule que l'on pense maîtriser : le danger est de mal évaluer la situation par simplification.

4.

Ne pas se précipiter (risque de mal-adaptation) ni retarder les tentatives d'adaptation ou la définition de nouveaux objectifs. Hiérarchiser, prioriser, ne pas se disperser et reconsidérer régulièrement les mesures mises en place.

5.

Diversifier les actions à l'échelle d'une forêt ou d'un massif lorsque l'incertitude autour de l'effet de certaines d'entre elles est trop grande.

6.

Éviter d'appliquer unilatéralement une seule décision et veiller à ne pas compromettre d'autres possibilités d'adaptation de long terme par l'application de mesures de court terme.

7.

Accepter que des actions d'adaptation considérées comme adéquates se révèlent finalement inefficaces (conséquence des incertitudes) dans un contexte donné.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES POUR ALLER À L'ESSENTIEL

- Birot Y. & Lefèvre F., 2016. Quelles stratégies pour adapter les forêts au changement climatique ? In « La forêt et le bois en 100 questions ». Académie d'Agriculture de France. pp. 6.08.1-6.08.4.
- Birot Y., 2019. Quels futurs pour les forêts françaises ? In « La forêt et le bois en 100 questions ». Académie d'Agriculture de France. pp. 10.14.1-10.14.4.
- European Commission & European Environment Agency, 2012. The European Climate Adaptation Platform : Climate-ADAPT. « Uncertainty Guidance ». Disponible sur : <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/uncertainty-guidance> (Consulté le 27 avril 2026).
- Gouvernement du Canada. Canada.ca. « Les changements forestiers : renseignements complémentaires ». Disponible sur : <https://ressources-naturelles.canada.ca/changements-climatiques/adaptation-changement-climatique/foire-questions-changements-forestiers> (Consulté le 27 avril 2026).
- Legay M., Acosta N., Cansell J., Piboule A., Pousse N., Renaud J.-P. & Madrolles F., 2019. IKS MAPS 2 : développement d'un service sylvoclimatique basé sur le modèle IKS. Rapport technique. RMT AFORCE. 25 pages + Annexes.

■ MTECT, 2015. DRIAS les futurs du climat. « Les incertitudes dans les scénarios de changement climatique » et « Sources d'incertitude ». Disponible sur : <https://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/220> (Consulté le 27 avril 2026).

■ Soubeyroux J.-M., Bernus S., Dubuisson B., Drouin A., Madec Th., Rousset F., Samacoïts R., Schneider M., Tardy M., Tocquer F., Corre L., Morin S., Ribes A., Somot S., 2025. À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ? Partie 2. Météo-France. 46 pages.

RÉFÉRENCES PRATIQUES (plateformes, guides et outils cités)

- INRAE, 2022. Forêt-21. Disponible sur : <https://forets21.inra.fr/pelican3.1/> (Consulté le 27 avril 2026).
- Météo-France. Climat HD. Disponible sur : <https://meteofrance.com/climathd> (Consulté le 27 avril 2026).
- MTECT, 2015. DRIAS les futurs du climat. Disponible sur : <http://www.drias-climat.fr/> (Consulté le 27 avril 2026).
- RMT AFORCE, 2021. ClimEssences. Disponible sur : <https://climessences.fr> (Consulté le 27 avril 2026).

AUTRES RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- Boé J., 2007. Changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier - Toulouse III. 256 pages.
- Brisson N., Terray L., Calvet J.-C., Déqué M. & De Noblet-Ducoudré N., 2013. L'incertitude dans les études d'impact et d'adaptation au changement climatique. *In* « S'adapter au changement climatique : agriculture, écosystèmes et territoires ». Éditions Quae. pp 31-44.
- IGN, 2018. Inventaire Forestier. « Fiches descriptives des grandes régions écologiques (GRECO) et des sylvoécorégions (SER) ». Disponible sur : <https://inventaire-forestier.ign.fr/?article773> (Consulté le 19 juin 2023).
- Jandl R., Spathelf P., Bolte A. & Prescott C. E., 2019. Forest adaptation to climate change - is non-management an option? *Annals of Forest Science* (2019) 76: 48. 13 pages.
- Lardon S., Bouchaud M., Cordonnier T., Farcy C. & Huybens N., 2016. Combiner modélisation des chercheurs et participation des acteurs pour une gouvernance intégrée de la forêt dans le territoire. Le « jeu de territoire Vercors ». Forêts, savoirs et motivations, l'Harmattan. pp. 247-264.
- Lidskog R. & Löfmarck E., 2015. Managing uncertainty: Forest professionals' claim and epistemic authority in the face of societal and climate change. *Risk Management*, Vol. 17, 3. pp. 145-164.
- Milner-Gulland E.J. & Shea K., 2017. Embracing uncertainty in applied ecology. *Journal of Applied Ecology*, n° 54. pp. 2063-2068.
- OFB, 2022. LIFE ARTISAN. Le climat change, adaptons-nous avec la nature. Plaquette. 6 pages.
- Orazio, C., Cordero R., Hautdidier B., Meredieu C., & Vallet P., 2015. Simulation de l'évolution de la dynamique forestière dans les Landes de Gascogne sous différents scénarios socioéconomiques. *Revue Forestière Française*, n° 67(6). pp. 493-513.
- Paillassa É. & Musch B., 2021. ESPERENSE : évaluer les essences de demain. *Forêt Entreprise* n° 260. pp. 20 21.
- Petr M., Vacchiano G., Thom D., Mairota P., Kautz M., Goncalves L. M. S., Yousefpour R., Kaloudis S. & Reyer C. P. O., 2019. Inconsistent recognition of uncertainty in studies of climate change impacts on forests. *Environ. Res. Lett.*, n° 14 (2019). 13 pages.
- Prairie Climate Center & The University of Winnipeg, 2019. Atlas climatique du Canada. « Incertitudes ». Disponible sur : <https://atlasclimatique.ca/incertitude> (Consulté le 27 avril 2027).
- Regan H. M., Colyvan M. & Burgman M. A., 2002. A Taxonomy and Treatment of Uncertainty for Ecology and Conservation Biology. *Ecological Applications*, n° 12. pp. 618-628.
- Rist L., Felton A., Samuelsson L., Sandström C. & Rosvall O., 2013. A new paradigm for adaptive management. *Ecology and Society*, n° 18(4): 63.

REMERCIEMENTS

Le réseau AFORCE remercie le groupe de travail qui s'est mobilisé pour imaginer collectivement cette Collection de cahiers « Les Questions-Réponses » et en assurer la conception, depuis la sélection des questions à traiter jusqu'à la validation des contenus rédigés : *Céline Perrier (CNPF-IDF, coordination du projet)*, *Jean-Michel Escurat (EPLEFPA des Vosges)*, *Damien François (Forêt d'ici)*, *Jean Ladier (ONF)*, *Guy Landmann (GIP ECOFOR)*, *François Lebourgeois (AgroParisTech)*, *Céline Meredieu (INRAE)*, *Emmanuel Montailler (Chambre d'Agriculture Pays de la Loire)*, *Julie Pargade (CNPF Nouvelle-Aquitaine)*, *Philippe Riou-Nivert (CNPF-IDF)*, *Jacques Rousselin (Experts Forestiers de France)*, *Ceydric Sedilot-Gasmi (SFCDC)*, *Éric Sevrin (CNPF-IDF)*. Il remercie également le Comité Spécialisé Gestion Durable du ministère en charge de l'Agriculture et des Forêts, consulté pour sélectionner les questions.

Ce cahier a bénéficié des résultats et conclusions d'un groupe de travail multi-acteurs sur le « Diagnostic des stations et choix des essences » animé par le réseau AFORCE entre 2012 et 2013, pour lequel nous tenons à exprimer notre reconnaissance.

Les auteurs adressent aussi leurs chaleureux remerciements à l'ensemble des relecteurs qui ont participé à la sélection et à l'organisation des contenus permettant de répondre à la question posée et qui se sont investis dans les différentes étapes de relecture : *Vincent Badeau (INRAE)*, *Peter Brang (Institut WSL)*, *Marielle Brunette (INRAE)*, *Thomas Cordonnier (INRAE)*, *Marc Hanewinkel (Université de Freiburg)*, *Hervé Le Boulter, Rodolphe Pierrat (ONF)*, *Erwin Ulrich (ONF)*.

Enfin, les auteurs témoignent leur gratitude aux personnes ayant accepté de mettre à disposition leurs photos pour l'illustration de ce cahier.

Diagnostiquer l'avenir d'un peuplement en contexte de changement climatique

- A₁** La démarche de diagnostic : comment évaluer l'avenir d'un peuplement, d'une forêt ou d'un massif en contexte de changement climatique ?
- A₂** Comment faire évoluer le diagnostic sanitaire d'un peuplement en contexte de changement climatique ?
- A₃** Comment faire évoluer le diagnostic stationnel forestier en contexte de changement climatique ?

Choisir les essences à planter ou à favoriser en contexte de changement climatique

- B₁** Sur quels critères supplémentaires choisir les essences à planter ou à favoriser en contexte de changement climatique ?

Raisonnement la gestion des peuplements en place en contexte de changement climatique

- C₁** Quelles sont les incertitudes liées au changement climatique et comment impactent-elles la gestion des forêts ?
- C₂** Quels itinéraires sylvicoles privilégier pour accompagner l'adaptation de la forêt au changement climatique ?

Relever le défi du renouvellement des peuplements en contexte de changement climatique

- D₁** Comment renouveler un peuplement dans le contexte du changement climatique ?
- D₂** Quelles nouvelles précautions prendre pour la plantation et l'entretien des jeunes peuplements en contexte de changement climatique ?
- D₃** Quelles nouvelles précautions prendre pour la conduite d'une régénération naturelle en contexte de changement climatique ?

Prévenir et gérer les risques en lien avec le changement climatique et leurs impacts

- E₁** Les risques pour les forêts sont croissants et multiples : comment s'en prémunir ?



AFORCE est un réseau mixte technologique (RMT) consacré à l'adaptation des forêts au changement climatique.

Créé en 2008, il rassemble aujourd'hui 16 partenaires, acteurs de la recherche, du développement, de la gestion, de la formation et de l'enseignement. Son objectif est d'accompagner les forestiers dans la préparation des forêts au changement climatique, en veillant à la diffusion des connaissances, à la fourniture d'outils d'aide à la décision, à l'encadrement des initiatives d'adaptation et à la centralisation de l'information. Parmi ses missions, le réseau s'efforce notamment de créer des lieux d'échange (ateliers, groupes de travail, etc.) et de mobiliser l'expertise pour faciliter la mise à disposition des connaissances et des savoir-faire pour la gestion. Il organise régulièrement des appels à projets pour soutenir des études à finalités pratiques.

Il est animé par l'Institut pour le Développement Forestier (CNPf-IDF). Il bénéficie d'un soutien du ministère en charge de l'Agriculture et des Forêts, de l'interprofession nationale France Bois Forêt et de l'ensemble de ses partenaires.

Financeurs :



Document rédigé en collaboration avec :

