

Collection de cahiers « Les Questions-Réponses » autour de l'adaptation des forêts au changement climatique

Colloque de restitution AFORCE, 26 mars 2025 – Orléans

Intervenants : Céline PERRIER, CNPF-IDF
& Jean LADIER, ONF





Contexte

- Crise scolyte (2019)
 - Besoin de conseils pour la gestion de la crise et le renouvellement des forêts impactées
- Feuille de route pour l'adaptation des forêts au changement climatique (2020)
 - Priorité 2 : « Diffuser et s'approprier les connaissances acquises, développer et centraliser les outils de diagnostic et d'aide à la décision face aux risques climatiques pour l'adaptation »
 - Priorité 3 : « Promouvoir les pratiques sylvicoles qui augmentent la résilience, diminuent les risques et limitent l'impact des crises »
- Maturité du réseau AFORCE (10 ans en 2019) :
 - Valoriser les productions du réseau
 - Répondre aux nouveaux questionnements



Le projet « Questions-Réponses »

- **Répondre à 10 questions pratiques pour adapter** les forêts au changement climatique

- Etat des connaissances utiles pour la gestion
- Panorama des outils disponibles pour les décideurs
- Liens vers des ressources pour ceux qui souhaitent approfondir

=> Document synthétique et facile d'accès

- **Cibles** : développeurs, gestionnaires, conseillers, décideurs publics, formateurs, enseignants, étudiants

- **Équipe projet mobilisée par le RMT AFORCE :**

- Animation par AFORCE : **Céline PERRIER, CNPF-IDF**
- Panel de co-rédacteurs et de relecteurs de différents organismes
- Groupe de travail représentatif (GT) :

AgroParisTech, Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, CNPF (IDF et CRPF Aquitaine), EFF, EPLEFPA des Vosges, Forêt et Bois de l'Est, GIP ECOFOR, INRAE, ONF, Société Forestière de la CDC



Experts mobilisés

Groupe de travail (GT)

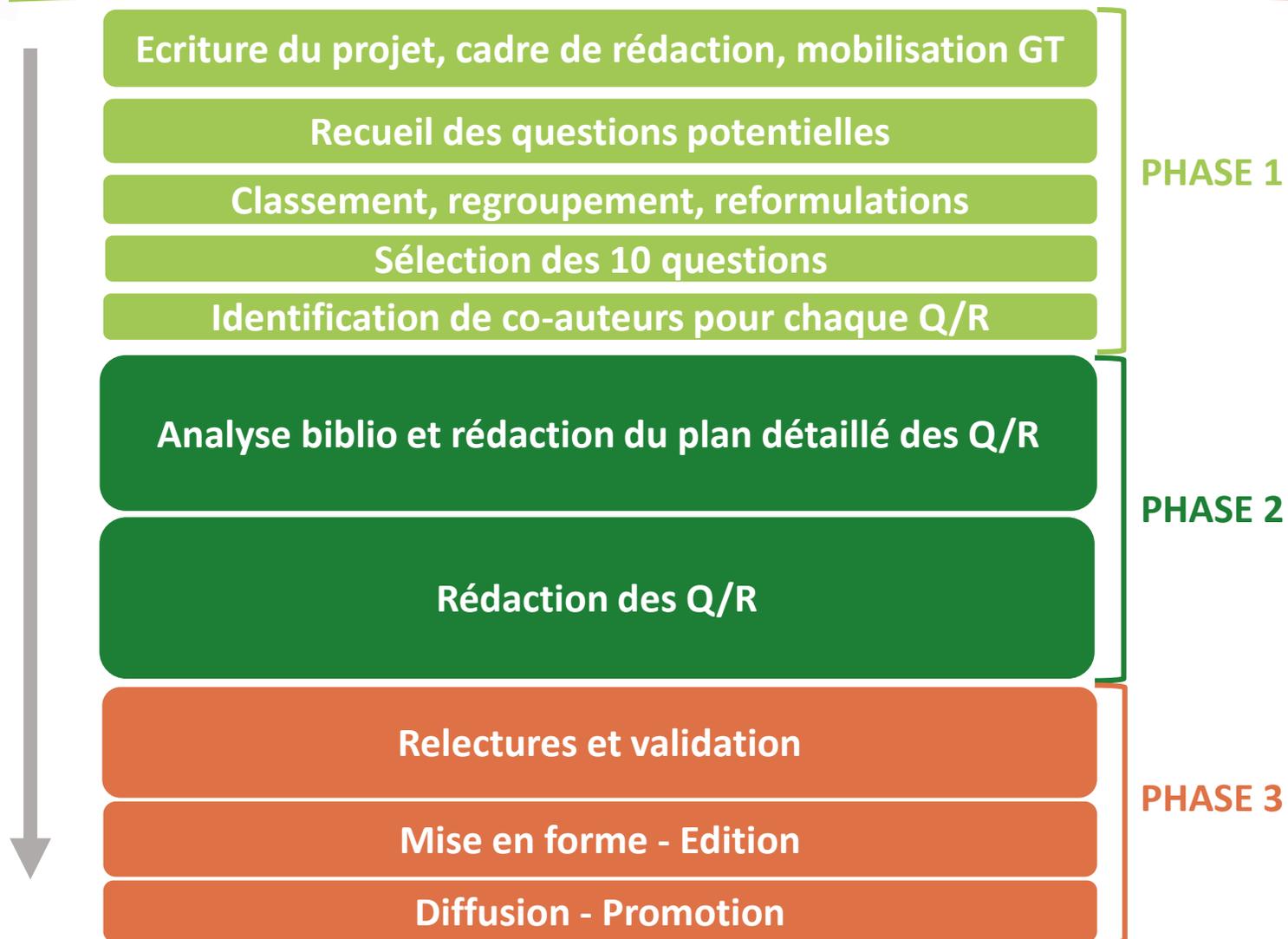
J-M. **Ecurat**, EPLEFPA Vosges
Damien **François**, FBE
Jean **Ladier**, ONF
Guy **Landmann**, GIP ECOFOR
Iris Le **Roncé**, MASA
François **Lebourgeois**, APT
Céline **Meredieu**, INRAE
Emmanuel **Montailler**, CAPDL
Julie **Pargade**, CNPF
Céline **Perrier**, CNPF-IDF
Philippe **Riou-Nivert**, CNPF-IDF
Jacques **Rousselin**, EFF
Ceydrick **Sedilot-Gasmi**, SFCDC
Eric **Sevrin**, CNPF-IDF

Auteurs

Alain **Berthelot**, FCBA
Bernard **Boutte**, INRAE-DSF
Jean **Ladier**, ONF
François **Lebourgeois**, APT
Myriam **Legay**, APT
Céline **Meredieu**, INRAE
Julie **Pargade**, CNPF
Céline **Perrier**, CNPF-IDF
Philippe **Riou-Nivert**, CNPF-IDF
Jérôme **Rosa**, CNPF
Thierry **Sardin**, ONF



Phases de réalisation 2020-2025





PHASE 1 : Recensement des questions

- Identification de contenus comparables déjà disponibles
 - **Recensement** des questions potentielles
 - Enregistrées lors d'échanges AFORCE passés
 - Consignées lors d'exercice de concertation (feuille de route, atelier formation, animation PEI, etc.)
 - Traitées dans les projets du réseau
 - Traitées dans d'autres exercices de question-réponse
- => 250 questions recensées**



PHASE 1 : Sélection des questions

- **Sélection** des questions à traiter
 - Regroupement, classement par thèmes (6) et niveau de précision
 - Sélection et reformulation de **20 questions** jugées les plus urgentes et pouvant être traitées avec des connaissances actualisées
 - Examen par le CS Gestion Durable, CRPF et GT
 - => Sélection finale :**
10 questions à traiter



PHASE 2 : Organisation de la rédaction

- Rédaction à 2 auteurs :
 - > *animateur + expert*
- **Rédaction concertée** en 3 étapes
 - Rédaction d'un plan détaillé avec bibliographie
 - Rédaction de la Q/R selon la matrice commune
 - Mise en forme pour impression
- A chaque étape, **double validation** :
 - > *GT + experts externes au projet*
- Vérification continue par le GT de la **cohérence des contenus**



PHASE 2 : Structuration du contenu

- 1. Rappel des connaissances et des principaux enjeux** liés aux changement climatique pour la thématique
- 2. Principales recommandations** (ce qu'il faut retenir de nouveau pour l'action dans le contexte du changement climatique)
- 3. Conseils et points de vigilance**
- 4. Références bibliographiques**
 - « pour avoir une vision globale du sujet »
 - « pour approfondir le sujet »
 - Liens vers les outils



=> **Contenu harmonisé pour disposer d'une COLLECTION de cahiers (A5, 20 à 30 pages)**

Collection de cahiers

« Les Questions-Réponses » du réseau AFORCE



- Prêt à imprimer (6)
- En finalisation (3)
- En rédaction (1)

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

- A1 La démarche 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 ?

Raisonner 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 ?



PHASE 3 : Promotion des Cahiers

- **Impression** de la Collection de cahiers format A5 (1200 ex.) et distribution aux partenaires du réseau (*à confirmer*)
- **Mise en ligne des PDF** sur le site Internet du réseau AFORCE et de ses financeurs (ou lien)
- **Annonce** de l'édition :
 - Réseau social LinkedIn
 - Newsletter externe
 - Actualités des sites Internet : AFORCE + financeurs (*Info+ ; Lettre B*)
- Rédaction d'un **article** de promotion
- Présentation à l'occasion d'un **événement** d'AFORCE

ZOOM sur le cahier D1



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. Renouveler, un tournant délicat dans la vie d'un peuplement	9
2. Paramètres à considérer pour juger de la réussite d'un renouvellement	10
3. Principaux enjeux du renouvellement en contexte de changement climatique	11
II. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS	14
1. Réflexion préalable à mener avant d'envisager le renouvellement d'un peuplement	15
2. Éléments de décision pour sélectionner un mode de renouvellement approprié	16
2.1. Renouveler un peuplement en place	16
2.2. Installer un peuplement à partir d'un terrain non boisé	17
2.3. Reconstituer un peuplement après un aléa ou après un échec	18
2.3.1. Reconstitution d'un peuplement sinistré après aléa	18
2.3.2. Reconstitution d'un peuplement après un échec de régénération naturelle	22
2.3.3. Reconstitution d'un peuplement après un échec de plantation	22
3. Éléments de décision pour mener l'exploitation préalable au renouvellement	23
3.1. Raisonner les étapes de mise en œuvre de l'exploitation	23
3.2. Adapter l'exploitation à l'augmentation des risques et aux crises sanitaires	24
3.3. Organiser le nettoyage du terrain	26
III. CONSEILS ET POINTS DE VIGILANCE	28
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30

Diagnostic du peuplement en place avant renouvellement	Objectifs à déterminer	Options techniques envisageables	Avantages en contexte de changement climatique	Contraintes en contexte de changement climatique
Peuplement régulier à renouveler et diagnostiqué À AVENIR POTENTIEL (de qualité, adapté à la station actuelle et a priori au climat futur mais pouvant être exposé à des risques biotiques ou abiotiques)	Maintenir la ou les essence(s) en place	Transformation⁴ en futaie irrégulière (via des coupes adaptées et une régénération lente, avec enrichissements éventuels)	① ② ① Permet de favoriser une essence en place à avenir potentiel. ② Amène vers plus de résilience à terme : mélanges naturels ou artificiels possibles, pouvant être privilégiés pour plus de diversité (enrichissements progressifs, dosage de la composition en essences).	① ② ③ ① Gestion délicate (dosage de la lumière) et non sans risques (instabilité) qui nécessite une forte technicité.
		Régénération naturelle (associée si besoin à de l'enrichissement)	① ② ③ Simplicité (relative) à l'installation et rapidité de mise en place. ④ Offre la possibilité de sélectionner des essences ou provenances mieux adaptées et plus résistantes ou des MFR améliorés.	③ ④ ④ Difficultés éventuelles à régénérer les essences souhaitées face à la dynamique de celles potentiellement plus menacées à terme (hêtre, sapin, etc.).
		Coupe rase (si arbres récoltables) et plantation (après attente ou non d'un recrû naturel)	③ ④ ⑤ ⑤ Permet l'installation par précaution d'un mélange, conférant à terme au peuplement une meilleure capacité de résilience.	④ ① Processus qui s'étale sur de nombreuses années.
Peuplement régulier à renouveler et diagnostiqué SANS AVENIR (de mauvaise qualité, dépérissant, fortement exposé à des risques biotiques ou abiotiques ou inadapté à la station ou au climat futur)	Changer d'essence(s) ou de provenance(s)	Coupe rase (si arbres récoltables) et plantation (après attente ou non d'un recrû naturel)	③ ④ ⑤ ⑥ Permet l'installation par précaution d'un mélange, conférant à terme au peuplement une meilleure capacité de résilience.	④ ⑤ ⑤ Malgré l'expérience accumulée, gestion qui reste délicate au départ, notamment en contexte de changement climatique (risques biotiques et abiotiques, pression des herbivores, végétation concurrente, etc.).
	Limitation des investissements dédiés au renouvellement	Reconstitution en s'appuyant sur la végétation spontanée	⑥ ⑦ ⑦ Valorise la végétation naturelle qui se met en place spontanément, en limitant les investissements et en favorisant les essences adaptées les plus intéressantes pour la production de bois, même peu rémunératrice. ⑧ Peut s'accompagner de quelques introductions (enrichissements) sous abri ou dans les vides, d'essences adaptées, si la station le permet.	⑥ ⑦ ⑧ ⑧ Incertitudes autour du comportement de l'essence introduite. ⑨ Ne permet pas toujours d'aboutir à un peuplement mieux adapté aux évolutions du climat. ⑩ Implique un suivi et une gestion complexe, surtout si enrichissement. ⑪ Augmentation des risques dans certains cas : incendie si absence de gestion, sanitaire.

Illustration 6 : Clé de décision pour le renouvellement d'un peuplement en place en futaie régulière (cas le plus fréquent).

⁴ Peut aussi parfois être appelé « conversion ».

3. Éléments de décision pour mener l'exploitation préalable au renouvellement

3.1. Raisonner les étapes de mise en œuvre de l'exploitation

Le choix des méthodes d'exploitation a des répercussions sur la mise en œuvre du renouvellement : préparation du site (nettoyage du terrain, travail du sol), schémas d'installation (à caler selon l'emplacement des cloisonnements d'exploitation, des souches, etc.). **L'ensemble doit donc être réfléchi en amont pour adapter le mode d'exploitation et l'organisation du chantier aux besoins du projet**, tout en tenant compte de l'aggravation possible des conditions climatiques dans lesquelles seront réalisés les travaux (cf. §1.3).

La prévention des dégâts d'exploitation doit être intégrée à ce raisonnement (tassement et déstructuration du sol, compactage, décapage de la couche superficielle du sol, création d'ornières par les roues des engins forestiers (cf. Illustration 7), liquéfaction du sol⁷, blessures des arbres et de la régénération, dégâts aux cours d'eau et aux sources, érosion). Il est recommandé de suivre un cahier des charges strict, respectueux du « capital sol », et de veiller à une exemplarité des pratiques d'exploitation (cf. Encadré) pour ne pas avoir à réparer après coup et à grands

⁷ Mise en solution du sol par malaxage (extrait de Pichedda, 2021)



Quelques références utiles

PROSOL, un guide pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt. Il regroupe des éléments de connaissance sur les sols forestiers et sur les enjeux de leur prise en compte lors d'opérations d'exploitation. Il propose un diagnostic pour évaluer la sensibilité du sol au tassement et adapter ses pratiques en conséquence. Il détaille les machines et accessoires utilisables en forêt.

PRATIC'SOL, un guide pour sensibiliser aux enjeux liés à la praticabilité des sols forestiers (sur les cloisonnements ou voies de circulation) et rappeler les bonnes pratiques à mettre en œuvre.

For-Eval, une application pour évaluer les sols forestiers. Sur la base d'une description du sol, l'application permet de définir sa sensibilité à un export de nutriments, sa sensibilité à l'érosion hydrique, et sa sensibilité au tassement.

Aléas et risques potentiels	Précautions d'exploitation pour limiter les risques et impacts associés
Fragilisation des peuplements (Sécheresses et attaques parasitaires récurrentes affaiblissant les arbres)	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluer les dépérissements pour juger de l'intérêt d'une coupe d'amélioration sanitaire. - Exploiter soigneusement en ne blessant pas les tiges restantes, pendant les périodes les plus propices. - Éviter le tassement des sols qui aggrave les dépérissements et les échecs de renouvellement, en utilisant des cloisonnements d'exploitation (schéma de circulation des engins).
Érosion des sols (Fréquence accrue des épisodes météorologiques violents, assèchement prolongé des sols l'été)	<ul style="list-style-type: none"> - Développer les techniques utilisées en zones de montagne ou méditerranéenne (maintien d'un couvert végétal après exploitation, éparpillement des résanants). - Maintenir des bandes de végétation formant des abris latéraux de proximité contre les vents desséchants et contribuant à un microclimat plus humide.
Alternance d'exsols / déficits en eau sur sols hydromorphes (Fortes pluies concentrées sur certains mois, remontée du plan d'eau, sécheresse dès le printemps et jusqu'en automne)	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter les travaux sur sols hydromorphes. - Réduire le nombre de passages des engins en forêt et les limiter aux infrastructures en place (cloisonnements) et aux périodes où les sols sont les plus portants. - Entretien des fossés et collecteurs, s'il en existe.
Incendies (Risque accru dans beaucoup de régions qui n'y sont pas encore préparées)	<ul style="list-style-type: none"> - Entretenir la desserte et l'adapter aux stratégies de prévention et aux engins de lutte contre les incendies, identifier voire créer les points d'eau. - Limiter les facteurs possibles de propagation du feu : gestion du sous-étage et des résanants d'exploitation, entretiens réguliers des plantations. - Entretenir les machines pour limiter les causes de départ de feu, adapter les périodes de travail en cas de sécheresse.
Pression accrue des ravageurs et pathogènes (Extension et prolifération des parasites suite à la récurrence d'hivers doux et d'étés chauds)	<ul style="list-style-type: none"> - Traiter les souches contre les fomes lors de la coupe des arbres en peuplement résineux (épicéas, pin maritime). - Limiter la durée de stockage en forêt des produits d'exploitation. - Mettre en place des moyens de prévention ou de lutte contre l'hylobe : broyage de la partie aérienne des souches de résineux en place ou décalage de la date de plantation (2 à 3 ans). Limiter autant que possible la proximité de souches fraîches. - Éviter le reboisement résineux en présence de fomes abondant dans les souches.
Pression accrue des rongeurs (Développement pouvant être favorisé par les températures plus douces)	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter la végétation herbacée (si pullulation de campagnols agreste ou terrestre avérée). - Broyer les résanants d'exploitation (si pullulation de campagnol roussâtre avérée, favorisée par les andains).

Illustration 8 : Précautions à prendre pour limiter les risques potentiellement accrus par les changements climatiques et leurs impacts possibles sur la mise en œuvre de l'exploitation et du reboisement.

1. Le renouvellement est une opération complexe qui nécessite de la technicité à certaines étapes. L'accompagnement par un professionnel est fortement recommandé.
2. Les incertitudes sur les évolutions du climat et sur la marge d'action du forestier imposent de redoubler de vigilance dans l'élaboration de tout projet de renouvellement (cf. C). Si les risques sont nombreux, préférer la mise en œuvre de projets diversifiés, en limitant quand cela est possible des interventions homogènes sur de trop grandes surfaces (plus de 4 ha par exemple), même si les coûts immédiats peuvent être parfois plus importants.
3. Limiter les changements brutaux pouvant affecter l'environnement. Réserver l'introduction d'essences nouvelles pour le territoire considéré, aux projets expérimentaux ou les inclure en faible proportion, idéalement dans des mélanges structurés par des essences connues (points d'appui, îlots). Privilégier au maximum les transitions progressives et les situations réversibles.
4. Prendre des mesures pour réguler la présence des herbivores qui peuvent ajouter un risque d'échec supplémentaire.
5. Ne pas dissocier les différentes étapes du renouvellement (de l'exploitation du peuplement jusqu'à l'entretien des jeunes tiges). Penser l'ensemble des opérations comme un tout pour assurer une chaîne cohérente de décisions.
6. Consacrer du temps pour identifier les contraintes, les potentialités, les risques, les opportunités avant d'engager des investissements onéreux. Prioriser ses investissements sur les stations permettant localement une productivité suffisante pour la ou les essences considérées et valoriser l'existant lorsque c'est possible.
7. Redoubler de prudence sur les sols fragiles : chimiquement pauvres, lourds et hydromorphes et donc sensibles au tassement. Privilégier sur ces sols une conservation des résidus d'exploitation. Faire attention aux périodes et aux conditions d'utilisation des outils.
8. Mettre en place une veille sanitaire pour repérer l'émergence de parasites connus ou nouveaux sur les plants (notamment dans le cas d'introductions) et qui pourraient être favorisés par les changements globaux.

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 (Forêts et Bois de l'Est), Jean Ladier (ONF), Guy Landmann (GIP ECOFOR), François Lebourgeois (AgroParisTech), Céline Meredieu (INRAE), Emmanuel Montailier (Chambre d'Agriculture Pays de la Loire), Julie Pargade (CNPF Nouvelle-Aquitaine), Philippe Riou-Nivert (CNPF-IDF), Jacques Rousselin (Experts Forestiers de France), Ceydric Sedilat-Gasmi (SFCDC), Éric Sevrin (CNPF-IDF). Il remercie également le Comité Spécialisé Gestion Durable du ministère en charge de l'Agriculture, consulté pour sélectionner les questions.

Ce cahier a bénéficié des résultats et conclusions d'un groupe de travail multi-acteurs sur la « Conduite de la création et du renouvellement des peuplements » 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 relectures : Philippe Balleux (CDAF - Belgique), Patrick Lechine (CNPF Bourgogne-Franche-Comté), Jonathan Pitaud (ONF), Erwin Ulrich (ONF), et plus spécifiquement Alain Berthelot (FCBA), Catherine Collet (INRAE) et Jérôme Rosa (CNPF Île-de-France Centre-Val-de-Loire).

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



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 (CNPFF-IDF). Il bénéficie d'un soutien du ministère en charge de l'Agriculture et de la Forêt, de l'interprofession nationale France Bois Forêt et de l'ensemble de ses partenaires.

Financeurs :



Document rédigé en collaboration avec :



Merci de votre attention

CODE BARRE
ISBN ???

