



### Référent Recherche

Brigitte MUSCH,  
ONF, UMR BioForA  
brigitte.musch@onf.fr

### Référent Acteur

Yves ROUSSELLE,  
ONF, UMR BioForA  
yves.rouselle@onf.fr

### Laboratoires

- CGAF-ONF, Conservatoire Génétique des Arbres Forestiers, Office National des Forêts

### Partenaires

- PNRGF, Pole National des Ressources Génétiques Forestières
- CRPF, Centre Régional de la

### Propriété Forestière

- INRAE-BioForA, Institut National de la Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement- Biologie Biologie intégrée pour la valorisation de la diversité des arbres et de la forêt
- RMT Aforce, Réseau Mixte Technologique Adaptation des Forêts au Changement climatique

### 4-6 mots-clés

**Changement Climatique, Diversité génétique, Nouvelles espèces, Expérimentations**

3 phrases de résumé (objets, méthode, résultats, retombées : (600 caractères avec espaces compris)

- Le changement climatique va affecter durablement les espèces. La diversité spécifique et intraspécifique est identifiée comme une des solutions.
- L'inventaire des ressources forestières en surface et volume a été couplé avec des modèles pour identifier les espèces et les zones vulnérables. Les expérimentations ont été revisitées pour identifier de nouvelles ressources.
- Des zones de vulnérabilité ont été identifiées pour les principales espèces forestières. Une liste d'espèces a été constituée. Des itinéraires d'approvisionnement en graines et des itinéraires de culture ont été testés.

### Problématique

- Quelles sont les espèces d'arbres forestiers présentes avec une forte surface et un volume important sur le territoire de la région centre qui vont être impactées par le changement climatique ?
- Comment les expérimentations, les arboretums et plantations peuvent nous permettre d'identifier de futures ressources génétiques mieux adaptées?
- Quelles sont les verrous techniques pour introduire ces nouvelles espèces et comment les expérimenter?

**Figure n° 1. Hêtre déperissant à cause du changement climatique**



© Hubert Schmuck - ONF

## Contribution à la transition des territoires ruraux et périurbains

Les accords de Paris en 2015 ont fixé la neutralité carbone en 2030. Cela implique une transformation de nos sociétés pour limiter les émissions de CO2 et l'utilisation d'énergies renouvelables locales avec des systèmes de productions durables. Le rôle de la forêt pour atteindre ces objectifs est incontestable. Avec une superficie de 940 000 ha avec un accroissement moyen de 2 000 hectares par an depuis un siècle, les forêts de la région Centre-Val de Loire sont un véritable atout dans la lutte contre le changement climatique. Mais le changement climatique affecte déjà les forêts de cette région mettant à mal la productivité des espèces voire entraînant leur déperissement. Les arbres sont des espèces très longévités avec une phase juvénile de plusieurs dizaines d'année pour certaines. Il est donc essentiel d'anticiper les effets du climat sur les forêts malgré les incertitudes des modèles climatiques et sociétaux pour permettre à celles-ci d'être les plus résilientes possibles face aux aléas. La diversification des espèces et la diversité des provenances est un des leviers pour cette adaptation. Cette adaptation des ressources est essentielle à la transition des territoires.

(2000 caractères maximum espaces et titres compris, hors commentaires des figures)

## Démarche

Afin de pouvoir préconiser des provenances et des espèces adaptées aux conditions pédo-climatiques à venir, un inventaire des espèces forestières majeures en terme de volume à l'échelle de la région ainsi que par sylvo-éco-région a été réalisé. La préoccupation climatique des principales essences a été cartographiée afin d'évaluer les zones et les espèces à risque fort de dépérissement. Une analyse des données de survie, de dendrométrie a été réalisées à partir de dispositifs anciens complétées par une revue bibliographique afin de déterminer des espèces d'avenir. Des tests d'approvisionnement en graines de qualité pour un sous ensemble des espèces ont été mené assorti de mise place d'itinéraires de culture pour les espèces très peu connues. Les différents partenaires du projet ont établi des protocoles pour tester largement les espèces d'avenir.

### a. Acteurs

Les responsables de la tache ont réunit autour de la problématique scientifique des acteurs du monde, de l'enseignement, de la recherche, du développement ainsi que les utilisateurs.

### b. Activités

Des interactions régulières avec itérations ont été mises en place pour valider les différentes phases du projet avec les acteurs.

Tableau n° 1 Répartition des activités selon les partenaires du projet

Tache 1	INRAE	Agroparistech	IGN	ONF	CNPF
Identification des espèces et zones de vulnérabilité		X	X	X	X
Tache2	INRAE	Agroparistech	IGN	ONF	CNPF
Cartographie de préoccupation climatique		X	X	X	X
Tache 3	INRAE	Agroparistech	IGN	ONF	CNPF
Liste d'espèces d'avenir	X			X	X
Tache 4	INRAE	Agroparistech	IGN	ONF	CNPF
Protocoles expérimentaux	X			X	X

### c. Organisation entre acteurs

Des interactions régulières avec itérations ont été mises en place pour valider les différentes phases du projet avec les acteurs.

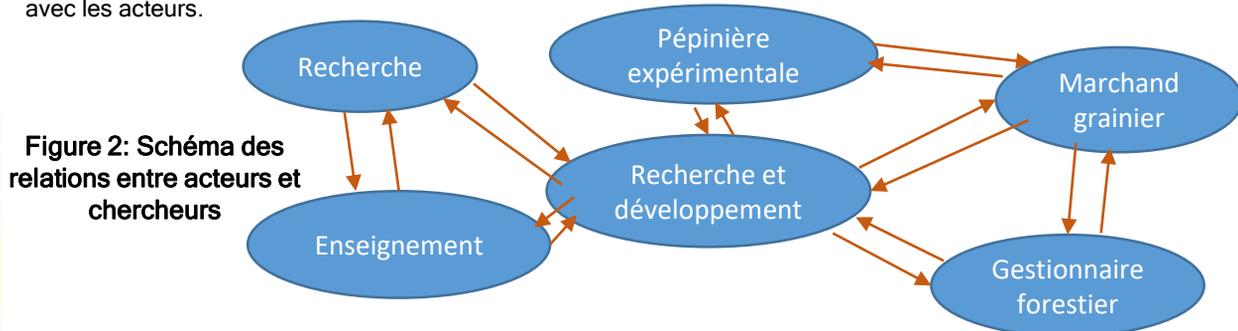


Figure 2: Schéma des relations entre acteurs et chercheurs

## Les terrains d'étude

Le projet s'est focalisé sur les zones forestières de la région centre notamment la sylvo-Eco-Région Sologne-Orléanais. Les références ont aussi été cherchées hors de la région Centre-Val de Loire.

(3400 caractères maximum espaces et titres compris, hors commentaires des figures)

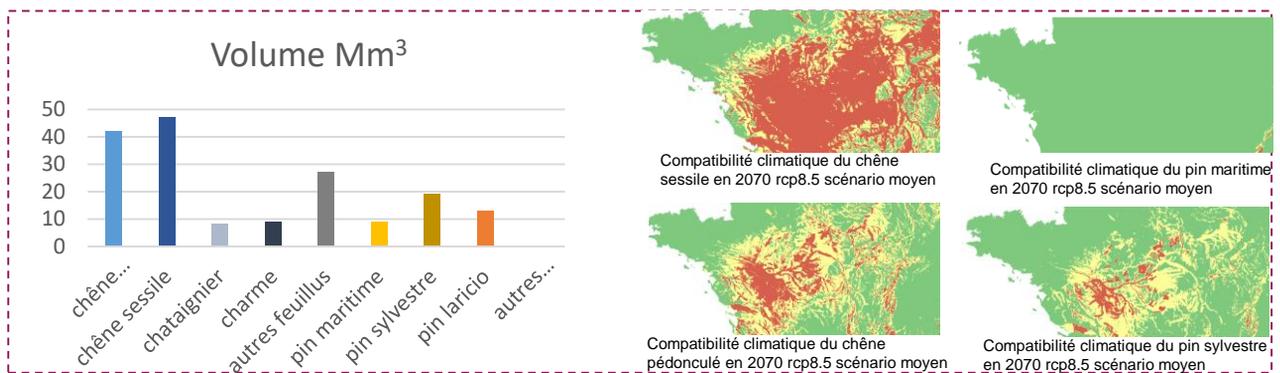
## Identification des espèces et zones de vulnérabilité

### Inventaire

L'inventaire de l'IGN met en évidence en centre Val de Loire la prédominance en volume du chêne sessile et du chêne pédonculé puis en plus faible quantité le pin sylvestre. La répartition de ces espèces n'est pas homogène sur le territoire. La SER Sologne-Orléanais se distingue par sa composition spécifique.

### Modélisation de comptabilité climatique

Le modèle de compatibilité climatique montre que le chêne pédonculé et le chêne sessile ne trouveront plus les conditions favorables à leur croissance et survie en 2070.



### Espèces les plus représentées en région centre et leur niveau de compatibilité climatique

Abies cephalonica*	Eucalyptus dalrympleana	Platanus orientalis
Abies cilicica	Eucalyptus gunnii*	Pseudotsuga menziesii*
Abies lowiana*	Eucalyptus x irbyi gundal*	Quercus cerris*
Abies nordmanniana*	Fraxinus mandshurica	Quercus chrysolepis
Abies nordmanniana ssp. equi-trojani*	Larix decidua	Quercus faginea*
Abies pinsapo*	Liquidambar styraciflua*	Quercus frainetto*
Acer pseudoplatanus*	Metasequoia glyptostroboides*	Quercus ilex*
Betula alleghaniensis	Pinus brutia*	Quercus macranthera
Betula papyrifera	Pinus nigra ssp. nigra*	Quercus nigra
Betula pendula*	Pinus nigra ssp. salzmannii var. corsicana*	Quercus petraea*
Calocedrus decurrens*	Pinus pinaster*	Quercus pubescens*
Carya cordiformis	Pinus ponderosa*	Quercus robur*
Castanea sativa*	Pinus radiata*	Quercus rubra*
Cedrus atlantica*	Pinus rigida*	Quercus suber*
Cedrus libani*	Pinus sylvestris*	Quercus vulcanica*
Cunninghamia lanceolata*	Pinus taeda*	Robinia pseudoacacia*
Diospyros virginiana		Sequoia sempervirens*
		Sorbus torminalis

## Identification du Matériel Forestier de Reproduction adapté

### Mise en place de fiches descriptives

Les flores forestières sont des ouvrages de références pour l'autoécologie des espèces toutefois elles ne traitent que des espèces autochtones et pour les espèces introduites que les majoritaires. De plus, les informations nécessaires au gestionnaire forestier concernant les qualités de bois, leur utilisation ou encore la réglementation n'y figurent pas.

- 37 critères ont été décrits regroupés en 8 grands thèmes: facteurs limitants climatiques, facteurs limitants édaphiques, connaissance de la diversité génétique, croissance et production de bois, autres services écosystémiques, mise en œuvre sylvicole, vulnérabilité aux risques biotiques et vulnérabilité aux risques abiotiques. En introduction, une présentation rapide de l'espèce est faite ainsi que son aire de répartition.

- Chacun des critères a une note allant de A à D mais aussi de fiabilité de l'information. L'objectif est que l'expérimentateur et le gestionnaire puisse prendre une décision éclairée. Chaque rubrique est complétée par des références bibliographiques.

### Choix du matériel adapté dans les conditions de climat changeant

Dans le cadre du projet, l'objectif a été de sélectionner des espèces qui soient moins vulnérables que les principales espèces de la région centre val de Loire. Une méthodologie a été mise en place pour identifier à l'aide des éléments présents dans les fiches, les espèces qui avaient des capacités de résistance à la sécheresse n'étant pas invasives et productrices de bois. Une liste de 60 provenances et espèces partagée avec les acteurs de la filière a été établie.

Liste d'espèces et provenances pouvant être substituées selon les conditions pédologiques au chêne sessile en région Centre val de Loire

## Protocoles expérimentaux

Afin de tester les différentes alternatives au chêne sessile en région centre Val de Loire, il est important de pouvoir à la fois explorer différents contextes pédoclimatiques présents mais aussi à différentes échelles temporelles.

### Test d'élimination

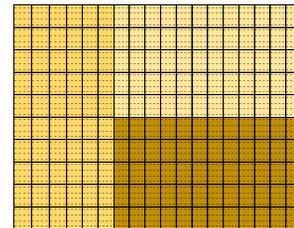
Il a pour objectif de tester sur le court terme (10 ans) la réaction de beaucoup d'espèces et provenances au climat actuel. Il est composé de 60 UG répétées dans 3 blocs afin d'éliminer les effets micro-environnementaux sur un sol non limitant. Sur ce type de dispositif, des mesures régulières (0-1-3-5 et 10 ans) et précises sont nécessaires pour capter les différences entre les UG. Il s'agit de la survie, la hauteur, la circonférence, la forme et l'état sanitaire.

### Test de comportement

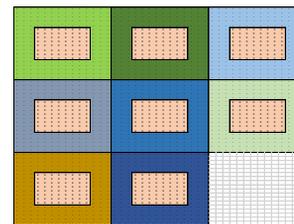
Il a pour objectif de tester le comportement dans différents contextes pédologiques sur le moyen terme de peu d'espèces avec une seule provenance par espèce mais avec un effectif plus important que dans le test d'élimination. Ce test a vocation à avoir une durée de vie de 30 ans, période durant laquelle des mesures de survie, croissance et état sanitaire seront effectuées. Ces dispositifs pourront aussi servir de démonstratum. A l'issue de l'expérimentation, des données sur les conditions d'emploi des UG dans des contextes de sol variés ainsi que l'effet de la concurrence et leur réaction à une éclaircie.

### Test en gestion: Ilot d'avenir

L'ilot d'avenir est un test en vraie grandeur sur ½ ha avec les gestionnaires forestiers. Il s'inscrit dans une démarche de recherche participative. Les mêmes espèces que dans les deux autres tests y seront suivies en terme de performances. Ce type de dispositif en intégrant le réseau d'expérimentations permettra d'apporter des données sur le très long terme jusqu'à la phase de renouvellement. Il permettront de confirmer l'intérêt ou non de l'UG dans des contextes variés pour la gestion forestière.



Test d'élimination



Test de comportement



Ilot d'avenir

## Conclusions

Le changement climatique va changer les paysages forestiers de la région Centre Val de Loire. Il est important de pouvoir proposer dès maintenant des espèces et des provenances adaptées aux conditions actuelles et futures afin de conserver tous les services écosystémiques de la forêt. C'est pourquoi, il est crucial de tester de manière coordonnée et complémentaires les espèces et provenances de demain au sein de réseau. Ces informations sur la survie et la croissance collectées par tous les acteurs permettront réunies dans une base de données permettront à la fois aux acteurs de la recherche d'utiliser ce réseau comme site atelier mais aussi aux sylviculteurs d'échanger sur leur pratiques.

## Pour aller plus loin...

- Legay M., Deleuze C., **Dhôte J.F.**, Kremer A., **Musch B.**, Bartet X., 2019. Changements climatiques et gestion de la forêt ligérienne (dossier). Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 61-62, pp. 11-70
- Musch B.**, 2019. Outils pour l'adaptation de la forêt aux changements climatiques : migration assistée et substitution d'essences. Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 61-62, pp. 42-49
- Bertin S., Legay M., **Musch B.**, Paillassa E., Perrier C., Piboule A., 2019. Un outil en ligne pour accompagner le choix des essences forestières dans un contexte de changement climatique. Forêt entreprise, n° 249, pp. 33-34
- Legay M., Deleuze C., Kremer A., **Dhôte J.F.**, Arnaudet L., Bartet X., **Musch B.**, 2018. Quels seront les impacts du changement climatique sur les forêts ligériennes ? Flash info de la DT Centre-Ouest-Aquitaine, juillet 2018, 5 p.

Plus d'informations sur  
le programme PSDR et le projet :  
[www.psd.fr](http://www.psd.fr)

**Pour citer ce document :**  
MUSCH Brigitte, Eric Sevrin, Alain Collinot, Jean-Francois Dhote et Yves Rousselle (2020).  
*Développement et durabilité de la filière forêt-bois en région Centre*,  
Projet PSDR DEFIFORBOIS,  
Centre-Val de Loire,  
Série Les 4 pages PSDR4

**Contacts :**  
PSDR Centre-Val de Loire :  
Christian GINISTY (INRAE)  
[christian.ginisty@inrae.fr](mailto:christian.ginisty@inrae.fr)  
Direction Nationale PSDR :  
André TORRE (INRAE)  
[torre@agroparistech.fr](mailto:torre@agroparistech.fr)  
Animation Nationale PSDR :  
Frédéric WALLET (INRAE)  
[frederic.wallet@agroparistech.fr](mailto:frederic.wallet@agroparistech.fr)