

## CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

En réponse au changement climatique, de forts dépérissements d'essences autochtones sont attendus conduisant in fine à leur disparition de certains territoires.

Une des solutions pour maintenir un milieu forestier dans de telles conditions est d'introduire de nouvelles espèces. Néanmoins, cette stratégie de migration assistée avec de nouvelles espèces doit s'accompagner d'importantes précautions compte tenu des nombreuses incertitudes relatives au climat futur et de la longue durée de vie des arbres forestiers.

Sa mise en œuvre n'est possible qu'en s'appuyant sur les législations nationales, européennes et internationales existantes dont l'objectif principal est de garantir une traçabilité des sources de graines commercialisées, en particulier du lieu où elles sont récoltées.

Toutefois, importer des semences de pays avec lesquels les semenciers français n'ont aucune relation nécessite au préalable d'identifier les partenaires commerciaux et institutionnels à contacter, de mettre en œuvre les démarches d'importation et d'évaluer la qualité des semences obtenues.

## CONTENU DU PROJET



TREC vise à tester l'approvisionnement en semences de 13 essences « modèles » (Fig. 1) caractérisées par des contraintes d'approvisionnement différentes (pays, réglementation, type d'intervenants dans la récolte et/ou la commercialisation des semences).

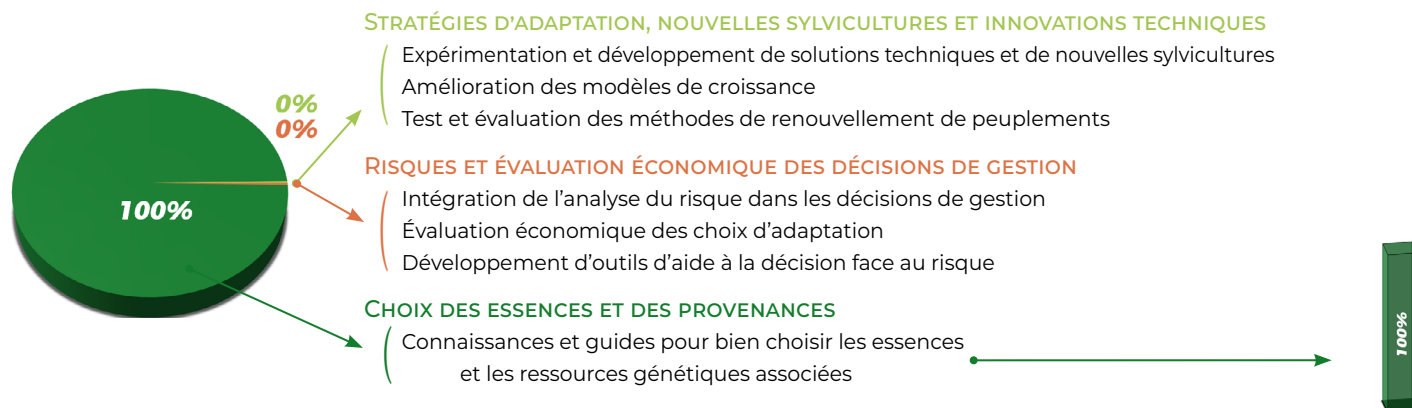
Le projet se scinde trois parties :

- L'établissement de réseaux d'approvisionnement en graines ;
- L'étude de la réglementation du commerce des semences, en lien avec cet approvisionnement en graines ;
- L'évaluation des lots de graines obtenus et l'expérimentation de différents protocoles de pré-germination.

| Nom scientifique               | Nom vernaculaire                       |
|--------------------------------|--|
| <i>Abies cephalonica</i>       | Sapin de Céphalonie                    |
| <i>Abies lowiana</i>           | Sapin de Low                           |
| <i>Calocedrus decurrens</i>    | Calocèdre                              |
| <i>Cunninghamia lanceolata</i> | Araucaria de Chine                     |
| <i>Fagus orientalis</i>        | Hêtre d'Orient                         |
| <i>Liquidambar orientalis</i>  | Copalme d'Orient, Liquidambar oriental |
| <i>Nothofagus obliqua</i>      | Roble                                  |
| <i>Picea omorika</i>           | Épicea de Serbie                       |
| <i>Pinus peuce</i>             | Pin de Macédoine                       |
| <i>Pinus rigida</i>            | Pin rigide                             |
| <i>Quercus canariensis</i>     | Chêne des Canaries                     |
| <i>Quercus cerris</i>          | Chêne chevelu                          |
| <i>Quercus frainetta</i>       | Chêne de Hongrie                       |

Figure 1 : Liste des 13 essences retenues pour ce projet, toutes avaient été identifiées comme intéressantes dans le contexte de changement climatique par le projet Nomades. Source : (Masmaud, 2018<sup>1</sup>).

## CONTRIBUTION DU PROJET AUX THÉMATIQUES D'AFORCE



## PARTENAIRES DU PROJET

### Approvisionnement en graines

Après identification des ressources génétiques intéressantes, il a fallu :

- Organiser des récoltes de semences spécifiques dans des peuplements particuliers en France ;
- Consulter les filières connues d'approvisionnement en semences forestières en Europe et identifier de nouveaux réseaux pour dresser un inventaire des semences disponibles et en organiser la livraison d'une petite quantité ;
- Identifier les interlocuteurs institutionnels et opérationnels susceptibles de fournir des ressources génétiques recherchées dans le reste du monde, préciser les démarches administratives à mettre en œuvre et organiser la livraison d'une petite quantité de semences.

### Documentation et veille juridique

En 2016, la France a ratifié le protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation. Dans ce cadre, tout utilisateur potentiel de ressources génétiques telles des semences forestières doit obtenir le consentement préalable du pays dans lequel la ressource est située. L'impact de ce traité sur l'importation de semences d'espèces forestières potentiellement intéressantes en France dans le contexte du changement climatique devait être apprécié. La tâche n'a pas été réalisée dans le cadre du projet TREC, mais le projet est venu alimenter les réflexions menées par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation sur ses applications concrètes.

### Analyses expérimentales

#### Protocole

Lors de la réception des graines, différentes mesures sont réalisées pour apprécier la qualité du lot (aspect visuel, poids, ...). Elles ont ensuite été stockées entre 3 et 5 °C.

La mise en œuvre des protocoles de pré-germination se base sur les procédures ISTA ([International Seed Testing Association](#)). Chacun des protocoles a été appliqué sur 4 lots de 100 graines.

Les variables étudiées sont : la durée (de 0 à 270 jours), le milieu de stratification (Fig. 2) et le type de prétraitement (trempage, scarification ...).

Les 30 premières graines germées de chaque répétition sont semées pour vérifier la viabilité des graines au moins jusqu'au stade cotylédons étalés.

Les résultats aboutiront à la rédaction de fiches pour la filière des protocoles de pré-germination associés aux taux de germination moyens les plus élevés.



Figure 2 : Photographie d'un mélange de vermiculites. Source : (Masmaud, 2018).

#### Analyses statistiques

Les analyses statistiques visent à répondre aux questions suivantes :

- Pour un lot de graines donné, existe-t-il un effet du protocole de pré-germination sur le critère étudié ?
  - S'il existe un effet significatif, comment sont classés les protocoles de pré-germination ?
- Une ANOVA à un facteur peut être réalisée pour répondre à la première question, si les conditions initiales sont respectées. Dans le cas contraire, un équivalent non-paramétrique est utilisé (test de Kruskal Wallis ou bien test de Mann et Whitney). Différents tests Ad hoc viseront à classer les protocoles de pré-germination si l'effet du protocole est significatif. Ils seront sélectionnés selon le test utilisé pour répondre à la première question et selon leurs puissances statistiques.

## RÉSULTATS

### Approvisionnement en graines

Les réseaux d'approvisionnement pour de nouvelles espèces doivent garantir les mêmes sécurités et qualités que pour celles plus couramment commercialisées.

Des informations sur la distribution de l'essence (Fig. 3) et sur les données d'approvisionnements (type de matériel de base, poids, prix des graines, certificat phytosanitaire, ...) ont été recueillies pour chaque espèce.

Les fournisseurs ayant fourni les informations demandées sont considérés comme fiables et de qualité.

### Analyses expérimentales (Fig. 4)

**Il est important de rappeler que les conclusions avancées ne s'appliquent qu'à un lot donné, pour une année donnée.**

Les analyses n'ont été réalisées que sur neuf des treize espèces du projet TREC, les trois espèces du genre *Quercus* ne nécessitant pas de prétraitement. Faute d'approvisionnement, les tests sur *Nothofagus obliqua* et *Liquidambar orientalis* n'ont pas été menés.

On remarque que les protocoles de stratification « 60 jours avec milieu » font toujours partie de ceux donnant les meilleurs résultats.

Cela peut s'expliquer par la durée du protocole ainsi que par la présence du substrat agissant comme un « tampon » permettant notamment de réguler l'humidité.

En l'absence de milieu, cela demande un suivi plus poussé à l'expérimentateur, qui doit continuellement conserver les mêmes conditions.

Il pourrait être intéressant de recommencer les expérimentations dans les mêmes conditions, mais avec d'autres substrats (tel que la tourbe par exemple).

Pour certaines espèces, aucun résultat concluant n'a pu être avancé. Cela pourrait s'expliquer par la présence de lots de mauvaises qualités ou bien par de mauvaises conditions de transport et de conservation des graines (hypothèse avancée pour *Cunninghamia lanceolata* et *Pinus peuce*). Une autre explication est celle de protocoles inadaptés aux graines testés (hypothèse avancée pour *Fagus orientalis*).

Pour la majorité des espèces, au moins deux protocoles de pré-germination répondent aux critères sélectionnés (taux de germination moyen, valeur germinative moyenne et taux de plantules au stade cotylédons étalés les plus élevés).

Le choix final revient à l'expérimentateur et dépend de ses contraintes (coût, durée, ...).

Enfin, on peut se demander si un trempage systématique des graines avant stratification ne permettrait pas de diminuer la durée totale du prétraitement.

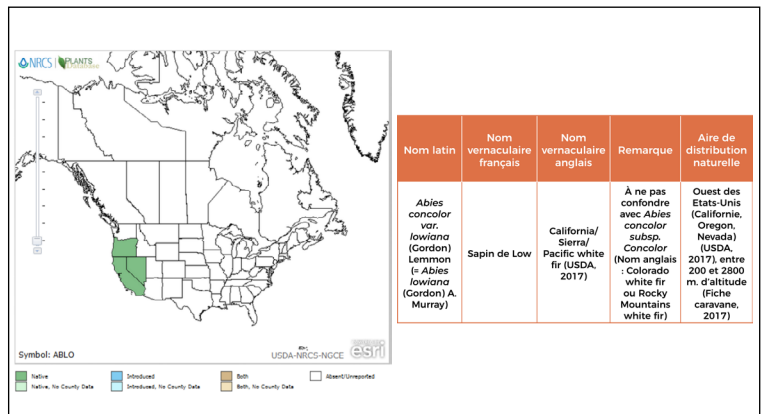


Figure 3 : Informations recueillies sur la distribution de *A. lowiana*.  
Source : (Prévalet, 2017<sup>2</sup>).

| Essence                        | Protocole de pré-germination   | Ordre de préconisation des protocoles | Mise en germination                              | Remarques  |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|
| <i>Abies Cephalonica</i>       | Stratification 60 jours avec milieu à +3-5°C   | 1                                     | Germination sur buvard en chambre chaude à +20°C | Le protocole de pré-germination avec milieu est préconisé car il permet, d'après les résultats expérimentaux, de grouper la germination de la majorité des graines en début de germination. Par ailleurs les conditions du milieu (humidité...) sont régulées par le substrat, contrairement au protocole sans milieu, qui demande donc plus de suivi. |
|                                | Stratification 60 jours sans milieu à +3-5°C   | 2                                     |  |  |
| <i>Abies lowiana</i>           | Stratification 60 jours avec milieu à +3-5°C   | 1                                     | Germination sur buvard en chambre chaude à +20°C | Si une contrainte de temps existe : le protocole de pré-germination avec traitement, permet de réduire la période de stratification de 20 jours.   |
|                                | Trempage 1 nuit dans de l'eau tiède (+35°C), puis stratification 30 jours avec milieu à +3-5°C                             | 3                                     |  |  |
| <i>Calocedrus decurrens</i>    | Stratification 60 jours avec milieu à +3-5°C   | 1                                     | Germination sur buvard en chambre chaude à +20°C | Si une contrainte de temps existe : le protocole de pré-germination avec traitement, permet de réduire la période de stratification de 20 jours.   |
|                                | Trempage 48 heures dans de l'eau à 20°C, stratification 30 jours avec milieu à +3-5°C puis 1 semaine chambre chaude (20°C) | 3                                     |  |  |
| <i>Cunninghamia lanceolata</i> | Stratification 30 jours sans milieu à +3-5°C   | -                                     | Germination sur buvard en chambre chaude à +20°C | Aucun protocole ne donne de bons résultats (le taux de germination ne dépasse pas 20 %)  |
|                                | Trempage 48 heures dans de l'eau à 20°C - Stratification 30 jours avec milieu à +3-5°C                                     | -                                     |  |  |
| <i>Pinus rigida</i>            | Trempage dans de l'eau puis stratification 60 jours avec milieu à +3-5°C   | -                                     | Germination sur buvard en chambre chaude à +20°C | Pour les lots testés, ce protocole donne les résultats les plus élevés, avec la durée de stratification la plus courte. Cependant, comme pour les autres protocoles, la majorité des graines a germé durant la phase de stratification.  |
|                                | Trempage 48 heures dans de l'eau puis stratification 60 jours avec milieu à +3-5°C   | -                                     |  |  |
| <i>Picea amonica</i>           | Trempage 48 heures dans de l'eau à 20°C - semis direct   | 1                                     | Germination sur buvard en chambre chaude à +20°C | Il n'a pas été démontré d'effet du protocole sur les paramètres étudiés. On préconise donc le protocole le plus court, avec semis direct, facile à mettre en place.  |
|                                | Stratification 30 jours avec milieu à +3-5°C   | 2                                     |  |  |
| <i>Fagus orientalis</i>        | Scarification puis stratification 30 jours avec milieu à +3-5°C  | 1                                     | Germination sur buvard en chambre chaude à +20°C | Le protocole avec scarification donne des observations plus groupées et globalement plus élevées (sans être pour autant significatif statistiquement). On préconise donc ce protocole, sauf contrainte de matériel pour l'expérimentateur.   |
|                                | stratification 30 jours avec milieu à +3-5°C   | 2                                     |  |  |

Figure 4 : Synthèse des protocoles de pré-germination préconisés aux expérimentateurs.  
Source : (Masmaud, 2018).

## LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Des réseaux d'approvisionnement en semences fiables et de qualité ont été identifiés pour 13 espèces jugées intéressantes à expérimenter en France dans le contexte de changement climatique.

Lors d'importations, il faut être particulièrement vigilant à la qualité des documents transmis par les fournisseurs sur lesquels des informations techniques (qualité du lot de graines) ou administratives (code ou localisation de la source de graines, matériel forestier ou non) ne sont pas toujours portées.

Les analyses expérimentales ont permis de préconiser des protocoles de pré-germination adaptés aux différentes espèces à l'exception de *P. peuce*, *C. lanceolata* et *F. orientalis*.

## PUBLIC CIBLE ET FINALITÉ DU PROJET

Difficulté d'appropriation :  FAIBLE  MOYENNE  FORTE Absence de cette finalité pour ce public : ○

| FINALITÉ<br>PUBLIC CIBLE                           | Gestion<br>Outils et recommandations | Recherche et développement<br>Outils et création de contenu | Pédagogie<br>Acquisition des connaissances |
|--|--------------------------------------|---|--|
| <b>Propriétaires forestiers</b>                    | ●                                    | ○   | ●  |
| <b>Personnel forestier technique</b>               | ●                                    | ○   | ●  |
| <b>Acteurs de la recherche et du développement</b> | ○                                    | ●   | ●  |
| <b>Étudiants de l'enseignement supérieur</b>       | ○                                    | ●   | ●  |
| <b>Étudiants de l'enseignement technique</b>       | ●                                    | ○   | ●  |

Les livrables sont destinés à l'ensemble des acteurs de la filière forestière.

Une fois les freins liés à l'approvisionnement levés, les essences vont pouvoir être étudiées par les expérimentateurs dans différents projets.

## CASTING

Le coordinateur du projet est M. Patrice Brahic (ONF).

Ce projet a été mené avec la participation de M. Joel Conche, de Mme Brigitte Musch, de M. Thierry Lamant, de Mme Solène Prevalet, de Mme Annabelle Gouche, de M. Jean Pierre Huvelin et de Mme Mathilde Masmaut (ONF) ; mais aussi de Mme Sabine Girard (CNPFP) ; de Mme Rebeca Cordero et de M. Christophe Orazio (EFI) et enfin de M. Richard Bellanger, de Mme Morgane Bernard et de Mme Catherine Ducatillion (Villa Thuret).

## POUR OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS

Plus d'informations sur la [page projet TREC](#) du RMT AFORCE.

Retrouvez [ici](#) le rapport de M. Christophe Orazio (IEFC) sur la réglementation du commerce des semences et sur les conséquences de l'adoption du traité de Nagoya en France.

<sup>1</sup> Masmaut M., 2018. Approvisionnements en semences forestières fiables et de qualité - Le projet TREC -. (Mémoire non publié). École Supérieure d'Agricultures.

<sup>2</sup> Prevalet S., 2017. Projet TREC - Transfert Raisonné en Espèces introduites. Des approvisionnements en semences forestières fiables et de qualité. (Mémoire non publié). École Supérieure d'Agricultures.

## FINANCEURS DU PROJET