



Expérimenter et Guider pour Initier la Diversité des Essences forestières

Renouvellement mélangé post-crise

Plans d'expérimentation

Maude Cavaliere

Éric Lacombe

Février 2023

Introduction

Ce document fait un point d'étape sur une réflexion en cours parmi la communauté des chercheurs français et belges concernant les expérimentations à initier sur la thématique des reconstitutions mélangées post crise.

Bien que ne faisant pas partie de la commande initiale d'EGIDE qui portait davantage sur un observatoire, les réflexions qui suivent répondent assez directement à une partie des questions soulevées dans le document « Identification des questions croisées Gestionnaires-Chercheurs », ainsi que cela a été présenté dans son tableau final.

I. Plan d'expérimentation 1 : premières orientations pour un plan d'expérimentation relatif à l'intensité de l'intervention dans la régénération naturelle

Ce plan d'expérimentation devrait permettre de couvrir plusieurs grandes rubriques. Sont identifiées actuellement celles des stratégies de reconstitution et du bilan hydrique de ces reconstitutions. D'autres pourraient y être ajoutées mais cela doit faire l'objet de l'approfondissement de questions scientifiques.

Comparaison de plusieurs stratégies de reconstitution

Thématiques de recherche

- Intérêt de l'utilisation du recrû naturel pour reconstituer des peuplements mélangés après une crise forestière (ex. crise scolyte).
- Atténuation éventuelle des effets des changements climatiques sur les forêts par la sylviculture (notamment ceux liés aux sécheresses estivales).

Comment : Caractériser l'effet des travaux forestiers grâce à un gradient d'intensité d'interventions humaines pour assurer le renouvellement forestier (libre évolution < valorisation de la régénération naturelle < enrichissement).

Questions de recherche

- Pour un sylviculteur qui souhaite s'appuyer sur le recrû naturel, quelle doit être l'intensité d'intervention à pratiquer pour obtenir une régénération satisfaisante du point de vue sylvicole (de quantité et qualité satisfaisante, diversifiée et adaptée aux conditions climatiques futures) ?
- Est-ce que le potentiel de chaque stratégie de reconstitution dépend des caractéristiques initiales des sites à régénérer (encombrement, densité du recru, envahissement, conditions pédoclimatiques...) ?

Hypothèses de recherche identifiées :

H1 : La plantation en enrichissement permet d'obtenir une régénération mélangée plus diversifiée que les autres stratégies de reconstitution (libre évolution et valorisation de la régénération naturelle).

H1b : L'effet est d'autant plus marqué que les conditions environnementales sont défavorables ou que le cortège d'essences autochtones est réduit.

Modalités (3) : libre évolution, valorisation de la régénération naturelle, enrichissement.

H2 : Les travaux de valorisation de la régénération naturelle orientés vers la conservation de la diversité des essences permettent le maintien dans la régénération d'essences qui disparaissent lorsque la régénération est laissée en libre évolution.

Modalités : à définir ; a minima la valorisation de la régénération naturelle par une modalité de travaux visant à favoriser la diversité ; mais il est aussi possible de tester des modalités différentes de travaux de valorisation de la régénération bien contrastés (travaux au bénéfice d'individus de meilleure qualité / travaux au bénéfice d'individus d'essences rares)

H3 : L'intérêt des différentes stratégies de reconstitution (de la libre évolution à l'enrichissement) va varier en fonction de l'état initial de la parcelle à reconstituer.

Modalités (2) : à préciser ; a minima une zone avec un fort recru naturel et une zone avec un faible recru naturel.

H4 : La majeure partie de la régénération naturelle s'est exprimée trois ans après crise (permettant de valider une hypothèse vérifiée pour l'observatoire post-tempête).

Points d'attention : Intérêt d'un suivi dans le temps (journalier et éventuellement sur plusieurs saisons de végétation), avec la question de la temporalité du dispositif : jusqu'à quel stade de développement veut-on obtenir des résultats ? S'il est relativement avancé (bas perchis par exemple), des interventions pourraient devoir être réalisées tardivement : en prévoir à l'avance différentes modalités peut conduire à dimensionner de façon plus importante le dispositif.

Bilan hydrique : intérêts potentiels du recru pour améliorer l'état hydrique des individus cibles

Thématiques de recherche

Interactions inter-spécifiques complexes (nature, intensité, importance). Rôle de la modulation du microclimat et de la disponibilité en ressources par le recru ligneux sur les performances des semis ligneux dans les jeunes stades de la reconstitution de peuplements dévastés (disponibilité en eau et lumière en particulier, compétition par la végétation accompagnatrice). Effet de la modulation de la végétation accompagnatrice par le recru.

Question de recherche

L'accompagnement ligneux permet-il de réduire globalement la demande climatique en eau (évaporation du sol, transpiration de la régénération, de la végétation accompagnatrice) en réduisant les radiations, la vitesse du vent, tout en étant pas lui-même un trop fort compétiteur pour l'eau/la lumière ?

Contexte

La dynamique de consommation en eau par les plantes dépend notamment **1)** de la demande climatique (H1) et **2)** de la disponibilité en eau du sol (H2).

Hypothèses de recherche

H1 : L'accompagnement ligneux permet de réduire globalement la demande en eau climatique.

Mesures : rayonnement solaire + température de l'air + humidité de l'air + vitesse du vent + humidité relative de l'air. Mesures sous le recru : au niveau de semis cibles (+ une mesure au-dessus du recru pour contrôler et quantifier l'effet).

Modalités de recru (3) : à préciser ; *a minima* : témoins sans recru ligneux / recru naturel sans intervention / recru naturel à un niveau intermédiaire (= modalité de valorisation de la régénération naturelle à réfléchir en ce sens).

Il y aurait aussi l'intérêt de croiser ces modalités avec la présence et absence d'une végétation accompagnatrice pour comprendre les interactions (**2 modalités**, cf. « points d'attention ») et de s'interroger sur le suivi d'une modalité « enrichissement ».

H2 : La sécheresse édaphique est plus forte en présence de recru qu'en absence de recru (diminution de l'évaporation au niveau du sol mais augmentation de la transpiration par les plantes).

Mesures : Calcul de la REW (réserve en eau relative) : épaisseur totale de sol explorée par les racines fines + description de sol par horizon (proportion de racines fines, structure, texture, charge en éléments grossiers : analyse granulométrique, densité apparente, prélèvement d'échantillons de sol non remaniés pour établir en laboratoire les courbes pF-humidité du sol) + humidité relative du sol + évapotranspiration au niveau du sol et de la strate herbacée.

H3 : La modification des conditions environnementales par le recru est suffisante pour améliorer les performances des semis cibles (essence d'intérêt / plant).

Mesures : survie, hauteur, diamètre des semis-cibles.

Mesures complémentaires : Abondance du recru autour du semis-cible / état de développement du feuillage (date de débournement, indice foliaire et date de chute), micro-dendromètre.

Points d'attention ou de complément :

- La présence d'une végétation accompagnatrice dense est à prendre en compte pour répondre à cette question car elle pourrait accentuer ou compenser l'effet du recru surtout dans les jeunes stades (ex. fougère / ronces). Il est important de séparer l'effet du recru ligneux et celui de la végétation accompagnatrice. Faut-il supprimer la végétation accompagnatrice (compétition aérienne et racinaire) dans certaines placettes pour en quantifier l'effet ou uniquement caractériser cette végétation ?
- Réfléchir à la possibilité de planter le recru / l'accompagnement pour avoir des conditions « contrôlées » en termes de composition et de densité ? Planter un accompagnement ligneux et non ligneux ? Cette approche serait complémentaire à celle d'utiliser le recru naturel.

- Possibilité de faire une partie de cette expérimentation uniquement sur un des sites même si on se prive de l'effet « réseau de site installés dans des stations contrastées » (un site pour lequel on contrôle ce qui est installé comme recrû).

Autres champs de recherche à examiner

Les champs disciplinaires comme la génétique, la phénologie, l'entomologie, le fonctionnement des sols (pédofaune, micro-organismes, flux d'éléments, ...) ont été évoqués mais pas encore explorés.

Principaux facteurs testés

Dans l'état des réflexions, les principaux facteurs pour lesquels différentes modalités seraient testées apparaissent comme étant :

Le degré d'intervention : aucune (libre évolution), légère (travail de la régénération naturelle), intermédiaire (plantation d'enrichissement et travail de la régénération naturelle) ;

La nature et densité du recrû naturel initial : aucun, espèce envahissante présente, recrû modéré, recrû important et importance variable de régénération naturelle utilisable en essence principale, ...

La station : richesse chimique des sols en liens avec la nature du recrû (station riche vs acide par exemple). De manière générale, on retiendrait des stations plutôt fertiles (où on envisage des investissements, bonne profondeur d'enracinement et réserve utile suffisante), sur les SER Plateaux calcaires du Nord-Est, Ardennes et Sologne-Orléanais.

La plantation en enrichissement (et travaux associés), comme :

- La plantation à grands écartements/ plants isolés
- La plantation par placeaux (petit nombre de plants, à fixer entre 5 et 12 par exemple) et éventuellement placeaux de 35 à 50 plants (pour un équivalent plantation en plein au centre du placeau et effets d'interactions en bordures de placeau comparable à des interactions en condition de plantation par bandes ou bouquets dans du recrû.

Les travaux de gestion de la compétition :

- avec les plants (aucune intervention d'entretien, contrôle selon un seuil de compétition défini, élimination systématique de la concurrence),
- ou celles concernant les travaux sur la régénération naturelle (avec des niveaux similaires), restent discutés.

Le nombre de modalités peut considérablement augmenter la taille des dispositifs et une première approche va dans le sens d'un tri de modalités prioritaires à étudier en fonction des questions de recherche posées.

Facteurs à fixer

Un certain nombre de facteurs devront être fixés pour réduire la variabilité des situations étudiées. Sont évoqués pour l'instant :

- **les essences plantées** : tolérantes à la sécheresse, à partir de deux ensembles par station : (i) croissance rapide et héliophile et (ii) croissance lente et tolérant à l'ombre/supportant la concurrence
- **la pression des ongulés** : en se plaçant hors conditions d'abrutissement par les ongulés (modification de croissance en hauteur et diamètre et des interactions) ;les dispositifs doivent donc être protégés par engrillagement.
- **les caractéristiques du peuplement antécédent** même si elles risquent d'être variables d'une SER à l'autre ;
- **les caractéristiques de l'exploitation** (peu de rémanents et seulement de petite taille) ;
- **les travaux préparatoires du sol** comme **de la végétation.**

II. Plan d'expérimentation 2 : premières orientations pour un plan d'expérimentation relatif aux interactions des essences en mélange

Les chercheurs ont identifié plusieurs pistes pour faire avancer les connaissances des interactions entre essences et des effets du niveau de mélange dans l'installation et le maintien de peuplements mélangés. Pour répondre au besoin des gestionnaires, ces recherches doivent avoir pour objectif d'identifier des mélanges adaptés à différents niveaux de risque pour faire face aux incertitudes liées aux changements globaux (changements climatiques actuels, incertitude sur l'ampleur à venir, modification du marché du bois, ...). Ces thématiques peuvent être traitées par une approche de type plan d'expérimentation.

A cette date, ce plan est au stade de la toute première ébauche. En effet, plusieurs questions de fond sont à explorer avant tout :

- **le test de nouvelles essences** : l'objectif est bien de travailler d'abord sur les interactions, pas forcément sur la sélection de telle ou telle essence ; le choix des essences est donc un point délicat dans le montage de cette expérimentation ;
- **les dispositifs existants** : leur recensement doit être complété de façon à éviter les doublons, et le cas échéant de pouvoir s'inscrire dans les réseaux préexistants.

Thématique de recherche

Identification de nouveaux mélanges adaptés à plusieurs niveaux de risques et favorisant leur gestion.

Question de recherche

Quels sont les effets croisés de la densité et des proportions du mélange sur le comportement des essences en mélange ? Expérimentation de nouvelles essences en mélanges jusqu'au stade gaulis, en comparant des associations d'essences à comportements similaires ou au contraire différenciés.

Hypothèses de recherche

H1 : Pour 2 essences fixées ou plus, et pour une proportion de mélange fixée, la densité commune de plantation modifie en continu :

- les caractéristiques de croissance des plants en hauteur et en diamètre,
- la conformation (branchaison) des plants,
- la composition du mélange (dans les strates les plus hautes, voire globalement par mortalité naturelle),

à partir d'un certain stade de développement, de façon similaire ou non entre les deux essences.

H2 : Pour 2 essences fixées ou plus et pour une densité commune de plantation fixée, la variation de la proportion des essences dans le mélange a des effets similaires à H1.

La combinaison des hypothèses H1 et H2 est le sujet d'étude de l'expérimentation, tablant sur le fait que l'augmentation de la densité et la nature des relations entre les deux essences (complémentarité fonctionnelle ou son contraire) modifient les interactions facilitatrices en interactions de natures compétitrices, passé un seuil.

Résultats associés

L'effet de compétition permettant de mettre en œuvre les hypothèses formulées ne se produira qu'au bout de quelques années, en particulier pour les densités faibles. Toutefois, les mesures et données acquises les premières années permettront aussi de documenter les courbes de croissance des essences testées dès la plantation, ce qui fait souvent défaut et qui aura une utilité directe pour les gestionnaires pour prévoir la conduite de leurs plantations aux stades juvéniles.

Variables mesurées pour l'analyse des performances des modalités testées :

Croissance en hauteur, diamètre au collet, taux de mortalité, conformation (branchaison et forme des tiges) des plants.

Principaux facteurs testés

- **Proportion des essences** (incluant une zone monospécifique pour chaque densité et essence testée, et quelques modalités seulement, par exemple l'essence 1 à 25%, 50% et 75%).
- **Densité de plantation** (écartements de 1 à 3m ?).
- **Les essences :**

Pour faire suite aux pistes proposées par les chercheurs concernant les mélanges et l'utilisation de nouvelles essences, nous choisirions des essences à la fois, (1) autochtones ou allochtones déjà connues dans les reboisements habituellement pratiqués, (2) susceptibles de résister aux changements climatiques et (3) avec une mention spéciale pour des essences considérées aujourd'hui comme secondaires dans les peuplements mais résistantes.

Comme indiqué, ce choix des essences doit être approfondi. Notamment, la question d'association d'essences d'accompagnement avec des essences objectifs mérite d'être mieux explorées quant à son intérêt pour la recherche.

Nota : les tests d'essences exotiques ou de provenances font déjà l'objet de programmes de recherche (ex : îlots d'avenir) ne relèvent pas de ce protocole expérimental qui ne vise pas à contribuer à la sélection des essences.

Facteurs à fixer

- **La station**

Le dispositif est installé sur une station homogène fertile pour (1) se situer dans la gamme des choix d'investissement et (2) pour évaluer les interactions entre essences en condition optimales de développement.

Plusieurs dispositifs peuvent être installés à une échelle régionale ou internationale (Interreg) en suivant cette recommandation :

- à fin de comparaison pour de mêmes essences sur des sylvoécotones différentes (niveaux trophiques différents par exemple) ;
- à fin d'extension pour des essences différentes liées à des sylvoécotones différentes.

Ce point de facilité d'installation devra toutefois être discuté : les interactions des essences en conditions de stress environnementaux pourraient être étudiées sur des stations peu fertiles ou plus xériques afin d'augmenter les gradients écologiques d'étude.

- **L'organisation spatiale du mélange**

La plantation est mélangée pied à pied pour mettre en place des interactions fines et généralisées entre essences du mélange. Cela permet de limiter l'effet d'interaction mono-spécifique qui peut avoir lieu dans des placeaux, des bouquets ou des bandes.

- **La provenance des plants et les techniques de plantation**

Elles seront le plus possible contrôlées et homogénéisées de façon à ne pas rajouter un effet provenance ou liée à la technique de plantation dans l'expérimentation.

- **L'équilibre faune-flore :**

Se placer hors condition d'abrutissement par les ongulés (modification de croissance en hauteur et diamètre et des interactions).

Les dispositifs doivent être protégés par engrillagement.

- **Les travaux sylvicoles et la compétition**

Ne pas réaliser de dépressage par la suite. Les travaux effectués ne doivent pas à réduire la densité des essences étudiées. (Pour un arrêt du dispositif au stade gaulis). L'intensité de dégagements éventuellement nécessaires devra être discutée.

Temporalité du dispositif : point d'attention

Cette dernière condition de non intervention sur les plants peut trouver ses limites : ne voudrait-on pas suivre ces mélanges à un stade plus avancé (> gaulis) ? Il faudrait alors prendre en compte la gestion dans l'effet des interactions du mélange. Ce qui nécessite de prévoir et quantifier ces interventions à réaliser et de prévoir une surface dédiée pour un témoin laissé en libre évolution permettant d'évaluer l'effet de la gestion sur les performances du mélange. Cette option a un réel impact sur le dimensionnement des dispositifs.

Les discussions sur les modalités de ce plan d'expérimentation n°2 sont à poursuivre et approfondir. Le design expérimental des dispositifs ainsi que leur nombre seront alors à établir en fonction des options retenues et des possibilités de rapprochement ou de compatibilité avec d'autres réseaux d'expérimentation déjà existants.

Contributions

D'après les contributions de Philippe Balandier (INRAE), Maude Cavaliere (Agroparistech), Alexandre Ernst (Université de Liège), Catherine Collet (INRAE), Éric Lacombe (Agroparistech), Lisa Laurent (INRAE), François Lebourgeois (Agroparistech), Gautier Ligtot (Université de Liège).

Remerciements

Merci à l'ensemble des contributeurs pour leur aide à la construction de ces plans d'expérimentation.



Avec le soutien de :

